



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
INSTITUTO DE QUÍMICA  
MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL



**TANIEL FERREIRA DA CRUZ**

**O PRODUTO EDUCACIONAL AS CONTRIBUIÇÕES DE DALTON  
PARA O ENSINO DE QUÍMICA: O QUE DIZEM OS PROFESSORES DE  
QUÍMICA DA EDUCAÇÃO BÁSICA?**

**CAMPO GRANDE**

**2022**

TANIEL FERREIRA DA CRUZ

**O PRODUTO EDUCACIONAL AS CONTRIBUIÇÕES DE DALTON PARA O  
ENSINO DE QUÍMICA: O QUE DIZEM OS PROFESSORES DE QUÍMICA DA  
EDUCAÇÃO BÁSICA?**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI), Instituto de Química, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito final à obtenção do título de Mestre em Química.

**Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Daniele Correia**

**Coorientador: Prof.<sup>o</sup> Dr. Onofre Salgado Siqueira**

Campo Grande

2022

TANIEL FERREIRA DA CRUZ

**O PRODUTO EDUCACIONAL AS CONTRIBUIÇÕES DE DALTON PARA O  
ENSINO DE QUÍMICA: O QUE DIZEM OS PROFESSORES DE QUÍMICA DA  
EDUCAÇÃO BÁSICA?**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Química em Rede Nacional da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul para obtenção do título de Mestre em Química.

Campo Grande, MS, \_\_ de \_\_\_\_\_ de 2022

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Daniele Correia

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

---

Prof. Dr. Saul Benhur Schirmer

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

---

Prof. Dr. Rafael do Prado Aparecido  
Secretaria de Estado de Educação – SED/MS

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

Aos meus pais Ermelino Francisco da Cruz e Cleuza Fidelis Ferreira da Cruz, à minha esposa Juliana Cristina de Jesus Silva, às minhas filhas Thauany Silva Cruz e Ana Júlia Silva Cruz, aos meus irmãos Alessandro Ferreira da Cruz e Monique Ferreira da Cruz que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse a esta etapa de minha vida. A eles dedico inteiramente este trabalho.

À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), pela oportunidade de fazer o mestrado.

Aos meus orientadores, Prof.<sup>a</sup> Dra. Daniele Correia e Prof. Dr. Onofre Salgado Siqueira, em especial, à Professora Daniele, pela atenção, amizade, compreensão, paciência e sabedoria dispensadas a mim durante o período de elaboração deste trabalho.

Aos professores do Mestrado que foram tão importantes em minha vida acadêmica e no desenvolvimento deste trabalho, obrigado pelo apoio, pela compreensão em momentos difíceis que passei durante o curso e, principalmente, pela amizade.

Aos meus amigos e colegas de turma, pelo incentivo e pelo apoio constante.

A todos que, direta ou indiretamente, fizeram parte de minha formação, o meu muito obrigado.

## **Dedicatória**

Dedico este trabalho a toda a minha família e amigos, em especial:

aos meus pais Ermelino Francisco da Cruz e Cleuza Fidelis Ferreira da Cruz que, com seu amor infinito e apoio incondicional, foram responsáveis por minha base pessoal e educacional;

à minha esposa Juliana Cristina Jesus Silva e às minhas filhas Thauany Silva Cruz e Ana Júlia Silva Cruz, pela compreensão e paciência durante o período do curso. Vocês, por todo esse período, me inspiraram para que eu pudesse sempre seguir em frente;

aos meus irmãos Alessandro Ferreira da Cruz e Monique Ferreira da Cruz que, no convívio, tornaram suportáveis as horas mais difíceis e mais felizes os momentos de vitória.

***Em memória:** Ao meu pai Ermelino, que sempre me apoiou acima de tudo, acreditou e embarcou neste meu sonho.*

*A você, o meu profundo e eterno agradecimento.*

*Quando o mundo estiver unido na busca do conhecimento e não mais lutando por dinheiro ou poder, então nossa sociedade poderá enfim evoluir a um novo nível”.*

Paul Strathern

## RESUMO

O ensino do modelo de Dalton ainda é um desafio para professores da educação básica, pois, geralmente, limita-se à mera apresentação do modelo ou ainda a uma simplificação desse modelo por meio de analogias. Assim, o presente trabalho teve como objetivo produzir o produto educacional “Dalton e suas contribuições para o ensino de Química: uma proposta de Guia Didático” e avaliá-lo por professores de Química da educação básica de MS. O produto educacional foi construído com base nos conceitos das metodologias ativas de aprendizagem (MAA) com ênfase na metodologia Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP). O produto educacional proposto configura-se como um guia didático e apresenta, de forma diferenciada, a abordagem das principais contribuições de Dalton para a Química, oferecendo ao professor atividades diversificadas. A pesquisa quanto à abordagem foi qualitativa sem intervenção. Os instrumentos de coleta de dados foram dois questionários, o inicial e o final, tendo o primeiro o objetivo de levantar o perfil dos professores participantes da pesquisa, e o segundo, investigar a visão dos professores de Química sobre o produto educacional. Com base nos resultados da pesquisa, é possível inferir que os professores contribuíram de forma significativa com questões didático-pedagógicas, discussões aprofundadas sobre a História da Ciência, sobre a epistemologia da ciência e com questões relacionadas ao cotidiano das escolas. Com relação ao potencial do material avaliado, os professores elencaram potencialidades como apresentar outras contribuições de Dalton que não seja somente o modelo representacional do átomo, a dinamicidade do material com a presença de links e QR Codes que facilita o manuseio do material e a forma como o material é apresentado. Por fim, defende-se a necessária participação de professores que estão lecionando na educação básica para a avaliação dos produtos educacionais como etapa fundamental na elaboração de materiais didáticos.

Palavras-chave: Aprendizagem Baseada em Problemas. Aprendizagem pela Experiência. Ensino de Química.

## ABSTRACT

The teaching of Dalton's model is still a challenge for teachers of basic education, because, generally, it is limited to the mere presentation of the model or even to a simplification of this model through analogies. Thus, the present work aimed to produce the educational product "Dalton and his contributions to the teaching of Chemistry: a proposal of didactic guide" and evaluate it by teachers of Chemistry of basic education of MS. The educational product was constructed based on the concepts of active learning methodologies (MAA) with emphasis on the Problem-Based Learning Methodology (BPA). The proposed educational product is configured as a didactic guide and presents, in a differentiated way, the approach of Dalton's main contributions to Chemistry, offering the teacher diversified activities. The research on the approach was qualitative without intervention. The data collection instruments were two questionnaires, the initial and the final, the first aiming to raise the profile of the teachers participating in the research, and the second, to investigate the view of chemistry teachers about the educational product. Based on the results of the research, it is possible to infer that teachers contributed significantly with didactic-pedagogical questions, in-depth discussions about the History of Science, about the epistemology of science and issues related to the daily life of schools. Regarding the potential of the evaluated material, the teachers view potentialities as presenting other contributions of Dalton other than the representational model of the atom, the dynamicity of the material with the presence of links and QR Codes that facilitates the handling of the material and the way the material is presented. Finally, we defend the necessary participation of teachers who are teaching in basic education for the evaluation of educational products as a fundamental step in the preparation of teaching materials.

Keywords: Problem-Based Learning. Learning by Experience. Chemistry Teaching.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Levantamento do quantitativo de pesquisas encontradas (modelo atômico de Dalton).....	37
Tabela 2 – Levantamento do quantitativo de pesquisas envolvendo (ABP).....	46
Tabela 3 – Recorte temporal das pesquisas.....	47

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

- ABP – Aprendizagem Baseada em Problemas
- BDBTD – Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
- CAAE – Certificado de Apresentação de Apreciação Ética
- CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
- CEP – Comitê de Ética e Pesquisa
- ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências
- EUA – Estados Unidos da América
- IFAM – Instituto Federal do Amazonas
- IFMS – Instituto Federal de Mato Grosso do Sul
- MAA – Metodologias de Ativas de Aprendizagem
- MEC – Ministério da Educação
- MS – Mato Grosso do Sul
- NUPEABRP – Núcleo de Pesquisa em Ensino e Aprendizagem Baseados na Resolução de Problemas
- OC – Objeto de Conhecimento
- PBL – Problem Based Learning
- PNLD – Programa Nacional do Livro e do Material Didático
- PPC – Projeto Pedagógico de Curso
- PROFQUI – Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional
- QI – Questionário Inicial
- QF – Questionário Final
- Seduc-AM – Secretária de Estado de Educação do Amazonas
- TICs – Tecnologias de Informação e Comunicação
- UEMS – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
- UFAM – Universidade Federal do Amazonas
- UFG – Universidade Federal de Goiás
- UFMS – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
- UFPE – Universidade Federal de Pernambuco
- UFRPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco
- UFSCar – Universidade Federal de São Carlos
- UnB – Universidade de Brasília

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Princípios da Educação Tradicional e da Educação Nova de Dewey.....	25
Quadro 2 – Uso de metodologias de ensino relatadas nos artigos.....	39
Quadro 3 – Uso de metodologias de ensino mencionadas nas dissertações.....	43
Quadro 4 – Objeto de conhecimento/temática trabalhados.....	48

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>17</b>
<b>2 APORTE TEÓRICO.....</b>	<b>23</b>
2.1 Vida e obras de John Dewey .....	26
2.2 Aprendizagem pela experiência de Dewey .....	27
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>34</b>
3.1 Metodologias ativas e suas origens construtivistas.....	34
3.2 Aprendizagem Baseada em Problemas .....	35
3.3 Delineamento bibliográfico.....	36
3.4 Revisão bibliográfica sobre o modelo atômico de Dalton .....	37
<i>Categoria 1- Perfil das pesquisas.....</i>	<i>38</i>
<i>Categoria 2 - metodologia de ensino utilizada na abordagem do modelo atômico de Dalton.....</i>	<i>39</i>
3.5 Revisão de literatura sobre a metodologia Aprendizagem Baseada em Problemas...	45
<i>Categoria 1 - perfil das pesquisas .....</i>	<i>46</i>
<i>Categoria 2 - Objeto de conhecimento tratado nas pesquisas .....</i>	<i>48</i>
<i>Categoria 3 - Aprendizagem Baseada em Problemas: desafios e potencialidades .....</i>	<i>49</i>
<b>4 METODOLOGIA DA PESQUISA .....</b>	<b>55</b>
4.1 Sujeitos da pesquisa.....	55
4.2 Coleta de dados .....	56
4.3 Avaliação do Produto Educacional.....	56
<b>5 PRODUTO EDUCACIONAL .....</b>	<b>58</b>
5.1 Relações entre o produto Educacional e a Teoria da Experiência de John Dewey ..	138
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>141</b>
6.1 Análise e discussão do Questionário Inicial .....	141
<i>Categoria 1: perfil dos professores (QI) .....</i>	<i>141</i>
<i>Categoria 2: sobre as contribuições de Dalton para o ensino de Química .....</i>	<i>142</i>
<i>Categoria 3: sobre as formas de trabalhar as contribuições de Dalton para o ensino de Química.....</i>	<i>148</i>
<i>Categoria 4: sobre os materiais didáticos para o ensino das contribuições de Dalton para a Química. ....</i>	<i>150</i>
6.2 Análise e discussão do Questionário Final (QF) .....	152
<i>Categoria 1 - considerações sobre os capítulos estruturantes do guia didático.....</i>	<i>152</i>

<i>Categoria 2 - considerações sobre as estratégias metodológicas utilizadas no guia didático</i> .....	155
<i>Categoria 3 - potencialidades e limitações do guia didático</i> .....	164
<i>Categoria 4 - sugestões para aprimoramento do Guia Didático</i> .....	167
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	170
<b>8. REFERÊNCIAS</b> .....	172
<b>APÊNDICES</b> .....	179
<b>Apêndice A: Questionário Inicial</b> .....	179
<b>Apêndice B: Questionário para Avaliação do Guia Didático</b> .....	182
<b>Apêndice C: TCLE</b> .....	185
<b>Apêndice D: Autorização Institucional (ESCOLA 1)</b> .....	188
<b>Apêndice E: Autorização Institucional (ESCOLA 2)</b> .....	189
<b>Apêndice F: Autorização Institucional (ESCOLA 3)</b> .....	190
<b>Apêndice G: Autorização Institucional (ESCOLA 4)</b> .....	191
<b>Apêndice H: Autorização Institucional (ESCOLA 5)</b> .....	192
<b>Apêndice I: Autorização Institucional (ESCOLA 6)</b> .....	193
<b>Apêndice J: Autorização Institucional (ESCOLA 7)</b> .....	194
<b>ANEXOS</b> .....	195
<b>Anexo 1: Folha de Rosto</b> .....	195
.....	195
<b>Anexo 2: Parecer Consubstanciado do CEP</b> .....	196

## APRESENTAÇÃO

Sou professor da educação básica na rede pública de Mato Grosso do Sul desde 2017, quando iniciei minha carreira docente na Escola Estadual Leontino Alves de Oliveira em Rio Negro, cidade do interior e distante 150 Km de Campo Grande.

Nesse período lecionando, sempre ouvia questionamentos de meus estudantes nas aulas de Química, como exemplo, “onde vou utilizar isso em minha vida, quando me formar e sair da escola”? Ou também “qual a aplicação desse ou daquele objeto de conhecimento de Química em nosso cotidiano?” Esses questionamentos se tornavam mais específicos no local em que lecionava, vez que Rio Negro é uma cidade que apresenta escolas com um grande número de estudantes que são da zona rural, como fazendas, chácaras e sítios, lá o desafio era ainda maior.

Em meus momentos de planejamentos, sempre me preocupava em preparar aulas por meio das quais os estudantes pudessem ver sentido naquilo que estavam aprendendo. É claro que partir de fenômenos e/ou situações vivenciadas pelo estudante em seu cotidiano para chegar a sua explicação em nível submicroscópico é mais evidente para determinados assuntos da área da Química, e outros nem tanto. Diante disso, às vezes, realizava um autoquestionamento: “como potencializar o aprendizado dos estudantes utilizando uma metodologia diferenciada?”

No ano de 2020, tive a oportunidade de ingressar no Mestrado Profissional em Química da UFMS e, no 1º semestre do curso, essas inquietações antigas somadas aos seminários das disciplinas de Química 1 e de WEB 1 culminaram na ideia de propor uma estratégia didática para o ensino das contribuições de Dalton para a Química.

O assunto escolhido deu-se após reflexões acerca das contribuições de Dalton para a Química e de como esse objeto de conhecimento é abordado por livros didáticos de Química do ensino médio e de Ciências no ensino fundamental. Carvalho e Marques (2020) analisaram três livros didáticos do ensino fundamental dos anos finais aprovados no Programa Nacional do Livro Didático de 2020 (PNLD) e, segundo eles: “ressalta-se a ausência de discussões históricas sobre as contradições e divergências teóricas que existiam a respeito da constituição da matéria” (CARVALHO; MARQUES, 2020, p.3). Aqui destaco as controvérsias sobre o atomismo entre os químicos e os físicos em meados do século XIX, quando eles debatiam sobre a constituição da matéria (OKI, 2009). Bignardi (2018) analisou a presença da História e da Filosofia da Ciência nos livros didáticos de Química aprovados no PNLD 2018 e concluiu que as obras abordam esses conceitos de forma superficial.

Em conversas informais com colegas da Química, percebi que o tópico em questão estava limitando-se em abordar o assunto somente por meio de analogias (a mais utilizada é a

famosa “bola de bilhar”) e palavras-chave que pudessem caracterizar o átomo sem ao menos ser trabalhado em seu rico contexto histórico que o assunto demanda.

Todos esses questionamentos e uma reflexão pessoal sobre como estava sendo ensinado esse objeto de conhecimento em turmas do ensino médio influenciaram e conduziram minha escolha pelo tema. De início, o tema fora desafiador, pois as contribuições de Dalton para a Química eram menos trabalhadas, e isso pode ser observado nos próprios livros didáticos que, geralmente, trazem um resumo do tema, não pontuam a importância das contribuições de Dalton para o progresso da Ciência e da Química, não dão a importância pedagógica para tal objeto de conhecimento, pois ele é a base para a compreensão de outros assuntos que são ensinados posteriormente. Assim, desenvolver uma investigação no Ensino de Química que culminou em um produto educacional com estratégias didáticas envolvendo a temática foi um desafio como docente e como pesquisador. Cabe ressaltar que essas lacunas apontadas em relação ao ensino de Química só foram possíveis após muitas reflexões e um estudo aprofundado do tema que ocorreram, principalmente, nos seminários da disciplina de Química 1.

Após a escolha do tema, segui em busca da metodologia de ensino, afinal de contas não seria plausível utilizar uma metodologia convencional. Durante as pesquisas, tive o primeiro contato com as metodologias de ensino ativas, e então ficou evidente que essas metodologias buscam promover a autonomia e o protagonismo dos estudantes por meio de atividades que promovem a participação ativa, tornando-os centro do processo de ensino e aprendizagem. Esse estudo inicial me fez refletir sobre o potencial das metodologias de ensino ativas na superação do ensino tradicional.

Dentre as metodologias de ensino ativas, a que mais me chamou atenção foi a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) ou do inglês Problem Based Learning (PBL). Um dos pontos em destaque dessa metodologia é a utilização de um problema real ou fictício proposto pelo professor, outro ponto é que a metodologia promove a autonomia e o protagonismo dos estudantes ao propor a solução do problema apresentado.

Foi desafiador trabalhar as contribuições de Dalton para a Química envolvendo a ABP, pois, no contexto dessa disciplina, geralmente, as situações-problema estão associadas a outros objetos de conhecimentos mais práticos. Porém, foi extremamente satisfatório desenvolver um material didático envolvendo essa temática, que aqui apresento acompanhado de uma pesquisa que procurou elaborar e avaliar o Produto Educacional desenvolvido no âmbito do PROFQUI, temática que aqui apresento acompanhado de uma pesquisa que procurou elaborar e avaliar o Produto Educacional desenvolvido no âmbito do Mestrado Profissional em Química.

Destaco que o início da pesquisa se deu em meio a Pandemia do Covid-19, com isso, é importante ressaltar as idas e vindas do trabalho. Inicialmente o Produto Educacional elaborado seria aplicado em sala de aula com uma turma do 1º ano do ensino médio em uma escola pública da cidade de Coxim-MS, no entanto, devido às restrições de saúde pública e as diretrizes impostas pela Secretaria de Estado de Educação de MS sobre a realização de atividades em grupo nas escolas, não foi possível realizar a aplicação do material. Diante disso, optou-se seguir outro rumo quanto a pesquisa que foi submeter o Produto Educacional elaborado a uma avaliação por professores de Química que estão lecionando. Esse registro mostra-se importante pois contextualiza o momento do desenvolvimento da pesquisa e as idas e vindas da dissertação de mestrado.

## 1 INTRODUÇÃO

Estudos na área do ensino de química apontam que os principais fatores que dificultam o aprendizado no componente curricular de Química no ensino médio são a desmotivação, o desinteresse pelo componente, a falta de aplicação prática e uma inadequação metodológica (ROCHA; VASCONCELOS, 2016). Esta última, geralmente, está associada ao fato de parte dos docentes no ensino médio utilizarem uma metodologia que apresenta características da Pedagogia Tradicional (CASTILHO; SILVEIRA; MACHADO, 1999). Na Pedagogia Tradicional, a atividade de ensinar é centrada no professor que expõe e interpreta a matéria. “Às vezes, são utilizados meios como a apresentação de objetos, ilustrações, exemplos, mas o meio principal é a palavra, a exposição oral. Supõe-se que ouvindo e fazendo exercícios repetitivos, os alunos “gravam” a matéria para depois reproduzi-la, seja através das interrogações do professor, seja através das provas” (LIBÂNEO, 1994, p. 64).

Nesse sentido, Castilho, Silveira e Machado (1999) relatam, em seu trabalho, as dificuldades que os alunos apresentam para aplicar o conhecimento químico a novas situações, devido à metodologia, em muitas vezes, dar ênfase apenas à resolução de exercícios e ao decoreba de fórmulas e conceitos. Ainda, segundo as docentes, persiste a utilização de metodologias com características predominantemente tradicionais e descontextualizadas que, geralmente, não fazem e não trazem nenhum sentido ao estudante.

Tendo em vista as dificuldades encontradas no processo de ensino e aprendizagem em Química e toda a pluralidade existente na educação básica brasileira com todas suas diferenças e contrastes, surgiu no ano de 2017, conforme Portaria CAPES/MEC nº 389, o Mestrado Profissional em Química-PROFQUI (SILVA *et al.*, 2021). O PROFQUI tem como principal objetivo “fomentar a formação de mestres com sólida base teórica em Química, articulando a prática pedagógica diferenciada a fim de melhorar a atuação deles em sala de aula, além de lhes proporcionar capacidade crítica e inovadora, tornando-os aptos para a geração de produtos educacionais” (SILVA *et al.*, 2021, p.594).

Nesse sentido, busca-se a médio e longo prazo uma melhoria no ensino de Química com os produtos educacionais desenvolvidos no âmbito do Mestrado Profissional em Química, assim se espera que esses produtos alcancem professores da educação básica de todo o país (SILVA *et al.*, 2021). Os produtos educacionais são a principal contribuição intelectual do Mestrado Profissional, pois são resultados de pesquisas e investigações no ensino de Química e apresentam-se por meio de sequências didáticas, e-books, blogs, sites, manuais, guias,

animações, aplicativos, softwares, jogos, manuais experimentais, oficinas, peças teatrais e portfólios (SILVA *et al.*, 2021).

Ao se consultarem os produtos educacionais disponíveis no repositório do PROFQUI<sup>1</sup>, verifica-se que os assuntos contemplados nos produtos educacionais são: equilíbrio químico (PEREIRA; BARBOSA; OLIVEIRA, 2019), hidrólise (OLIVEIRA; ROSSI; ALVES, 2019), gases (FRANÇA, 2021), entropia (SILVA, 2020), química dos solos (RODRIGUES; CORREIA, 2022), cinética química (2) (GONDIM, 2022) (AGUIAR, 2022), coloides (BORSATO, 2021), estereoquímica (2) (ROCKENBACH, 2020) (TEIXEIRA; SAKAE, 2021), termodinâmica (SANTOLIN, 2021), geometria molecular (3) (JÚNIOR, 2019) (MAIA; PONTES, 2019) (MANFIO, 2019), radioatividade (3) (PRATES, 2021) (SILVA; SALES; ALVES, 2019) (OLIVEIRA, 2020), lipídios (SOARES, 2020), eletroquímica (14) (INOCÊNCIO, 2019) (SILVEIRA *et al.*, 2022) (OLIVEIRA, 2019) (MARTINS, 2020) (DORNELES, 2021) (FRANÇA; FREITAS; SOUZA, 2020) (JÚNIOR; FREITAS; SOUZA, 2020) (OLIVEIRA, 2020) (SANTOS, 2019) (CASTRO, 2021) (JESUS, 2020) (FARIA, 2019) (SPERANDIO, 2019) (REIS, 2019), pressão de vapor (SOUZA *et al.*, 2021), tabela periódica (9) (CUNHA; CORREA, 2019) (SILVA, 2019) (LISBOA, 2020) (SANTINI, 2021) (FERREIRA, 2021) (KAPELINSKI, 2020) (JESUS; SILVA, 2020) (RODRIGUES; SANTOS, 2019) (SILVA; OLIVEIRA; FREIRE, 2020), ácidos e bases (6) (SILVA; CORREIA, 2021) (MARINHO, 2021) (MORAES, 2020) (NOGUEIRA; BARROS; BATINGA, 2022) (MAGALHÃES; MENEZES, 2020) (FEITOSA; FREIRE; MOREIRA, 2020), metais (FREITAS; COSTA; MAIA, 2019), conceitos de Mol e massa molar (BEZERRA, 2021), termoquímica (8) (FILHO, 2020) (LIVRAMENTO, 2020) (MACHADO, 2021) (GARCIA, 2020) (JÚNIOR, 2021) (SILVA; OLIVEIRA, 2020) (LIMA, 2020) (LUZ, 2020), pH (2) (SILVA, 2020) (VILA, 2020), Química Orgânica (22) (MATSUNAGA; GARCEZ, 2020) (VIANA; GARCEZ, 2021) (ABREU; GARCEZ, 2021) (SILVA; SANTOS, 2021) (PEREIRA, 2021) (CAMPOS, 2019) (BARBOSA, 2020) (FRANÇA, 2020) (COSTA, 2022) (MENEZES; GIONA; MENEGHETTI, 2020) (SILVA, 2020) (BRIGO, 2021) (BARBOZA, 2021) (CARNIEL, 2021) (RODRIGUES, 2022) (MARANGON; CÉSAR-OLIVEIRA, 2020) (DANTAS, 2021) (COUTINHO, 2021) (SANTIAGO, 2019) (SANTANA, 2019) (PANCIER, 2020) (MOURA, 2021), soluções (5) (SANTOS; FILHO, 2021) (SOUZA, 2019) (ALMEIDA, 2020) (ELGUESABAL, 2021) (MACHADO; ORTH; SILVA, 2020), funções orgânicas (6) (SANTOS, 2020) (CUNHA; ARAÚJO; SILVA, 2022) (REIS, 2021) (MACHADO; RUFINO,

---

<sup>1</sup> Disponível em <https://profqui.iq.ufrrj.br/dissertacoes/>. acesso em 28/11/2022.

2021) (LEDUR; JÚNIOR, 2021) (LOPES; MARCELINO Jr., 2021), funções orgânicas oxigenadas (3) (ARAÚJO; MARCELINO JR, 2021) (MUSSATO, 2019) (COSTA; OLIVEIRA; MALCHER, 2019), funções orgânicas nitrogenadas (CAUS; RIBEIRO; MOURA; RIBEIRO, 2020), misturas (PORTELA, 2020), funções orgânicas oxigenadas e nitrogenadas (MENDES, 2021), polímeros (4) (FREITAS, 2020) (PEREIRA; PAULA, 2020) (SILVA, 2020) (AFONSO, 2021) (RANGEL, 2019), cálculos estequiométricos (2) (BANDEIRA, 2020) (PRADO, 2019), interações intermoleculares (3) (PEREIRA, 2020) (BOTELHO, 2021) (SANTOS, 2020), ligações químicas (4) (SANTOS, 2021) (PARALOVO, 2020) (SILVEIRA, 2021) (SILVA, 2020), propriedades coligativas (ALVES, 2020), densidade (2) (SILVEIRA; BITTENCOURT; LEITE, 2021) (OLIVEIRA, 2020), reações químicas (8) (MARCHETTI, 2021) (BARROS; JÚNIOR, 2019) (FRIEDRICH; TONDO; CURSINO, 2019) (SANTOS, 2021) (ARAÚJO; CAMPOS, 2020) (GONÇALVES; RODRIGUES; MALTA, 2021) (GUIMARÃES, 2021) (SILVA; SANTOS; JÚNIOR, 2019), isomeria (2) (ROCHA, 2021) (CALIXTO; FERNANDES; BARROSO, 2020), configuração eletrônica (NETO; OLIVEIRA; FREIRE, 2020), modelos atômicos (2) (SILVA; SALES; ALVES, 2019) (GOMES, 2020), modelo atômico de Bohr (LEONCIO; SILVA, 2022), atomística (SANTOS, 2020), dispersões (ALMEIDA; PONTES, 2019), elementos químicos (OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2019). Dentre os objetos de conhecimento identificados nos trabalhos desenvolvidos no PROFQUI, poucos desenvolveram estratégias didáticas que abordassem especificamente o modelo atômico de Dalton, pois, geralmente, são abordados todos os modelos atômicos em um mesmo trabalho.

As investigações acerca dos modelos atômicos são extremamente importantes, pois, segundo Dutra (2019), há dificuldades no ensino de modelos atômicos e falta de reflexão acerca de como se chegou às Teorias Atômicas e como o conhecimento científico foi construído ao longo do tempo.

O modelo atômico de Dalton, em nível de ensino médio, é abordado no primeiro ano e, normalmente, limita-se à mera apresentação do modelo ou ainda a uma simplificação do modelo por meio de analogias (CAMARGO; ASQUEL; OLIVEIRA, 2018).

Somado a isso, de forma geral, os livros didáticos aprovados nas últimas duas edições do Plano Nacional do Livro Didático deram pouca ênfase ao Modelo Atômico de Dalton. Entretanto, ele se mostra extremamente importante, pois consegue explicar diversos fenômenos, como exemplo, a conservação das massas, as relações qualitativas das reações

químicas e, por isso, constitui-se como um assunto de importância e relevância para a compreensão de outros objetos de conhecimento de Química correlatos.

Esses apontamentos apresentados mostram as lacunas que ainda existem no ensino do modelo atômico de Dalton, assim, concorda-se com Guimaraes e Castro (2018), ao mencionarem a carência de materiais didáticos que possam ser trabalhados nas aulas e que apresentem uma abordagem mais aprofundada das contribuições dos estudos de Dalton para a Química.

Nessa direção, o presente estudo apresenta o Guia Didático sobre as contribuições de Dalton para o ensino de Química que envolve o uso de metodologia ativa denominada Aprendizagem Baseada em Problemas.

As Metodologias Ativas de Aprendizagem (MAA) são estratégias inovadoras que auxiliam o docente na mediação do processo de construção de conhecimento em sala de aula. Desse modo, o estudante é foco do processo de ensino-aprendizagem, ou seja, deixa de ser ouvinte passivo e torna-se ativo e protagonista de seu aprendizado (DIESEL; BALDEZ; MARTINS, 2017). Destacam-se a seguir alguns exemplos de MAA: Instrução por Pares, Estudo de Caso, Ensino sob Medida, Gamificação, Método POE (Previsão, Observação e Explicação), Sala de Aula Invertida, Aprendizagem pela Pesquisa, Pensamento Compartilhado em Pares, Aprendizagem Maker, Design Thinking, Rotação por Estações, Laboratório Rotacional, Aprendizagem Tecnológica Ativa, Aprendizagem Baseada em Projeto, Aprendizagem Baseada em Jogos e Aprendizagem Baseada em Problemas (LEITE, 2020).

No produto educacional proposto, optou-se por propor atividades pautadas na Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), do inglês Problem Based Learning (PBL), pois ela possibilita a aplicação do conhecimento científico a situações-problema que fazem parte do cotidiano e da vida do estudante, despertando a curiosidade científica e o interesse dos jovens pelo componente curricular de Química.

O produto educacional proposto foi submetido à avaliação de professores de Química da educação básica. Essa avaliação, segundo Leite (2018), é uma necessidade para materiais didáticos produzidos nos mestrados profissionais voltados a professores da educação básica. Assim, entende-se que os produtos educacionais devem ser disponibilizados aos professores da educação básica, após receberem a contribuição e a validação desses profissionais que os utilizarão em sala de aula.

Sendo assim, propõe-se a seguinte pergunta de pesquisa: como os professores avaliam o produto educacional “Dalton e suas contribuições para o ensino de Química: uma proposta de Guia Didático”?

Diante disso, o presente trabalho teve como objetivos produzir o produto educacional “Dalton e suas contribuições para o ensino de Química: uma proposta de Guia Didático” e levá-lo à avaliação por professores de Química da educação básica de MS.

Nesse contexto, a presente dissertação está estruturada em seis seções, sendo eles, introdução, aporte teórico, revisão bibliográfica, metodologia da pesquisa, produto educacional, resultados e discussão e considerações finais.

Na primeira seção é apresentado um panorama geral da pesquisa com as lacunas que a literatura indica acerca do objeto de conhecimento, a justificativa da pesquisa, a questão de pesquisa que norteou as investigações, as hipóteses levantadas e os objetivos da pesquisa.

A segunda seção apresenta os aportes teóricos que subsidiam a discussão acerca da Teoria da Experiência de John Dewey. Essa seção está ligada à subseção 5.1 da seção 5 onde são apresentadas as relações entre o Produto Educacional e a Teoria da Experiência de John Dewey.

A terceira seção apresenta a revisão bibliográfica sobre a temática desenvolvida na pesquisa, para isso buscou-se investigar o que já foi publicado sobre o modelo atômico de Dalton e o que consta na literatura sobre a metodologia de ensino Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP). Buscaram-se trabalhos publicados entre 2011 e 2021, e as bases de dados utilizadas no levantamento bibliográfico foram as seguintes: Catálogo de Teses e Dissertações da Capes, *Google Acadêmico*, Portal de Periódicos da Capes e Anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) edições X, XI e XII. Foram analisadas as publicações do tipo: dissertações, teses, artigos científicos (Qualis A e B) e trabalhos publicados no ENPEC.

A quarta seção chamada Metodologia de Pesquisa conta com quatro subseções, sendo eles: sujeitos da pesquisa, coleta de dados, produto educacional e avaliação do produto educacional. É possível compreender o caminho metodológico utilizado na pesquisa com todos os instrumentos e técnicas que foram utilizados e necessários para a compreensão do desenho metodológico utilizado na pesquisa.

Na quinta seção, Produto Educacional, é apresentado o Produto Educacional – “Dalton e suas contribuições para o ensino de Química: uma proposta de Guia Didático”. Com explicações de cada capítulo do ebook e suas especificidades, nessa seção, são discutidas de

forma breve as estratégias metodológicas apresentadas no Guia Didático. Na subseção 5.1, onde são discutidas as relações entre o Produto Educacional e o aporte teórico da dissertação. A sexta seção, denominado Resultados e Discussão, são apresentados os resultados da pesquisa e a discussão dos dados pautados na literatura.

Na sétima e última seção, são apresentadas as considerações finais, retomando a questão de pesquisa e buscando responder à questão norteadora com base nos resultados encontrados.

## 2 APORTE TEÓRICO

O aporte teórico adotado na presente pesquisa foi a Teoria da Experiência de John Dewey. Essa escolha se justifica pelo fato de Dewey considerar a relação entre as experiências reais e a educação. A pesquisa teve como objetivo produzir o produto educacional “Dalton e suas contribuições para o ensino de Química: uma proposta de Guia Didático” e submetê-lo a uma avaliação por professores de Química. O guia didático foi elaborado para ser utilizado nas aulas de Química do Ensino Médio para turmas do 1º ano, jovens que estão na faixa etária dos 15 aos 17 anos (jovens esses que Dewey chama de “imaturos”). Diante disso, surge a necessidade de compreender de que forma o conhecimento é construído a partir das ideias de Dewey.

As ideias de John Dewey, no que se referem ao modelo de escola e de educação, fundamentam-se em três pilares basilares que são o pragmatismo, a democracia e a experiência.

O pragmatismo consiste na defesa de que a ciência e o conhecimento em geral deveriam ser pensados como uma forma de atender à necessidade humana. Placides e Costa (2021) afirmam que o pragmatismo busca mostrar que o efeito de uma ideia se torna mais importante que sua origem, que a democracia é a forma de vida mais apropriada ao progresso e que a experiência é o elemento central no desenvolvimento do estudante. Se fosse possível sintetizar os conceitos dos três pilares citados em poucas palavras, poder-se-ia dizer que, para Dewey, a educação e a escola devem dar ênfase à liberdade do estudante. Mas, afinal de contas, que liberdade é essa a que Dewey se refere? Para responder ao questionamento proposto é importante compreender a Filosofia e a prática da escola tradicional questionadas por Dewey.

Dewey considera como ideias fundamentais da prática pedagógica tradicional que “a matéria ou conteúdo da educação consiste de corpos de informação e de habilidades que se elaboram no passado; a principal tarefa da escola é, portanto, transmiti-los à nova geração” (DEWEY, 1952, p. 4). Segundo Dewey (1952, p. 5),

“o esquema tradicional é, em essência, esquema de imposição de cima para baixo e de fora para dentro. Impõe padrões, matérias de estudo e métodos de adultos sobre os que estão ainda crescendo lentamente para a maturidade. A distância entre os que se impõe e os que sofrem a imposição é tão grande, que as matérias exigidas, os métodos de aprender e de comportamento são algo de estranho para a capacidade do jovem em sua idade” (DEWEY, 1952, p. 5).

As práticas pedagógicas tradicionais acabaram fazendo com que as escolas fossem um mundo à parte ou, como Dewey (1952) se refere em seu livro “Experiência e Educação”, a

escola fez-se uma espécie de instituição radicalmente diferente de qualquer outra forma de organização social. Ao realizar essa afirmação, Dewey coloca em xeque a forma como as escolas conduzem a escolarização dos jovens, pois o ambiente escolar é uma porção pequena da sociedade e seria plausível que todos os problemas existentes na sociedade fossem colocados em pauta nela, ou seja, que a escola não fosse um mundo à parte, mas lugar onde se compartilham as experiências dos estudantes com eles mesmos.

Dewey, assim como outros teóricos construtivistas, realizou críticas à Pedagogia Tradicional, apontando suas fragilidades, propôs, então, que não somente as práticas pedagógicas necessitavam ser repensadas, mas também todo modelo de escola vigente deveria ser discutido.

É importante destacar que Dewey, à época, reconheceu as dificuldades de se implantar nas escolas uma nova filosofia de educação, principalmente, uma filosofia cuja ideia central é buscar a liberdade do estudante. Para Dewey (1952, p. 62), a liberdade “varia de indivíduo para indivíduo a quantidade de liberdade física necessária, tendendo naturalmente a decrescer com a crescente maturidade. A sua completa ausência impede, contudo, mesmo a pessoa madura de ter contatos indispensáveis ao exercício normal de sua inteligência”. Nesse sentido, Dewey discorre que se faz da liberdade algo negativo, quando, na verdade, ela é um aspecto positivo, ou seja, algo inerente à vida humana.

Do questionamento sobre liberdade elencado ao final do terceiro parágrafo deste capítulo, podem-se desdobrar para outras questões relacionadas ao objeto de investigação dessa pesquisa, por exemplo, os materiais didáticos disponíveis para o ensino do modelo atômico de Dalton com uma abordagem mais protagonista dos estudantes são suficientes? Esses materiais contemplam a devida relação entre a Teoria de Dalton e/ou o modelo atômico com as aplicações no cotidiano dos estudantes?

Ressalta-se que Dewey rejeitou as práticas da escola tradicional e criou uma nova prática educacional, ou seja, um novo tipo de escola, mas, segundo ele, é importante que se veja isso como um novo tipo de problema educacional, pois não é abandonando o velho e se atribuindo ao novo que os problemas da educação serão resolvidos.

Vale ressaltar que, em seu livro “Experiência e Educação”, Dewey já previra possíveis críticas a sua Filosofia de Educação Nova, pois, ao destacar alguns princípios dessa nova forma de pensar, Dewey coloca características de uma e de outra, conforme o Quadro 1.

**Quadro 1-** Princípios da Educação Tradicional e da Educação Nova de Dewey

Pedagogia Tradicional	Filosofia de Educação Nova
Imposição de cima para baixo	Expressão e cultivo da individualidade
Disciplina externa	Atividade livre
Aprender por livros e professores	Aprender por experiência
A aquisição por exercício e treino de habilidades e técnicas isoladas	Aquisição como meios para atingir fins que respondem a apelos diretos e vitais do estudante
Preparação para um futuro mais ou menos remoto	Aproveitar ao máximo as oportunidades do presente
Conhecimentos estáticos	Tomada de contato com um mundo em mudança.

Fonte: Adaptado de Dewey (1952)

É de se esperar um olhar com desconfiança, pois os princípios da Filosofia de Educação Nova citados opõem-se de forma abrupta aos princípios da Pedagogia Tradicional, no entanto, como o próprio Dewey (1952, p. 7) afirmara em seu livro *Experiência e Educação* “os princípios acima indicados são de tamanho alcance e tão fundamentais, é que tudo depende da interpretação que lhes for dada ao pô-los em prática na escola”.

Ao se analisarem os aspectos elencados e tentando fazer um exercício mental ao analisar a prática docente em sala de aula, um dos princípios citados chama atenção que é o “Aprender por experiência” que se opõe a “Aprender por livros e professores”, pois, de início, pensa-se que, na Filosofia de Educação Nova, não se tem a figura do professor e dos livros. No entanto, não é essa a mensagem que Dewey tenta passar com esse princípio, pois há a figura do professor na Filosofia da Educação Nova, porém, destaca-se a necessidade de mudança nas práticas em sala de aula, pois tanto os livros quanto os professores apresentavam a matéria aos estudantes com a visão do especialista sem estimular o interesse dos estudantes. Logo, quando Dewey se refere à aprendizagem pela experiência se opondo à aprendizagem por livros e professores, está se referindo a uma aprendizagem em que o professor se coloca no papel de produtor de

conhecimento que difere do conhecimento científico. Segundo ele, o educador deveria determinar o ambiente necessário para o aprendizado dos estudantes.

É importante salientar que aqui se discute apenas uma das ideias de Dewey que não foram bem compreendidas, pois muitas outras ideias dele também não foram bem compreendidas ou foram desconsideradas, como exemplo, a pouca importância atribuída às disciplinas e à grande ênfase dada à aprendizagem centrada no estudante. “Isto aconteceu porque ele usava palavras comuns para produzir significados incomuns e porque suas ideias eram sutis e complexas” (SANTOS, 2011, p. 4). Outro ponto em destaque e que causou dificuldades na compreensão de suas ideias foi o conceito de experiência, logo, nos próximos tópicos desse capítulo, busca-se explorar com mais profundidade sobre a vida e as obras de John Dewey o conceito central da Teoria da Experiência, pois se buscará compreender, em sua essência, o conceito de experiência e de que forma Dewey formulou uma teoria educacional, tendo como escopo a aprendizagem pela experiência.

## **2.1 Vida e obras de John Dewey<sup>2</sup>**

John Dewey nasceu em 20 de outubro de 1859, na Cidade de Burlington, nos Estados Unidos da América, foi filósofo, pedagogo e psicólogo. Dewey iniciou sua carreira acadêmica graduando-se em Filosofia pela Universidade de Vermont, em 1879, e três anos depois obteve o título de doutor em História Política, em 1882, na Universidade Johns Hopkins em Baltimore. O início da carreira de Dewey despertou-lhe um grande interesse em ensinar Filosofia, o que o levou a ser professor de carreira na Universidade de Michigan em 1884.

Dewey passou por algumas universidades durante sua carreira, além da mencionada anteriormente, sendo elas, a Universidade de Minnesota, onde lecionou a disciplina de Filosofia Mental e Moral; a Universidade de Chicago, onde foi chefe do Departamento de Filosofia e do Departamento de Pedagogia, que foi criado pelo próprio Dewey; e, por fim, na Universidade de Colúmbia, onde ficou até o fim de sua carreira.

A primeira obra de Dewey, *Psychology*, foi publicada em 1887, obra que evidencia as primeiras fontes que Dewey bebeu. Em seu trabalho, fica muito claro um alinhamento de Dewey com o idealismo Hegeliano defendido por Hegel. No entanto, Dewey ficou por pouco

---

<sup>2</sup> Texto com a biografia de John Dewey baseado no trabalho de CATALÁN, Miguel (2001): “Una presentación de John Dewey”, em *Revista de Filosofía*, N° 22, p. 127-134.

tempo com essa linha ideológica, pois, em suas pesquisas e seus escritos, ele buscava criar um vínculo maior entre a Psicologia e a ciência experimental.

Por seguinte, Dewey filiou-se ao pensamento filosófico do pragmatismo, sendo que, junto com Charles Sanders Peirce (1839-1914) e William James (1842-1910), são considerados os fundadores dessa corrente filosófica surgida nos Estados Unidos no final do século XIX.

Na Universidade de Chicago, em 1896, Dewey criou uma “escola-laboratório” que ele chamou de Escola Elementar Universitária. Naquele momento, estava sendo criada a primeira instituição de Pedagogia Experimental a qual Dewey utilizou para colocar em prática seus métodos pedagógicos. Essa unidade atendia a crianças do ensino primário com idade entre quatro e treze anos. Nesse momento, Dewey já estava distante do idealismo hegeliano, criando sua própria percepção de educação.

Em sua última mudança de universidade, Dewey teve a oportunidade de colocar em prática novamente sua escola-laboratório na Universidade de Colúmbia, sendo que, dentre os anos de 1905 e 1930, deu prosseguimento ao seu projeto na Cidade de Nova York no Teachers College, quando Dewey foi professor de Anísio Teixeira, que, no Brasil, foi o pioneiro da Escola Nova, movimento que tinha como princípios norteadores as ideias de Dewey.

Dewey foi exímio publicador de obras durante sua vida que se dedicou à pesquisa, entre elas: *Ethics* (1908); *Princípios Morais na Educação* (1909); *Influência de Darwin na Filosofia e Outros Ensaio* (1910); *Democracia e Educação* (1916); *Natureza humana e a conduta* (1922); *Experiência e Natureza* (1925); *O público e seus problemas* (1927); *A busca pela certeza* (1929); *As fontes de uma ciência da educação* (1929).

No Brasil, destacam-se as duas obras de Dewey traduzidas por Anísio Teixeira: *Vida e Educação: A criança e o currículo* (1902) e *Interesse e esforço na educação* (1913).

John Dewey morreu em 1º de junho de 1952, aos 92 anos, na Cidade de Nova York. Entre os teóricos contemporâneos da Educação, Dewey é considerado como um dos mais influentes do século XX.

## **2.2 Aprendizagem pela experiência de Dewey**

A educação em Ciências tem como um de seus campos de pesquisa o ensino pautado na prática experimental. A discussão acerca da necessidade de aulas com foco em atividades experimentais cresceu de forma exponencial nas últimas décadas no Brasil. Essa necessidade está em consonância com o que afirma Dewey (1952 p. 13) quando ele afirma que “há uma

conexão orgânica entre educação e experiência pessoal”, ou seja, a Filosofia de Educação Nova de Dewey compromete-se com uma prática empírica e/ou experimental. Logo, fica evidente que o ensino de Ciências em linhas gerais apresenta elementos que se assemelham às ideias de John Dewey, principalmente, no que se refere à aprendizagem pela experiência. Em seu livro, entretanto, Dewey convida os leitores para uma reflexão importante que, segundo ele, deve ser realizada e que diz respeito às ideias de experiência e experimento. O autor afirma que, para saber o sentido do empirismo e do experimental, é necessário compreender de antemão o conceito de experiência.

Essa longa chamada, no primeiro parágrafo, foi feita de forma intencional, tal que fosse realizado um direcionamento para uma breve discussão sobre o conceito de experiência, segundo as ideias de John Dewey, dessa forma, será possível elencar e discutir os princípios fundamentais da aprendizagem pela experiência de Dewey que é o princípio da continuidade e o princípio da interação.

Como a discussão fora iniciada elencando os experimentos no ensino de Ciências é importante destacar a ideia que o ensino é potencializado por meio de experimentos não significa que todos os experimentos são verdadeiramente educativos. Eles, na verdade, não são equivalentes, o fato é que toda atividade experimental é uma experiência, no entanto, algumas delas são deseducativas e essa deseducação, geralmente, produz o efeito de inibir o crescimento para novas experiências futuras (DEWEY, 1952).

Seguindo essa linha de raciocínio, pode-se inferir que a experiência não é um elemento exclusivo da Filosofia de Dewey. A educação tradicional tão criticada por Dewey também oferece práticas que proporcionam experiência. No entanto, segundo Dewey, essas práticas mais deseducam do que educam. Em seu livro, Dewey (1952, p. 14) afirma que

É deseducativa toda experiência que produza o efeito de parar ou destorcer o crescimento para novas experiências posteriores. Uma experiência pode ser tal que produza dureza, insensibilidade, incapacidade de responder aos apelos da vida, restringindo, portanto, a possibilidades de futuras experiências mais ricas. Outra poderá aumentar a destreza em alguma atividade automática, mas de tal modo que habitue a pessoa a certos tipos de rotina, fechando-lhe o caminho para experiências novas. A experiência pode ser imediatamente agradável e, entretanto, concorrer para atitudes descuidadas e preguiçosas, deste modo atuando sobre a qualidade das futuras experiências, podendo impedir a pessoa de tirar delas tudo que têm para dar (DEWEY, 1952, p.14).

Isso leva a se refletir diante de práticas pedagógicas que se assemelham às citadas, pois o próprio Dewey realizou questionamentos pensando em experiências que não tiveram êxito. Como exemplo, ele pontua: quantos estudantes perdem a vontade de aprender devido ao modo

como experimentam o ato de aprender? Ou, ainda, quantos são limitados à capacidade de julgar e agir inteligentemente em situações novas, devido ao automatismo dos exercícios realizados em sala de aula? E, ainda, quantos não viram sentido no que aprenderam por ser um aprendizado tão alheio às situações de vida fora da escola? (DEWEY, 1952). Dewey levanta esses questionamentos e, apesar de serem do início do século passado, ainda se fazem presentes nas escolas.

Portanto, ao descrever todas as experiências que são resultados de práticas voltadas para uma educação mais tradicional, salienta-se que a escola tradicional proporciona experiência a seus estudantes, contudo, deve-se observar o caráter dessas experiências, ou seja, a qualidade delas. Dewey enfatiza que o aspecto negativo que mais se destaca das experiências não exitosas proporcionadas pelas escolas com um viés mais tradicional está relacionado à conexão com as futuras experiências.

Essa conexão com as futuras experiências citadas por Dewey caracteriza-se como um dos princípios fundamentais da Filosofia de Educação Nova que é o *Continuum Experiencial*. O *Continuum Experiencial* refere-se às experiências de valor educativo aos estudantes, ou seja, envolve a formação de atitudes emocionais e intelectuais, envolve toda a sensibilidade e os modos de receber e responder a todas as condições com que se defronta na vida. Em outras palavras, Dewey (1952, p. 26) considera que “o princípio da continuidade de experiência significa que toda experiência toma algo das experiências passadas e modifica de algum modo as experiências subsequentes”.

É importante destacar que Dewey se fundamenta com o princípio da continuidade da experiência em conceitos biológicos, ou seja, segundo ele, o princípio é idêntico ao processo de crescimento e, com isso, salienta-se que esse crescimento pode tomar muitas direções diferentes. À continuidade da experiência, assim, deve-se atentar-se para que não basta o crescimento, é necessário especificar a direção do crescimento e para que fim ele tende. Com isso, o *Continuum experiencial* deve analisar e distinguir as experiências que promovem um crescimento contínuo, que satisfaz os objetivos educacionais com direção e fins definidos.

O princípio da continuidade da experiência é um conceito universal da Teoria da Experiência de Dewey e pode ser potencializada ou atenuada conforme a qualidade da experiência. A experiência desperta a curiosidade, a iniciativa e suscita desejos e propósitos que sejam suficientemente intensos para conduzir uma pessoa aonde for preciso, no futuro, a continuidade da experiência deverá ser potencializada.

Para que o princípio da continuidade da experiência possa ser colocado em prática é necessária e relevante a participação do professor, apesar da crença de que as ideias de Dewey desconsideram a importância do professor, em seu livro “Experiência e Educação”, o próprio Dewey ressalta que, em sua Teoria, ele é muito importante, pois se refere ao professor como um “ser maduro”, que orienta e direciona os rumos das experiências dos estudantes.

Outro ponto importante sob a responsabilidade do professor é que ele deve julgar e avaliar o caminho das experiências, no entanto, é importante alertar que a falta do professor (Dewey chama isso de “deslealdade ao princípio”) gera dificuldades na aplicação da proposta. Essa deslealdade pode manifestar-se de duas formas, a primeira está relacionada ao fato de o educador desconhecer seu próprio passado e, a segunda, ao fato de o professor desconhecer ou ignorar que toda experiência humana é em essência, social, ou seja, necessita de alguns elementos como a simpatia e a compreensão.

Por considerar que toda experiência é social, Dewey ressalta a necessidade de levar em consideração o meio externo ao estudante, pois, segundo ele, o professor deve, além de atentar para os tópicos citados, “deve saber como utilizar as condições físicas e sociais do ambiente para delas extrair tudo que possa contribuir para um corpo de experiências saudáveis e válidas” (DEWEY, 1952, p. 32). Em linhas gerais, o professor deve se apropriar das condições físicas, históricas, econômicas e ocupacionais da comunidade local e utilizá-las para potencializar o aprendizado dos estudantes.

Após realizar uma abordagem de forma sumária sobre o primeiro princípio fundamental da Teoria da Experiência de Dewey, adentra-se no segundo princípio fundamental de sua teoria que é o princípio da Interação. Dewey, ao definir que a base central de sua teoria é a experiência, enfatiza que toda experiência, em condições normais, divide-se em dois grupos de condições: as objetivas e as internas. O conjunto dessas condições constitui o que Dewey chama de “situação”. Diante do exposto, o princípio da Interação tem como objetivo atribuir direitos iguais a essas condições.

Os dois princípios fundamentais da Teoria de Dewey mostram-se inseparáveis, pois “Continuidade e Interação em ativa união, dão a medida da importância e valor educativo da experiência em causa” (DEWEY, 1952, p. 38).

Ambos os princípios se mostram importantes para a compreensão da Teoria da Experiência de Dewey, sendo que, com o princípio da Interação, fica claro que tanto a falta de adaptação dos objetos de conhecimento às necessidades e às capacidades dos estudantes quanto à falta de adaptação dos estudantes aos objetos de conhecimento podem tornar a experiência

não educativa. E, com o princípio da continuidade, o futuro é levado em consideração em cada fase do processo de ensino e aprendizagem. Nesse sentido, Dewey (1952) discorre sobre as falhas na interpretação desse princípio, pois, de imediato, quando se fala em futuro, logo vem em mente a palavra preparação. Segundo Dewey, as escolas tradicionais afirmam considerar o futuro em suas práticas pedagógicas, pois preparam seus estudantes, oferecendo-lhes conhecimento nas mais variadas disciplinas. No entanto, Dewey destaca que é um erro pensar que a simples aquisição de uma certa quantidade de conteúdos constitui preparação para os estudantes no futuro, ou seja, que eles conseguirão realizar o uso certo e efetivo, levando em consideração condições totalmente diferentes daquelas que foram aprendidas.

Na atualidade, porém, é muito comum ouvir de professores, com um viés mais tradicional que, se não se consegue aplicar os conteúdos, é porque não aprendeu. Essa afirmação é controversa, pois os estudantes aprenderam a lição, tanto que passaram nos testes e nas provas finais e se formaram no ensino médio. O que acontece na prática é que a lição foi aprendida de forma isolada e sem contexto. Dewey (1952, p. 42) afirma que “o estado de segregação em que foi adquirido os fez tão desconexo com o restante da experiência, que ele não se apresenta diante das condições reais da vida”. Diante disso, uma educação em que o que foi aprendido não é colocado em prática em sua vida futura mostra-se como uma educação frágil e que não prepara de fato o estudante para o futuro.

Os impactos de uma educação não centrada no estudante podem ser ainda maiores, pois o princípio primeiro da educação deve estar focado na capacidade que a escola tem de cultivar o desejo dos estudantes de continuar aprendendo. Uma escola que não fomenta nos estudantes essa atitude está fadada ao fracasso e, conseqüentemente, a uma péssima qualidade de educação.

Por fim, podem-se destacar alguns pontos importantes relacionados à Teoria da Educação de Dewey: o conceito de experiência é o ponto central de sua teoria, tanto que utiliza o termo experiência em alguns de seus livros, como exemplo, os livros “Experiência e Educação”; “Experiência e Pensamento”. Para Dewey, o ato de experimentar está intrinsecamente relacionado ao ato de pensar, logo esses dois processos ocorrem ao mesmo tempo, de forma simultânea (PLACIDES; COSTA, 2021). Dewey considera a importância da continuidade da experiência como um dos princípios norteadores para sua teoria, uma vez que os seres humanos aprendem ao relacionarem experiência, pensamento e vida. Logo, essa relação deverá proporcionar ao estudante a capacidade de perceber a relação de continuidade que existe entre o que se aprende e as questões que podem surgir durante sua vida (SIQUEIRA; GOI, 2022). Essa relação é fundamental para a aplicação da Teoria de Dewey.

É importante ressaltar que o conceito de experiência defendido por Dewey considera como atividade educativa aquela em que o sujeito apresenta caráter ativo e participativo durante o processo de ensino e aprendizagem. Nesse sentido, Placidez e Costa (2021, p. 138) afirmaram que: “Não há um sujeito interno e separado do mundo. A experiência envolve ação, pensamento e reflexão e, principalmente, um sujeito ativo. Uma experiência terá valor e será uma boa experiência na medida em que produza no sujeito percepções continuadas do mundo”.

Atualmente, há uma grande dificuldade por parte dos professores que lecionam na educação básica de forma geral quando lhes é colocado em pauta um tema de interesse dos estudantes, pois, em meio a isso tudo, há uma geração digital e tecnológica, cada vez mais estratégias de ensino e aprendizagem são discutidas com o propósito de aumentar o interesse dos estudantes e, conseqüentemente, melhorar o aprendizado.

Para compreender de que forma os educadores podem despertar o interesse dos estudantes sobre os variados temas de suas respectivas disciplinas, é importante que se compreenda o conceito de “esforço”, que se vai conceituar aqui como ações controladas pelas vontades individuais que se apresentam com o objetivo de alcançar objetivos predeterminados. Nesse sentido, Dewey esclarece que o esforço está mais preocupado com o resultado do que com o processo de ensino e aprendizagem, assim é importante que haja um equilíbrio entre o esforço e o interesse do estudante.

Placidez e Costa (2021 p. 139) apud Dewey (1959, p.137) explicam esses conceitos:

Só haverá interesse do aluno se esse perceber uma identificação entre ele e o objeto estudado. Identificação que nasce naturalmente quando o estudante se depara com temas e propostas curriculares que levam em conta a continuidade do conhecimento. Quando os problemas não são artificialmente propostos, mas sim organicamente conduzidos. Dewey dirá que “interesse significa que o eu e o mundo exterior se acham juntamente empenhados em uma situação em marcha” (PLACIDES; COSTA, 2021 p 139 apud DEWEY, 1959, p. 137).

Essa afirmação busca uma tentativa de se dissolver essa separação entre os conceitos de esforço e interesse, pois ambos são importantes desde que ocorram como parte do processo de ensino e aprendizagem, logo, tanto os conceitos de esforço e de interesse apresentam importância equivalentes, inclusive, com outros elementos importantes do processo como a forma de avaliação, a seleção dos materiais e as atividades escolhidas. Com o estudante se sentindo parte do processo de aprendizagem e não como um espectador-ouvinte ou executor de tarefas, espera-se maior engajamento dos estudantes e, conseqüentemente, mais interesse.

As atividades propostas pelo professor na visão de Dewey não devem dar ênfase à criação de listas de tarefas que, somente, são colocadas ao estudante e que, geralmente, são

resolvidas de forma mecânica, sem uma reflexão prévia e, o mais importante, sem fazer com que o estudante pense. A Filosofia de Educação de Dewey valoriza atividades que promovam ações que façam sentido e se interconectem.

Por Dewey considerar a vivência do estudante como elemento importante e necessário para a realização de experiências em sala de aula, a inserção de problemas reais que fazem parte do cotidiano dos estudantes é considerada uma das formas da realização de experiência que são de fato educativas (SIQUEIRA; GOI, 2022).

Atualmente, podem-se identificar nos documentos que norteiam a educação no País elementos que são advindos da Teoria da Experiência de Dewey, isso mostra o quanto a teoria teve impacto em vários países, incluindo, o Brasil. Essa Filosofia rompe de vez com o ensino tradicional enraizado nas escolas e dá um novo norte sobre melhorias na qualidade da educação. Neste sentido, cita-se o trabalho de Souza e Martineli (2009), em que os autores destacam o quanto as ideias de Dewey repercutiram no contexto educacional brasileiro, elencando elementos importantes que são discutidos nos dias atuais entre docentes e redes estaduais de educação, como exemplo, a importância da formação de professores, com a busca de um professor crítico e reflexivo, de uma organização escolar que esteja em consonância com a sociedade, de um currículo que faça sentido aos estudantes e que possa desenvolver aspectos psicológicos e cognitivos e de uma sala de aula que possa proporcionar aos estudantes a capacidade de solucionar problemas que dela possa surgir.

### **3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1 Metodologias ativas e suas origens construtivistas**

Os primeiros indícios das metodologias ativas surgiram em meados do século XVIII com Jean-Jacques Rousseau. As práticas pedagógicas tradicionalistas, que tinham como pressupostos um ensino focado na memorização dos conteúdos e na figura do professor como detentor do conhecimento, começam a dividir espaço com metodologias nas quais a experiência assume papel em destaque em relação à teoria, e o estudante começa a assumir um papel de destaque no processo de ensino e aprendizagem.

Esse movimento de ruptura das práticas pedagógicas tradicionais, inicialmente, apesar de ser voltado para a educação, apresentou certo cunho social, pois se passou a acreditar que não haveria separação entre a educação e a vida das pessoas (PAMPLONA, 2006). A sociedade vive em constantes mudanças, com novas exigências, com a necessidade do desenvolvimento de habilidades que antes não tinham tanto destaque e com o mercado de trabalho exigindo das pessoas atribuições que não eram tão valorizadas. Com isso, espera-se que as práticas pedagógicas também se transformem, tendo que se adequar a todas as novas exigências de uma sociedade que se modifica a uma velocidade nunca vista antes.

Nesse sentido, as teorias construtivistas ganharam força, pois, com o construtivismo, o aprendizado ocorre por meio de uma interação tripla entre os estudantes, o mundo e os objetos de conhecimento. Com isso, espera-se que o estudante se torne um sujeito crítico, questionador e interessado em questões da sociedade. Isso vai pela contramão das práticas da pedagogia tradicional, esse movimento de ruptura à pedagogia da obediência e do estudante passivo ganha muita força com o movimento da Escola Nova (CASTRO; LUFT; WEYH, 2019).

O movimento da Escola Nova surge em meio a mudanças de cunho social com fortes críticas ao modelo educacional em vigência. O movimento escolanovista parte do princípio de que as relações entre sociedade e educação são imprescindíveis para uma educação voltada para a formação do indivíduo, pois se considera importante, além das questões cognitivas para a formação dos estudantes, buscar-se também a valorização de habilidades necessárias para o trabalho em grupo, para o desenvolvimento da autonomia dos estudantes e para formar pessoas que saibam enfrentar os problemas de seu tempo (CAVALHEIRO; TEIVE, 2013).

O movimento da Escola Nova surge ao final do século XX e o movimento encontra nas metodologias ativas os fundamentos teorizados e organizados a partir de experiências didáticas.

Dentre os teóricos que se alinham às metodologias ativas e ao movimento da Escola Nova, destaca-se John Dewey que defendia a universalização do ensino por meio de escolas públicas. Nesse sentido, Lopes, Silva Filho e Alves (2019, p. 170),

Para Dewey, a educação escolar possui um papel fundamental na construção de uma sociedade democrática, devendo estar comprometida na formação de um indivíduo capaz de refletir sobre a sociedade em que ele vive e nela atuar, respeitando a sua própria liberdade como indivíduo e agindo de modo responsável como um sujeito inserido em um meio social (LOPES; SILVA FILHO; ALVES, 2019, p. 170).

Dewey destaca que, para o estudante poder participar ativamente do seu contexto social, é necessário que as práticas pedagógicas permitam ao estudante compreender os objetos de conhecimento relacionados ao seu contexto social (DIESEL; BALDEZ; MARTINS, 2017). Logo a ideia de um estudante ativo e protagonista torna-se pressuposto fundamental nas metodologias ativas, evidenciando como uma definição das metodologias ativas na grande maioria dos trabalhos que tratam sobre o assunto.

As metodologias ativas destacam-se atualmente inovando nas práticas pedagógicas, sendo que, dentre elas, destacam-se a Instrução por Pares, o Estudo de Caso, o Ensino sob medida, a Gamificação, o Método POE, a Sala de Aula Invertida, o Pensamento Compartilhado em Pares, a Aprendizagem Maker, o Design Thinking, o Ensino Híbrido, a Aprendizagem Baseada em Projetos e a Aprendizagem Baseada em Problemas (LEITE, 2020).

Neste trabalho, será enfatizada a ABP que será abordada na subseção 3.2 desta dissertação.

### **3.2 Aprendizagem Baseada em Problemas**

A ABP tem, como pressuposto, o estudante ativo e protagonista, que busca resolver uma situação-problema e que constrói seu conhecimento durante o processo da resolução do problema (LOPES; SILVA FILHO; ALVES, 2019).

A ABP foi inserida pela primeira vez como metodologia de ensino ativa, em 1969, no curso de Medicina no Canadá na Universidade de McMaster. Essa prática pedagógica continuou ganhando espaço e, em 1970 e 1980, nos EUA, a Universidade do Novo México e a Universidade de Harvard, respectivamente, aderiram a essa novidade em seus cursos de Medicina (LOPES; SILVA FILHO; ALVES, 2019).

No Brasil, a metodologia ABP foi desenvolvida pela primeira vez na Escola de Saúde Pública do Ceará, em 1993, posteriormente, outras instituições aderiram a ABP em seus cursos, como exemplo, na Faculdade de Medicina de Marília, em 1997, e, na Universidade de Londrina, em 1998, no curso de Ciências Médicas (BOROCHOVICIUS; TORTELLA, 2014).

A metodologia ABP tem sido objeto de estudo de alguns pesquisadores da área de ensino (SILVA; NUNES, 2002), e já tem na literatura o relato de algumas potencialidades da metodologia. Segundo Campos e Fernandes (2020) a metodologia ABP apresenta-se como uma estratégia de ensino que permite ao docente a possibilidade de desenvolver habilidades importante como, o pensamento crítico, a comunicação, a autonomia, a busca adequada de informações e capacidade para pesquisa. Borochovicus e Tortella (2014) também pontuam em sua pesquisa que além da metodologia ativa da ABP contribuir para o aprendizado de questões conceituais, ela também potencializa o desenvolvimento de questões procedimental e atitudinais, questões essas que são tão importantes para o desenvolvimento do estudante.

É importante destacar que a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) é uma abordagem de ensino centrada no estudante inspirada em teorias construtivistas projetadas para capacitar os estudantes a integrar teoria e prática, desafiando-os com uma situação-problema. Diante disso, na próxima subseção será apresentado a revisão da literatura sobre a ABP e sobre o ensino do modelo atômico de Dalton.

### **3.3 Delineamento bibliográfico**

Realizou-se uma revisão, que segundo Gil (2008, p. 50) “é desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos”, dos trabalhos no ensino de química, em duas vertentes. A primeira, se refere as pesquisas sobre o “Modelo Atômico de Dalton” e, a outra vertente, se refere as pesquisas que utilizaram a metodologia de ensino “Aprendizagem Baseada em Problemas”. O objetivo da revisão bibliográfica foi mapear as produções científicas sobre o ensino do modelo atômico de Dalton no contexto da educação Básica, também os trabalhos no ensino de química que relatam uso da metodologia de ensino ABP.

A pesquisa foi estruturada em quatro etapas; definição das palavras-chave; definição do escopo; seleção do corpus e análise (ROSA, 2013).

Quanto ao escopo, realizamos o levantamento das dissertações e teses, no Catálogo de Teses e Dissertações da Capes e Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações, já os

artigos foram coletados no banco de dados bibliográfico do Google Acadêmico e no Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), também, foram analisados trabalhos dos Anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) edições, X, XI e XII. O período utilizado para a busca dos trabalhos foi de 2011 até 2021.

A coleta dos artigos foi realizada a partir da combinação das palavras-chave com os operadores booleanos “AND” e “OR” para busca dos trabalhos: “Modelo Atômico de Dalton”, “Ensino do Modelo Atômico de Dalton” “Teoria Atômica de Dalton”, “John Dalton” e/ou “Dalton e o Ensino de Química” e - para a segunda revisão bibliográfica: “Aprendizagem Baseada em Problemas”, “Aprendizagem Baseada em Problemas no ensino de química” e “Aprendizagem Baseada em Problemas no ensino de Ciências”. A seleção dos artigos foi realizada pela análise das palavras-chaves supracitadas dos títulos e resumos dos trabalhos. Sendo que, as palavras orientaram o processo de seleção dos documentos que compuseram o *corpus* da pesquisa.

O terceiro momento, a seleção do *corpus*, compôs a coleta das produções que estavam de acordo com o escopo da pesquisa, assim, foram incluídas as pesquisas científicas que atendiam aos seguintes critérios: a) Revisão de literatura sobre o modelo atômico de Dalton: as produções científicas deveriam apresentar contribuições da pesquisa para o ensino do modelo de Dalton, envolver aplicação de material didático em sala de aula; b) Revisão de literatura sobre aprendizagem baseada em problemas: as produções científicas deveriam abordar as contribuições da metodologia ABP no ensino de química; apresentar resultados da implementação de atividade didática com ABP em sala de aula.

### 3.4 Revisão bibliográfica sobre o modelo atômico de Dalton

Foi encontrado um total de 3.558 pesquisas, conforme descrito na Tabela 1, sendo que dessas foram selecionadas 22 pesquisas que se enquadraram nos critérios estabelecidos na revisão de literatura.

**Tabela 1-** Levantamento do quantitativo de pesquisas encontradas (modelo atômico de Dalton)

Base de dados	Resultado inicial	Trabalhos eliminados	Trabalhos selecionados
---------------	-------------------	----------------------	------------------------

<i>Google Acadêmico</i>	3321	3308	13
Catálogo de Teses e Dissertações da Capes	10	10	0
Portal Periódicos da Capes	137	132	5
ENPEC (X, XI e XII)	2	2	0
Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações	88	84	4
<b>Total</b>	<b>3558</b>	<b>3536</b>	<b>22</b>

Fonte: O autor

A partir da leitura dos trabalhos foi possível criar as seguintes categorias: 1) perfil das pesquisas; 2) metodologia de ensino utilizada na abordagem do modelo atômico de Dalton.

#### *Categoria 1- Perfil das pesquisas*

Foi selecionado um total de 22 pesquisas, sendo elas: sete dissertações e quinze artigos. Não foi encontrada nenhuma tese de doutorado ou trabalho apresentado nas últimas três edições do ENPEC que atendessem aos critérios estabelecidos na revisão da literatura. Ressalta-se que as teses encontradas apresentavam caráter puramente teórico e que os trabalhos apresentados do ENPEC tratavam de outros modelos atômicos.

Os trabalhos mapeados variam os anos de suas publicações, sendo que os anos de 2015 e 2021 apresentaram um maior número de publicações com quatro publicações em cada ano.

Com relação às dissertações sobre a temática modelo atômico de Dalton, três foram defendidas na Universidade de Brasília (UNB), duas na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), uma na Universidade Federal do Oeste do Pará (UFPA) e uma na Universidade Federal de Goiás (UFG).

Os artigos publicados nos periódicos sobre o modelo atômico de Dalton são em sua grande maioria da região Sudeste, com destaque para as publicações das Universidades Federais. É importante destacar também as publicações da região Norte que, após a região Sudeste, apresenta o maior número de publicações. Nesse sentido, citam-se a Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e o Instituto Federal do Amazonas (IFAM), instituições que vêm publicando sobre a temática. A Secretaria Estadual do Amazonas (Seduc-AM) foi a única

secretaria estadual que publicou acerca da temática. A região Sul não apresentou nenhum artigo publicado sobre a temática que cumprisse os requisitos necessários, estabelecidos na revisão de literatura. Com exceção da UnB, a UFG e a UEMS foram as universidades que apresentaram publicações de artigos na Região Centro-Oeste.

Com base nos dados apresentados referentes ao perfil das publicações sobre o modelo atômico de Dalton, pode-se destacar que há carência de publicação de artigos sobre a temática em periódicos da área de ensino, também são incipientes as dissertações e teses desenvolvidas nos Programas de Pós-Graduação da área de ensino. Logo, ressalta-se a necessidade de se explorar essa temática em pesquisas no ensino de Química.

Destaca-se que as pesquisas analisadas relataram a utilização de metodologias com um viés construtivista e para várias contribuições importantes e pertinentes para o ensino de química, conforme se vê a seguir.

*Categoria 2 - metodologia de ensino utilizada na abordagem do modelo atômico de Dalton*

De forma geral, os trabalhos analisados apresentaram uso de metodologias diversificadas, sendo que o ensino da teoria atômica de Dalton tendo como objetivo a elaboração da representação do modelo esteve presente em cinco trabalhos, conforme evidenciado no Quadro 2.

**Quadro 2** - Uso de metodologias de ensino relatadas nos artigos.

<b>Metodologia</b>	<b>Quantidade de trabalhos</b>	<b>Autor (ano)</b>
Ensino por Investigação	2	(SILVA; FERREIRA; SILVEIRA, 2014); (CARRIELO <i>et al.</i> , 2021)
Ensino por confecção de modelos	5	(ALVES; ALVES, 2017); (SILVA <i>et al.</i> , 2019); (PASSOS; PIO, 2016); (BENITE; BENITE; FILHO, 2011); CASTRO; SILVA, 2012)

Ensino por ludicidade	4	(CAMARGO; ASQUEL; OLIVEIRA, 2018); LEITE <i>et al.</i> , (2020); (BARBOSA; PIO, 2021); (SOUZA <i>et al.</i> , 2021)
Uso de TICs no ensino	2	(MONTEIRO; GRAÇA, 2015); (CORRÊA, <i>et al.</i> , 2020)
História em quadrinhos	1	(Aquino <i>et al.</i> , 2015)
História da Química	1	(GUIMARÃES; CASTRO, 2018)

Fonte: O autor

Dos quinze artigos selecionados, foi identificado um trabalho que utilizou como recurso metodológico as histórias em quadrinhos. Aquino *et al.* (2015) desenvolveram um trabalho sobre a História dos Modelos Atômicos utilizando histórias em quadrinhos. A sequência didática foi aplicada a estudantes do 1º ano do ensino médio. As atividades buscaram discutir a evolução histórica dos modelos atômicos por meio de histórias em quadrinhos. Os pesquisadores elencaram como resultados um maior engajamento dos estudantes nas atividades e melhora na aprendizagem dos conceitos.

As pesquisas envolvendo a utilização das TICs no ensino de modelos atômicos totalizaram dois trabalhos, sendo o primeiro realizado no Estado do Amazonas (AM) pela Secretaria de Estado de Educação do Estado do Amazonas (Seduc-AM) pelo programa Ensino Médio com mediação tecnológica. O programa atende comunidades ribeirinhas e indígenas situadas em regiões de difícil acesso tecnológico. As atividades são a distância e as professoras ministrantes transmitem as aulas pela plataforma IPTV. Os resultados elencados pelas pesquisadoras indicam que as atividades envolvendo as mídias digitais mostraram-se importantes no que se refere ao viés pedagógico, pois foi possível identificar o desenvolvimento de algumas habilidades, como exemplo, a construção de modelos atômicos com material alternativo, a autonomia, a solidariedade, o compromisso, o espírito colaborativo e a responsabilidade social (MONTEIRO; GRAÇA, 2015).

O segundo trabalho realizado no Estado de Minas Gerais (MG) foi com uma turma de 2º ano do ensino médio. A pesquisa consistiu em trabalhar a técnica cinematográfica Stop Motion abordando o conteúdo Evolução dos Modelos Atômicos. Como resultados das ações didático-pedagógicas, foram produzidas seis micrometragens de animação. Os autores destacam que o instrumento pedagógico utilizado na pesquisa permitiu a síntese dos conceitos, uma reflexão sobre os conteúdos explorados, e uma interação dos estudantes com a ciência de forma lúdica (CORRÊA *et al.*, 2020).

Observou-se a utilização da História da Química como metodologia de ensino em um artigo dos quinze trabalhos selecionados. O artigo trata da utilização da História da Química aliada ao método cooperativo Jigsaw. As atividades didático-pedagógicas foram aplicadas em duas turmas do 3º ano do ensino médio, totalizando 50 estudantes. Os autores buscaram trabalhar o conteúdo de modelos atômicos a partir de uma abordagem da História e da Filosofia da Ciência. Os resultados dessa pesquisa indicam que a estratégia didática utilizada favoreceu a humanização do ambiente escolar para o trabalho em grupo e para o diálogo entre os estudantes. Os autores destacam também que, ao final, foi possível identificar uma base mais sólida no que se refere aos modelos atômicos (GUIMARÃES; CASTRO, 2018).

O ensino por investigação foi utilizado por Silva, Ferreira e Silveira (2014) no qual participaram 24 estudantes do 1º ano do ensino médio. Foram utilizados recursos multimídia como animações, simulações e vídeos. O trabalho buscou fazer com que os estudantes construíssem e organizassem ideias sobre a constituição da matéria. Segundo os autores, os resultados do trabalho com uma abordagem investigativa indicam um engajamento maior dos estudantes e o desenvolvimento de habilidades críticas.

Carrielo *et al.* (2021) também desenvolveram uma pesquisa sobre o ensino de modelos atômicos a partir do ensino por investigação. O público-alvo dessa pesquisa foram três turmas do 2º ano do ensino médio. Os autores utilizaram os três momentos pedagógicos para a realização das atividades. Eles apontaram, como principal ponto positivo da metodologia, a capacidade que a metodologia tem de promover momentos em que o professor possa explorar a argumentação dos estudantes.

O ensino por confecção de modelos foi a metodologia de quatro artigos, sendo que, no trabalho de Alves e Alves (2017), o trabalho baseou-se na confecção dos quatro modelos atômicos (Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr) utilizando os filtros dos sonhos. O trabalho buscou auxiliar os estudantes na construção, na visualização e na aplicação de conhecimentos envolvendo a teoria atômica. Os autores ressaltam que os resultados estabelecem relações

importantes entre os conceitos científicos e as atividades desenvolvidas em sala de aula. Eles destacam também que o trabalho oportunizou ao estudante o desenvolvimento de seu próprio modelo e isso favorece as relações entre os fenômenos que o estudante pode observar com o abstrato.

A confecção de modelos também foi trabalhada por Silva *et al.* (2019), que buscaram trabalhar o conteúdo dos modelos atômicos a partir de suas confecções. O trabalho foi aplicado com uma turma de 1º ano do ensino médio que confeccionou os modelos atômicos de Dalton Thomson, Rutherford e Bohr utilizando materiais reaproveitáveis como revistas, jornais, garrafas PET, massa de modelar e arames. Como resultados, destacaram os autores a interação entre o que foi trabalhado em sala de aula e a construção do modelo.

No trabalho de Castro e Silva (2012), as atividades são aplicadas em uma turma do 1º ano do ensino médio e as ações foram voltadas para a representação do átomo por meio de desenhos. Os resultados dessa pesquisa indicam que os estudantes ficaram menos dispersivos e bem mais participativos.

No trabalho de Passos e Pio (2016), as atividades didático-pedagógicas ficaram em torno da confecção de modelos para o ensino de modelos atômicos. Como estratégia para realizar a contextualização, os autores utilizaram as sementes de tucumã como material. Outros materiais foram utilizados para a confecção dos modelos, como exemplos, uma furadeira elétrica, tintas, alicate e arame. Os autores relataram que os estudantes apresentaram dificuldades para associar o modelo com o teórico, no entanto, os estudantes demonstraram interesse e entusiasmo com as atividades.

Benite, Benite e Filho (2011), em seu trabalho, buscaram trabalhar com a representação dos modelos atômicos por meio de aplicativos computacionais. Os autores defendem o desenvolvimento de material pedagógico digital sobre a representação dos modelos atômicos como animações e analogias digitais. Eles destacam que a ferramenta digital favorece a animação tridimensional, que auxilia os estudantes no processo de ensino e aprendizagem.

O ensino por ludicidade foi identificado em quatro trabalhos, sendo o primeiro o trabalho de Camargo, Asquel e Oliveira (2018) que desenvolveram um trabalho com estudantes do 1º ano do ensino médio. Os autores abordaram o objeto de conhecimento modelos atômicos (foram abordados os modelos de Dalton Thomson, Rutherford e Bohr), por meio de uma sequência de aulas, que fez uso de representações mentais, modelos e um jogo didático. Segundo os autores, essa abordagem buscou problematizar a ideia de criação de modelos, auxiliar diretamente na compreensão da reconstrução de cada modelo atômico e por meio do

jogo didático promover uma maior participação da turma e aguçar a curiosidade dos estudantes. Como resultados, os pesquisadores destacaram uma interação da turma de forma ativa nas discussões propostas e no jogo didático. Os autores consideram que as estratégias didáticas utilizadas foram eficazes no processo de ensino e aprendizagem, pois permitiu aos estudantes construir novos conhecimentos.

Outro trabalho que utilizou a ludicidade como estratégia didática de ensino foi o trabalho de Leite *et al.*, (2020). Nesse trabalho, os autores utilizaram atividades lúdicas (teatro científico, jogo didático, cordel) como estratégia didática de ensino. As aulas da sequência didática foram aplicadas em uma turma com 30 estudantes do 1º ano do ensino médio. Os resultados desse trabalho sinalizam como ações estimulantes a aprendizagem e a criatividade dos estudantes. Os autores destacam também que a sequência didática, no geral, contribuiu para o desenvolvimento de questões procedimentais, atitudinais e conceituais.

A utilização de jogos também foi utilizada no trabalho de Barbosa e Pio (2021) que utilizaram um jogo móvel de Química para o ensino de modelos atômicos. O trabalho foi aplicado com 16 estudantes do 1º ano do ensino médio. Como resultados da pesquisa, os autores destacam que o jogo permitiu aos estudantes a possibilidade de ter o conhecimento dos tipos de partículas. Ainda sobre os resultados, os autores ressaltam o desenvolvimento de algumas habilidades, como exemplo, a comunicação, a socialização e a assistência entre os estudantes.

No trabalho desenvolvido por Souza *et al.* (2021), utilizou-se a ferramenta didática digital Scratch na realização de uma oficina com estudantes do 1º ano do ensino médio. O Scratch apresenta características lúdicas que auxiliaram os estudantes no aprendizado dos modelos atômicos. Os autores afirmam que os resultados sinalizam para uma melhora no processo de ensino e aprendizagem dos modelos atômicos.

Nas dissertações, foi possível identificar a utilização das seguintes metodologias descritas no Quadro 3.

**Quadro 3** - Uso de metodologias de ensino mencionadas nas dissertações.

<b>Metodologia</b>	<b>Quantidade de trabalhos</b>
História da Química/Confecção de modelos	1
Metodologia ativa/Confecção de modelos	1
História da Ciência/Situação de Ensino	1

História da Ciência/Unidade de Ensino Potencialmente Significativa	1
Ensino por experimentação	1
História da Química/Ludicidade	2

Fonte: O autor

No total, foram selecionadas sete dissertações com as referidas metodologias citadas acima. Dessas, uma utilizou a abordagem com aulas dialógicas aliadas à experimentação e à construção de modelos. As atividades foram aplicadas em 36 estudantes do 9º ano do ensino fundamental de uma escola pública da Cidade de Sobradinho (DF). Os resultados indicam que 90% dos livros didáticos analisados realizam uma abordagem para modelos atômicos de forma não adequada. A autora elenca que o módulo didático se mostrou eficaz quanto à aprendizagem dos conceitos relacionados ao átomo. Ela destaca também que a abordagem envolvendo a História da Química permitiu aos estudantes desmitificarem o caráter acabado e imutável do conhecimento científico (ANDRADE, 2015).

A presença de metodologias ativas associada à confecção de modelos foi observada em apenas um trabalho cuja autora buscou desenvolver o trabalho em um contexto de uma educação crítico-reflexiva. A pesquisa foi realizada com estudantes do 2º ano do ensino médio e teve como objetivos confeccionar uma caixa de modelos atômicos e um texto didático-científico. Os resultados da pesquisa mostram uma ruptura com o modelo tradicional de ensino, colocando o estudante numa situação de protagonismo. A autora destaca também que as atividades possibilitaram o desenvolvimento de algumas habilidades, como exemplos, citam-se a interpretação, a análise crítica, a capacidade de síntese, a organização e a classificação (DUTRA, 2019).

A terceira dissertação analisada trabalhou o conteúdo de modelos atômicos buscando elaborar uma situação de ensino que proporcionasse aos estudantes a possibilidade de compreender a construção da teoria para o átomo. A pesquisa foi aplicada com estudantes do 2º ano do ensino médio de uma escola do interior do Estado de São Paulo. Como resultados, a pesquisa aponta que a proposta didática apresentou potencial para o estudo do conceito do átomo, no entanto, ressaltam-se as dificuldades com relação ao ensino de conceitos por representações. Os resultados indicam também uma maior participação dos estudantes nas atividades (BEZERRA, 2017).

A utilização das Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) foi identificada no trabalho de Macedo (2018) que buscou uma atividade pedagógica para ensinar os principais modelos atômicos por meio de uma perspectiva epistemológica. Os resultados da pesquisa apresentados pelo pesquisador são aumento na compreensão de conceitos e ideias sobre o conteúdo trabalhado e na capacidade de argumentação.

O ensino por experimentação foi abordado no trabalho de Soares (2021), a autora utilizou uma abordagem experimental para o ensino dos modelos atômicos de Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr. Os experimentos utilizados na atividade didática apresentavam relação com os fenômenos observados no cotidiano dos estudantes. As atividades foram realizadas na forma remota, devido à pandemia de Covid-19, com 12 estudantes do ensino médio. Como resultados, a autora ressalta a importância de realizar experimentos simples associados ao cotidiano dos estudantes, pois isso permite uma melhor compreensão dos conceitos e também o entendimento de que a Ciência está ao redor de todos.

Dois dissertações utilizaram como metodologia a História da Química associada à ludicidade no ensino de Química. A dissertação de Fernandes (2015) consistiu em construção, elaboração e aplicação de uma atividade lúdica com estudantes do 1º ano do ensino médio de uma escola do Estado de São Paulo. O jogo aplicado chama-se Ludo Atomística e está disponível no Portal Ludo Educativo. A aplicação da sequência didática foi realizada na sala de informática da escola. O autor destaca, como resultados de sua pesquisa, a construção do conhecimento de forma dinâmica e atrativa.

A segunda dissertação utilizou-se de jogos teatrais aliados à História da Química para o ensino dos modelos atômicos. A atividade pedagógica foi aplicada com estudantes do 9º ano do ensino fundamental. A autora considera que a estratégia didática se mostrou inovadora nas aulas de Ciências, pois permitiu uma maior interação e uma maior participação da turma nas aulas de Química. Ela destaca que a liberdade dada aos estudantes para expressão e criatividade permitiu-lhes a formação de conceitos científicos (RODRIGUES, 2012).

### **3.5 Revisão de literatura sobre a metodologia Aprendizagem Baseada em Problemas**

No cenário atual, cresce o interesse de pesquisadores internacionais e brasileiros pelo estudo da ABP no ensino de Ciências, tornando-se objeto de estudo de vários pesquisadores (CAMPOS; FERNANDES, 2020). Isso pode ser evidenciado no levantamento bibliográfico

realizado nesta dissertação sobre as pesquisas envolvendo uso da ABP no âmbito da educação básica dos anos de 2011 até 2021.

Foram encontradas 2.011 pesquisas que utilizaram a metodologia ABP, dessas foram selecionadas 16 pesquisas que se enquadravam nos critérios estabelecidos na revisão de literatura, conforme pode ser evidenciado na Tabela 2.

**Tabela 2** - Levantamento do quantitativo de pesquisas envolvendo ABP.

<b>Base de dados</b>	<b>Resultado inicial</b>	<b>Trabalhos eliminados</b>	<b>Trabalhos selecionados</b>
Google Acadêmico	558	554	4
Catálogo de Teses e Dissertações da Capes	331	328	3
Portal Periódicos da Capes	779	777	2
ENPEC (X, XI e XII)	12	6	5
Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações	330	326	2
<b>Total</b>	<b>2011</b>	<b>1992</b>	<b>16</b>

Fonte: O autor

A partir da leitura dos trabalhos, foi possível criar as categorias: 1) perfil das pesquisas; 2) objetos de conhecimento abordados nas pesquisas; e 3) Aprendizagem Baseada em Problemas: desafios e potencialidades.

#### *Categoria 1 - perfil das pesquisas*

Foram selecionadas 16 pesquisas, sendo elas: sete dissertações, quatro artigos e cinco trabalhos publicados no ENPEC.

Os trabalhos mapeados variam nos anos de suas publicações, sendo que não foram encontrados trabalhos com a metodologia ABP nos anos de 2012, 2013 e 2018 e, nos demais, foi observada, pelo menos, uma publicação por ano. Os anos de 2015 e 2019 apresentaram um maior número de publicações, com cinco publicações em 2019 e três em 2015, conforme pode ser evidenciado na Tabela 3.

**Tabela 3** - Recorte temporal das pesquisas.

<b>Ano de publicação</b>	<b>Artigo</b>	<b>Dissertação</b>	<b>Publicação ENPEC</b>	<b>Total</b>
2011	1	-	-	1
2014	1	-	-	1
2015	-	-	3	3
2016	-	1	-	1
2017	-	-	2	2
2019	1	4	-	5
2020	1	1	-	2
2021	-	1	-	1
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>16</b>

Fonte: O autor

Analisando os dados com os anos das publicações dos trabalhos selecionados é possível identificar uma crescente nas dissertações, pois de 2011 até 2018 foi encontrada uma dissertação, enquanto que, nos últimos três anos do período investigado, foram encontradas seis dissertações, mostrando um aumento na produção acadêmica em um breve espaço de tempo.

Com relação à região das instituições de ensino superior onde foram defendidas as dissertações, identificou-se que as Regiões Sul, com duas dissertações defendidas, e Nordeste, também com duas dissertações defendidas, apresentaram maior número de dissertações. Na região Nordeste, uma das dissertações é advinda da Universidade Federal do Pernambuco (UFPE) e uma da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), isso pode ser explicado devido ao grupo de pesquisa intitulado “Grupo de Pesquisa Ensino e Aprendizagem Baseados na Resolução de Problemas” (NUPEABRP). O grupo de pesquisa desenvolve suas pesquisas, principalmente, no PROFQUI da UFRPE. O grupo de pesquisa “objetiva contribuir para o aprofundamento de estudos, desenvolvimento de pesquisas, produtos educacionais e atividades investigativas, que envolvam temáticas sociocientíficas, sequências de ensino e aprendizagem e a formação de professores a partir da Abordagem de Resolução de Problemas na perspectiva

socio-histórica-cultural, nas áreas de Química e Ciências da Natureza na Educação Básica e Ensino Superior” (PROQUI – UFRPE).

No que se refere à região da instituição de origem dos primeiros autores dos artigos, pode-se inferir que os pesquisadores da Região Sul têm publicado maior número de pesquisas sobre ABP. As regiões Centro-Oeste e Norte apresentam menores quantidades de publicações.

Quanto aos trabalhos publicados no ENPEC, nas edições X, XI e XII, metade das publicações tem a Região Sul como a região da instituição de origem dos primeiros autores.

Pode-se afirmar que a maioria das publicações envolvendo dissertações, artigos e trabalhos com a metodologia ABP concentra-se nas Regiões Sul e Nordeste.

#### *Categoria 2 - Objeto de conhecimento tratado nas pesquisas*

No Quadro 4, são apresentados os trabalhos com seus respectivos objetos de conhecimento/temática que foram tratados nas pesquisas selecionadas.

**Quadro 4** - Objeto de conhecimento/temática trabalhados

<b>Autor</b>	<b>Objeto de conhecimento/temática</b>	<b>Ano/série/ nível de ensino</b>
(OLIVEIRA; CANDITO; BRAIBANTE, 2021)	Funções Orgânicas	3º ano EM
(JESUS, 2021)	PH, indicador ácido-base	2º ano e 3º ano EM
(MEDEIROS, 2019)	Poluição hídrica/separação de misturas	1º ano EM
(MOUTINHO; TORRES; VASCONCELOS, 2014)	Fósseis e sua importância para a reconstituição da história da Terra.	7º ano EF
(CRUZ; BATINGA, 2017)	Fármacos ansiolíticos	3º ano EM
(NUNES; LINDEMANN; GALIAZZI, 2015)	Lixo	3º ano EM
(FREITAS; OLIVEIRA, 2017)	Reações Químicas	1º ano EM

(SANTOS; BOTTECHIA, 2017)	Ácidos e Bases	1º ano EM
(PICCOLI <i>et al.</i> , 2015)	Interações intermoleculares e propriedades de alguns elementos e substâncias	1º ano EM
(RAMOS, 2019)	Reações Orgânicas	3º ano EM
(GRION, 2019)	Soluções, Interações intermoleculares, Transformações químicas, Reações de Oxirredução, Funções Orgânicas, Reações Orgânicas, Equilíbrio Químico	3º ano EM
(PICCOLI, 2016)	Interações intermoleculares	1º ano EM
(LOPES <i>et al.</i> , 2011)	Química aplicada à toxicologia	2º ano EM
(OLIVEIRA <i>et al.</i> , 2020)	Misturas, Estequiometria, classificação das cadeias carbônicas, hibridização	1º, 2º e 3º anos EM
(GOUVEIA, 2020)	Poluição do ar	2º ano EM
(SILVA, 2019)	Matéria e suas transformações	9º ano EF

Fonte: O autor

### *Categoria 3 - Aprendizagem Baseada em Problemas: desafios e potencialidades*

Das 16 pesquisas selecionadas que utilizaram a metodologia ABP, sete são dissertações, quatro são artigos e cinco são trabalhos publicados no ENPEC.

Nas dissertações, a pesquisa de Silva (2019) buscou investigar o potencial pedagógico da ABP no ensino do conteúdo chamado Matéria e suas transformações para uma turma de 9º

ano do ensino fundamental. Como resultados, foram destacados o envolvimento dos estudantes nas aulas e o desenvolvimento de algumas habilidades e competências.

Outra dissertação selecionada foi a pesquisa de Gouveia (2020), na qual a autora buscou o desenvolvimento e a aplicação de uma sequência didática pautada no uso da ABP. A sequência didática buscou o letramento científico de uma turma de estudantes do 2º ano do ensino médio do curso Normal/Magistério. Os resultados indicam que a metodologia se mostrou eficaz no processo de ensino e aprendizagem.

A pesquisa de Piccoli (2016) utilizou a metodologia ABP associada ao estudo de caso, a investigação, além de trabalhar conceitos de Química voltados para o conteúdo de interações intermoleculares, buscou também trabalhar habilidades voltadas para questões atitudinais e procedimentais. As atividades foram aplicadas a estudantes do 1º ano do ensino médio e teve, como principais resultados, melhora na participação dos estudantes nas aulas e aumento da autonomia deles.

A metodologia ABP também foi utilizada em uma sequência didática aliada à experimentação com estudantes do 3º ano do ensino médio. Nesse trabalho, trabalharam-se os conteúdos: Soluções, Interações intermoleculares, Transformações químicas, Reações de Oxirredução, Funções Orgânicas, Reações Orgânicas e Equilíbrio Químico. Como principais resultados, destacam-se as questões motivacionais (GRION, 2019).

Outra associação importante da ABP esteve presente na pesquisa de Ramos (2019), nela o autor alia a metodologia ABP com as TICs, para isso foi utilizado o recurso tecnológico *FlexQuest* para o ensino de reações orgânicas. Os sujeitos da pesquisa foram uma turma de 3º ano do ensino médio de uma escola pública da região metropolitana de Recife. O principal resultado apontado pelo autor é a contextualização do objeto de conhecimento.

A utilização da metodologia ABP, por meio de temáticas, também foi objeto de investigação de pesquisas. Nessa pesquisa, a autora trabalha a metodologia por meio da temática Poluição Hídrica, envolvendo o conteúdo denominado separação de misturas. A pesquisa, além de desenvolver conceitos relacionados à separação de misturas, buscou também desenvolver habilidades como a leitura, a investigação e a construção coletiva de conhecimentos (MEDEIROS, 2019).

Jesus (2021) desenvolveu uma sequência didática para trabalhar indicadores de ácido-base para duas turmas, uma do 2º ano e outra do 3º ano do ensino médio de uma escola privada do interior de Goiás. O autor aponta como principal resultado a capacidade que a metodologia tem de favorecer o caráter investigativo no ensino de Química.

Foram selecionados quatro artigos, deles destaca-se a pesquisa de Oliveira *et al.*, (2020) que, assim como Medeiros (2019), trabalharam a metodologia ABP associada a uma temática. Os autores trabalharam a temática sobre coronavírus com 285 estudantes de ensino médio de uma escola pública do interior do Rio Grande do Sul (RS). Os autores destacam, como principal resultado, o interesse dos estudantes pela disciplina mesmo em aulas remotas, além de agregarem conhecimento aos estudantes por meio de uma temática atual e importante que precisa ser discutida nas escolas.

A literatura apresenta também o uso da ABP em cursos técnicos de qualificação profissional integrados ao ensino médio. Na pesquisa de Lopes *et al.*, (2011) é relatado o desenvolvimento de atividades com a metodologia ABP com atividades experimentais na disciplina de Química aplicada à toxicologia do curso de Habilitação Técnica em Análises Clínicas da Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio, localizada no Estado do Rio de Janeiro (RJ). Os autores afirmam que o principal resultado da pesquisa foi concluir que é possível aplicar a ABP na educação profissional.

Apesar das potencialidades elencadas nos trabalhos discutidos anteriormente, ainda muito se questiona sobre o real potencial pedagógico da ABP, pois os trabalhos com essa metodologia dão muita ênfase às questões comportamentais como motivação, entusiasmo, autonomia, entre outros e habilidades importantes que precisam ser desenvolvidas. Partindo da ideia de que estudantes mais engajados e participativos nas aulas de química aprendem mais, pode-se inferir que, em todas as pesquisas citadas, o aprendizado dos estudantes foi potencializado. Nesse sentido, destaca-se a pesquisa de Moutinho, Torres e Vasconcelos (2014). Seus autores realizaram um estudo comparativo entre aulas mediadas pelo ensino expositivo com aulas mediadas pela ABP. A pesquisa foi aplicada com 115 estudantes do 3º ano do ensino médio. Como resultados, os autores destacam que, com relação ao aprendizado dos conteúdos, eles evidenciaram que a metodologia ABP apresentou melhores resultados.

Assim como Medeiros (2019) e Oliveira *et al.*, (2020), Vasconcelos, Candito e Braibante (2020) também desenvolveram suas atividades pedagógicas associando a ABP a uma temática. A temática Aromas foi abordada como estratégias de contextualização para aulas de Química Orgânica, com quatro turmas do 3º ano do ensino médio de uma escola pública do interior do Estado do Rio Grande do Sul (RS). Os autores citam, como resultados promissores, a evolução do conhecimento químico dos estudantes, um envolvimento maior dos estudantes e melhores rendimentos das turmas nas atividades propostas.

Quanto aos trabalhos publicados no ENPEC X, XI e XII, foram selecionados cinco trabalhos, sendo que se ressalta que esses trabalhos se apresentam no formato de resumo e, geralmente, são uma síntese da pesquisa desenvolvida. Diante disso, no trabalho de Piccoli *et al.*, (2015) foi analisado o potencial pedagógico de uma atividade didática com a metodologia ABP sobre interações intermoleculares. O estudo foi realizado com três turmas de 1º ano do ensino médio de uma escola pública da Cidade de Porto Alegre. Como principal resultado, os autores apontam uma melhora da participação dos estudantes nas aulas de Química.

Santos e Bottechia (2017) também aplicaram uma atividade didática utilizando a metodologia ABP. As autoras aplicaram a atividade em uma turma do 1º ano do ensino médio. O conteúdo trabalhado durante as ações da sequência didática foram os conceitos de ácido e base. As autoras destacam que as atividades promoveram o desenvolvimento de habilidades e competências.

Freitas e Oliveira (2017) desenvolveram seus estudos a partir de atividades que envolvessem a ABP com atividades experimentais para o ensino de reações químicas. Os autores buscaram investigar o potencial de atividades que aliassem a ABP com atividades experimentais no ensino médio. O estudo foi aplicado com 15 estudantes do 1º ano do ensino médio. Os autores ressaltam, como principais resultados, a participação efetiva dos estudantes nas atividades e o interesse pela disciplina.

A utilização de temáticas aliadas com a metodologia ABP foi desenvolvida por Nunes, Lindemann e Galiuzzi (2015). As autoras articularam conceitos de Química na temática Lixo em uma perspectiva de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). A sequência de ensino foi desenvolvida com uma turma do 3º ano do ensino médio. As autoras destacam como principal resultado a percepção dos estudantes acerca de questões sociais que fazem parte de situações cotidianas deles mesmos.

Alinhando-se com o trabalho de Nunes, Lindemann e Galiuzzi (2015), Cruz e Batinga (2017) também desenvolveram atividades pedagógicas por meio de temáticas. As autoras trabalharam o tema Fármacos Ansiolíticos com dez estudantes do ensino médio de uma escola pública do interior de Pernambuco. Como resultados, as autoras elencam a capacidade que a metodologia tem de promover a participação de professores e estudantes de forma conjunta, bem como o potencial de permitir a discussão de temas variados.

Os trabalhos analisados relatam os desafios e as potencialidades no processo de ensino e aprendizagem pautados na ABP.

Um dos desafios do uso da ABP em sala de aula é apontado no trabalho de Silva (2019) que relatou ter dificuldades iniciais com a metodologia, pois, na prática pedagógica da pesquisadora, os estudantes demonstraram resistência inicial por não terem uma fórmula mecânica para a resolução da situação-problema proposta.

Gouveia (2020) relatou algumas dificuldades com a ABP, como exemplo, dificuldades de trabalhar em grupos, de buscar informações para solucionar o problema proposto e de realizar a relação entre a situação-problema proposta e o objeto de conhecimento de Química. Grion (2019) alerta para o quantitativo de aulas para cada ação da metodologia.

Medeiros (2019) destaca que trabalhar a disciplina com a metodologia ABP não é uma tarefa fácil, em seu trabalho, ele relatou dificuldades que os estudantes demonstraram para interpretar a situação-problema e para argumentar. Piccoli (2016) também relatou dificuldades pontuais com relação à aplicação da metodologia.

No que se refere às potencialidades da ABP, Silva (2019) destaca a participação ativa dos estudantes na resolução da situação-problema, pois a sequência de ações direcionadas permite aos estudantes um maior protagonismo.

Piccoli (2016) também relata como potencialidade da metodologia a autonomia que os estudantes iam adquirindo durante a aplicação das atividades. A autora relata também uma participação efetiva dos estudantes nas aulas de Química, fato que até minimizou o problema de os estudantes “matarem” aula. Grion (2019) destaca que a metodologia permite que os estudantes busquem seus materiais, investiguem os melhores caminhos a seguir para solucionar a situação-problema.

O trabalho em equipe contribuiu para uma formação mais cidadã e desenvolveu habilidades essenciais como o trabalho colaborativo e cooperativo, a criticidade sobre os problemas da comunidade, sejam eles políticos, sociais ou ambientais (GOUVEIA, 2020).

Ramos (2019) elenca um potencial importante da metodologia, o autor destaca que foi possível contextualizar o objeto de conhecimento com uma temática do cotidiano dos estudantes.

A metodologia ABP mostrou-se como uma alternativa para o ensino remoto, pois permitiu um ensino mais dinamizado durante as aulas remotas. A metodologia foi bem aceita pelos estudantes, que se envolveram com a história da situação-problema proposta (OLIVEIRA *et al.*, 2020).

Além de todos os benefícios apontados sobre a metodologia, outras abordagens podem ser acrescentadas e utilizadas junto da metodologia. Medeiros (2019) sinaliza para a inserção

de experimentos investigativos e simulações computacionais como forma de interação entre a metodologia e as abordagens apontadas. A autora afirma que essa interação potencializa o desenvolvimento de habilidades e contribui para a compreensão de conceitos relacionados à Química.

Outros autores corroboram o potencial da metodologia ABP no ensino de Química. Jesus, (2021, p. 75), em sua pesquisa, afirmou:

Observamos com a elaboração, aplicação e avaliação da sequência didática mediada pela ABP que é possível “ensinar” conteúdos químicos de uma maneira alternativa, diferente do tão difundido ensino tradicional, e mais ainda, “ensinar” tirando o professor do centro das atenções e colocando os estudantes como protagonistas de seu aprendizado. Ressaltamos o potencial da metodologia da ABP em proporcionar maior envolvimento com os conteúdos, de modo que os alunos, nesse estudo, sentiram-se parte do processo de ensino e aprendizagem, o que foi possibilitado devido ao caráter investigativo inerente dessa metodologia (JESUS, 2021, p. 75).

É importante salientar que há carência de trabalhos que apresentem resultados de pesquisa sobre a elaboração e a aplicação de atividades pedagógicas pautadas no uso da metodologia ABP em sala de aula. Isso pode ser evidenciado pelo baixo quantitativo de trabalhos selecionados e analisados nesta revisão de literatura.

Outro ponto a ser destacado é que os desafios da utilização da ABP em sala de aula relatados por alguns pesquisadores parecem ser superados pelos resultados promissores relatados com relação à melhoria do processo de ensino e aprendizagem e, por consequência, no desenvolvimento/aprimoramento por parte dos estudantes da capacidade de buscar informações e resolver problemas, de saber trabalhar em grupo de forma colaborativa, motivação e interesse em aprender o conteúdo resolvendo problemas reais.

Assim, por meio da inserção da ABP em sala de aula, é possível oferecer uma educação em Química que promova o pensamento crítico, o aprender a aprender, a discutir, a analisar, a levantar hipóteses, a propor e a resolver problemas que estão presentes no cotidiano e fazem parte da vida dos estudantes.

Diante do exposto, as revisões de literatura contribuíram para mapear as tendências das pesquisas sobre as relações entre ensino do modelo atômico de Dalton e o uso de metodologias ativas. Por fim, a análise desses trabalhos auxiliou na elaboração do produto educacional “Dalton e suas contribuições para o ensino de Química: uma proposta de Guia Didático” (a ser apresentado na seção 5), que visa contribuir para uma abordagem diferenciada das contribuições de Dalton no ensino de Química por meio da ABP.

## **4 METODOLOGIA DA PESQUISA**

A presente pesquisa quanto a sua abordagem é qualitativa e sem intervenção (ROSA, 2013). Nesse tipo de pesquisa, o pesquisador deve estar “imerso no universo estudado” e, constantemente observando os sujeitos envolvidos na pesquisa em seu estado natural, ou seja, no próprio contexto em que atua, uma vez que este “determina as atitudes e respostas dos sujeitos” (ROSA, 2013, p. 52).

Neste sentido, as aspirações, crenças ou perspectivas do pesquisador não podem interferir em sua investigação, ou pelo menos que interfira o mínimo possível, afinal de contas a própria presença do pesquisador pode influenciar nos resultados da pesquisa. Sendo que, deve-se levar em consideração que nas pesquisas qualitativas na área de ensino, o pesquisador e o docente são os mesmos indivíduos e que os sujeitos de pesquisa são pessoas, que formam grupos heterogêneos em todos os sentidos (ROSA, 2013).

Esta pesquisa, foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), o Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE) está sob o protocolo 51779321.0.0000.0021 e o número do parecer é: 5.211.487.

### **4.1 Sujeitos da pesquisa**

A pesquisa ocorreu entre os meses de junho a outubro de 2022. Foram enviados 12 convites, por meio de e-mail, a professores licenciados em química, que lecionam nos municípios da região norte do estado de MS, de instituições de ensino (públicas e privadas) dos municípios de Coxim, Costa Rica, Rio Verde de Mato Grosso e Pedro Gomes, acompanhados do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE A).

Responderam ao questionário inicial 10 professores, no entanto, desses 10 apenas 6 responderam ao questionário final. Aos professores participantes da pesquisa que responderam aos QI e QF, foram atribuídas as seguintes denominações (A, B, C, D, E, F) com o objetivo de preservar o anonimato dos professores, sendo que as respostas dadas aos questionários (inicial e final) foram transcritas na íntegra, podendo apresentar possíveis erros de escrita.

## 4.2 Coleta de dados

Nesta pesquisa, utilizou-se o questionário inicial como instrumento para coletar os dados para traçar o perfil dos participantes de pesquisa e, o questionário final para avaliação do produto educacional pelos participantes da pesquisa. Segundo Marconi e Lakatos (2003, p. 2001) “o questionário é um instrumento de coleta de dados, constituído de uma série ordenada de perguntas, que devem ser respondidas por escrito e sem a presença do entrevistador”.

O Questionário Inicial (QI) (APÊNDICE B) continha 18 questões semiestruturadas elaboradas pela plataforma *Google Forms*, já o Questionário Final (QF) (APÊNDICE C) continha 10 questões abertas, ambos foram enviados aos professores via e-mail e grupo do *WhatsApp*. Os docentes tiveram 21 dias para responder o questionário inicial, após foi realizado um encontro virtual, via *Google Meet*, com o objetivo de apresentar o produto educacional (Guia Didático) e o questionário final. Concedeu-se um prazo de 21 dias para que os docentes avaliassem o produto educacional por meio do questionário final.

## 4.3 Avaliação do Produto Educacional

A elaboração do QF foi inspirada nos estudos de Kaplún (2003), o qual propõe três eixos para análise e avaliação de material educativo, sendo eles o eixo conceitual, o pedagógico e o comunicacional. Segundo Kaplún (2003, p. 48) os eixos podem ser definidos da seguinte forma:

O eixo conceitual integra a escolha das ideias centrais abordadas pelo material, bem como o tema ou temas principais geradores de experiências de aprendizado. Para tanto, conhecer os debates em torno do tema e a opinião de autores que estudam o assunto ajudam a compor o material educativo. Eixo pedagógico é o articulador principal de um material educativo. Ele expressa o caminho que estamos convidando alguém a percorrer, quais pessoas estamos invitando e onde se encontram essas pessoas antes de iniciar o percurso. Refere-se a conhecer os sujeitos a quem se destina o material para entender o que sabem, pensam, querem, imaginam e ignoram sobre o tema em questão e quais necessidades poderiam ser respondidas pelo material. O autor sugere que o eixo pedagógico contemple as concepções dos sujeitos; o confronto dessas ideias para mostrar suas possíveis causas; introdução, de modo gradual e acessível, de conceitos utilizados por teóricos da área; e também atividades que permitam a aplicação e a apropriação desses conceitos. Por meio do itinerário pedagógico estabelecemos onde o destinatário está em relação ao eixo conceitual proposto com a intenção de construirmos uma nova percepção sobre o tema. O eixo comunicacional diz respeito ao formato, diagramação e linguagem empregada no material educativo. Esse eixo propõe que, por meio de figura retórica ou poética, sejam criados modos concretos de relação com os destinatários para que eles se sintam estimulados a refletirem sobre o assunto e também provocados a produzirem novos conhecimentos a partir do que aprenderam (KAPLÚN, 2003, p.48).

Procurou-se seguir as recomendações de Leite (2018) sobre a avaliação coletiva de materiais educativos no âmbito dos mestrados profissionais na área de ensino no Brasil. Segundo, Leite (2018), o ideal é que as análises, as apreciações e as avaliações do material sejam, em condições reais e concretas. Porém, devido à situação pandêmica por Covid-19, optou-se em disponibilizar o produto educacional para que os professores realizassem a análise, a apreciação e avaliação de forma remota, utilizando as ferramentas digitais.

## 5 PRODUTO EDUCACIONAL

O produto educacional “Dalton e suas contribuições para o ensino de Química: uma proposta de Guia Didático” é voltado a docentes da área da Química que lecionam no ensino médio. O material didático foi produzido com objetivo de sugerir a aplicação das contribuições de Dalton nas aulas de Química na educação básica. O Guia Didático está dividido em três capítulos que estão interligados

No capítulo 1, é realizado um resgate histórico para que se compreendam as origens construtivistas das metodologias ativas. Atualmente, as metodologias ativas são tratadas e interpretadas de forma equivocada, pois associam a essas metodologias uma rasa discussão teórica. Com isso, o capítulo busca oferecer subsídios aos professores que se apropriarem do Guia Didático em suas aulas de Química sobre a importância de se conhecer as origens construtivistas das metodologias ativas, bem como destacar a rica discussão teórica que a temática apresenta. Trata-se de um capítulo importante, pois apresenta aos professores em que momento as metodologias ativas surgiram e de que forma essas metodologias foram e são inseridas na escolarização dos estudantes.

O capítulo 2 buscou explorar um pouco sobre a metodologia ativa Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP). No capítulo, além de ser discutida a definição da metodologia, são apresentadas também as potencialidades da metodologia na visão de diversos autores. Neste capítulo, inseriu-se um subcapítulo intitulado “Criando bons problemas”, esse tópico se mostra extremamente importante e relevante, pois busca orientar e nortear os professores no momento de criarem suas próprias situações-problema, ou seja, os docentes são incentivados a criar seus próprios problemas. Para os princípios elencados neste tópico, é preciso buscar a elaboração de bons problemas para se que se possa trabalhar com a metodologia, pois uma situação-problema mal-elaborada pode comprometer toda a sua execução.

O capítulo 3 do Guia Didático contém a sequência didática de ensino, que foi pautada nos conceitos da metodologia ativa, aprendizagem baseada em problemas. A sequência didática é composta por sete momentos, com dez aulas de 50 minutos. A sequência didática utiliza-se de momentos com atividades em grupos, ou seja, é fundamentada em um trabalho colaborativo e cooperativo.

É importante destacar a presença de atividades experimentais com materiais alternativos aliados a aulas expositivas e dialogadas e com a participação ativa dos estudantes. As aulas são dinâmicas e interligam-se com a presença das Tecnologias de Comunicação e de Informação.

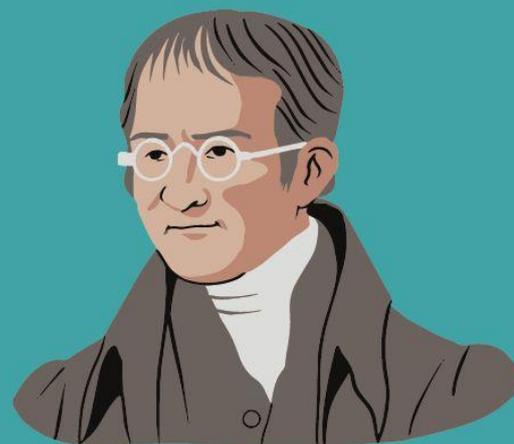
Destaca-se a necessidade de, ao final da sequência didática, os estudantes apresentarem um produto como resultado de suas investigações.

Outro ponto importante a se ressaltar é a utilização de uma situação-problema como atividade precursora das atividades. O guia traz nesse capítulo a situação-problema com duas versões, uma para o professor e outra para os estudantes. Na versão do professor (versão comentada), são apresentados dez comentários de pontos importantes da situação-problema, que podem ser utilizados pelo docente se for necessário para discussões em sala de aula.

A sequência didática traz um texto de apoio ao professor logo no início, esse texto deve fundamentar conceitos importantes e necessários para o desenvolvimento das atividades pelos estudantes. A versão completa do Produto está disposta a seguir e não segue a numeração desta dissertação.

TANIEL FERREIRA DA CRUZ  
DANIELE CORREIA  
ONOFRE SALGADO SIQUEIRA

# DALTON E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO DE QUÍMICA: UMA PROPOSTA DE GUIA DIDÁTICO



Campo Grande  
2022

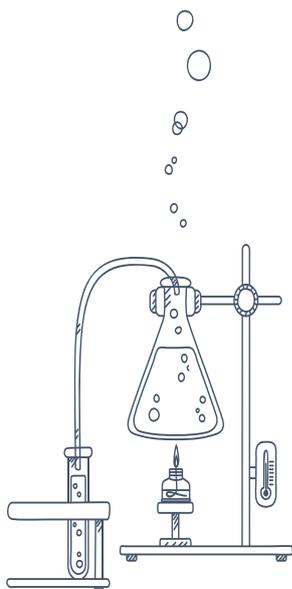
**TANIEL FERREIRA DA CRUZ**

**DANIELE CORREIA**

**ONOFRE SALGADO SIQUEIRA**

**Dalton e suas contribuições para  
o ensino de Química:  
uma proposta de guia didático**

Produto Educacional para Professores da Educação Básica



*“Quando o mundo estiver unido na busca do conhecimento e não mais lutando por dinheiro ou poder, então nossa sociedade poderá enfim evoluir a um novo nível”.*

Paul Strather



# SUMÁRIO



- 5 SOBRE O GUIA DIDÁTICO
- 7 CAPÍTULO 1: ORIGENS CONSTRUTIVISTAS DAS METODOLOGIAS ATIVAS
- 11 CAPÍTULO 2: A METODOLOGIA ATIVA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS
- 16 CAPÍTULO 3: A SEQUÊNCIA DIDÁTICA
- 72 CONSIDERAÇÕES FINAIS
- 73 REFERÊNCIAS
- 77 MINICURRÍCULOS

## SOBRE O GUIA DIDÁTICO

---

O produto educacional intitulado “Dalton e suas contribuições para o ensino de Química: uma proposta de Guia Didático” foi desenvolvido durante o mestrado no Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI) da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) e, caracteriza-se como material textual e proposta de ensino, na forma de Guia Didático, com acesso livre online no formato PDF (BRASIL, 2013) conforme classificação da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). O objetivo do Guia Didático é oferecer aos professores de Química que lecionam na educação básica da rede pública e/ou privada de ensino, um material complementar para aulas de química sobre as contribuições de Dalton para a Química. É importante destacar que o material não substitui o livro didático, porém complementa os materiais didático existentes.

A construção do Guia Didático está fundamentada na definição e estrutura proposta por Rangel, Delcarro e Oliveira (2019, p. 2), que definem o Guia Didático como, "um material que contém informações, ideias, apontamentos, objeto de conhecimento, notas, dados e experiências individuais, coletivas, culturais, tecnológicas e ambientais de maneira clara e objetiva, que auxiliam a construção do conhecimento".

O Guia Didático é constituído de uma sequência didática fundamentada nos princípios da Metodologia de Aprendizagem Ativa (MAA), a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP). A sequência didática conta com momentos de ensino com seus objetivos pedagógicos, sendo que além de abordar o contexto histórico, traz uma parte experimental alinhada a uma situação-problema.

Salientamos que as estratégias didáticas propostas para as atividades da sequência didática podem ser utilizadas para ensinar outros objetos de conhecimento de Química, evidenciando que o guia didático é um material flexível, dinâmico e replicável.

É importante destacar que, o Guia Didático está em consonância com a Base Nacional Comum Curricular que "define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os estudantes devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica" (BRASIL, 2018, p. 7), também, com o Currículo de Referência de MS que "é um instrumento basilar para a Secretaria de Estado de Educação SED/MS, as Secretarias Municipais e Instituições Privadas de ensino, para, a partir da necessidade, elaborarem orientações curriculares e/ou didáticas" (CURRÍCULO DE REFERÊNCIA DE MS, 2021).

Nesta direção, o guia didático apresenta atividades de ensino que possibilitam o desenvolvimento da competência específica 1 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do 1º ano do ensino médio, a saber:

"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)" (CURRÍCULO DE REFERÊNCIA DE MS, 2021, p.307).

A habilidade a ser desenvolvida, conforme preconiza o Currículo de Referência de MS:

“Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo com as teorias científicas aceitas atualmente” (CURRÍCULO DE REFERÊNCIA DE MS, 2021, p. 307).

O Currículo de Referência de MS traz como uma das sugestões didáticas, analisar a historicidade da Teoria Atômica por meio de documentários e/ou leitura de artigos. E a partir da evolução das teorias, explicar e compreender a existência do átomo e a sua estrutura na construção do pensamento científico.

Desse modo, as MAA apresentam-se como mais uma estratégia de ensino com potencial para se atingir os objetivos de ensino propostos no documento basilar do nosso estado do MS, pois essas metodologias destacam-se na inovação de novas formas de mediar o conhecimento na sala de aula. Em particular a metodologia ativa ABP (Aprendizagem Baseada em Problemas) ou do inglês *Problem Based Learning*, favorece o protagonismo do estudante durante o processo de aprendizagem (LOPES; SILVA FILHO; ALVES, 2019).

A metodologia ABP, além de instigar o caráter investigativo, motivando e desafiando a novas descobertas, fatores esses que acabam aguçando a curiosidade científica e o interesse dos jovens pela disciplina de Química, ela ainda oportuniza o estudante aplicar conhecimentos conceituais e procedimentais a situações que fazem parte de seu cotidiano e da sua vida (BARBOSA; MOURA, 2013).

Para melhor compreensão e desenvolvimento das atividades, o material está dividido em 3 capítulos. O primeiro capítulo, traz uma breve discussão acerca das origens construtivistas das metodologias ativas. No segundo capítulo apresenta-se uma fundamentação metodológica sobre a metodologia de ensino utilizada no guia didático. E no terceiro capítulo é apresentado os momentos da Sequência Didática.

# CAPÍTULO 1: ORIGENS CONSTRUTIVISTAS DAS METODOLOGIAS ATIVAS

---

As metodologias ativas tiveram suas origens no movimento escolanovista do início do século XX, porém suas raízes são ainda mais profundas, se realizarmos um recorte um pouco maior, será possível observar que o conceito de metodologias ativas remonta períodos anteriores. Para compreensão das origens construtivistas das metodologias ativas é necessário o entendimento das Teorias Pedagógicas que explicam o processo de ensino e de aprendizagem. Para isso destaca-se três elementos que fazem parte desse processo que é o sujeito, o objeto e a mediação. A super valorização de um desses elementos em detrimento dos outros, caracteriza as duas primeiras Teorias apresentadas a seguir. Sendo que na terceira linha teórica apresentada abaixo rompe-se com a supervalorização de um dos elementos elencados acima.

As Teorias Ambientalistas tem como foco a valorização do objeto, ou seja, há uma super valorização dos objetos de conhecimentos que são ensinados. Logo, essa Teoria considera o papel do professor, como sendo o mais importante, de forma geral essa Teoria é associada a aprendizagem pela transmissão de informações. A Pedagogia Tradicional alinha-se com a Teoria Ambientalista, principalmente no que se refere a transmissão do conhecimento.

Na Teoria Inatista tem-se o sujeito como principal elemento no processo de aprendizagem, sendo que nesta abordagem são considerados a diferença entre os indivíduos, logo essa corrente teórica considera a aprendizagem como algo inato ao ser humano e não considera a experiência de cada indivíduo.

A Teoria Interacionista diferente das duas abordagens apresentadas é uma linha que leva em consideração como elemento mais importante no processo de aprendizagem (que posteriormente nas teorias construtivistas serão tratados como processo de ensino e aprendizagem) a mediação entre o sujeito e o objeto de conhecimento. As Teorias Construtivistas são exemplos das teorias interacionistas, que atualmente se opõe as Teorias com abordagens mais tradicionalistas.

Apesar da enorme discussão que ocorre atualmente sobre a utilização de uma abordagem mais construtivista na educação, essa oposição vem desde a idade moderna, com os pensadores renascentistas e iluministas que à época já se opunham à educação tradicional (LIMA, 2017).

É importante destacar que o ofício de professor advém desde os gregos com os sofistas e que a escola foi se formalizando e se modificando com o passar dos tempos e com as mudanças ocorridas na sociedade. No período medieval por exemplo, a escola utilizava-se de uma prática pedagógica que se baseava na repetição incessante e mecânica para aprendizagem dos valores que servia ao clero e a nobreza. Em outros momentos foi possível identificar a utilização da escola para interesse próprio, como exemplo, temos a transição do feudalismo para o capitalismo, onde as escolas passaram a transmitir os valores de nações em formação. Com isso até meados do século XVIII o modelo educacional utilizado no âmbito das escolas, apresentava-se como um modelo inquestionável, e que dificilmente seria substituído, pois trazia consigo um tradicionalismo enraizado.

Essa base teórica só foi estremecida após a proposição da prática pedagógica de Jean-Jacques Rousseau que rompe com o paradigma na educação, propondo uma verdadeira revolução pedagógica, pois seus estudos propõem que o centro do processo de ensino e aprendizagem deve atender as necessidades do educando e não mais o docente e os objetos de conhecimentos. Rousseau simboliza a origem das bases teóricas construtivistas, pois seus estudos serviram de base para Teorias Construtivistas consagradas como a Teoria Genética de Piaget, a da aprendizagem significativa de Ausubel, da formação integral de Wallon e do enfoque cultural de Vygotsky.

Pamplona (2006), destaca que a concepção pedagógica em Rousseau está intimamente ligada à política e que, portanto, é necessário o estudo da sociedade pelos homens e o estudo dos homens pela sociedade. Essa reflexão está em consonância com o que afirma Castro, Luft e Weyh (2019), que vinham ocorrendo mudanças políticas, sociais e econômicas nas primeiras décadas do século XX e que surgiram críticas a pedagogia tradicional, logo as mudanças ocorridas na educação ganharam força com as crises de cunho econômico e social ocorridas em partes da Europa.

Apesar da proposição de uma nova prática pedagógica e as fortes críticas à pedagogia tradicional, as novas ideias de práticas pedagógicas só foram colocadas em prática e ganharam força no início do século XX com o movimento escolanovista.

O movimento escolanovista surge na Europa como resposta à sociedade industrial e como resposta a uma educação que privilegiava uma minoria, ou seja, uma pequena parte da população à época tinha acesso a uma educação de qualidade, enquanto que grande maioria da população tinha a educação com o propósito da formação dos sujeitos para o mercado de trabalho (CASTRO; LUFT; WEYH, 2019).

Portanto, para Castro, Luft e Weyh (2019, p.4), a escola nova,

“tem a ideia de fundamentar a prática pedagógica como ação que valoriza as individualidades, mas que anseia a participação ativa dos cidadãos na vida social e política, inspirada e pautada em uma ideologia democrática e progressista, voltada para um novo homem, para uma formação integral, contemplando as grandes massas da população que estava a margem da sociedade burguesa. Esse movimento educacional propôs novos caminhos para a educação, fazendo dela um instrumento de mudança social, por isso assume um caráter inovador e eficiente para o ser humano, de fato um marco no processo educacional” (CASTRO; LUFT; WEYH; 2019, p.4).

Em seu trabalho, Cavalheiro e Teive, (2013), discutem o movimento escolanovista a partir de três obras: “História da Pedagogia” de Franco Cambi, “Escola Nova” de Cristiano Di Giorgi e “A Invenção da Sala de Aula” de Inês Dussel e Marcelo Caruso. Para os autores, o movimento escolanovista se contrapõe ao ensino tradicional vigente até o século XX.

Esse movimento se fez presente em vários países como, Inglaterra, Alemanha, Áustria, França, Suíça, Espanha, Estados Unidos da América e Brasil. E dentre os teóricos que ganharam destaque com o movimento destaca-se, Ovide Decroly, Maria Montessori e o mais ilustre John Dewey (CAVALHEIRO; TEIVE, 2013).

No Brasil o movimento escolanovista surge no início do século XX com o fim da primeira república e tem como documento norteador o “Manifesto dos Pioneiros da Educação Nova”, que foi um manifesto que teve como objetivos uma reorganização do sistema educacional brasileiro e teve como principal redator Fernando de Azevedo e contou com o apoio de diversos educadores de todo país dentre eles destaca-se Anísio Teixeira.

Como visto até o momento, a ideia de um estudante que se mostre ativo no processo de ensino e aprendizagem remonta séculos passados, com a revolução pedagógica proposta por Jean Jacques Rousseau em meados do século XVIII, considerado como o primeiro tratado sobre filosofia e educação do mundo ocidental e posteriormente com as teorias construtivistas. É importante destacar que as abordagens construtivistas do ensino e da aprendizagem surgiram diante de um momento em que as práticas pedagógicas tradicionais começaram a ser questionadas, ou seja, a ideia do professor detentor do conhecimento e as práticas pedagógicas voltadas para a obediência e memorização começariam a ruir. Logo tem-se a necessidade de pensar em outras metodologias que viriam contrapor as metodologias tradicionais de ensino.

O termo metodologia ativa como conhecemos atualmente surgiu por volta de 1990 e tem como pioneiro o professor Eric Mazur, que insatisfeito com as metodologias até então utilizadas, resolveu inovar e criou novas estratégias de ensino e aprendizagem (BARTOLOMEU; SILVA; LOZZA, 2017). Porém, a proposta remonta anos anteriores, inclusive teóricos como, Freire, Dewey, Rogers e Vygotsky não citam o termo como o conhecemos, no entanto, já defendiam os princípios das metodologias ativas.

Destaca-se a aprendizagem pela experiência de Dewey, o qual se alinha com os princípios das metodologias ativas. Segundo Diesel, Baldez e Martins (2017, p. 282),

“as ideias de Dewey já apontavam para que a escola proporcione momentos de aprendizagem que façam sentido para o estudante, proporcionando experiências que sejam idênticas às condições da vida do estudante. Para tanto, os conteúdos devem abarcar o contexto do estudante, para que este possa refletir sobre ele” (DIESEL; BALDEZ; MARTINS, 2017, p. 282).

Dewey considera a valorização das experiências de vida dos estudantes, ou seja, percebe-se que a perspectiva de Dewey está bem alinhada com os princípios das metodologias ativas.

Diesel, Baldez e Martins (2017), afirmam que aulas pautadas nas metodologias ativas exige dos estudantes ações tais como, leitura, pesquisa, comparação, observação, imaginação, obtenção e organização dos dados, elaboração e confirmação de hipóteses, classificação, interpretação, criticidade, análise e tomada de decisões.

Valente, Almeida e Geraldini (2017, p. 464) definem as metodologias ativas como, “estratégias pedagógicas que criam oportunidades de ensino nas quais os estudantes passam a ter um comportamento mais ativo, envolvendo-os de modo que eles sejam mais engajados, realizando atividades que possam auxiliar o estabelecimento de relações com o contexto, o desenvolvimento de estratégias cognitivas e o processo de construção do conhecimento”.

Ainda sobre o conceito e a definição das metodologias ativas é importante destacar o papel do professor no processo de ensino e aprendizagem, Bartolomeu, Silva e Lozza (2017), ressalta que as metodologias ativas consideram a participação de todos no processo de aprendizagem, fazendo com que o estudante se torne protagonista e parte integrante da produção do seu conhecimento.

Dentre as metodologias ativas que podem ser utilizadas no ensino de química, destaca-se a instrução por pares, estudo de caso, ensino sob medida, gamificação, método POE (Previsão, Observação e Explicação), sala de aula invertida, aprendizagem pela pesquisa, pensamento compartilhado em pares, aprendizagem maker, Design Thinking, rotação por estações, laboratório rotacional, aprendizagem tecnológica ativa, aprendizagem baseada em projeto, aprendizagem baseada em jogos e aprendizagem baseada em problemas (LEITE, 2020).

Ressalta-se que neste guia delimitaremos discutir e aprofundar na metodologia ativa aprendizagem baseada em problemas, que será discutido no capítulo a seguir.

## **CAPÍTULO 2: A METODOLOGIA ATIVA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS**

---

No cenário atual da educação, discute-se muito sobre a importância das metodologias ativas como forma de melhorar o aprendizado dos estudantes na unidade curricular de Química no ensino médio. Segundo, Andrade (2007, p. 143), para que se tenha resultados satisfatórios ao utilizar uma metodologia ativa em sala de aula é importante que “o professor conheça as características da proposta para o desenvolvimento da atividade e ainda que se reflita de que forma essa proposta será desenvolvida”. Diante disso, neste capítulo do Guia Didático, introduzimos, brevemente, a metodologia ativa “Aprendizagem Baseada em Problemas”, que foi inserida nas atividades sugeridas para a sequência didática.

### **O QUE É A APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS?**

A Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) é uma estratégia de ensino e aprendizagem que permite ao docente a construção do conhecimento de forma conjunta com o estudante. Vista como uma metodologia ativa de ensino e aprendizagem, vem aos poucos ganhando espaço nos planos de aulas de vários docentes em escolas no Brasil e no Mundo. Na ABP o professor propõe todos os mecanismos de aprendizagem e avaliação, principalmente a situação-problema a ser trabalhada e, o estudante, participa ativamente de todo processo, inclusive na solução da situação-problema e avaliação de si e dos outros colegas de turma (LOPES; SILVA FILHO; ALVES, 2019).

Silva e Nunez (2002), destacam que a Aprendizagem a partir de Problemas é uma estratégia didática que permite o desenvolvimento de habilidades e mobiliza os conhecimentos durante a resolução da situação-problema, os autores destacam que a metodologia no ensino de Ciências promove a potencialidade criativa dos estudantes.

Segundo Oliveira *et al.* (2020) a metodologia da ABP proporciona ao estudante a oportunidade de reconstrução do conhecimento, pois essa abordagem é centrada no estudante, permitindo que suas interpretações e suas pesquisas ofereçam condições para a resolução de uma situação-problema, um caso ou questionamentos.

Segundo Hung (2016) a ABP surge diante da incapacidade de os estudantes aplicarem o conhecimento adquirido a situações reais do cotidiano. O autor afirma que resolver problemas reais do cotidiano é uma das formas de se aplicar os conhecimentos aprendidos em sala de aula.

Além de promover o desenvolvimento cognitivo por meio de ações didático-pedagógicas, a ABP também promove o desenvolvimento socioemocional (por meio de interações entre os estudantes durante a realização das atividades), bem como, outras habilidades como a autonomia e o pensamento crítico (FREITAS, 2012).

Freitas (2012) ainda ressalta que por meio da ABP, há, valorização do trabalho em grupo de forma colaborativa e criativa, a comunicabilidade também é desenvolvida com a utilização desta metodologia, haja vista que as soluções para as situações-problemas são socializadas para todos da sala de aula ao final das ações pedagógicas.

A ABP pode ser inserida dentro de outras abordagens, como por exemplo, a contextualização, a problematização e a interdisciplinaridade. Outro ponto a ser destacado é a característica da ABP de ser uma metodologia que propicia ao professor utilizar suas aulas como espaço de investigação e reflexão, por apresentar elementos que são similares ao Ensino Investigativo. Logo, observa-se a riqueza da metodologia de ensino e aprendizagem ABP em todas as suas nuances.

Ressalta-se a diferença entre duas metodologias de ensino ativa, a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) e a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABPr), apesar das nomenclaturas serem parecidas e do termo problema aparecer em ambas as metodologias, suas definições são distintas. A ABP busca atingir os objetivos de aprendizagem por meio da resolução de um problema, logo a aprendizagem ocorre no processo de busca de uma solução ou de uma ideia para resolução de determinada situação-problema, já na ABPr apresenta-se como resultado um produto ou um serviço que parte de um projeto.

Outro ponto importante a ser destacado é a diferença entre a Aprendizagem Baseada em Problemas e Problematização, que apesar de terem algumas semelhanças, na prática são abordagens distintas. Sendo que, ambas são metodologias ativas que tiveram sua origem no ensino superior, as duas buscam a resolução de problemas, tendo a Problematização como referencial o Arco de Charles Maguerez, já a Aprendizagem Baseada em Problemas apresenta forte ligação com a Escola Ativa (BERBEL, 1998).

Outro ponto a ser destacado é a diferença entre situação-problema ou problema e o exercício. Para que se tenha êxito com o uso da metodologia da ABP no componente curricular de Química no ensino médio é importante que se compreenda a definição de situação-problema ou problema e qual sua diferença para o exercício. Pozo (1998, p.15) afirma que, situação-problema é:

“uma situação que um indivíduo ou um grupo quer ou precisa resolver e para qual não dispõe de um caminho rápido e direto que o leve a solução, sendo que nos

exercícios são adotados procedimentos automáticos que permite a resolução de forma mais ou menos imediata, sem exigir, de alguma forma, um processo de reflexão ou uma tomada de decisões sobre a sequência de passos a serem seguidas” (POZO, 1998, p.15).

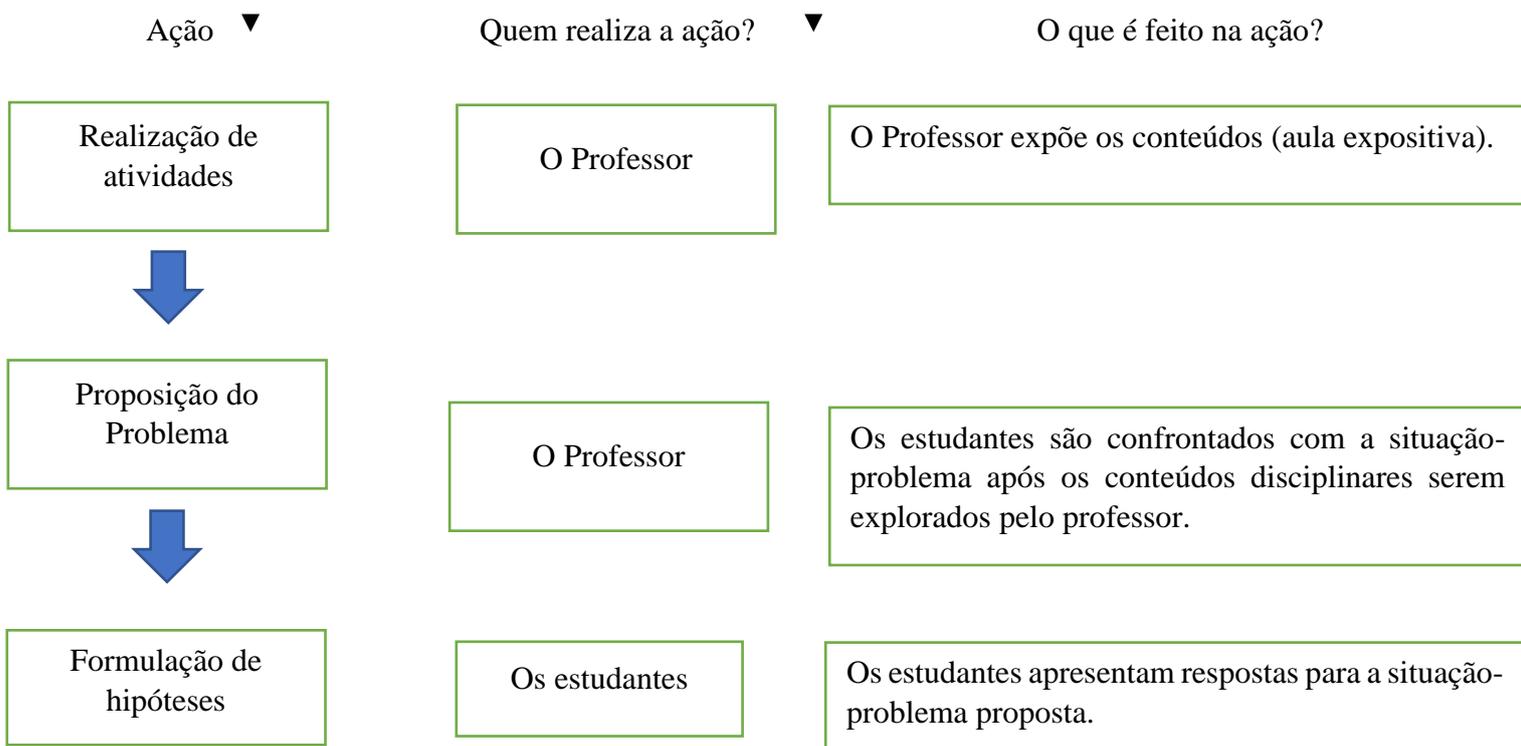
É importante salientar que na resolução de exercícios, são exercitadas técnicas já conhecidas, sem apresentar uma nova situação. Em oposição, nas situações-problemas, é apresentado aos estudantes uma situação nova, e eles precisam mobilizar uma série de habilidades e conhecimentos para resolvê-la.

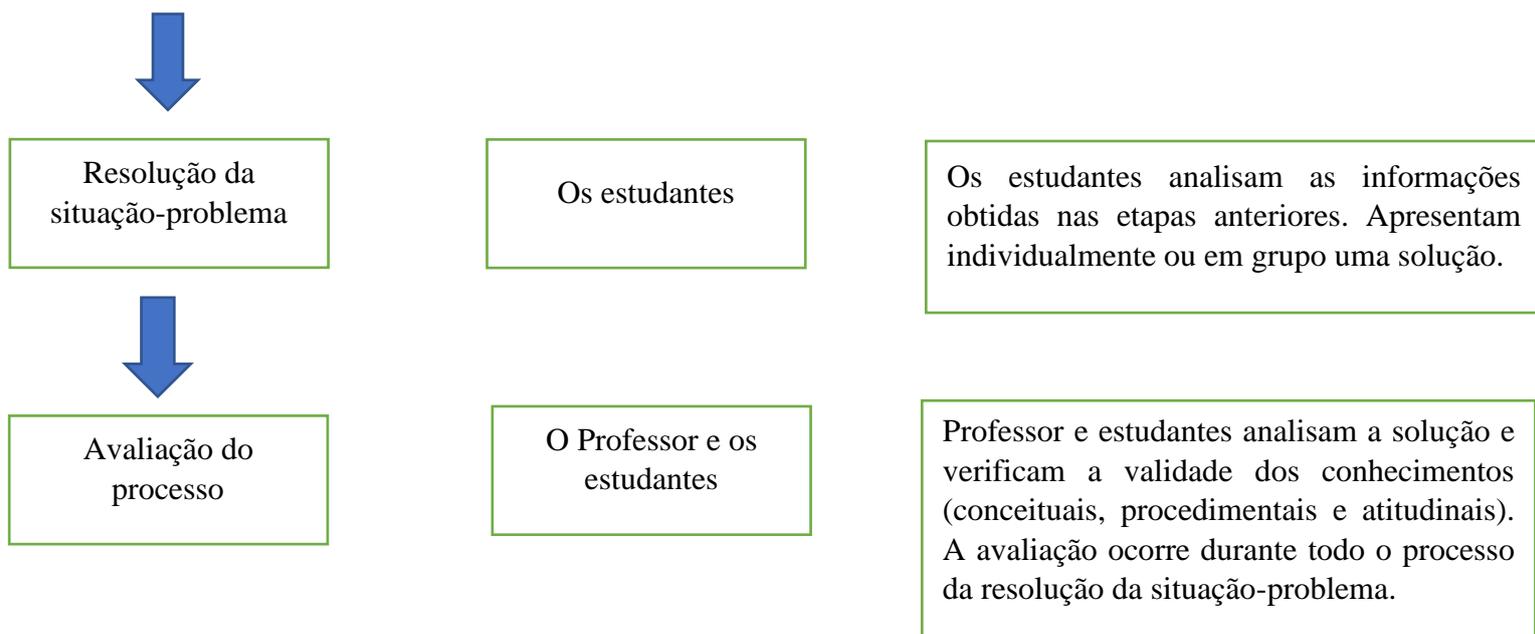
O que fica evidenciado ao apontar todas as características da metodologia da ABP é que a mesma apresenta potencialidades para serem empregada no processo de ensino e aprendizagem, no contexto da educação básica. E dialoga com os documentos oficiais que norteiam os rumos da educação em nosso país.

Com isso, penso que a metodologia de ensino e aprendizagem ABP, vem com uma proposta favorável a todos os pontos elencados anteriormente. É importante destacar que a metodologia ABP não é rígida, nem tão pouco inflexível, podendo ser adaptada, conforme o perfil de aprendizagem dos estudantes.

Na Figura 1, está representada a sequência metodológica para aplicação da ABP, com suas principais características e sistematização da ABP.

**Figura 1 - Sequência Metodológica para Aplicação da ABP**





Fonte: Adaptado de Freitas (2017, p. 41).

## CRIANDO BONS PROBLEMAS

É importante abordar estratégias que permitam a criação de bons problemas ou bons enunciados de situação-problema ou ainda como denominam Ribeiro, Passos e Salgado (2020) “Problema Eficaz”, o qual apresenta as características fundamentais de um problema para ser considerado eficaz.

Nesse sentido, serão apresentadas as características fundamentais de um bom enunciado de uma situação- problema, tendo como aporte teórico as pesquisas desenvolvidas por Ribeiro, Passos e Salgado (2020).

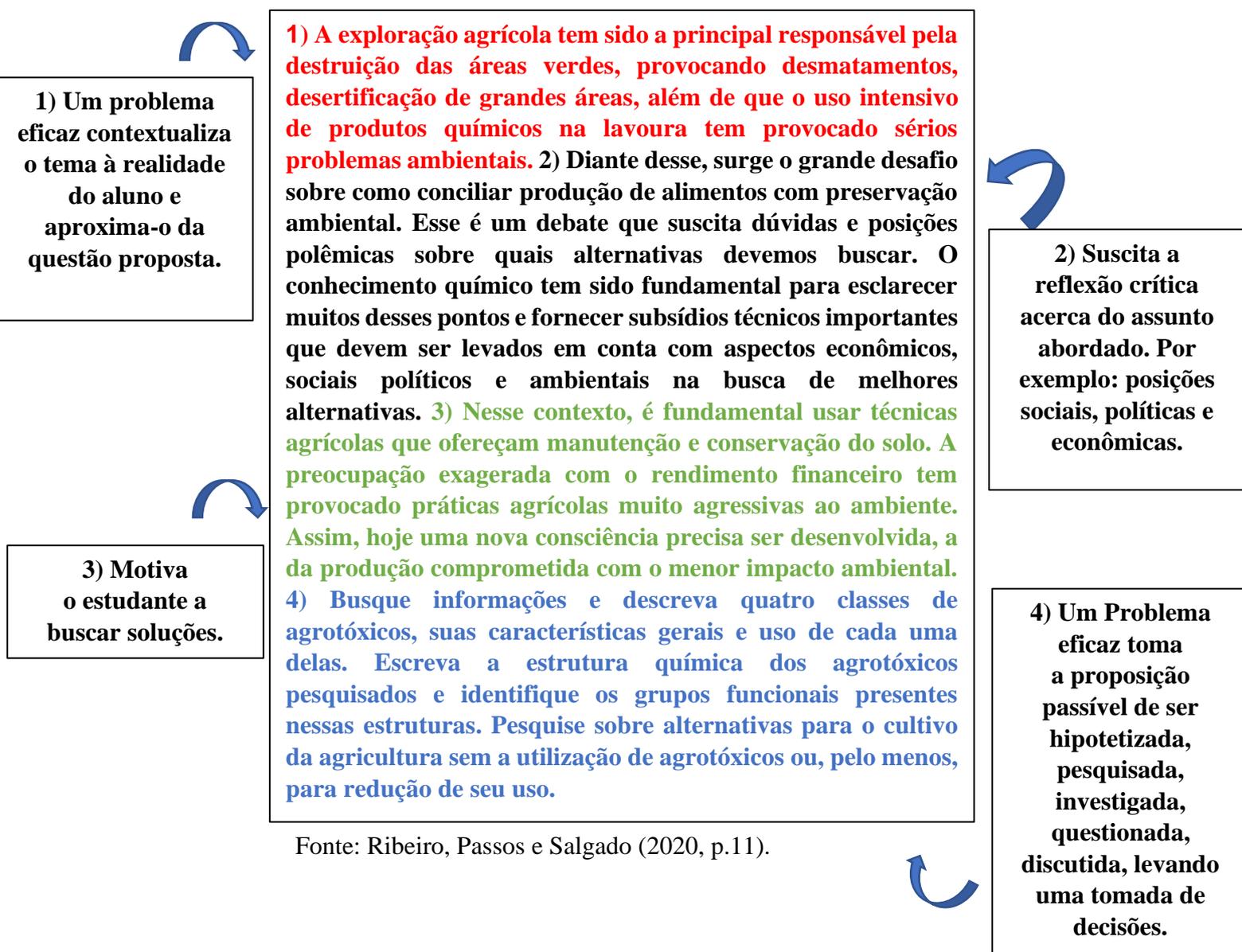
Segundo Ribeiro, Passos e Salgado (2020), um problema eficaz deve apresentar quatro características fundamentais, sendo elas:

- Um problema eficaz contextualiza a temática à realidade do estudante e aproxima-o da questão proposta;
- Um problema eficaz suscita a reflexão crítica acerca do assunto abordado;
- Um problema eficaz motiva o estudante a buscar soluções;
- Um problema eficaz favorece a proposição de hipótese, pesquisas, investigações, questionamentos, discussões, levando a uma tomada de decisão.

Para melhor compreensão das características de um bom problema para aplicação da metodologia da ABP, será apresentada uma situação-problema (Figura 2) que buscou contemplar as quatro características fundamentais elencadas acima. É importante ressaltar que

não é necessário seguir uma ordem para contemplar as características, sendo que, em uma situação-problema podem aparecer mais de uma característica (RIBEIRO; PASSOS; SALGADO, 2020).

**Figura 2** - Exemplo de uma situação-problema com características de um problema eficaz



## CAPÍTULO 3: A SEQUÊNCIA DIDÁTICA

---

### SEQUÊNCIA DIDÁTICA DE ENSINO

A sequência didática de ensino utilizada neste Guia está pautada, nos conceitos de prática educativa proposto por Zabala (1998, p. 18) que define a sequência didática como um “conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos estudantes”.

A sequência didática apresenta atividades pautadas na ABP, que segundo Lopes, Silva Filho e Alves (2019, p.50) é “uma estratégia de ensino e aprendizagem que envolve a identificação do problema em situações complexas, baseadas na vida real, e a busca de suas possíveis soluções”.

A Sequência Didática está dividida em 7 momentos de ensino, constituído por 10 aulas de 50 minutos. Os momentos de ensino apresentam a duração da ação e a metodologia de ensino, sendo que os objetos de conhecimento trabalhados e as habilidades a serem desenvolvidas, constam no fluxograma da sequência didática. Destaca-se que ao final de cada ação são dadas informações importantes, orientações e sugestões ao professor. É importante ressaltar que os momentos são flexíveis e ajustes podem ser realizados conforme a necessidade da turma.

Os nomes dos personagens mencionados na situação-problema proposta na sequência didática são fictícios e, o contexto utilizado não reflete situação real da cidade elencada na situação-problema.

Durante a aplicação da Sequência Didática serão apresentados QR Codes e links de materiais que poderão ser utilizados pelo docente e pelos estudantes.

Para melhor compreensão dos momentos da sequência didática, segue um fluxograma com os objetos de conhecimento, com as habilidades a serem desenvolvidas, com a habilidade que pode ser relacionada e com as atividades sugeridas para cada momento.



## Fluxograma da Sequência Didática

Olá Professor!!! Chegamos até a nossa Sequência Didática.

Você terá acesso aos momentos da sequência didática, com as ações e atividades que você pode utilizar em suas aulas, de modo a ampliar as aprendizagens dos seus estudantes, a fim de contribuir com seu trabalho e com sua prática pedagógica.

### **Alinhamento com o Currículo de referência de MS:**

#### **Habilidades a serem desenvolvidas com a sequência didática:**

(MS.EM13CNT201) Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas.

(MS.EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

#### **Habilidade que pode ser relacionada:**

(MS.EM13CNT206) Discutir a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana.

#### **Objetos de conhecimento:**

- Átomo como unidade fundamental da matéria;
- As contribuições de Dalton para a Química e suas aplicações em nosso cotidiano.
- Investigação e discussão da poluição química pelo uso indevido de produtos e substâncias a partir do armazenamento e descarte incorreto de resíduos industriais e esgoto doméstico.

## Momentos da Sequência Didática

## Atividades Sugeridas

### 1º Momento

Prezado professor, o primeiro momento (1ª aula) será destinado a problematização inicial, a realização da leitura e debate do texto de apoio (QR Code 1), e produção de uma nuvem de palavras.

### 2º Momento

O segundo momento (2ª aula) será destinado a leitura e discussão da situação-problema e para a sistematização das informações discutidas (atividade em grupo).

### 3º Momento

No terceiro momento são sugeridas duas aulas, a 3ª aula destinada a pesquisas na sala de informática e, a 4ª aula para a socialização das pesquisas e elaboração do Plano de Trabalho.

### 4º Momento

No quarto momento serão realizadas três aulas, a 5ª expositiva e dialogada, a 6ª e 7ª aulas serão destinadas para a execução de duas atividades experimentais.

### 5º Momento

No quinto momento (8ª aula) os grupos devem produzir uma proposta de solução para a situação-problema.

### 6º Momento

Neste momento (9ª aula) os grupos devem apresentar a solução da situação-problema.

### 7º Momento

Este último momento (10ª aula) é destinado ao esclarecimento das dúvidas e revisão dos assuntos abordados.

## 1º MOMENTO

**Duração da ação:** 1 aula de 50 minutos.

**Metodologia de ensino:** No primeiro momento da sequência didática, salienta-se a necessidade de discutir com os estudantes a importância do contexto histórico no desenvolvimento da química como Ciência, bem como os entraves e o caminho trilhado por Dalton nos momentos que antecederam a proposição de sua Teoria, destacando principalmente a sua principal contribuição para a química, que foi determinar a massa dos átomos, pois a partir dessa contribuição, abriu-se o caminho para que outros pesquisadores pudessem dar continuidade as pesquisas envolvendo a constituição da matéria. Salienta-se a importância de desenvolver nos estudantes a capacidade de abordar o conhecimento científico de forma crítica e compreender a complexidade do processo de fazer ciência. Durante a discussão do texto em sala de aula, ressalte com os estudantes *por que e como* Dalton propôs sua teoria atômica, considerando o contexto de seu trabalho. Dalton foi fortemente influenciado pelo newtonianismo do século XVIII e tratou das questões científicas de sua época, como a composição da atmosfera e a diferença entre combinação química e mistura "mecânica" em termos de newtonianismo. A primeira teoria das misturas gasosas de Dalton foi uma elaboração engenhosa do corpuscularismo newtoniano - um paradigma no qual Dalton vinha trabalhando há anos. É importante destacar que Dalton começou com preocupações meteorológicas, propôs um modelo para o comportamento dos gases, e essa linha de pesquisa finalmente o levou à quantificação dos átomos.

Para fomentar e otimizar o debate em sala de aula, sugerimos que apresente a problematização inicial, disponibilizada a seguir, e que posteriormente discuta com os estudantes o texto “REFLEXÕES ACERCA DA TEORIA ATÔMICA DE DALTON”, baseado no trabalho de Lobato (2007), seja trabalhado com os estudantes da seguinte forma:

### **Orientações ao professor!**

#### **Problematização inicial para a turma:**

João é um estudante do 1º ano do ensino médio de uma escola pública de MS, e em uma tarde de sexta-feira reuniu-se com seus colegas para pesquisar e realizar algumas leituras sobre a Teoria Atômica de Dalton, atividade essa que foi orientada pelo seu professor de Química. O professor de Química pediu para que os estudantes iniciassem uma leitura inicial sobre a Teoria Atômica de Dalton, objeto de conhecimento da próxima aula de Química, apontando qual seria

a principal contribuição de Dalton para a Química. João e mais quatro colegas separaram textos, resultados de suas pesquisas e iniciaram a leitura. Durante os estudos em grupo em casa, um dos estudantes afirmou que a principal contribuição de Dalton para a Química foi a proposição do modelo para o átomo, segundo este estudante esta informação está presente em suas apostilas de pré-vestibular e em alguns livros do ensino médio que utiliza para estudar. João não concorda com seu colega apontando que as contribuições de Dalton para a Química vão além do modelo. Além dessa divergência de ideias entre os colegas de turma, outros pontos inquietaram o grupo de estudantes, como exemplo, o que levou Dalton a propor uma Teoria para o átomo? Ou mesmo, de que forma Dalton convenceu seus pares a aceitar a sua Teoria? Como se deu o contexto para a construção da Teoria Atômica de Dalton? Essas são algumas das dúvidas que os estudantes apresentaram desse primeiro contato com o mundo dos átomos. Caros estudantes! Ajudem João e seus amigos a buscarem respostas para os questionamentos apresentados. Para tanto, utilizem o texto disponibilizado “Reflexões acerca da Teoria Atômica de Dalton”.

Espera-se que essa problematização inicial suscite nos estudantes a curiosidade para a busca de novos conhecimentos. Observe que você já ofereceu a ele um conhecimento importante que é a ideia de modelo atômico. Para dinamizar esse primeiro momento da sequência didática sugerimos que:

**Primeira parte da aula:** apresente a problematização inicial a turma e realize um breve debate com os estudantes sobre possíveis respostas para os questionamentos apresentado. Na sequência solicite que os estudantes realizem a leitura do texto (de forma individual) em sala de aula e elaborem no mínimo três questões relacionados ao texto e anotem as dúvidas que surgirem durante a leitura do texto.

**Segunda parte da aula:** momento de debater as questões elaboradas pelos estudantes, de comentar com os estudantes as informações grifadas no texto (são apresentados 15 comentários de partes importantes do texto) e retomar a problematização inicial, contudo, é importante destacar que outros trechos do texto, que não estão grifados, podem ser discutidos com a turma. Caso os estudantes não apresentem questões sobre alguma das partes grifadas no texto, sugere-se que você faça os comentários que julgar pertinentes.

**Fechamento da aula:** solicite que os estudantes confeccionem nuvens de palavras como produto da problematização inicial e da leitura e discussão do texto. E respondam as questões propostas na contextualização inicial.

Para tanto, oriente-os a acessarem o Link 1: <https://wordart.com/nwl5dq0aletg/nuvem-de-palavras>, e criarem suas nuvens com palavras que representem o que aprenderam sobre as contribuições de Dalton para a Química e suas aplicações no cotidiano. Para esta atividade você pode utilizar a sala de informática da escola ou permitir o uso dos celulares dos estudantes para realização da atividade.

A seguir apresentamos a versão do texto para o professor, com grifos, destacando pontos relevantes a serem aprofundados no debate com os estudantes em sala de aula. E com comentários ao lado em relação aos pontos mais importantes do texto.

Acesse o QR Code e disponibilize o texto para os estudantes.

QR Code 1: Texto – Reflexões acerca da Teoria Atômica de Dalton



# TEXTO DE APOIO - REFLEXÕES ACERCA DA TEORIA ATÔMICA DE DALTON

---

## Do que são feitos os objetos?

Atualmente esta pergunta, nos remete a algo simples de responder, pois, com o desenvolvimento da Ciência, Teorias Científicas nos levaram a compreender a composição da matéria. Porém, nem sempre foi assim, algo que hoje pode ser simples de responder, nos séculos passados tornou-se algo extremamente complicado e complexo. Esse questionamento sobre qual a real composição da matéria, perdurava desde os gregos, com Parmênides e Zenão no século V antes de Cristo, que diziam que a matéria deveria ser contínua. Sendo que no final do mesmo século Leucipo trouxe a ideia de “átomos” pela primeira vez. Demócrito também contribuiu, dizendo que “nada é criado do nada e nada é destruído do nada” (FILGUEIRAS, 2004).

Todas essas contribuições, levantaram dúvidas que duraram mais de 2000 anos, pois o conhecimento produzido até o momento levantou ideias sobre a composição da matéria, no entanto, ainda faltava uma teoria com evidências científicas sobre qual seria a composição de tudo que nos cercava. Contudo, em 1808 o Inglês John Dalton, publicou de forma detalhada a sua Teoria Atômica. Enfim, temos uma Teoria Científica, ou seja, uma explicação baseada em evidências sobre a real composição dos objetos, foi apresentada.

Observando o caminho para a construção da Teoria Atômica de Dalton, vemos semelhanças na metodologia de ensino utilizada neste Guia Didático com o processo de construção da Teoria Atômica, pois Dalton partiu de uma situação-problema (ou pelo menos de uma inquietação) que lhe intrigava à época, sendo que um dos questionamentos, estava relacionado com a atmosfera. Afinal de contas, a atmosfera é formada por uma mistura ou combinação?

### Comentário 1

Observe que as explicações para a composição da matéria se restringiam ao conhecimento sem a utilização de evidências científicas, não apresentando um método científico.

### Comentário 2

É importante debater em sala de aula a construção do conhecimento científico, pois geralmente as Teorias e Leis científicas são tentativas de responder algum questionamento proposto ou comportamento relacionado da natureza. Sendo que várias descobertas científicas partiram de outras investigações, com isso trabalhar esse contexto com os estudantes é importante.

Para responder ao questionamento proposto, vamos seguir uma ordem cronológica não linear, apresentando fatos e acontecimentos que levaram Dalton a propor a primeira Teoria Atômica Científica.

John Dalton nasceu em 1766 em Eaglesville (Inglaterra), sendo que aos doze anos começou a lecionar, quando ainda iniciava seus estudos de matemática com o professor Elihu Robinson, que serviu de inspiração para Dalton seguir os caminhos na meteorologia (LOBATO, 2007). Desde cedo demonstrou interesse por essa área, tal que se mudou para Manchester em 1793 devido ao alto índice pluviométrico da cidade a época, fato esse que facilitaria Dalton a obter uma quantidade maior de dados. Publicou seu primeiro livro sobre a atmosfera, o título do livro, “Observações e ensaios meteorológicos”. Esse livro foi resultado de mais de duzentas mil observações registradas no papel por Dalton. Ele tomou medidas diárias do tempo e das condições atmosféricas durante anos. Foi nesse livro que Dalton propôs uma explicação para o fenômeno da Aurora Boreal, baseando-se em cálculos matemáticos e fluídos elásticos, mas o que mais chamou atenção de Dalton, foi estudar e escrever em seu livro, qual a relação entre o vapor de água, os gases presentes na atmosfera e o calor (Ibid, 2007).

### **As primeiras conclusões de Dalton**

Em seu livro Dalton chega a duas conclusões: ele descartou a hipótese de o vapor de água estar combinado quimicamente com os outros gases na atmosfera e ele também considerou que a evaporação e a condensação do vapor de água como sendo fenômenos não relacionados aos efeitos da afinidade química.

### **Dalton Professor?**

Apesar de desenvolver uma Teoria que contribuiu com o avanço da Química, Dalton não foi Químico de formação, havendo controvérsias sobre qual sua formação, muitos historiadores dizem que Dalton apresentava formação em Física e Matemática. O

#### **Comentário 3**

Observe que fenômenos de evaporação e condensação da água foram investigados por Dalton. É importante explicar aos estudantes que os estudos envolvendo as reações químicas, cresceram de forma exponencial. Tanto que atualmente é possível que substâncias já consideradas estáveis reajam com outras substâncias também estáveis, como por exemplo, os aqua complexos. Complexos que apresentam moléculas de água como ligantes. É claro que você não vai explorar a Química de Complexos com a sua turma, porém é importante mostrar que o conhecimento científico é dinâmico e que novos estudos surgem a todo momento.

conhecimento em Química, deu-se devido a Dalton começar a ensinar usando como livro texto o “Elements of Chemistry” de Lavoisier. Dalton além de ensinar Química, lecionava também Física e Matemática, sendo que um de seus alunos particulares, um jovem chamado James Prescott Joule, que posteriormente viria a contribuir com trabalhos relacionados ao calor James Prescott Joule “foi um físico inglês que estabeleceu que as diversas manifestações de energia – mecânica, elétrica e calor – são, na sua essência, a mesma coisa e podem ser transformadas umas nas outras” (RIBEIRO, 2014, p. 1).

### **Interesse de Dalton pela atmosfera e a Primeira Teoria das Misturas Gasosas**

A busca incessante sobre qual a composição da atmosfera e como esses gases se comportavam, levou Dalton a realizar um trabalho intitulado, “Investigação Experimental sobre a proporção de vários gases ou fluídos elásticos que constituem a atmosfera”, trabalho esse que foi apresentado em 1801 a Literary and Philosophical Society of Manchester. Sendo o ápice dessa investigação a proposição da primeira Teoria das Misturas Gasosas, proposta no início do século XIX, o qual Dalton mostrou como os gases se comportavam na atmosfera. Dalton concluiu que a atmosfera é uma mistura de gases e que esses gases não se combinavam para formar um novo gás. Porém, as ideias propostas por Dalton em sua Teoria dos Gases, não foram bem aceitas diante da comunidade científica. Pois, sabia-se experimentalmente que alguns gases se combinavam quando colocados juntos. Em 1801, Dalton leu seu trabalho diante da Literary and Philosophical Society of Manchester, intitulado “Investigação experimental sobre a proporção de vários gases ou fluídos elásticos que constituem a atmosfera”.

#### **Comentário 4**

Olha que bacana esse trecho, pois nele você consegue ver a relação dos pesquisadores da época, geralmente os contextos históricos são apresentados de forma fragmentada e aqui conseguimos elencar três grandes pesquisadores da época, um já consagrado, outro construindo sua história e um jovem estudante de Física.

#### **Comentário 5**

Aqui é importante frisar que todo o trabalho de Dalton foi desenvolvido com base nos estudos dos gases.

## Questionamentos a Teoria das Misturas Gasosas de Dalton

Surge então, um questionamento para Dalton em relação a sua Teoria sobre os gases. **Porque em determinadas condições, a combinação química entre certos gases ocorria de maneira evidente e em outros casos não?**

Em sua Teoria, Dalton apresentou duas explicações para justificar o contato entre os gases: a primeira explicação foi mecânica (influenciada muito pelas leituras que Dalton fez sobre a Mecânica Newtoniana), o qual os gases não se combinariam quimicamente, nesse caso os gases apenas seriam misturados fisicamente. Já a segunda explicação foi Química, o qual se admitia que, no contato entre dois ou mais gases, a combinação química sempre acontecia pela afinidade química entre eles. **Sendo que o próprio Dalton na sua publicação de 1801 sobre a Teoria das Misturas Gasosas, descreveu, os sinais que são evidenciados quando ocorre uma combinação química, (que atualmente conhecemos como reação química), como por exemplo, mudanças de estado físico, de volume, de densidade, de temperatura, de características sensíveis (cheiro e cor) (LOBATO, 2007).**

Teoricamente temos duas explicações plausíveis para o comportamento dos gases. No entanto, mais questionamentos foram propostos a Dalton, como por exemplo, levando em consideração que alguns gases não se combinariam por afinidade química, mas sim apenas se misturavam, conforme a explicação mecânica. Esses gases por apresentarem diferentes densidades, deveriam se arranjar em camadas de acordo com as suas densidades. Porém, de acordo com o Dr. Priestley, químico pneumaticista renomado da época, esses gases não se arranjavam em camadas (Ibid, 2007).

### Químicos Pneumaticistas

**Os Químicos Pneumaticistas foram personagens importantes que antecederam as pesquisas de Dalton. No final do século XVIII, a composição da atmosfera que serviu de base para os estudos de Dalton, já era conhecida graças aos Químicos Pneumaticistas, que**

#### Comentário 6

Como os estudos sobre os gases ainda eram incipientes, apesar dos químicos pneumaticistas já trabalharem com os gases, fato esse que poderá ser observado posteriormente no texto, muitas questões envolvendo os gases ainda não tinham uma explicação plausível baseadas em evidências científicas.

#### Comentário 7

Apesar de defender a explicação mecânica para justificar o contato entre os gases, Dalton nunca negou os sinais que são evidenciados quando ocorre um fenômeno químico.

#### Comentário 8

Apesar de serem considerados importantes para o desenvolvimento da Química, os químicos pneumaticistas são poucos citados quando se trata de discutir a Teoria Atômica de Dalton. Seria interessante utilizar essa temática como atividade extraclasse e solicitar que os estudantes investiguem as contribuições desse grupo de pesquisadores Pneumaticistas, naquele contexto histórico.

foram um grupo de estudiosos que tinha como objeto de estudo os “ares”.

Muitos gases foram descobertos pelas pesquisas desse grupo de pesquisadores, dentre os quais destaca-se o próprio Dr. Priestley, que contribuiu pela descoberta de mais de 10 gases, dos quais cito o gás oxigênio (conhecido à época como “ar desflogisticado”), o gás nitrogênio (conhecido à época como “ar flogisticado”), o cloreto de hidrogênio (conhecido à época como “ar do ácido marinho”).

Joseph Priestley, “religioso e filósofo natural, desenvolveu suas investigações sobre a teoria da eletricidade, a saber, a teoria dos dois fluídos elétricos” (OLIOSI, 2010, p. 6). Outros pneumaticistas como Joseph Black descobridor do dióxido de carbono “ar fixo”, Henry Cavendish descobridor do gás hidrogênio “ar inflamável” entre outros Químicos Pneumaticistas. Joseph Black, “foi um médico e químico escocês, ele descreveu como os carbonatos se tornavam mais alcalinos quando perdem o dióxido de carbono, enquanto que o recolher dióxido de carbono reconverte-os, descobriu também que o gelo absorve calor sem mudar de temperatura enquanto derrete (SICCA;GONÇALVES, 2002, p. 690). Henry Cavendish, “foi um físico e químico franco-britânico, conhecido por ter descoberto o hidrogênio e também por ter medido a densidade da Terra, que ele chamou de “pesando o mundo” na famosa experiência de Cavendish, além de pesquisas em eletricidade e também pelas suas precisões em medições” (WEST, 2014, p. 1).

Retornando a questão que Dalton deveria responder sobre os gases que não se combinavam como por exemplo, o gás oxigênio e o gás nitrogênio que quando em contato, não apresentava nenhuma modificação, deveriam se arranjar em camadas, devido a diferença de densidade, mas isso não ocorria.

## **As hipóteses de Dalton para explicar a difusão dos gases e a influência Newtoniana em seus trabalhos**

De início a pergunta que fica é de que forma os trabalhos de Newton influenciou os trabalhos de Dalton? Bom, na verdade os trabalhos de Newton não influenciaram somente as pesquisas de Dalton, mas sim de toda a Ciência, pois nesse período (século XVIII), a Ciência foi fortemente influenciada pelos trabalhos de Newton e também de Boyle. Esses dois pesquisadores desenvolveram o corpuscularismo, que posteriormente viria a ser chamado de atomismo. Responsável por contribuições na Ciência que mudaram o pensamento científico, Newton contribuiu com a Ciência, com a Matemática, com a Física, sendo uma de suas principais contribuições a Teoria da Gravitação Universal.

Robert Boyle assim como Newton seguiu essa linha mecanicista, porém, voltada para a Química, sendo que ele é considerado a principal figura da Química mecanicista. Boyle foi um dos primeiros na Química a considerar os dados macroscópicos dos experimentos. Boyle acreditava que a matéria fosse constituída das partículas últimas, que segundo ele seriam pequenas, sólidas e fisicamente indivisíveis. As contribuições de Boyle sobre a constituição da matéria, foram muito importantes para a Química, pois pode ser apresentado explicações sobre as transformações da matéria. Seguindo uma linha cronológica do tempo, os trabalhos de Robert Boyle influenciaram diretamente as pesquisas de Isac Newton. Newton assim como Boyle também foi um mecanicista, porém com algumas diferenças.

Newton buscou relacionar os aspectos experimentais com os matemáticos. A mecânica Newtoniana que foi utilizada para explicar o movimento dos planetas, agora foi utilizada para explicar os fenômenos em uma escala microscópica. Newton utilizou o mesmo raciocínio utilizado nas explicações do movimento de corpos de grande massa, para explicar a relação entre as partículas infinitamente menores. Segundo ele, a força que existia entre os planetas, poderia existir entre as partículas. Newton criou um modelo

para as partículas, que posteriormente seria chamado de Modelo Newtoniano de Partículas. Nesse modelo as partículas estariam estáticas, movimentando-se apenas quando algum parâmetro fosse alterado. Com esse modelo Newton já conseguia esboçar uma possível explicação para a diferença dos três estados físicos da matéria, com base apenas na posição relativa das partículas, sendo que elas estariam mais próximas no estado sólido e mais afastadas no estado gasoso. Esse modelo Newtoniano de Partículas viria a servir de base para os estudos de Dalton, no momento em que Dalton viria a realizar os estudos sobre a difusão dos gases.

Para explicar a difusão dos gases Dalton levantou quatro hipóteses (LOBATO, 2007).

A Primeira Hipótese - a primeira hipótese, baseou-se no Sistema Newtoniano de Repulsão de Partículas, porém essa primeira tentativa de explicar a difusão dos gases, foi refutada pelo próprio Dalton, pois baseando-se no Sistema Newtoniano de repulsão, em uma mistura gasosa, as partículas de um deles repeliam aquelas do outro, com a mesma força como as partículas do seu próprio tipo. Logo, as forças se anulariam e o fator predominante para a posição das partículas seria a densidade (Ibid, 2007).

A Segunda Hipótese - a segunda hipótese proposta por Dalton, também se baseou no Sistema Newtoniano de Repulsão de Partículas, porém, a repulsão acontecia com forças maiores ou menores. Essa explicação também acabou sendo abandonada por Dalton, por apresentar as mesmas inconsistências da primeira (Ibid,2007).

A Terceira Hipótese - na terceira hipótese, Dalton tenta unir a explicação para as duas primeiras hipóteses mais o fato de que as partículas de um gás podiam ter afinidade química por aquelas de outro tipo. Essa hipótese apesar de se apresentar mais completa do que as duas anteriores, também falhava, pois, determinados gases não se combinavam. Com isso essa hipótese também foi descartada (Ibid, 2007).

A Quarta Hipótese - já na quarta hipótese, Dalton foi mais audacioso, afirmando que em uma mistura gasosa, as partículas de um gás repeliam apenas as do seu próprio tipo e não possuíam força de atração ou de repulsão em relação ao outro gás. Essa afirmação explicava muito bem em situações em que não ocorria afinidade química entre os gases (Ibid, 2007).

Essa hipótese viria posteriormente a se tornar a “Lei das Pressões Parciais de Dalton e que seria aprimorada por William Henry, tornando-se a Lei de Henry para gases ideais, no qual o mesmo afirma que, todo gás é um vácuo para qualquer outro gás” (MAHAN e MYERS, 1993, p. 27).

#### Comentário 9

Aqui fica evidente a contribuição de Dalton sobre os estudos dos gases, pois Dalton viria a propor a Lei das Pressões Parciais dos Gases, que atualmente vemos como a Lei de Henry.

### **Lei de Dalton das Pressões Parciais**

Em 1801, Dalton formulou uma lei, atualmente conhecida como lei de Dalton das pressões parciais, que estabelece que a pressão total de uma mistura de gases é a soma das pressões que cada gás exerceria se estivesse presente sozinho (CHANG; GOLDSBY, 2013).

William Henry, foi um químico inglês que inventou um processo para preparar óxido de magnésio em 1771, foi um dos fundadores e depois presidente da “Manchester Literary and Philosophical Society (LOBATO, 2007). Ainda em 1801, Dalton publicaria seus Elementos de Gramática Inglesa. Versão elaborada dos símbolos criados por Dalton para os elementos e seus compostos. Posteriormente, esses símbolos seriam publicados com seus respectivos pesos atômicos proposto por Dalton.

### **Críticas a Teoria das Misturas Gasosas de Dalton**

Toda Teoria vem acompanhada de várias críticas da comunidade científica, apesar das mesmas não serem expostas nos livros didáticos ou materiais de ensino de química. E para Dalton não foi diferente, o próprio William Henry fez duras críticas à Teoria das Misturas Gasosas de Dalton, principalmente no que se refere ao

fato dos gases permanecerem, de forma indiferentes aos outros (Ibid, 2007).

Para defender suas ideias propostas na quarta hipótese de sua teoria e para dar uma resposta satisfatória ao Dr. Henry, Dalton realiza experimentos relacionados a solubilidade dos gases na água. E ao realizar os experimentos, Dalton percebe que a solubilidade dos gases varia de acordo com a pressão, inclusive para misturas de gases (Ibid, 2007). Ou seja, numa mistura de gás nitrogênio e oxigênio em água, em um recipiente para 2 unidades de volume. Ao diminuir o espaço útil para 1 unidade de volume, ou seja, duplicando a pressão, as solubilidades tanto do oxigênio, quanto do nitrogênio também duplicariam (Ibid,2007). Esse experimento fez com que William Henry por meio de uma carta, aceite a Teoria das Misturas Gasosas de Dalton (naquela época era comum, os cientistas responderem uns aos outros por meio de carta que publicavam em jornais científicos renomados) (Ibid, 2007). Fica evidente que Dalton se utilizou de explicações mecânicas para justificar o porquê de os gases formarem uma mistura na atmosfera. Porém, uma outra parte da comunidade científica ainda acreditava em explicações baseada na afinidade química.

Apesar de receber várias críticas, Dalton reforça a sua quarta hipótese, utilizando seus trabalhos sobre “Solubilidade dos Gases na Água”. “Dalton concluiu que numa mistura de dois gases, cada um deles agia independentemente” (MAHAN; MYERS, 1993).

### **Teoria da Afinidade Química x Teoria Mecânica**

Outras críticas foram atribuídas a Teoria de Dalton e ao Dr. Henry por declarar publicamente em carta que apoiava as ideias de Dalton, após os experimentos envolvendo a solubilidade dos gases na água, outros pesquisadores vieram a criticar a Teoria dos Gases de Dalton e o apoio de Henry, como por exemplo, Mr. Gough, que fez duras críticas o fato de Dalton apresentar apenas explicações mecânicas para o fenômeno da solubilidade dos gases na água (LOBATO, 2007).

#### **Comentário 10**

As Teorias sempre vêm acompanhada de vários questionamentos e de outras Teorias que confrontam a Teoria em questão. Porém, destaca-se que um cientista nunca trabalha sozinho, isto é, a um grupo de colaboradores desenvolvendo pesquisas subjacentes. Sendo que, estes trabalhos estão alinhados a Teoria principal.

De acordo com Mr. Gough, a relação entre ar e água não se dava de maneira mecânica, mas sim de maneira química. Ele observou por exemplo, que o ar tinha uma afinidade química pela água e que o ar competia com outras substâncias que também tinham afinidade pela água. Logo, fica evidente que Mr. Gough não dava credibilidade as explicações mecânicas de Dalton sobre a solubilidade dos gases na água. Ele acreditava fielmente nas explicações químicas, afinal de contas ele era químico de formação. Mesmo as pontuações de Mr. Gough serem considerações pertinentes, Dalton contornou essa crítica, dizendo que a situação proposta por Mr. Gough, não era igual a situação explicada por Dalton, logo esse debate deu-se por encerrado (Ibid, 2007).

Mr. Gough teceu uma segunda crítica a Teoria das Misturas gasosas de Dalton, esta crítica estava direcionada a forma de propagação do som na atmosfera. Em seus trabalhos sobre a atmosfera, Dalton realizou várias anotações relacionado aos gases, dentre essas estava a velocidade de propagação do som em cada gás. Segundo o próprio Dalton o som se propagava no nitrogênio, no oxigênio, no gás carbônico e no vapor de água nas velocidades de 1000, 930, 804 e 1175 pés por segundo, respectivamente (Ibid, 2007). Logo, segundo Mr. Gough, se a atmosfera fosse uma mistura de gases, sendo cada gás um meio peculiar de propagação do som, ao emitir um som a longa distância, deveria ser percebido várias vezes. Dalton respondeu a crítica, dizendo que talvez os valores teóricos não correspondiam, perfeitamente, ao verificado no experimento (Ibid, 2007).

O embate entre as explicações mecânicas e as explicações químicas sobre o comportamento dos gases na atmosfera chega a seu ápice, quando Mr. Gough é questionado por Dalton, sobre como a Teoria da Afinidade Química, explicaria o fato dos gases absorverem a mesma quantidade de vapor de água, sendo que os diferentes gases deveriam apresentar afinidades químicas distintas. Logo, os dois lados ficam sem uma explicação satisfatória para os dois fenômenos,

levando cada lado se apoiar em fatos que seriam convenientes para cada Teoria (Ibid, 2007).

### **Duelo entre a Química e a Física - Teoria da Afinidade Química x Teoria Mecânica**

Explicações Químicas – defendiam a combinação química entre os gases da atmosfera que agiam de maneira uniforme, como se fosse um único gás. Explicações Mecânicas – defendiam a teoria das misturas dos gases.

Mr. John Gough foi um filósofo naturalista inglês, que desenvolveu suas investigações científicas em história natural, matemática, química e física experimental. Influenciou de forma significativa nomes importantes da ciência como, William Whewell, James Prescott Joule e John Dalton (Ibid, 2007).

### **A genialidade Química de um Físico**

Em 1803 Dalton propõe uma explicação para o fato de os gases absorverem a mesma quantidade de vapor de água. Segundo ele, a explicação não deveria ser pela Teoria da Afinidade Química, mas sim utilizando o conceito de força de vapor, independente do meio (Ibid, 2007). Logo, Dalton consegue explicar o fenômeno utilizando conceitos mecânicos. Porém, um novo questionamento a Dalton viria justamente do fenômeno contrário da relação do vapor de água com os gases. Pois, os gases apresentavam valores de solubilidade diferentes, que foram calculados pelo próprio Dalton, fato esse que favorecia as explicações baseadas na teoria da afinidade química, defendida pelos químicos da época (Ibid, 2007). Pois diferentes gases deveriam apresentar afinidades distintas pela água, com isso os valores de solubilidade deveriam ser diferentes. No entanto, John Dalton, consegue sair dessa situação de forma brilhante, dizendo que a solubilidade, resultava de uma mistura e não de uma combinação química, logo o motivo da mistura deveria ser físico e não químico (Ibid, 2007). E esse fato poderia ser confirmado, quando Dalton em parceria com Henry, realiza experimentos

envolvendo a pressão dos gases e verifica que o aumento da pressão aumentava de forma proporcional a solubilidade, levando em consideração que a pressão é uma variável física, fica evidente que as explicações mecânicas de Dalton, se sobreporiam as explicações químicas (Ibid, 2007).

Dalton explica que no caso do gás misturado a água, não resultar na observação de alguma modificação, as explicações mecânicas conseguem dar uma resposta satisfatória. Destaca-se que no caso do dióxido de nitrogênio em contato com a água, ocorriam mudanças, pois ocorriam combinações químicas para formar o ácido nítrico (Ibid, 2007).

### **Consolidação da Teoria das Misturas Gasosas de Dalton**

A Teoria das Misturas Gasosas de Dalton, consegue se firmar diante da comunidade científica. Após todos esses questionamentos e explicações sobre como os gases se comportavam na atmosfera, Dalton chega a um ponto que lhe intrigava, que foi a diferença de solubilidade dos gases na água (Ibid, 2007).

Destaca-se a importância de um dos trabalhos de Dalton, publicado em 1801, intitulado, “Elementos de Gramática”, o qual Dalton traz uma versão elaborada dos símbolos criados por ele mesmo para os elementos e para os compostos. Posteriormente, esses símbolos seriam publicados com seus respectivos pesos atômicos proposto por Dalton.

Vale ressaltar também, os avanços da Física Clássica à época, nas áreas da Mecânica com Newton (1687), da Óptica com Huygens e Snell (1690 e 1721), da eletrostática com Coulomb (1785), que antecederam aos trabalhos de Dalton e que de forma direta ou indireta influenciaram em suas ideias.

### **Uma nova investigação!**

Aquilo que foi a sua cartada final diante dos químicos, parecia ser o início de uma nova investigação. Pois, qual motivo de os gases apresentarem diferentes solubilidades na água? Como

#### **Comentário 11**

Observe que a Teoria de Dalton proposta à época não foi soberana e, apresentou várias lacunas que posteriormente viriam a ser preenchidas. Porém, há uma questão política por trás da história, os ânimos entre a França e a Grã-Bretanha estavam acirrados, pois existiam várias questões políticas e econômicas entre os dois países. Inclusive na França, a Teoria Atômica era tratada como Hipótese de Dalton. Pois, esperava-se à época que a primeira Teoria Atômica seria proposta por um dos renomados pesquisadores franceses. Logo essas questões podem ser trabalhadas em parceria com o professor de história.

#### **Comentário 12**

Neste parágrafo, são citados alguns cientistas e suas respectivas áreas de pesquisa que influenciaram os trabalhos de Dalton, abrindo possibilidades de abordagens, com isso se possível, é importante explorar esses pontos com os estudantes.

Dalton considerou a solubilidade dos gases na água, um fenômeno físico e não químico, logo a variável ou as variáveis responsáveis, também deveriam ser físicas, como por exemplo o peso das partículas últimas (como o átomo era tratado principalmente por Newton, em seus trabalhos), ou seja, o “peso do átomo”. Dessa vez Dalton estava interessado em explicar o porquê de os gases apresentavam valores de solubilidades diferentes.

Dalton utiliza o trabalho intitulado, “*Experimental Enquiry into the Proportion of Several Gases or Elastic Fluids Constituting the Atmosphere*”, “Investigação experimental sobre a proporção de vários gases ou fluidos elásticos que constituem a atmosfera”. para determinar a massa relativa de gás oxigênio na atmosfera.

### **Os fatores que contribuíram para que John Dalton viesse a propor a sua Teoria Atômica**

Pode-se concluir que quatro fatores contribuíram para que John Dalton viesse a propor a sua Teoria Atômica. O primeiro fator, foi o interesse pela meteorologia. O segundo fator foi a influência de Newton em seus trabalhos. O terceiro, foi o embate com os químicos sobre a solubilidade dos gases na água, sendo que esses diálogos levaram Dalton a realizar uma nova investigação que posteriormente culminaria em sua Teoria Atômica. O quarto fator e talvez um dos principais e mais importante, foi a questão do peso do átomo que seria reforçada posteriormente pelo tamanho dos átomos.

### **De onde surgiu essa ideia de “bola de bilhar”?**

Dalton utilizou cinco bolas de madeira, feitas por Peter Ewart de Manchester para demonstrar sua teoria atômica. Ele fez uso de modelos concretos de bolas e varetas em suas aulas para explicar a teoria atômica. Dalton também usou sua notação para comunicar suas ideias a outros em suas conferências e aulas, visto que foi um ativo palestrante. Sendo que de 1803 a 1835, ele fez palestras todos os anos e, frequentemente, usou as ilustrações para falar da sua teoria (CAMEL, 2010).

#### **Comentário 13**

Dalton foi questionado por inconsistências que as suas explicações apresentavam. Até que Dalton chega a uma conclusão, que as diferenças apresentadas estariam relacionadas ao peso do átomo, ou seja, ele foi afinando com suas possibilidades de explicação para os questionamentos propostos. Talvez os questionamentos que foram propostos a Dalton fossem mais importantes do que as respostas, pois, por meio desses questionamentos, Dalton consegue propor que átomos de fato existem e que eles apresentam pesos e consequentemente tamanhos diferentes. E essa conclusão não é meramente filosófica, com isso fica evidente o viés experimental e científico da Teoria Atômica de Dalton.

#### **Comentário 14**

Esse último trecho do parágrafo é o ponto central da discussão aqui proposta, pois é apresentada uma das principais contribuições de Dalton para a Química, que é propor o peso atômico.

#### **Comentário 15**

Há muito tempo os cientistas propõem modelos para explicar suas Teorias, e estes são amplamente divulgados a toda sociedade. O próprio Linus Pauling em meados do século XX propôs um modelo mnemônico para a compreensão dos níveis de energia, esse modelo foi divulgado em várias apresentações de Pauling e é conhecido atualmente como Diagrama de Linus Pauling.

## **Teoria Atômica de Dalton**

Dalton mostrou que os dados experimentais aproximados de que dispunha eram coerentes com as seguintes hipóteses: átomos indivisíveis existem; átomos de elementos diferentes possuem pesos diferentes; os átomos combinam-se em diversas razões de números inteiros simples para formar compostos (MAHAN e MYERS, 1993).

A formulação da Teoria Atômica de Dalton veio dar legitimidade a uma nova maneira de praticar a Química. As explicações introduzidas por Dalton tiveram um papel inovador e possibilitaram a emergência de um novo paradigma.

Em seu livro Strathern (2002, p.192) diz que “a teoria atômica de Dalton afirmava que todos os elementos consistiam de átomos minúsculos, indestrutíveis. Avançando em relação a Lavoisier, ele sustentou que todas as substâncias compostas eram simples combinações desses átomos. Essa ideia sensacional transformou nossa compreensão da matéria.

## **E as Leis Ponderais?**

Bom você deve estar se perguntando e as leis ponderais da natureza? Não vamos tratar sobre elas? Afinal de contas são leis importantes que acabaram se alinhando a Teoria Atômica de Dalton e mostrando a aplicabilidade da Teoria. A resposta é sim. Vamos discutir brevemente sobre as Leis Ponderais.

As Leis ponderais como tratamos a Lei da Conservação das Massas de Lavoisier, a Lei das Proporções Equivalentes de Richter, a Lei das Proporções Definidas de Proust e a Lei das Proporções Múltiplas do próprio Dalton. Ressalta-se que delimitaremos pontuar de forma breve sobre as Leis Ponderais e não adentraremos nas Leis Volumétricas.

As Leis citadas acima acabaram sendo uma aplicação para a Teoria Atômica de Dalton, colaborando com a difusão da Teoria pelo velho continente, pois, por exemplo, a Lei da Conservação da Massa, demonstrada por Lavoisier, por volta de 1785 foi capaz de

realizar demonstrações acerca da matéria, com isso, Lavoisier conseguiu descobrir e posteriormente mostrar que a quantidade de matéria não muda durante uma reação química. É importante destacar que os trabalhos de Lavoisier rompem de vez com a ideia do flogístico defendida por Stahl.

A Lei das Proporções Definidas de Proust foi proposta por meio de um embate que Dalton já tinha travado lá atrás com a ala dos pesquisadores que defendiam a Teoria da Afinidade Química. A controvérsia Proust/Berthollet iniciou em 1801 e se tornou mais aguda em 1803, quando Berthollet declarou descrença ao trabalho de Proust. Berthollet baseava seus argumentos na Teoria da Afinidade Química, sendo que para Berthollet as substâncias se combinavam essencialmente em proporções indefinidas. Já Proust defendia que, quando duas substâncias se combinam, estas teriam uma afinidade seletiva entre si e sempre se combinariam em proporções constantes para obtenção de um dado produto (VIANA, 2007). Proust viu sua Lei ganhar em reforço e um simpatizante, quando Dalton afirma por volta de 1807, que os resultados de Proust estavam em consonância com a Lei das Proporções Múltiplas de Dalton. É importante destacar que nesse momento a Teoria Atômica de Dalton ecoava pelo mundo científico.

Retomando ao questionamento inicial do texto, “do que são feitos os objetos?”. Elencamos uma fala do “físico quântico do século XX Richard Feynman afirmou que se a raça humana fosse aniquilada e pudesse transmitir uma única sentença de conhecimento científico, ela começaria com as palavras: Todas as coisas são feitas de átomos...” (STRATHERN, 2022, p, 192).

Finalizo esse capítulo com uma fala de Comte, que diz "Não se conhece plenamente uma Ciência enquanto se não conhece a sua História" (Auguste Comte).

## 2º MOMENTO

**Duração da ação:** 1 tempo de 50 minutos

**Metodologia de ensino:** Oriente que os estudantes se organizem em grupos com no máximo 6 integrantes<sup>1</sup>, e que cada estudante seja responsável por uma das funções listadas a seguir:

Função de cada estudante no grupo:

- ✓ 1 estudante – **Líder** – organiza todas as ações do grupo e controla a agenda de possíveis reuniões do grupo;
- ✓ 1 estudante – **Secretário** - sistematiza todas as anotações do grupo;
- ✓ 1 estudante – **Relator** - sintetiza a solução proposta pelo grupo;
- ✓ 1 estudante – **Mediador** - conduz o momento de fala de todos os colegas;
- ✓ 2 estudantes – **Organizador** – organiza todo material pesquisado.

Na sequência o professor deve realizar a leitura da situação-problema (SP) com a turma.

Em seguida entregue aos estudantes a situação-problema (Figura 3a) e peça para que os estudantes realizem a leitura em grupo e anotem suas dúvidas iniciais e possíveis questionamentos (atentar-se para a função de cada estudante no grupo). Após a leitura em grupo o professor deve montar uma roda de conversa e discutir com os estudantes suas ideias, propostas, dúvidas e questionamentos acerca da problemática apresentada. Ao final da roda de conversa, peça para que os estudantes se reúnam de forma organizada nos grupos e discutam todas as informações anotadas no diário de bordo.

### **Orientações ao professor!**

Prezado professor é importante que se tenha atenção aos comentários propostos na sua versão da situação-problema (Figura 3b), destaca-se a necessidade de se realizar uma leitura pausadamente da situação-problema com os estudantes e utilizar os comentários propostos para suscitar neles, novos questionamentos, e colocar a prova suas hipóteses. Sugere-se que os comentários propostos na sua versão da situação-problema sejam utilizados também como

---

<sup>1</sup> Oriente que os estudantes entreguem uma lista contendo o nome e a função atribuída a cada integrante, para que você tenha esse controle e observe como cada estudante está executando o seu papel e contribuindo para solucionar a situação problema. A participação no trabalho em grupo poderá ser um dos elementos para a avaliação dos estudantes.

ponto de partida para mediar a discussão na roda de conversa. O professor deve orientar aos grupos que todas as informações levantadas durante a roda de conversa sejam anotadas (fica como sugestão que os grupos criem um diário de bordo para sistematizar todas as anotações relacionadas a resolução da situação-problema). Na Figura 3 estão apresentadas duas versões da situação-problema, a primeira está disposta na Figura 3a, que se sugere ser apresentada diretamente aos estudantes e; a segunda está disposta na Figura 3b, que contém comentários que podem ser explorados pelo professor durante o debate com os grupos.

Caro Professor, ressalta-se que o segundo momento da sequência didática é um dos mais importantes, pois, envolve a apresentação da situação-problema a ser trabalhada com a turma, e a partir disso, os estudantes são estimulados a levantarem hipóteses, confrontar ideias e no grupo entrar em consenso sobre a proposição da solução para a situação-problema proposta. Para que este momento seja produtivo em termos de aprendizagem é importante que, inicialmente, você organize os grupos, realize a leitura da situação-problema com a turma, esclarecendo dúvidas dos estudantes e promova a roda de conversa para discussão da situação-problema apresentada. Pois o aprendizado está condicionado ao trabalho colaborativo dos estudantes durante todas as etapas da resolução da situação-problema. Vale ressaltar que a situação-problema proposta é uma sugestão, podendo ser adaptada e ajustada, conforme a realidade da sua turma e da sua escola.

As duas versões da situação-problema (SP) estão disponíveis para impressão nos QR Codes abaixo:

QR Code 2: SP versão do estudante (Figura 3a)



QR Code 3: SP versão docente (Figura 3b)



### **Figura 3a:** Situação – Problema

João é um estudante do 1º ano do ensino médio de uma escola pública da cidade de Rio Negro do estado de Mato Grosso do Sul. A principal atividade econômica de Rio Negro é a agropecuária, com ênfase para criação de gado, venda do queijo, do leite e seus derivados. João e os moradores da cidade adoram os queijos produzidos por seu José, proprietário do laticínio Leite Bom. Nos últimos meses, seu José passou a terceirizar a venda dos queijos e do leite.

Porém, há um certo tempo, duas situações passaram a incomodar João. A primeira está relacionada à situação em que se encontra o córrego próximo de sua casa, pois João verificou a presença de peixes mortos, o crescimento exagerado de algas e plantas aquáticas e a presença de grande quantidade de espumas, sendo que chamou atenção de João uma grande quantidade de recipientes de detergentes vazios.

João e seus amigos curiosos observaram a composição química dos detergentes e, dentre os compostos listados no rótulo, um nome incomum chamou-lhes a atenção o Tripolisfosfato de Sódio. De início João e seus amigos se questionaram sobre a causa da morte dos peixes e do crescimento acelerado de algumas plantas aquáticas. Levantaram apontamentos também sobre o que de fato ocorre com as substâncias que são descartados no rio. E a segunda está relacionada a qualidade do leite, pois segundo João o leite ultimamente apresenta aparência e sabor estranho, fato esse que foi observado por outros moradores da comunidade. Este descontentamento de João ficou ainda maior, depois do professor de química ter abordado em aula questões relacionadas às contribuições de Dalton para a química, nessa aula foram abordados as inquietações e os caminhos de Dalton até proposição de uma Teoria para o átomo, desde seu interesse pelo estudo da atmosfera até a proposição de Teorias sofisticadas que antecederam a Teoria Atômica, como as Teorias das Misturas Gasosas. Após essa aula João consegue perceber que Dalton também partiu de uma situação que lhe inquietava e que não tinha uma resposta à época.

Depois da aula, João decide conversar com seu professor de química e expõe toda situação que está ocorrendo em sua comunidade e questiona o professor sobre duas inquietações, a primeira sobre a situação do córrego e a segunda se há uma forma de verificar se o leite está adulterado.

Várias dúvidas e questionamentos surgiram da conversa com o professor. Foi então que seu professor de química propôs a João e seus amigos o seguinte desafio: Com base nas contribuições de Dalton para a Química proponham: 1) uma explicação para a mortalidade dos peixes no córrego, e se há alguma relação com os produtos descartados no córrego; 2) Realizar testes de identificação de adulterantes em amostras de leite e, se constatada a adulteração, crie um plano de ação para: a) explicar aos proprietários que o descarte incorreto de resíduos impacta na qualidade da água e na vida aquática; b) como a adulteração do leite pode prejudicar a saúde dos consumidores.

Caro estudante! Diante disso, te convido a ajudar João e seus amigos a solucionarem o desafio proposto pelo professor de Química, criando um plano de ação para explicar aos

proprietários que o descarte incorreto de resíduos impacta na vida aquática e como a adulteração do leite pode prejudicar a saúde dos consumidores.

Fonte: Os autores

### **Figura 3b:** Situação – Problema comentada

João é um estudante do 1º ano do ensino médio de uma escola pública da cidade de Rio Negro do estado de Mato Grosso do Sul. A principal atividade econômica de Rio Negro é a agropecuária, com ênfase para criação de gado, venda queijo, do leite e seus derivados. João e os moradores da cidade adoram os queijos produzidos por seu José, proprietário do laticínio Leite Bom. Nos últimos meses, seu José passou a terceirizar a venda dos queijos e do leite. Porém, há um certo tempo, duas situações passaram a incomodar João. A primeira está relacionada à situação em que se encontra o córrego próximo de sua casa, pois João verificou a presença de peixes mortos, o crescimento exagerado de algas e plantas aquáticas [...].

#### **Comentário 1**

Observe que em nenhum momento foi citado que o soro está sendo descartado, porém é muito provável que em suas pesquisas, os estudantes associem o crescimento exagerado de plantas e algas ao aumento de matéria orgânica presente no córrego e conseqüentemente indiquem que esse aumento está associado ao descarte do soro no córrego.

[...] e a presença de grande quantidade de espumas, sendo que chamou atenção de João uma grande quantidade de recipientes de detergentes vazios.

#### **Comentário 2**

O detergente é uma das evidências de um possível descarte incorreto desses resíduos no córrego, logo esse momento da situação-problema favorece a proposição de hipóteses acerca da problemática envolvendo o descarte incorreto.

João e seus amigos curiosos observaram a composição química dos detergentes e, dentre os compostos listados no rótulo, um nome incomum chamou-lhes a atenção o Tripolisfosfato de Sódio.

#### **Comentário 3**

O composto mencionado pode ser a ponta do fio para uma investigação, foi colocado o nome de forma intencional, pois com certeza deve chamar a atenção dos estudantes. Pois, ao realizarem suas pesquisas esperasse que eles consigam verificar que esse composto é um sal inorgânico presente em alguns detergentes e que apresentam alto grau de contaminação. Outro ponto que pode ser identificado é que já existe regulamentação para os detergentes que apresentam esse composto, porém ainda há o uso indiscriminado desses detergentes.

De início João e seus amigos se questionaram sobre a causa da morte dos peixes e do crescimento acelerado de algumas plantas aquáticas.

#### **Comentário 4**

Os estudantes provavelmente devem associar a morte dos peixes com a baixa quantidade de oxigênio solubilizado em água e conseqüentemente ao excesso de fósforo em água, proveniente do composto Tripolisfosfato de Sódio presente em alguns detergentes, a mortandade dos peixes apontada na problemática está vinculada ao grande volume de matéria orgânica que se encontra naquele córrego contaminado e que em função disto tem-se pouco oxigênio disponível e, isto, acaba desencadeando a morte dos peixes e de toda a vida aquática presente.

Levantaram apontamentos também sobre o que de fato ocorre com as substâncias que são descartados no rio.

#### **Comentário 5**

Espera-se que um dos desdobramentos das pesquisas dos estudantes e das discussões em grupo seja a preocupação com a questão ambiental envolvida no descarte incorreto dos resíduos e seus impactos na preservação da qualidade da água do córrego.

#### **Comentário 6**

Aqui destaca-se uma relação importante que pode ser trabalhada com os estudantes. Está relacionado as reações químicas, Dalton discutiu sobre “os sinais” de uma reação química, logo os estudantes em suas investigações poderão propor se as substâncias descartadas estão reagindo. Se observar bem, as características apontadas dão indício de que esse córrego está em processo de Eutrofização, ou seja, o córrego está morrendo e geralmente nos processos de Eutrofização há uma mudança na coloração da água do córrego que apresenta uma coloração esverdeada. E caso não estejam reagindo, o que está ocorrendo, que fenômeno é esse? Ressalta-se que não se tinha uma definição clara do que seria um fenômeno físico e fenômeno químico no período em que Dalton propôs suas contribuições para a Química.

E a segunda está relacionada a qualidade do leite, pois segundo João o leite ultimamente apresenta aparência e sabor estranho, fato esse que foi observado por outros moradores da comunidade.

#### **Comentário 7**

Observem que não é algo pontual, a pessoa que está comercializando o leite, está de fato adulterando o produto, em suas investigações os estudantes deverão pesquisar quais análise físico-química pode ser utilizada para verificar a qualidade do leite. Será importante que eles pesquisem sobre alguns conceitos importantes que estão diretamente relacionadas as contribuições de Dalton, sendo elas, densidade, massa, volume, solubilidade, misturas, substâncias.

Este descontentamento de João ficou ainda maior, depois do professor de química ter abordado em aula questões relacionadas às contribuições de Dalton para a química [...]

### **Comentário 8**

Aqui não coloquei as contribuições para que os estudantes busquem por meio de investigação, optou-se pelo problema aberto, pois o mesmo apresenta-se mais desafiador aos estudantes. Verifique que aqui João consegue ver uma associação da aula do professor com os questionamentos em relação a problemática em sua comunidade.

[...] nessa aula foram abordados as inquietações e os caminhos de Dalton até a proposição de uma Teoria para o átomo, desde seu interesse pelo estudo da atmosfera até a proposição de Teorias sofisticadas que antecederam a Teoria Atômica, como as Teorias das Misturas Gasosas. Após essa aula João consegue perceber que Dalton também partiu de uma situação que lhe inquietava e que não tinha uma resposta à época.

### **Comentário 9**

Esse momento da situação-problema busca motivar o estudante, pois eles podem realizar a seguinte reflexão: também sou um cientista, vou resolver essa situação com o que aprendi de química na escola.

Depois da aula, João decide conversar com seu professor de química e expõe toda situação que está ocorrendo em sua comunidade e questiona o professor sobre duas inquietações, a primeira sobre a situação do córrego e a segunda se há uma forma de verificar se o leite está adulterado.

### **Comentário 10**

Outro ponto a se destacar é que nesse ponto a situação-problema suscitou uma reflexão por parte do estudante, pois o contexto da problemática faz parte de sua realidade.

Várias dúvidas e questionamentos surgiram da conversa com o professor. Foi então que seu professor de química propôs a João e seus amigos o seguinte desafio: Com base nas contribuições de Dalton para a Química proponham: 1) uma explicação para a mortalidade dos peixes no córrego, e se há alguma relação com os produtos descartados no córrego; 2) Realizar testes de identificação de adulterantes em amostras de leite e, se constatada a adulteração, crie um plano de ação para: a) explicar aos proprietários que o descarte incorreto

de resíduos impacta na qualidade da água e na vida aquática; b) como a adulteração do leite pode prejudicar a saúde dos consumidores.

Caro estudante! Diante disso, te convido ajudar João e seus amigos a solucionarem o desafio proposto pelo professor de Química, criando um plano de ação para explicar aos proprietários que o descarte incorreto de resíduos impacta na vida aquática e como a adulteração do leite pode prejudicar a saúde dos consumidores.

Fonte: Os autores

### **Orientações ao professor!**

Prezado professor é importante destacar, com relação à situação-problema apresentada, que a mortandade dos peixes apontada na problemática está vinculada ao grande volume de matéria orgânica que se encontra naquele córrego contaminado e que em função disto tem-se pouco oxigênio disponível e, isto, acaba desencadeando a morte dos peixes e de toda a vida aquática presente.

Após a apresentação da situação-problema você poderá dar continuidade a essa aula, realizando uma roda de conversa com a turma e, no debate com os estudantes proponha questionamentos para motivá-los a participarem das discussões. Por exemplo, já que estamos falando de produção de queijos, não podemos deixar de falar da matéria-prima principal para sua produção que é o leite. Logo, você pode questioná-los sobre qual a composição química do leite ou se ocorre alguma reação química no processo de produção do queijo ou ainda quais impactos ambientais o descarte incorreto do soro do leite pode ocasionar, e quais análises necessárias para verificar a fraude do leite. Lembrando que outros questionamentos que julgar necessário podem ser colocados em discussão na roda de conversa.

Para complementar esse momento, sugere-se que os materiais citados abaixo sejam encaminhados aos estudantes como atividade extraclasse para que façam uma leitura.

Link2: <https://drive.google.com/file/d/1gYdn0BW0krK1SKknOuPrS-H0pww7G17Q/view>

Link 3: <https://drive.google.com/file/d/1oONKnwvNt6t3VMqejohZirDzO0t5ApEF/view?usp=sharing>

Link 4: <https://drive.google.com/file/d/1KkMkZcio1st1JUF0QEz6m6IIUtP3vqJe/view?usp=sharing>

### 3º MOMENTO

**Duração da ação:** 2 tempos de 50 minutos

**Metodologia de ensino:** Os estudantes devem elaborar o plano de trabalho<sup>2</sup> para sistematizar as ações de resolução da situação-problema. É importante destacar que os grupos deverão entregar na próxima aula o plano de trabalho ao professor. Para isso utilize como estratégia metodológica a metodologia ativa – ensino híbrido: laboratório rotacional. O laboratório rotacional é definido por Aguiar e Castilho (2019, p.261) “como uma estratégia metodológica, onde os estudantes realizam tarefas em espaços e tempos diferentes, no próprio ambiente escolar. Na sala de aula, realizam as atividades conhecidas como presenciais e no laboratório de informática, executam as tarefas ditas on-line”. Segue o link de um vídeo explicativo apresentando de forma sucinta a execução dessa estratégia metodológica.

Link 5: <https://youtu.be/xBukeTuymrQ>

Oriente que os estudantes se dividam em três grupos (por exemplo se a turma tiver quatro grupos (esses grupos foram divididos no 1º momento) de seis estudantes, a turma será dividida em três grupos de oito estudantes).

Na estratégia didática denominada Laboratório Rotacional, o professor planeja duas atividades complementares, uma com mediação direta em sala de aula e outra com mediação da tecnologia (e, eventualmente, do responsável pela sala de informática<sup>3</sup>). Assim, ainda com toda turma reunida o professor deverá orientá-los a fragmentar a situação-problema em três pontos que serão objeto de investigação dos grupos na sala de informática. O primeiro ponto está relacionado ao descarte dos resíduos advindos da produção do queijo, o segundo refere-se as técnicas de análise qualitativas para verificação da qualidade do leite e o terceiro com o estudo dos principais adulterantes utilizados para fraudar o leite.

Na primeira aula na sala de informática, peça ao grupo 1 que realize uma pesquisa sobre o descarte dos resíduos advindos da produção do queijo, ao grupo 2 que pesquise sobre as técnicas de análises qualitativas para verificação da qualidade do leite e ao grupo 3 que pesquise sobre os principais adulterantes utilizados para fraudar o leite.

---

<sup>2</sup> O Plano de Trabalho é definido por Lopes, Silva Filho e Alves (2019, p.146) “como instrumento de delineamento/organizador do trabalho a ser desenvolvido pelos estudantes para resolver o problema apresentado”.

<sup>3</sup> Atualmente a Rede Estadual de Ensino de MS tem o Professor Coordenador de Práticas Inovadoras (PCPI) que desenvolve ações envolvendo pesquisa, inovação e tecnologia.

Na segunda aula em sala, realize a socialização das pesquisas realizadas pelos grupos. Para isso, peça aos grupos que - lhes apresente os resultados das pesquisas. Essa socialização dos resultados da pesquisa na sala de informática pode ser realizada por meio de uma roda de conversa ou por meio de seminário, logo, fica a seu critério a escolha de qual abordagem considera mais pertinente.

Ao analisar os resultados das pesquisas que foi realizada na sala de informática, atente-se para os grupos, sendo que para o grupo 1 o qual pesquisou sobre o descarte advindos da produção do queijo, destaca-se verificar se os estudantes abordaram sobre o “soro do leite”, principal resíduo da produção do queijo. Para o grupo 2 o qual ficou responsável em pesquisar as análises qualitativas para verificação da qualidade do leite, sendo que destaca-se a importância das análises pelas seguintes fraudes: adição de água, adição de água oxigenada, adição de amido de milho e adição de soda caustica, pois são as análises que serão abordadas posteriormente em aula prática experimental, com isso caso falte alguma dessas análises, sugira ao grupo responsável pela pesquisa, que façam a busca e realizem a leitura. E para o grupo 3 que ficou responsável pela pesquisa sobre os principais adulterantes utilizados para fraudar o leite, verificar quais adulterantes serão citados e se possível realizar um filtro para os adulterantes que serão utilizados em atividade experimental, considerando que há várias substâncias utilizadas para fraudar o leite. Sugere-se que o professor faça outros questionamentos aos grupos como, por exemplo, sobre a composição química do leite; as evidências de uma reação química; a diferença de um fenômeno físico de um fenômeno químico e outros que achar necessário.

Depois de todos os grupos socializarem os resultados das suas pesquisas oriente os grupos para que iniciem a elaboração do plano de trabalho. Sendo que serão colocadas as ideias e sugestões iniciais para a resolução da situação-problema, baseando-se nas discussões realizadas, nas pesquisas desenvolvidas e nas hipóteses levantadas.

### **Orientações ao professor!**

Professor é importante destacar que caso seja necessário você deve revisitar pontos dos comentários da situação-problema que não foram contemplados até o momento nas pesquisas feitas pelos estudantes e nos debates em sala de aula.

Ao final desse momento, levando em consideração as informações coletas, discutidas e pesquisadas, os estudantes deverão apresentar um esboço do plano de trabalho e iniciar a

elaboração de um plano de ação<sup>4</sup> para a resolução da situação-problema. Acesse o modelo de plano de trabalho no QR Code abaixo.

QR Code 4: Plano de Trabalho versão dos estudantes



O Quadro 1 apresenta um exemplo de um Plano de Trabalho, sendo que nesse exemplo já estão apresentadas as ações para cada fato apresentado. No entanto, destaca-se que a coluna ações só estará totalmente preenchida após os estudantes discutirem em grupo e com o professor as informações que julgarem necessárias para a resolução da situação-problema.

---

<sup>4</sup> Segundo Lopes, Silva Filho e Alves (2019, p.148) o Plano de Ação é o conjunto de ações elaboradas a partir do Plano de Trabalho, essas ações são preenchidas pelos grupos na coluna “ação” do plano de trabalho, elaborando as estratégias para coletar informações pertinentes à resolução do problema.

**Quadro 1:** Exemplo de um Plano de Trabalho

<b>Ideias</b>	<b>Fatos</b>	<b>Questões de Aprendizagem</b>	<b>Ação</b>
Buscar trabalhos/artigos sobre a contaminação de rio/córregos por descarte de resíduos advindos da produção de queijo.	O descarte incorreto de resíduos advindos da produção de queijos causa impactos ambientais que podem ser verificados <i>in loco</i> pelos estudantes. O mau cheiro causado por esse descarte e a visita para verificar o local são evidências de possíveis impactos ambientais.	Preciso saber qual a composição do leite. Quais são os principais resíduos da produção de queijo. Os resíduos descartados no rio reagem com a água? Diferenciar um fenômeno químico de um fenômeno físico. Qual a forma correta de descartar os resíduos da produção de queijo? Quais os impactos ambientais no córrego com descarte do soro do leite nos córregos? O que é o soro do leite e qual sua composição? O leite é uma substância ou uma mistura?	Buscar informações em livros, artigos e internet sobre a temática. Realizar experimentos demonstrativos para observar quais evidências de uma reação química.

<p>Realizar leituras sobre as principais técnicas de análises físico-química para verificação da qualidade do leite.</p>	<p>O leite apresenta aspecto estranho. O sabor também está diferente. Algumas amostras de leite “azedaram” ao ferver o leite.</p>	<p>Preciso saber o que é avaliação físico-química. Preciso compreender quais as formas de adulterar o leite. Preciso identificar quais materiais e quais reagentes irei precisar para a parte experimental da investigação.</p>	<p>Realizar experimento de análises para detecção de fraude no leite.</p>
<p>Buscar na literatura outros textos que tratam sobre a contribuição de Dalton para a química.</p>	<p>Artigos que trazem as contribuições de Dalton para à química.</p>	<p>Preciso saber quais as contribuições de Dalton para a química.</p>	<p>Aplicar os conceitos de química para solucionar a situação-problema.</p>

Fonte: Adaptado de Lopes, Silva Filho e Alves (2019, p. 148).

### **Orientações ao professor!**

Caro professor, sugere-se que o preenchimento do plano de trabalho, disponibilizado no QR Code 4, seja feito pelos estudantes com a sua supervisão. Destaca-se que a construção desse plano é importante para que os estudantes registrem *o que já sabem* e *o que devem procurar saber*, pois a partir deste, cada grupo deverá efetivar as ações para que solucionem a situação-problema proposta.

A seguir, abordaremos cada um dos itens solicitados do Quadro 1.

A primeira coluna do quadro denominado “*ideias*” deve ser preenchida pelos estudantes de tal forma que os estudantes forneçam ideias para solucionar o problema. Com isso, cresce a importância dos momentos de debates e discussão acerca da situação-problema, pois a partir dessas conversas devem surgir as ideias dos estudantes para solucionar a situação-problema.

A segunda coluna intitulada “*fatos*” traz consigo a importância dos conhecimentos dos estudantes, em outras palavras resume-se ao que o estudante sabe sobre o problema apresentado e sobre os conceitos de química envolvidos na situação-problema. Professor, fique atento a essa segunda coluna, pois ao receber os planos de trabalho dos grupos, você já observará como está a turma em relação ao problema proposto e aos conceitos de química necessários para solucionar a situação-problema, sendo que caso sinta a necessidade de mediar outros momentos de discussão, poderá fazê-lo.

A terceira coluna denominada “*Questões de Aprendizagem*”, resume-se ao que o estudante precisa saber para conseguir apresentar uma solução plausível para o problema proposto. Destaca-se que o preenchimento dessa coluna necessita de uma intervenção por parte do professor, pois você estará apontando aos grupos a necessidade de realizar outras investigações não apontadas pelo grupo, além daquelas já propostas nas rodas de conversas.

A quarta coluna intitulada “*Ação*”, deve ser preenchida pelos estudantes após o preenchimento das três primeiras colunas descritas acima, pois essas três primeiras colunas configuram como o “*modus operandi*” dos grupos. O preenchimento dessa coluna pode ocorrer durante o processo e ser ajustada conforme necessidade.

## 4º MOMENTO

**Duração da ação:** 3 aulas de 50 minutos

**Metodologia de ensino:** Para este momento da sequência didática sugere-se a utilização de três tempos de 50 minutos. Estes devem ser divididos de tal forma que a primeira aula deverá ser destinada para que o professor leccione uma aula expositiva e dialogada, levando em consideração dois pontos do plano de trabalho (que deverá ser entregue nesta aula, conforme orientações dadas no 3º momento). Sendo o primeiro ponto, os conhecimentos dos estudantes, o qual é evidenciado na segunda coluna do plano de trabalho como “*fatos*” levantados no momento anterior, orienta-se que o professor inicie essa aula expositiva e dialogada solicitando que os estudantes exponham os “*fatos*” listados pelos grupos nos planos de trabalho. Por exemplo, vamos supor que os grupos preencheram na segunda coluna, que já sabem o que são “misturas homogêneas e heterogêneas” e qual é a “composição do ar”, objetos de conhecimentos que até então já deveriam ser aprendidos no ensino fundamental, levando em consideração o Currículo de Referência de MS – ensino fundamental<sup>5</sup> no componente curricular de Ciências. Porém, o fato do grupo mencionar o conhecimento sobre “misturas homogêneas e heterogêneas” e qual é a “composição do ar” no plano de trabalho, não significa que os conceitos foram aprendidos. Por isso, é necessário que o professor investigue se estes conceitos iniciais e necessários para a resolução da situação-problema foram aprendidos.

Com relação ao segundo ponto “*questões de aprendizagem*” levantadas também no momento anterior com a intervenção do professor (ressalta-se a necessidade do professor intervir no preenchimento dessa coluna, pontuando aos grupos as aprendizagens necessárias para a resolução da situação-problema) que consta no plano de trabalho, vamos supor, por exemplo, que os estudantes mencionaram na coluna “*questões de aprendizagem*”, a solubilidade, logo nessa aula o professor deverá retomar este objeto de conhecimento e outros que surgirem.

Destaca-se que os objetos de conhecimentos citados, são apenas exemplos que podem ser mencionados pelos estudantes e, aprofundados pelo professor em sala de aula. Portanto, neste guia optou-se por não fixar quais conteúdos deverão ser retomados, por entendermos que

---

<sup>5</sup> De acordo com o Novo Currículo de Referência de MS – Ensino Fundamental, o objeto de conhecimento “Misturas homogêneas e heterogêneas e composição do ar” estão previstas para serem trabalhadas no 6º ano e 8º ano respectivamente do ensino fundamental no componente curricular de Ciências (CURRÍCULO DE REFERÊNCIA DE MS – ENSINO FUNDAMENTAL, 2020, p. 621).

tais informações devem ser preenchidas de acordo com o contexto e o perfil de aprendizagem de cada turma. Portanto, cabe ao professor definir quais objetos de conhecimento devem ser trabalhados nesse momento.

Já a segunda e a terceira aula deve ser destinadas para a realização de duas atividades experimentais, pelos grupos (manter os mesmos grupos do primeiro momento da sequência didática) sob supervisão e orientação do professor.

O professor deve iniciar a segunda aula, retomando os conceitos de fenômenos físicos e químicos a partir de situações do cotidiano. Na sequência, os estudantes devem ser orientados a executarem o experimento “Indícios de ocorrência de uma reação química”, e registrarem as observações e resultados nos espaços indicados no roteiro. Ao final oriente os grupos para que se reúnam e discutam os resultados do experimento.

A terceira aula desse momento deverá ser destinada a realização da atividade experimental “Investigação de Fraude no leite”, que tem o objetivo de identificar a presença de adulterantes em amostras de leite, o qual será realizada pelos estudantes e orientada pelo professor. O experimento sugerido possibilitará que o estudante identifique alguns dos prováveis adulterantes que podem ser encontrados no leite. Entretanto, fica a critério do professor realizar este experimento ou outro teste fornecido pelos grupos no terceiro momento (pesquisa bibliográfica no laboratório de informática).

Antes da realização do experimento pelos grupos, sugerimos que o professor aborde sucintamente as questões ambientais envolvidas no processo de produção de leite e queijo, bem como, os possíveis malefícios a saúde humana decorrentes da ingestão de leite adulterado.

Finalizada esta etapa de discussão, o professor deve entregar e ler o roteiro da atividade experimental “Investigação de Fraude no leite” com os estudantes e esclarecer as dúvidas. Na sequência, os estudantes devem ser orientados a executarem o experimento e, registrarem as observações e resultados nos espaços indicados no roteiro.

### **Orientações ao professor!**

Caro professor é importante observar que as atividades experimentais, além de objetivar a compreensão dos conteúdos de química e o desenvolvimento de algumas habilidades da área, busca também oferecer subsídios para que os estudantes possam solucionar a situação-problema proposta, além de, possibilitar relações entre os objetos do conhecimento de química e os fenômenos observados experimentalmente. As duas atividades experimentais podem ser realizadas no laboratório da escola ou em sala de aula.

É importante destacar que os roteiros são diferentes, tal que no roteiro dos estudantes são apresentadas caixinhas a frente de cada ação da prática experimental, onde os estudantes poderão ir marcando, conforme for realizando as etapas do experimento, essas caixinhas permitem que os grupos possam ter um maior controle nas ações executadas durante a atividade experimental. No roteiro do professor contido nesse guia essas caixinhas não foram adicionadas. Sendo que são apresentados no roteiro do professor, detalhes sobre a atividade experimental.

Professor! Acesse o Roteiro experimental 1 - “Indícios de ocorrência de uma reação química” (QR Code 5) e Roteiro Experimental 2 - “Investigação de Fraude no leite” (QR Code 6), ambas versões para os estudantes.

QR Code 5: Roteiro experimental 1



QR Co de 6: Roteiro Experimental 2



## **Roteiro experimental 1 - Indícios de ocorrência de uma reação química<sup>6</sup>**

Neste roteiro, destinado ao professor, contém o detalhamento dos procedimentos e observações sobre os fenômenos visualizados em cada etapa do experimento.

Objetivos: identificar indícios de ocorrência de uma reação química.

### Materiais e reagentes

- bicarbonato de sódio ou fermento químico;
- comprimidos de permanganato de potássio;
- água oxigenada 10 volumes;
- cal virgem;
- vinagre comercial;
- 18 tubos de ensaio;
- 05 garrafas PET de 600 mL com tampa;
- 06 pinças;
- 06 espátulas;
- balança.

### Procedimento Experimental

Obs.: Não esqueçam os equipamentos de proteção individual!

Oriente os estudantes que ao realizar cada um dos procedimentos listados a seguir, coloque um visto na caixinha ao lado.

#### Procedimento 1

Enumere 5 frascos plásticos de acordo com a quantidade de tampas de vinagre que foi colocado em cada um: 1, 4, 7, 10 e 13. A seguir foram adaptados balões murchos, de cores diferentes, contendo cada um a mesma quantidade de bicarbonato (utilize como medida uma tampa do frasco). Em seguida vire os balões de tal forma que todo o bicarbonato contido nos balões caia dentro dos frascos plásticos. Observe e anote o que aconteceu com cada balão.

---

<sup>6</sup> Experimento adaptado do vídeo Experimento com Balões, conforme link, [https://www.youtube.com/watch?v=LQHKNX-G\\_cw](https://www.youtube.com/watch?v=LQHKNX-G_cw)

Dados:

Frasco 1: balão vinho

Frasco 4: balão vermelho

Frasco 7: balão amarelo

Frasco 10: balão verde

Frasco 13: balão branco

Responda:

(a) Porque os balões inflaram?

(b) Após adição do bicarbonato nos frascos contendo vinagre, houve um aumento do volume do balão, explique por que isto aconteceu.

(c) Após a adição do bicarbonato nos frascos 10 e 13 contendo vinagre, observou-se que o aumento de volume dos balões foi igual. Proponha uma explicação.

### **Orientações ao professor!**

Professor! Antes de realizar o experimento, sugiro que assista o vídeo com a realização da atividade experimental no Link 6: [https://www.youtube.com/watch?v=LQHKNX-G\\_cw](https://www.youtube.com/watch?v=LQHKNX-G_cw)

#### Procedimento 2

- ✓ Adicione 5 mL de água em um tubo de ensaio;
- ✓ Em seguida adicione 4 g de CaO;
- ✓ Observe e anote se houve alguma mudança.

#### Procedimento 3

- ✓ Adicione 5 mL de uma solução de permanganato de potássio ( $\text{KMnO}_4$ ) em um tubo de ensaio;
- ✓ Em seguida adicione 2 mL de peróxido de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{O}_2$ );
- ✓ Observe e anote se houve alguma mudança.

Com base nas observações realizados do experimento, preencha o quadro abaixo:

**Quadro 2:** Resultados da atividade experimental 1 versão do estudante

<b>Substâncias</b>	<b>Ocorreram mudanças</b>	<b>Qual mudança ocorreu</b>	<b>Observações</b>
Vinagre + Bicarbonato de Sódio	Sim ( ) Não ( )	( ) mudança de cor ( ) liberação de gás ( ) formação de sólido ( ) liberação de luz ( ) liberação ou absorção de energia na forma de calor	
Água + Cal virgem	Sim ( ) Não ( )	( ) mudança de cor ( ) liberação de gás ( ) formação de sólido ( ) liberação de luz ( ) liberação ou absorção de energia na forma de calor	
Solução de permanganato de potássio + água oxigenada	Sim ( ) Não ( )	( ) mudança de cor ( ) liberação de gás ( ) formação de sólido ( ) liberação de luz ( ) liberação ou absorção de energia na forma de calor	
Conclusões:			

Fonte: Os autores

**Quadro 3:** Resultados da atividade experimental 1 versão do professor

<b>Substâncias</b>	<b>Ocorreram mudanças</b>	<b>Qual mudança ocorreu</b>	<b>Observações</b>
Vinagre + Bicarbonato de Sódio	Sim ( x ) Não ( )	( ) mudança de cor ( x ) liberação de gás ( ) formação de sólido ( ) liberação de luz ( ) liberação ou absorção de energia na forma de calor	
Água + Cal virgem	Sim ( x ) Não ( )	( ) mudança de cor ( ) liberação de gás ( ) formação de sólido ( ) liberação de luz ( x ) liberação ou absorção de energia na forma de calor	
Solução de permanganato de potássio + água oxigenada	Sim ( x ) Não ( )	( x ) mudança de cor ( x ) liberação de gás ( x ) formação de sólido ( ) liberação de luz ( ) liberação ou absorção de energia na forma de calor	
Conclusões:			

Fonte: Os autores

Para impressão do quadro 2 (versão do estudante) e do quadro 3 (versão do professor), acesse o QR Code 1 e QR Code 2 abaixo.

QR Code 1: Resultado da atividade experimental (versão do estudante)



QR Code 2: Resultado da atividade experimental (versão do professor)



### **Orientações ao professor!**

Professor, observe que os reagentes e materiais utilizados na atividade experimental são de fácil acesso e que estão presentes no cotidiano do estudante, como por exemplo, o vinagre, o bicarbonato de sódio, o permanganato de potássio, o cal virgem e a água oxigenada, substâncias encontradas em supermercados e farmácias e que podem substituir os reagentes utilizados em um laboratório de química.

Para o primeiro procedimento, o ácido etanóico ( $CH_3COOH$ ), comumente chamado de ácido acético e conhecido popularmente como vinagre é um ácido orgânico, saturado de cadeia aberta e é o principal componente do vinagre. A presença desse ácido faz com que o vinagre tenha como característica o sabor azedo. Outra substância utilizada nessa atividade experimental é o bicarbonato de sódio ( $NaHCO_3$ ) nome comercial dado ao hidrogenocarbonato de sódio, popularmente conhecido como antiácido. O bicarbonato de sódio é um composto inorgânico que se apresenta na forma de sal, o composto apresenta íons em sua constituição formando um composto iônico.

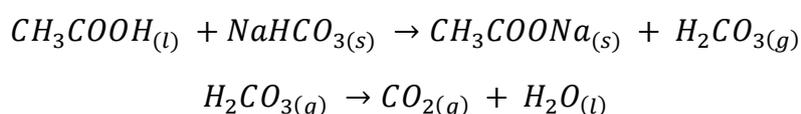
Para que o primeiro procedimento possa ser realizado sem eventuais problemas, atente-se para lacerar os balões, pois isso pode dificultar os balões inflarem. Outro ponto a ser destacado é que os balões devem ser de tamanho grande, pois balões pequenos não inflam bem, e isso pode dificultar a realização da atividade experimental.

Professor, observe que quando o vinagre entra em contato com o bicarbonato de sódio podemos observar a ocorrência de uma reação química com a liberação de gás, pois o ácido

acético reage com o bicarbonato formando acetato de sódio ( $CH_3COONa$ ), dióxido de oxigênio ( $CO_2$ ) e água ( $H_2O$ ), conforme equação química representada na Figura 4. O gás formado é liberado da decomposição do ácido carbônico formado ( $H_2CO_3$ ).

As reações iniciam quando as massas de bicarbonato são despejadas nos frascos, uma a uma. Decorrido certo tempo, nota-se que no frasco 1 (balão vinho) o volume do balão é menor do que os outros, e não se visualiza a presença do vinagre no frasco. No frasco 10 (balão verde) o bicarbonato reagiu completamente com o vinagre e no frasco 13 (balão branco) o volume do balão é igual ao do frasco 10.

**Figura 4:** Equação química da reação entre o ácido acético e bicarbonato de sódio

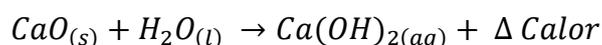


Para o segundo procedimento é utilizado o óxido de cálcio ( $CaO$ ), conhecido popularmente como cal virgem. Esse composto é um sal inorgânico encontrado na forma de um sólido branco. Dentre as várias aplicações desse composto, destaca-se a aplicação na construção civil, pois quando o cal é misturado com água e areia, o resultado é a argamassa, usada na construção para unir tijolos.

### **Orientações ao professor!**

Observe que ao adicionar óxido de cálcio em água o tubo de ensaio deve esquentar porque a reação entre cal virgem e água é reação exotérmica, ou seja, ocorre a liberação de energia. A partir do óxido de cálcio se obtêm o hidróxido de cálcio, conforme equação química ilustrada na Figura 5.

**Figura 5:** Equação química da reação entre o óxido de cálcio e a água

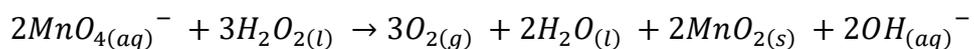


Para o terceiro procedimento experimental é utilizado uma solução de permanganato de potássio ( $KMnO_4$ ), composto iônico sólido que reage com facilidade com grande variedade de compostos orgânicos e inorgânicos. Esse composto em solução aquosa varia de coloração do violeta para o vermelho. Uma de suas aplicações foi na composição química do "flash" de câmeras fotográficas, que registravam fotos em preto e branco.

### **Orientações ao professor!**

Professor, observe que inicialmente a solução de permanganato de potássio tem coloração violeta e que ao adicionar água oxigenada a essa solução, há mudança de coloração e formação de bolhas. Isso ocorre porque o ânion  $MnO_4^-$  reage com ( $H_2O_2$ ). A formação de bolhas ocorre devido a produção de oxigênio, já a mudança na coloração deve-se a formação de Mn (IV) que é marrom. ocorre porque ânion ( $MnO_4$ )<sup>2-</sup> reage com ( $H_2O_2$ ), e há produção de oxigênio e de Mn (IV) que é marrom, conforme equação química ilustrada na Figura 6.

**Figura 6:** Equação química da reação entre a solução de permanganato de potássio e água oxigenada



## Roteiro Experimental 2 – Investigação de fraude no leite<sup>7</sup>

Prezado Professor, ressalta-se que a Teoria Atômica de Dalton foi estruturada a partir dos estudos dos gases, conforme discutido no texto de apoio “REFLEXÕES ACERCA DA TEORIA ATÔMICA DE DALTON” (momento 1 da sequência didática). Entretanto, trabalhar com experimentos envolvendo gases seria muito complexo para os estudantes do ensino médio. Diante disso, para potencializar as relações entre os objetos de conhecimento e os fenômenos observados experimentalmente, propusemos experimentos envolvendo análise de soluções, conforme detalharemos nos procedimentos a seguir.

### Objetivos

Realizar análises físico-química e identificar prováveis adulterações em amostras de leite.

### Materiais e Reagentes

- 15 tubos de ensaio;
- Bastão de vidro;
- 6 estantes para tubos de ensaio;
- 16 béqueres;
- 6 pipetas Pasteur;
- 6 pipetas volumétricas de 10 mL;
- 6 pipetas volumétricas de 100 mL;
- 6 pinças de madeira;
- 1 L de leite do tipo integral;
- Solução de iodo 2 %;
- Solução de iodeto de potássio (KI) 2% (m/v);
- Azul de bromotimol;
- Hidróxido de sódio;
- Água oxigenada (10 volumes);
- Amido;
- Detergente;
- Água destilada;
- Balança



<sup>7</sup> Experimento adaptado do trabalho de Silva *et al.* (2019).

## Procedimento Experimental

O leite a ser analisado representa hipoteticamente o leite fornecido pelo seu José (nome da história fictícia apresentada na situação-problema). As amostras A, B, C e D serão contaminadas previamente pelo professor (o procedimento será detalhado a seguir). Sendo que, a amostra A será contaminada por adição de peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ), a amostra B será contaminada por água ( $H_2O$ ), a amostra C será contaminada por amido e por adição de água ( $H_2O$ ) e a amostra D será contaminada por hidróxido de sódio ( $NaOH$ ).

Para cada amostra deverá ser feito a análise em triplicata (três análises de cada amostra mencionada acima), sendo A1, A2 e A3, sendo que a amostra R será o branco (*leite in natura*) para comparação e assim sucessivamente para as outras amostras. Destaca-se que as análises devem apresentar caráter qualitativo, ou seja, não se tem como objetivo determinar a quantidade da substância adicionada ao leite.

Destaca-se que optou-se por análises em triplicatas para que o estudante sinta-se na posição de um técnico analista em uma simulação de análise de amostras de leite, pois a partir disso pode-se discutir possíveis erros experimentais que podem interferir no resultado observado experimentalmente. Dessa forma pretende-se incentivar o protagonismo do estudante frente ao processo de ensino e aprendizagem.

### *Procedimentos a serem realizados pelo professor antes da aula experimental*

As amostras devem ser preparadas antes do início da aula experimental, sendo que para a realização do experimento o professor deve atentar-se para dois pontos importante. Sendo o primeiro ponto, identificar os béqueres onde estarão as amostras adulteradas e o béquer onde estará a amostra de referência “o branco”, identificando cada béquer da seguinte forma, R, A, B, C e D, sendo R o branco e A, B, C e D as amostras adulteradas.

Para melhor organização dos béqueres que serão distribuídos aos grupos, sugere-se que o professor numere os grupos de 1 a 6 e coloque a seguinte nomenclatura nos béqueres que ficarão sobre a bancada dos grupos, por exemplo, para o Grupo 1 (G1), numere da seguinte forma, G1R, G1A, G1B, G1C e G1D, seguindo essa mesma orientação para os demais grupos.

O segundo ponto que o professor deve observar está relacionado ao volume de leite puro que será utilizado para o preparo da amostra adulterada, o volume das amostras já adulterada e o volume de leite puro para ser o branco, ou seja, a amostra de referência, leite “*in natura*” que será utilizado pelos grupos na atividade experimental. Reserve 500 mL de leite puro para utilizar em toda atividade experimental. Por exemplo, para uma turma com 36 estudantes, o qual estarão divididos em 6 grupos de 6 integrantes, prepare 100 mL de solução

adulterada (que será detalhado abaixo) para a amostra A (esse volume deve ser suficiente para todos os grupos). Em seguida pipete 10 mL da solução adulterada A e transfira para um béquer de 50 mL, refaça esse procedimento para mais 5 béqueres de tal forma que cada grupo tenha uma porção de 10 mL da amostra A. Realize esse mesmo procedimento para as amostras B, C e D. Para o branco, reserve 100 mL da amostra de referência R, pipete 10 mL da amostra (R) e transfira para um béquer de 50 mL. Refaça esse procedimento para mais 5 béqueres. Logo, cada grupo terá em sua bancada 4 béqueres com as amostras adulteradas e 1 béquer com a amostra de referência, com 10 mL em cada béquer.

#### Preparo da amostra R de leite natural puro de referência

- ✓ Reserve 100 mL do leite *in natura*, separe 6 béqueres e pipete para cada béquer 10 mL do leite puro.

#### Preparo da amostra A adulterada por adição de peróxido de hidrogênio

- ✓ Identifique o béquer com a letra A e adicione 80 mL de leite puro e 20 mL de peróxido de hidrogênio.

#### Preparo da amostra B adulterada por água

- ✓ Identifique o béquer com a letra B e adicione 50 mL de água em 50 mL de leite puro.

#### Preparo da amostra C adulterada por adição de água e amido

- ✓ Identifique o béquer com a letra C e adicione 50 mL de água em 30 mL de leite puro;
- ✓ Em seguida adicione 20 mL de uma suspensão de amido em água. Atente-se para que a densidade da solução aproxime-se da densidade do leite natural.  
Preparo de suspensão de amido em água: adicione 4 g de amido comercial em 20 mL de água, mexa a suspensão com um bastão de vidro.

#### Preparo da amostra D adulterada por adição de hidróxido de sódio

- ✓ Identifique o béquer com a letra D e adicione 50 mL de leite puro em 50 mL de uma solução de hidróxido de sódio em água. Para preparar a solução de

hidróxido de sódio e água, adicione, 5 g de hidróxido de sódio em 50 mL de água e misture com o auxílio de um bastão de vidro.

### *Procedimentos experimentais a serem realizados pelos grupos*

No roteiro dos estudantes há uma caixinha para o estudante ir dando o visto conforme for realizando as etapas do procedimento experimental. Com isso oriente os estudantes que ao realizar cada um dos procedimentos listados a seguir, coloque um visto na caixinha ao lado.

Obs.: Não esqueça os equipamentos de proteção individual!

#### **Análise da amostra A**

- ✓ Numere quatro tubos de ensaio (R, A1, A2 e A3);
- ✓ Com o auxílio de uma pipeta volumétrica de 10 mL, adicione 10 mL da amostra de referência no tubo R;
- ✓ Em seguida, adicione 3 gotas de detergente e 3 gotas da solução de KI 2% (m/v) no tubo R e espere cerca de 5 minutos;
- ✓ Se a amostra estiver contaminada por adição de peróxido de hidrogênio será observado um aumento na formação de espuma e borbulhamento. Anote o resultado.
- ✓ Repita esse procedimento para as demais amostras (A1, A2 e A3). Verifique e anote os resultados.

#### **Análise da amostra B**

- ✓ Numere quatro béquer (R, B1, B2 e B3);
- ✓ Pese o béquer vazio R e anote o valor ( $R_1$ );
- ✓ Com o auxílio de uma pipeta volumétrica de 10 mL, adicione 10 mL da amostra de referência no tubo R e pese novamente anotando o valor ( $R_2$ );
- ✓ Repita esse procedimento para as amostras (B1, B2 e B3);
- ✓ Calcule a densidade de cada amostra de acordo com a equação abaixo;

$$d = \frac{\text{massa}}{\text{volume}}, \text{ onde a massa} = P_2 - P_1$$

- ✓ Anote os resultados.

### **Análise da amostra C**

- ✓ Numere quatro tubos de ensaio (R, C1, C2 e C3);
- ✓ Para análise da amostra C, repita os procedimentos para análise da amostra B. Calcule a densidade da amostra C. Caso não consiga identificar a adulteração utilizando o teste pela densidade da amostra, realize o teste com iodo, utilizando o procedimento abaixo.
- ✓ Com auxílio de uma pipeta volumétrica de 10 mL, adicione 10 mL da amostra de referência no tubo R;
- ✓ Em seguida adicione 3 gotas de solução de iodo 2% no tubo R e espere cerca de 5 minutos;
- ✓ Se a amostra estiver contaminada por adição de amido aparecerá uma coloração amarela.
- ✓ Anote o resultado.
- ✓ Repita esse procedimento para as demais amostras (C1, C2 e C3).
- ✓ Anote os resultados.

### **Análise da amostra D**

- ✓ Numere quatro tubos de ensaio (R, D1, D2 e D3);
- ✓ Com auxílio de uma pipeta volumétrica de 10 mL, adicione 10 mL da amostra de referência no tubo R;
- ✓ Em seguida adicione 4 gotas de azul de bromotimol no tubo R e espere cerca de 5 minutos;
- ✓ Se a amostra estiver contaminada por adição de hidróxido de sódio aparecerá uma coloração esverdeada. Caso o resultado seja negativo aparecerá uma coloração amarelada. Anote o resultado;
- ✓ Repita esse procedimento para as demais amostras (D1, D2 e D3). Verifique e anote os resultados.

Os resultados das análises devem ser transferidos para o quadro abaixo. Após análises dos resultados, o grupo deve redigir o laudo e socializar com os demais grupos.

**Quadro 4:** Resultado das análises da atividade experimental 2 - versão do estudante

Testes realizados	Amostras	Resultados		Observações
		Positivo	Negativo	
Adição Peróxido de hidrogênio	A1	( )	( )	
	A2	( )	( )	
	A3	( )	( )	
Adição de água	B1	( )	( )	
	B2	( )	( )	
	B3	( )	( )	
Adição de amido de água	C1	( )	( )	
	C2	( )	( )	
	C3	( )	( )	
Adição de hidróxido de sódio	D1	( )	( )	
	D2	( )	( )	
	D3	( )	( )	
Laudo:				

Fonte: adaptado de Silva *et al.* (2019)

**Quadro 5:** Resultados das análises da atividade experimental 2 – versão do professor

Testes realizados	Amostras	Resultados		Observações
		Positivo	Negativo	
Adição Peróxido de hidrogênio	A1	( x )	( )	
	A2	( x )	( )	
	A3	( x )	( )	
Adição de água	B1	( x )	( )	
	B2	( x )	( )	
	B3	( x )	( )	
Adição de amido e de água	C1	( )	( )	Negativo para o teste envolvendo a densidade e positivo para o teste do iodo.
	C2	( )	( )	
	C3	( )	( )	
Adição de Hidróxido de sódio	D1	( x )	( )	
	D2	( x )	( )	
	D3	( x )	( )	
Laudo:				

Fonte: adaptado de Silva *et al.* (2019)

A amostra A que está adulterada pela adição de peróxido de hidrogênio, realiza-se o teste utilizando solução de iodeto de potássio KI a 2%. O peróxido de hidrogênio na presença de iodeto de potássio age como um catalisador, que se decompõe liberando gás oxigênio. Para melhor verificação da formação de gás, a orientação é adicionar detergente, pois a amostra deverá formar espuma e borbulhará.

Para a amostra B que foi adulterado com a adição de água realizou-se o teste envolvendo a densidade, pois ao adicionar água ao leite a densidade da substância é modificada. Quanto

mais água adicionada ao leite, a densidade tende a se aproximar da densidade da própria água. Logo a análise envolvendo a densidade é apropriada para analisar a fraude por adição de água.

Já para a amostra C o qual foi adicionado água e amido, inicialmente realizou-se o teste envolvendo a densidade, assim como na amostra B, porém, a amostra foi adulterada também pela adição de amido. O amido presente na amostra é adicionado com o intuito de mascarar uma possível adulteração por adição de água, logo a densidade dessa amostra deve-se apresentar um valor muito próximo da densidade real do leite. Com isso, o teste envolvendo a densidade não deve ser suficiente para detectar a fraude. Logo, será necessário realizar o teste com a solução de iodo, sendo que ao adicionar à solução de iodo a amostra adulterada pela adição de amido no leite, logo essa amostra deve apresentar uma coloração azulada ou roxa, enquanto que o leite puro deve apresentar uma coloração amarelada. O amido presente reage com a solução de iodo formando um complexo de coloração azulada puxando para o roxo. Esta reação deve-se a interação entre a amilose e a amilopectina presente no amido com o iodo.

Para a amostra D que está adulterada por adição de hidróxido de sódio mais conhecido como soda caustica. Esse composto químico é adicionado ao leite com o objetivo aumentar o seu prazo de vencimento, pois eles reduzem a acidez do leite, que geralmente ocorre durante o processo de fermentação do leite.

Ao final das análises, após os grupos elaborarem seus laudos, sugere-se que seja realizado um debate com a turma sobre os casos de fraude no leite que ocorreram em 2007, quando a Polícia Federal desarticulou uma quadrilha em MG que adulterava o leite longa-vida adicionando hidróxido de sódio (soda cáustica) e peróxido de hidrogênio (água oxigenada). E em 2013, no Rio Grande do Sul (RS) o Ministério Público (MP-RS) deflagrou a operação Leite Compensado para desarticular um esquema de adulteração de leite, sendo que de acordo com as investigações da Polícia as quadrilhas adicionavam uréia ao leite para aumentar o volume.

Acesse as reportagens sobre os dois casos envolvendo adulteração de leite:

Link7:[https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2011/06/17/interna\\_gerais,234791/policia-federal-faz-operacao-contradulteracao-de-leite-em-minas.shtml](https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2011/06/17/interna_gerais,234791/policia-federal-faz-operacao-contradulteracao-de-leite-em-minas.shtml)

Link8:<https://memoria.ebc.com.br/agenciabrasil/noticia/2013-05-08/operacao-buscaquadrilhaacusada-de-adulterar-leite>

## 5º MOMENTO

**Duração da ação:** 1 aula de 50 minutos

**Metodologia de ensino:** Este é o momento em que grupos devem se reunir e propor uma solução para a situação-problema proposta. Os grupos devem discutir e iniciar a preparação do material que será apresentado a turma com a resolução da situação-problema e com os resultados obtidos de suas investigações. Nesse momento é importante que se faça a associação dos objetos de conhecimentos trabalhados com as contribuições de Dalton para a Química. Para isso os grupos poderão escolher de que forma apresentarão os resultados obtidos, dentre as opções, eles poderão produzir um texto ou apresentação em *PowerPoint* ou cartaz ou infográfico (*Canva*) ou material áudio visual (como pequenos vídeos). Para a realização desta atividade, os estudantes poderão utilizar a sala de tecnologia da escola, o laboratório de Ciências, o laboratório de informática e utilizar seus notebooks, tablets ou celulares.

Nesta aula, o professor deve estar supervisionando as discussões nos grupos, esclarecendo dúvidas, monitorando as ações de cada grupo e o andamento da construção do material que será apresentado a turma. Destaca-se também que os grupos poderão juntamente com o professor realizar algumas possíveis correções do material elaborado.

## 6º MOMENTO

**Duração da ação:** 1 aula de 50 minutos

**Metodologia de ensino:** Neste momento os grupos deverão apresentar uma solução para a situação-problema proposta (sugestão: 10 minutos para apresentação e 5 minutos para comentários).

Durante a apresentação dos grupos, é importante observar se a proposta apresentada contempla os questionamentos que constam na situação-problema. Outro ponto importante que deve ser verificado são quais embasamentos foram utilizados para justificar os argumentos apresentados. Ressalta-se a importância de verificar se as explicações pontuadas pelos grupos foram baseadas nas contribuições de Dalton para a química. Por exemplo, se os estudantes no momento de explicarem sobre a mortandade dos peixes no córrego associaram a questão da

baixa disponibilidade do oxigênio dissolvido na água e se eles conseguiram estabelecer relação com os estudos de Dalton que iniciaram justamente com um fenômeno relacionado a natureza, envolvendo investigação sobre as diferentes solubilidades dos gases na água, como desdobramento temos construção da Teoria Atômica proposta por Dalton.

## 7º MOMENTO

**Duração da ação:** 1 aula de 50 minutos

**Metodologia de ensino:** este momento deve ser destinado ao fechamento da sequência didática, com o esclarecimento das dúvidas, revisão dos assuntos abordados nos momentos anteriores e retomada de conteúdos não aprendidos. Após, sugere-se que seja realizado um debate com os estudantes sobre os questionamentos complementares (abaixo) e posteriormente uma aula expositiva e dialogada abordando os questionamentos sugeridos.



Questionamentos Complementares:

- 1) O oxigênio dissolvido na água dos rios é um fenômeno físico que ocorre na natureza de forma espontânea. De que forma os fenômenos relacionados com a natureza influenciaram Dalton em suas investigações científicas?
- 2) Qual a relação do fenômeno físico da solubilidade dos gases na água com as contribuições de Dalton para a química?
- 3) Dalton em suas investigações, observou que o gás oxigênio e outros gases são solúveis na água, como por exemplo o gás nitrogênio, porém em quantidades distintas. Qual a importância dessas diferenças de solubilidade dos gases na água para a construção da Teoria Atômica de Dalton?

Fonte: Os autores



	<b><u>AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM</u></b>	
--	---	--

A avaliação é parte importante e imprescindível no processo de ensino e aprendizagem, sendo definida por Luckesi, (2011), "como uma atribuição de qualidade, com base em dados relevantes da aprendizagem dos estudantes, para tomada de decisão".

A avaliação da aprendizagem dos estudantes, requer planejamento, diagnóstico, revisão e adequação (LUCKESI, 2011).

Para avaliação da aprendizagem dos estudantes utilizaremos como referencial o capítulo 4 escrito por Melise Camargo do Livro Aprendizagem Baseada em Problemas: Fundamentos para aplicação no Ensino Médio e na Formação de Professores de Lopes, et.al, 2019.

É importante destacar que não há uma fórmula pronta para avaliar os estudantes. O que proporemos a seguir são estratégias que o docente poderá utilizar em suas aulas para avaliar o aprendizado dos estudantes. Considerando uma abordagem construtivista alguns pontos devem ser observados no momento da avaliação. Serão considerados diferentes competências como por exemplo, competências motoras, cognitivas, de equilíbrio emocional, de relação interpessoal e de atuação e inserção social, além da avaliação do próprio professor, considerando as atividades de ensino que foram planejadas e desenvolvidas (CAMARGO, 2019).

A avaliação não deve ser apenas "somativa" (da aprendizagem), mas também "formativa" (para a aprendizagem), ou seja, deve acompanhar o progresso e ser voltada para a aprendizagem dos estudantes. A avaliação é um processo que deve estar relacionado com os objetivos de aprendizagem que devem ser previamente estabelecidos no planejamento das atividades escolares. As intenções de aprendizagem precisam ser compartilhadas com os estudantes antes de iniciar uma atividade ou uma aula.

É necessário ter um novo "olhar" para a relação entre o certo ou errado, considerando o erro como sendo uma oportunidade de aprendizagem e não como um processo de condenação definitiva dos estudantes (CAMARGO, 2019). Definição essa que está alinhada à proposta metodológica adota no material, pois não há uma solução errada para a situação-problema, o que teremos são resoluções apresentadas a partir de diversos pontos de vistas.

Considera-se como características do processo avaliativo: a continuidade, a transparência, a identificação, a reflexão e a regulatória (LUCKESI, 2011). Para avaliar os estudantes a partir da metodologia de ensino proposta no Guia Didático, deverão ser considerados três aspectos distintos com pesos diferentes, mas que estão relacionados entre si. Sendo que são eles, a autoavaliação, ou seja, a avaliação de cada estudante sobre o seu próprio trabalho. A avaliação entre pares, sendo ela a avaliação dos colegas que formam os grupos de trabalho que irão atuar na resolução dos problemas. E a avaliação pelo professor, que deve-se atentar ao domínio dos conteúdos abordados, além de como a metodologia dá muita ênfase na resolução da situação-problema. É importante que o docente realize avaliações de desempenho, considerando algumas competências como por exemplo, as práticas de colaboração, comunicação, do trabalho em equipe, bem como a capacidade para responder, gerenciar e resolver a situação-problema proposta (CAMARGO, 2019).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

---

Construir um material didático de apoio ao Professor sobre as contribuições de Dalton para a Química para turmas do ensino médio foi desafiador, pois a literatura mostra poucos trabalhos com a temática. E propor uma estratégia de ensino que também não é comumente utilizada na educação básica, tornou o trabalho ainda mais desafiador e instigante, pois a proposta foge ao convencional.

De início a proposta pode mostrar-se difícil de se colocar em prática, pois sabe-se de todas as limitações e dificuldade que as escolas da rede pública apresentam, porém ressalta-se que a proposta didática apresentada é uma adaptação da metodologia original que surgiu nos cursos de educação superior.

Outro ponto a ser destacado está relacionado ao Currículo de Referência de Mato Grosso do Sul, pois o Guia Didático apresenta-se como material flexível e dinâmico, podendo ser ajustado para outras temáticas que estão previstas no Currículo, podendo ainda ser um material utilizado em unidades curriculares eletivas ou unidades curriculares de aprofundamento na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. É importante destacar que o material pode ser utilizado com outras abordagens, como por exemplo, a contextualização e a interdisciplinaridade no ensino de química.

Por fim, espera-se que o Produto Educacional contribua com a prática docente e conseqüentemente melhore a aprendizagem dos estudantes da rede pública na educação básica.

## REFERÊNCIAS

---

AGUIAR, Carlos Eduardo Pereira; CASTILHO, Roberto Barbosa de. O Laboratório Rotacional no Ensino Híbrido: do desafio a realidade educacional da era tecnológica. **Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**. Manaus. v. 05, n.11, p. 253-267, jun, 2019.

ANDRADE, Maria Aparecida Bologna Soares de. 2007. **Possibilidades e limites da Aprendizagem Baseada em Problemas no Ensino Médio**. 192 f. Dissertação. (Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista. Bauru, SP, 2007.

BARBOSA, Eduardo Fernandes; MOURA, Dácio Guimaraes de. Metodologias Ativas de Aprendizagem na Educação Profissional e Tecnológica. **Boletim Técnico do SENAC**, Rio de Janeiro, v. 39, n. 2, p. 48 - 67, maio/ago 2013.

BARTOLOMEU, Tatiana de Fátima; SILVA, Helena Zago Soares da; LOZZA, Silvia Luan. Metodologias Ativas: um caminho para inovar as práticas pedagógicas. **Centro Universitário (FAE)**. Núcleo de Pesquisa Acadêmica. 2017.

BERBEL, Neusi Aparecida Navas. A Problematização e a Aprendizagem Baseada em Problemas: diferentes termos ou diferentes caminhos. **INTERFACE – Comunicação, Saúde e Educação**, Botucatu, v. 2, n. 2, p. 139-154, fevereiro 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação; Documento da Área de Ensino. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-CAPES, Brasília, 2013.

CAMARGO, Melise (Org.) Estratégias para Avaliação na Aprendizagem Baseada em Problemas. *In*: LOPES, Renato Matos; SILVA FILHO, Moacelio Veranio; ALVES, Neila Guimaraes. **Aprendizagem Baseada em Problemas: Fundamentos para a aplicação no Ensino Médio e na Formação de Professores**. Rio de Janeiro. Publiki. Cap. 4, p. 117 – 141, 2019.

CAMEL. Tania de Oliveira. **A relevância das teorias da química orgânica na aceitação do conceito de molécula e de uma realidade atômica**. 2010. 348 f. Tese. (Programa de História das Técnicas e Epistemologia), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2010.

CASTRO, Maickelly Backes de; LUFT, Hedi Maria; WEYH, Cênio Back. O Movimento Escolanovista e as Contribuições dos Pioneiros da Educação. XXVII Seminário de Iniciação Científica – Salão do Conhecimento. Unijuí, outubro, 2019.

CAVALHEIRO, Caroline Battistello; TEIVE, Gladys Mary Ghizoni. Movimento Escolanovista – Três Olhares. *In*: Congresso Nacional de Educação – (EDUCERE). Curitiba, Paraná. Brasil, setembro, 2013.

CHANG, Raymond.; GOLDSBY, Kenneth A. **Livro – Química**, 11ª edição. 2013.

CURRÍCULO DE REFERÊNCIA DE MATO GROSSO DO SUL. Mato Grosso do Sul. Ensino Médio. Secretária de Estado de Educação, 2021.

CURRÍCULO DE REFERÊNCIA DE MATO GROSSO DO SUL. Mato Grosso do Sul. Ensino Fundamental. Secretária de Estado de Educação, 2020.

DIESEL, Aline; BALDEZ, Alda Leila Santo.; MARTINS, Silvana Neumann. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. **Revista THEMA**, v. 14, n. 1, p. 268 - 288, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/>

FILGUEIRAS, Carlos Alberto L. Duzentos Anos da Teoria Atômica de Dalton. **Química Nova na Escola**, n. 20, p. 38 – 44, 2004.

FREITAS, Raquel Aparecida Marra da Madeira. Ensino por problemas: uma abordagem para o desenvolvimento do aluno. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 38, n. 2, p. 403-418, abr/jun. 2012.

FREITAS, Amanda Pereira de. **Percepções de Professores de Química do Nível Médio acerca do Ensino por Resolução de Problemas por meio da Divulgação Científica de pesquisas desenvolvidas nesta direção**. 2017. 210 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, 2017.

HUNG, Woei. All PBL Starts Here: The Problem. **Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning**, v. 10, n. 2, 2016.

LIMA, Valéria Vernaschi. Espiral construtivista: uma metodologia ativa de ensino-aprendizagem. **Interface**, Botucatu, v. 21, n. 61, p. 421-34, 2017.

LEITE, Bruno Silva. Tecnologias Digitais e Metodologias Ativas no Ensino de Química: Análise das Publicações por meio do Corpus Latente na Internet. **Revista Internacional de Pesquisa em Didática das Ciências e Matemática (RevIn)**. Itapetininga. v. 1, p. 1-19, 2020.

LOBATO, César de Barros. **Misturas e Combinações Químicas dos Gases: Estudos e Aplicações Atômicas de John Dalton (1766 – 1844)**. 2007. 113 f. Dissertação. Pontífca Universidade Católica de São Paulo, 2007.

LOPES, Renato Matos; SILVA FILHO, Moacelio Veranio; ALVES, Neila Guimaraes. **Aprendizagem Baseada em Problemas: Fundamentos para a aplicação no Ensino Médio e na Formação de Professores**. Rio de Janeiro: publiki, 2019.

LUCKESI, Cipriano Carlos. **Avaliação da aprendizagem componente do ato pedagógico**. São Paulo, Cortez, 2011.

MAHAN, Bruce; MYERS, Rollie J. **Química um curso Universitário**, Ed. Edgard Blücher Ltda, São Paulo, 1993.

OLIOSI, Elisa Cristina. **Os Estudos de Joseph Priestley (1733 – 1804) Sobre a Teoria da Eletricidade**. 2010. 124 f. Tese – Pontífca Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, SP, 2010.

OLIVEIRA, Fernando Vasconcelos de; CANDITO, Vanessa; GUERRA, Leonan.; CHITOLINA, Maria Rosa. Aprendizagem Baseada em Problemas por Meio da Temática Coronavírus: Uma Proposta para o Ensino de Química. Aracaju. **Interfaces Científicas**. v.10, n. 1. p. 110-123, 2020.

PAMPLONA, Renata Silva. A Concepção Pedagógica em Rousseau. **Itinerarius Reflectionis**. v. 2, n. 1. Jan/Jul, 2006. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/rir/article/view/20322>

POZO, Juan Ignacio. (Org). **A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1998.

RANGEL, Felipe Sarmenghi; DELCARRO, Jéssica Silva; OLIVEIRA, Lohan Galvão. **Como se faz? Guia Didático**. Instituto Federal do Espírito Santo IFES. Produto Educacional. Programa em Pós Graduação em Educação em Ciências e Matemática - EDUCIMAT, 2019.

RIBEIRO, Daniel. James Prescott Joule. **Revista de Ciência Elementar**, v. 2, n. 4, p. 1 – 2, 2014.

RIBEIRO, Daniel das Chagas Azevedo; PASSOS, Camila Greff; SALGADO, Tania Denise Miskinis. A Metodologia da Resolução de Problemas no Ensino de Ciências: As Características de um Problema Eficaz. Belo Horizonte. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, 2020.

SICCA, Natalina Aparecida. GONÇALVES, Pedro Wagner. História da Química e da Geologia: Joseph Black e James Hutton como Referências para Educação em Ciências. **Química Nova**, v. 25, n. 4, p. 689 – 695, 2002.

SILVA, Lucas Renan Rocha da; VENTURA, Bruno; ALMEIDA, Mayara Oliveira de; LIMA, Nayane Maria de Amorim; SILVA, Kássia Teixeira da; MAIA, Francisco; SAMPAIO, Samuel Gondim; BEZERRA, Thayllan; GUEDES, Ilde; RIBEIRO, Viviane Gomes Pereira; MAZZETTO, Selma. Fraude no Leite: Experimento Investigativo para o Ensino de Química. **Revista Virtual de Química**. v. 11, n.3, 2019.

SILVA, Sebastião Franco da; NUNEZ, Isauro Beltran. O Ensino por Problemas e Trabalho Experimental dos Estudantes – Reflexões Teórico-Metodológicas. **Química Nova**. v. 25, n. 6b, p. 1197-1203, 2002.

STRATHERN, Paul. **O Sonho de Mendeleiev**: a verdadeira história da química. ed. Jorge Zahar, Rio de Janeiro, 2002.

VALENTE, José Arnaldo; ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini de; GERALDINI, Alexandra Fogli Serpa. Metodologias ativas: das concepções às práticas pedagógicas em distintos níveis de ensino. **Revista Diálogo Educacional**, Paraná, v. 17, n. 52, outubro-dezembro, p. 455-478, 2017.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa**: como ensinar. Trad. Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre. ArtMed. 1998.

WEST, John. Henry Cavendish (1731 – 1810): hydrogen, carbon dioxide, water, and weighing the world. **Perspectives**. v. 307 p. L1 – L6, 2014.

## **MINICURRÍCULOS**

### **Mestrando: Taniel Ferreira da Cruz**

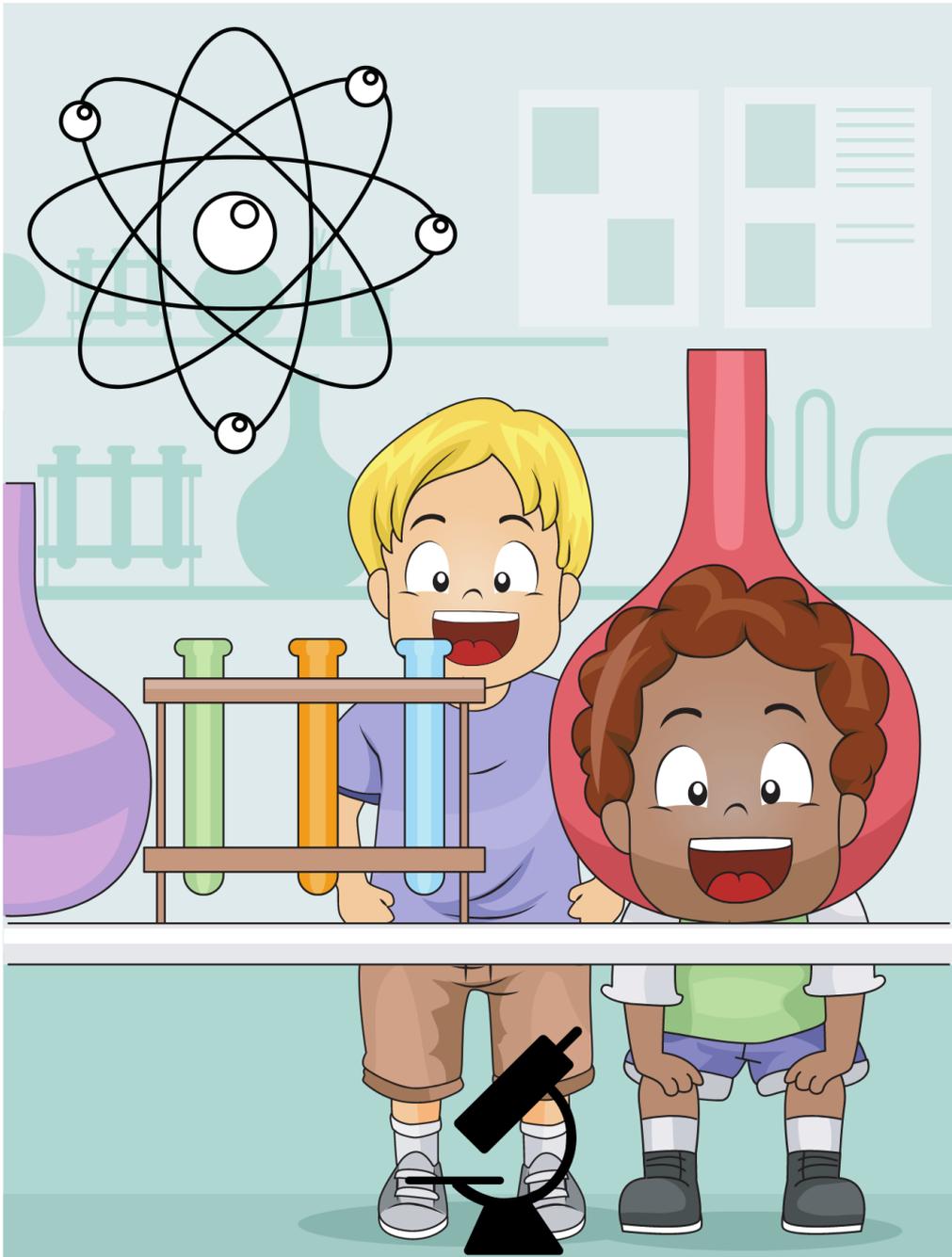
Possui graduação em Licenciatura Plena em Química pelo Instituto Federal de Mato Grosso do Sul campus Coxim, fui estudante de iniciação à docência PIBID-CNPQ por 2 anos. Mestrando em Química pelo Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI) da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Lecionei na escola estadual Leontino Alves de Oliveira em Rio Negro-MS nas disciplinas de Química e Física de (2017 – 2020). Atualmente sou servidor da Secretaria de Estado de Educação como Professor Formador de Ciências da Natureza na Coordenadoria Regional de Educação de Coxim CRE4/SED. Atuo nos seguintes temas: Química dos Compostos de Coordenação, Ensino de Química e Aprendizagem Baseada em Problemas.

### **Orientadora: Daniele Correia**

Doutora em Educação em Ciências – Universidade Federal de Santa Maria/UFSM (2016). Mestre em Química – UFSM (2008). Possui graduação em Química Licenciatura – UFSM (2007). É professora adjunta da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul/UFMS – Instituto de Química - campus Campo Grande desde 2016, trabalhando com diversas disciplinas do curso de Química Licenciatura. Tem experiência na área de ensino de Química, linhas de construção do conhecimento científico e Formação de Professores, atuando principalmente nos seguintes temas: utilização de temáticas no processo de ensino-aprendizagem de Química; metodologias ativas; ensino e pesquisa; leitura e escrita; divulgação científica. É docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências/PPEC e do Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional/PROFQUI, orientadora do subprojeto Química/UFMS do Programa Residência Pedagógica (2020-2022). É líder do grupo GEPEQC (Grupo de Ensino e Pesquisa em Educação em Ciências e Química) INQUI/UFMS.

### **Coorientador: Onofre Salgado Siqueira**

Possui graduação em Química Com Atribuições Tecnológicas pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1979), mestrado em Química - Química Inorgânica pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1987) e doutorado em Química - Química Inorgânica pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1995). Atualmente é professor associado da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Tem experiência nas áreas de Química, com ênfase em Química Inorgânica e Ensino de Química e Ciências. Vem atuando principalmente nos seguintes temas: aproveitamento de recursos minerais de Mato Grosso do Sul (particularmente espongilito e minério de manganês), sínteses de nanomateriais a base sílica e no desenvolvimento de materiais didáticos. Tem atuado como coordenador da área de Química no Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID).



## 5.1 Relações entre o produto Educacional e a Teoria da Experiência de John Dewey

Nesta seção, serão apresentadas as relações entre o Produto Educacional “Dalton e suas contribuições para o ensino de química: uma proposta de guia didático” e a Teoria da Experiência de John Dewey. Para isso, serão destacados trechos do aporte teórico sobre a teoria John Dewey constante nesta dissertação e as relações estabelecidas com o Produto Educacional.

### *Relação entre o princípio da continuidade e o guia didático*

“O princípio da continuidade da experiência é um conceito universal da Teoria da Experiência de Dewey, e pode ser potencializada ou atenuada conforme a qualidade da experiência. Sendo que, se a experiência desperta a curiosidade, a iniciativa e suscita desejos e propósitos que sejam suficientemente intensos para conduzir uma pessoa aonde for preciso no futuro, a continuidade da experiência deverá ser potencializada” (DEWEY, 1952). Conforme trecho retirado da página 29 desta dissertação.

O princípio universal da Teoria da Experiência de Dewey é o princípio da continuidade da experiência ou Continuum Experiencial. O princípio da continuidade pode ser potencializado ou atenuado, conforme a qualidade das experiências vivenciadas pelos estudantes. Estabelecendo relações com o Guia Didático, a experiência está diretamente ligada à situação-problema, ou seja, as atividades didáticas têm como cerne a situação-problema. No material, tem-se uma preocupação com a qualidade da situação-problema, no capítulo 2 do guia didático, na seção "Criando bons problemas". Nesta seção são apresentadas algumas características para criação de bons problemas, pois situações-problemas bem elaboradas devem propiciar boas experiências e, conseqüentemente, um aprendizado adequado.

Ainda sobre o princípio da continuidade, destaca-se a importância do professor com papel fundamental para que as atividades contidas no Guia Didático possam ser aplicadas com êxito. Diante disso, na próxima Figura, são discutidas as relações contidas entre o Guia Didático e a Teoria da Experiência de John Dewey.

### *Relação entre o princípio da continuidade e o papel do professor no Guia Didático*

“Outro ponto importante sob a responsabilidade do professor é que o mesmo deve julgar e avaliar o caminho das experiências, no entanto, é importante alertar que a falta do professor nesse momento (Dewey chama isso de “deslealdade ao princípio”) gera dificuldades na

aplicação da proposta. Essa deslealdade pode manifestar-se de duas formas, sendo que a primeira está relacionada ao fato de o educador desconhecer o seu próprio passado e a segunda ao fato de o professor desconhecer ou ignorar que toda experiência humana é em essência, social, ou seja, necessita de alguns elementos como a simpatia e a compreensão” (Dewey, 1952). Conforme trecho retirado da página 30 desta dissertação.

Na Teoria da Experiência de Dewey é considerado como ponto importante que o professor oriente o caminho das experiências dos estudantes. Isso se refere às orientações do professor aos estudantes durante todo o processo de ensino e aprendizagem. Analisando o Guia Didático, em especial, a sequência didática que é a experiência à qual Dewey se refere, pode-se observar que são apresentadas situações com sugestões de como o professor pode orientar os estudantes. O próprio texto de apoio presente no 1º momento da sequência didática apresenta comentários, que buscam fomentar no docente que ele realize orientações que direcionem os estudantes. A situação-problema comentada presente no 2º momento da sequência didática também é uma estratégia de oferecer ao professor um material com direcionamentos. Com isso, pode-se afirmar que o Produto Educacional se alinha com a Teoria da Experiência de Dewey, oferecendo ao professor subsídios suficientes para que ele possa orientar os estudantes. Diante disso, espera-se que o professor não caia no que Dewey chama de "deslealdade ao princípio".

Por considerar importante o contexto do estudante para aprendizagem em sala de aula, ressalta-se a necessidade de se discutir de que forma o Guia Didático conversa com o aporte teórico. A próxima figura apresenta as relações existentes entre o Guia Didático e o contexto do estudante.

#### *Relação entre o princípio da continuidade e o contexto do estudante*

“Por considerar que toda experiência é social, Dewey ressalta a necessidade de levar em consideração o meio externo ao estudante, pois segundo ele o professor deve além de atentar para os tópicos citados acima, (deve saber como utilizar as condições físicas e sociais do ambiente para delas extrair tudo que possa contribuir para um corpo de experiências saudáveis e válidas)” (DEWEY, 1952). Conforme trecho retirado da página 30 desta dissertação.

Nesse trecho destacado do aporte teórico, Dewey considera que, para uma boa experiência, o professor deve se apropriar de conhecer as condições físicas, históricas, econômicas e ocupacionais da comunidade local e utilizá-las para potencializar o aprendizado dos estudantes. Quando se realiza uma análise do Guia, fica explícita, no material, a utilização de um problema real da comunidade, envolvendo questões de cunho social e econômico. A

situação-problema abrange, pois, um problema real vivenciado em diversas cidades do interior de pequeno porte. Cabe ressaltar que a situação-problema foi elaborada pensando no contexto da cidade elencada na história da situação-problema. Além disso, destaca-se que o problema elencado traz como tema contemporâneo transversal a discussão acerca dos impactos ambientais causados pelo homem. Com isso, observa-se que o Guia Didático está de acordo com o que a Teoria da Experiência considera como fundamental para uma prática pedagógica fundamentada nos conceitos da Teoria de John Dewey.

Além do contexto dos estudantes como elemento fundamental para a aprendizagem, Dewey considera também como elemento essencial para o aprendizado dos estudantes, a aplicação do conteúdo discutido em sala de aula. Logo, na próxima Figura será discutido de que forma que o Guia Didático conversa com o aporte Teórico, quando se refere a uma aplicação dos objetos de conhecimento.

#### *Relação entre o aporte teórico e a aplicação dos objetos de conhecimento*

“Mas na atualidade é muito comum, ouvir de professores com um viés mais tradicional que, se não consegue aplicar os conteúdos, é porque não aprendeu. Essa afirmação é errônea, pois, os estudantes aprenderam a lição, tanto que passaram nos testes e nas provas finais e se formaram no ensino médio. O que acontece na prática é que a lição foi aprendida de forma isolada e sem contexto. Dewey afirma que o estado de segregação em que foi adquirido os fez tão desconexo com o restante da experiência, que ele não se apresenta diante das condições reais da vida. Diante disso, uma educação em que o que foi aprendido não é colocado em prática na sua vida futura, se mostra uma educação frágil e que não prepara de fato o estudante para o futuro” (DEWEY, 1952). Conforme trecho retirado da página 31 desta dissertação.

No trecho acima, observa-se a importância de se aplicarem os objetos de conhecimento ao cotidiano dos estudantes. Nesse sentido, o Guia Didático relaciona-se com o aporte teórico quando identifica que o material direciona os estudantes a aplicar o objeto de conhecimento desenvolvido em sala de aula com questões que façam parte do cotidiano dos estudantes, como exemplo, trabalhar uma situação-problema (fraude do leite) que, geralmente, faz parte do cotidiano de muitas cidades de pequeno porte ou até mesmo trazer a educação ambiental para o contexto da turma, trabalhando impactos ambientais no córrego que corta a cidade são exemplos de como o Guia Didático foi pensado, levando-se em consideração o aporte teórico presente na dissertação.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aceitaram participar da pesquisa dez professores de química de três cidades do Estado de MS (Coxim, Costa Rica e Rio Verde de Mato Grosso) sendo que desses, nove são pós-graduados (quatro mestres e cinco especialistas) e um é licenciado em Química. Os dez participantes responderam ao questionário inicial (QI), no entanto, apenas seis realizaram a avaliação do Produto Educacional e enviaram a devolutiva do questionário final (QF). Assim, serão consideradas as respostas dos seis participantes que responderam ao QI e QF.

Os dados foram analisados e interpretados à luz dos estudos de Marconi e Lakatos (2003), seguindo três etapas, a saber: a seleção, a codificação e a tabulação. Na seleção, são verificadas todas as informações levantadas; na codificação, os dados obtidos nas respostas dos questionários são organizados em categorias; e, em seguida, as informações são tabuladas e analisadas.

### 6.1 Análise e discussão do Questionário Inicial

As categorias foram criadas na elaboração dos questionários, seguindo os objetivos específicos da pesquisa. Logo, a partir da análise das respostas dadas ao questionário inicial, chegou-se a quatro categorias:

- 1) perfil dos professores;
- 2) contribuições de Dalton para o ensino de Química;
- 3) formas de trabalhar as contribuições de Dalton para o ensino de Química;
- 4) materiais didáticos para o ensino das contribuições de Dalton para a Química.

A seguir, os dados são relatados e discutidos de acordo com essas categorias, respeitando a ordem supracitada.

#### *Categoria 1: perfil dos professores (QI)*

Nesta categoria, são apresentadas informações sobre o tempo que o professor leciona na educação básica sobre a instituição em que se formou e sobre sua titulação.

Dos professores participantes, quatro lecionam há, pelo menos, cinco anos, um leciona há oito anos e outro leciona há 15 anos.

Percebe-se que a maioria dos professores leciona há mais de três anos na Educação Básica. Esse cenário pode ser explicado pelo fato de a região sofrer até há pouco tempo com a falta de professores de Química e com a criação dos Institutos Federais no interior, quando, várias lacunas, principalmente, na área da licenciatura foram sanadas. A região norte do estado de MS é um exemplo claro desse fenômeno. Com um curso de Licenciatura em Química, criado há menos de 25 anos, que funciona no Instituto Federal de Mato Grosso do Sul (IFMS), atualmente, a instituição forma professores de Química que suprem parte das demandas das escolas que fazem parte das cidades da região norte do Estado.

Somado a esses dados, o levantamento da origem de formação dos participantes da pesquisa revela que quatro dos professores participantes da pesquisa graduaram-se no Instituto Federal de Mato Grosso do Sul (IFMS), Campus Coxim. O problema com a falta de professores de Química motivou a implantação do curso: “a implantação do Curso Superior de Licenciatura em Química é motivada pela carência de professores de Química para o Ensino Médio na região”<sup>3</sup> (PROJETO PEDAGÓGICO DE CURSO, 2016, p.6).

Com relação à titulação, um professor é graduado e cinco são pós-graduados, sendo que destes, dois são mestres e três são especialistas.

### *Categoria 2: sobre as contribuições de Dalton para o ensino de Química*

Nesta categoria são apresentadas, conforme entendimento dos professores, quais as principais contribuições de Dalton para a Química; de que forma os professores trabalham essas contribuições em sala de aula; os aspectos que eles consideram importantes ao ensinar essas contribuições; e como os professores estão trabalhando ou pensam trabalhar as contribuições de Dalton levando em consideração o Currículo de Referência de MS.

Na Questão 7, os professores foram questionados sobre as contribuições de Dalton para a Química.

Com base nas respostas dos professores, percebe-se que a contribuição do modelo atômico foi citada por dois deles (Professores A e E). O (Professor F) mencionou, como contribuição importante de Dalton para a Química, a Teoria Atômica e destacou as controvérsias em relação à aceitabilidade da teoria atômica de Dalton. A relação dos trabalhos de Dalton com as Leis Ponderais da natureza foi citada pelo (Professor E). Nenhum Professor

---

<sup>3</sup> Disponível em: <https://www.ifms.edu.br/centrais-de-conteudo/documentos-institucionais/projetos-pedagogicos/projetos-pedagogicos-dos-cursos-de-graduacao/projeto-pedagogico-do-curso-superior-licenciatura-quimica-coxim.pdf/view>. Acesso em: 30/11/2022.

mencionou a relação dos trabalhos de Dalton com os gases. Outro ponto importante a se destacar é que apenas o (Professor C) apresenta em sua resposta a compreensão do conceito de massa, (que à época foi tratado com peso atômico), os demais não mencionaram a determinação dos pesos atômicos como umas das contribuições mais relevantes e importantes de Dalton para a Química.

Com isso, pode-se identificar que um participante mencionou a criação do conceito de pesos atômicos relativos.

Pode-se inferir que os participantes citaram algumas contribuições de Dalton para a Química, porém, ainda há certa divergência sobre uma contribuição importante que deveria ser mencionada por todos os professores, que foi a criação do conceito de pesos atômicos relativos e que só foi mencionada por um professor. Esse resultado corrobora o estudo de Porto e Viana (2007), em que os autores questionaram 28 estudantes de graduação em Química sobre a importância dos trabalhos de Dalton para a Química, e nenhum deles mencionou a criação do conceito de pesos atômicos relativos. Segundo os autores, a inserção da ideia de pesos atômicos foi a contribuição mais original de Dalton para a Química moderna. Os autores afirmam ainda que esse conceito à época foi inovador, pois estabelecia relações entre os níveis macroscópico e microscópico da matéria.

Na Questão 8 do QI, solicitou-se que os professores descrevessem como costumam abordar as contribuições de Dalton para a Química em suas aulas.

Ao se analisarem as respostas, é possível identificar que o (Professor D) mencionou o termo modelo atômico em sua resposta que trabalha as principais características do modelo, o (Professor F) realiza uma abordagem que permite ao estudante refletir sobre as hipóteses levantadas por Dalton, conforme pode ser verificado no excerto abaixo.

Sim. Gosto de abordar as hipóteses levantadas por ele, fazendo com que os estudantes reflitam sobre o que ainda hoje é considerado e o que já não é mais considerado (Professor F).

Em contrapartida, o (Professor A) relata que realiza uma abordagem superficial, conforme pode ser evidenciado no excerto abaixo.

Sim. As contribuições são abordadas de forma superficial geralmente englobando aproximadamente metade de uma aula de 50 minutos e são trabalhadas com o método expositivo e dialogado interligado com slides (Professor A).

É importante destacar que, no enunciado da questão, não foi mencionado em nenhum momento o termo modelo atômico, apesar de o modelo também ser uma contribuição importante de Dalton para a Química, um participante mencionou a ideia da representação do modelo como sendo a contribuição mais relevante de Dalton para a Química.

Apesar de somente um participante citar, em suas respostas, como contribuição importante para a Química, o modelo atômico, geralmente, as aulas sobre Dalton são inteiramente voltadas para o modelo representativo. Essa afirmação pode ser evidenciada na seção 3 desta dissertação, onde se realizou um levantamento sobre as metodologias utilizadas nos artigos publicados de 2011 até 2021, sobre a parte da atomística relacionada a Dalton e cinco dos 15 artigos desenvolveram trabalhos voltados para a confecção e a representação do Modelo Atômico de Dalton. Isso pode ser explicado devido a uma “super valorização” dos modelos didáticos que são utilizados no ensino de atomística. Conforme Silva e Catelli (2019, p. 8), “o modelo didático surge como resultado da transposição didática dos modelos científicos os quais tentam representar uma parcela lógica da realidade em estudo, seu papel vai além de representar alguns aspectos dos fatos ou fenômenos em estudo, ele também visa oportunizar um aproximado conhecimento da realidade”, o ensino por modelos mostra-se importante e necessário para a compreensão de atomística, porém, limitar-se a ensinar as contribuições de Dalton para a Química, focando apenas no modelo didatizado e nas analogias, pode-se mostrar pouco efetivo do ponto de vista científico e pedagógico. Para contribuir com a discussão, Camargo, Asquel e Oliveira (2018, p. 198) destacam que “as analogias possuem muitas características positivas no processo de ensino aprendizagem, já que elas podem estabelecer uma relação entre o que é familiar e o que é desconhecido pelos alunos. Contudo, possuem também aspectos limitantes no ensino como as possíveis más interpretações ou generalizações que podem levar a formas equivocadas de raciocínio”.

Ressalta-se que não foi identificada nas respostas a tentativa de contextualização da temática. Apenas a fala do (Professor F) se aproximou de uma abordagem com a História da Química. Nas demais falas, não foi possível identificar uma abordagem voltada para a História da Química. Ainda, preocupa o depoimento dos (Professores A e D) ao explicitarem que trabalham as contribuições de Dalton de forma superficial. Na fala do (Professor A), é possível perceber que a dificuldade está associada ao quantitativo de aulas. Esse problema pode estar ligado diretamente ao fato de as aulas serem divididas por conteúdos, ou seja, uma aula para “x”, duas aulas para conteúdo “y”, esse fato se assemelha a aulas divididas em “caixinhas”, como se os objetos de conhecimento estivessem separados e não interligados entre si, ou seja,

é como se o professor não pudesse disponibilizar quatro ou cinco aulas para tratar sobre Dalton e, ao mesmo tempo, discorrer outros conceitos importantes da Química, como reações química, misturas, substâncias, estado físico da matéria, fenômeno físico e químico, dentre outros.

Essa característica de aulas compartimentalizadas está sendo superada aos poucos com a implantação do Currículo de Referência de MS reestruturado para o Novo Ensino Médio que, ao contrário da versão anterior do currículo, não apresenta a listagem de “conteúdos” previstos por bimestre para cada componente curricular. Assim, o novo currículo de referência apresenta objetos de conhecimento a serem contemplados nas Ciências da Natureza e suas Tecnologias com sugestões de atividades didáticas, buscando desenvolver as habilidades necessárias para a formação integral dos estudantes.

Na questão 9, os participantes da pesquisa foram questionados sobre os aspectos que consideram importantes ao ensinar as contribuições de Dalton para a Química.

Analisando os dados obtidos, apenas um participante mencionou a solubilidade dos gases como aspecto importante (Professor B), conforme pode ser verificado no excerto abaixo.

Lei de conservação das massas, substâncias simples e compostas, misturas e solubilidade de gases (Professor B).

Destaca-se também que um dos participantes mencionou os aspectos filosóficos e históricos do conhecimento químico como aspectos importantes (Professores E). A afirmação do professor pode ser verificada no trecho abaixo.

Históricos e contribuições para ciência (Professor E).

A afirmação apresentada indica a inserção da história da ciência nas aulas de Química por apenas um professor, e essa abordagem é defendida por Callegario *et al.*, (2015), os quais concluem sobre a importância de abordagens históricas no ensino de Química na educação básica, pois, segundo ele, essa abordagem favorece a aprendizagem de conceitos científicos e contribui para uma visão científica mais adequada da Natureza da Ciência.

Ressalta-se que dois participantes da pesquisa (Professores A e D) mencionaram os termos “indivisível”, “indestrutível” e “maciço”, conforme excertos abaixo, como aspectos importantes para ensinar as contribuições de Dalton para a Química.

Alguns aspectos do átomo tais como o átomo é maciço, indestrutível e Indivisível (Professor A).

Considero extremamente importante as características do átomo nesse modelo e posso citar a propriedade de ser esférico, indivisível e maciço, assim como as partículas que são constituídas nesse modelo atômico. Ressalto também a peculiaridade evidenciadas nos seus estudos sobre os elementos químicos de apresentar um único tipo de átomo, sendo que cada átomos de elementos diferentes possuem massas diferentes; As substâncias químicas consideradas compostas são formadas por elementos diferentes e que nessa apresentam proporção fixa de átomos. E nas reações químicas não há destruição de átomos, e sim rearranjo dos mesmos, formando novas substâncias (Professor D).

Logo é importante frisar que a ênfase exagerada aos termos mencionados, (“indivisível”, “indestrutível”, “maciço”) geralmente, resume os trabalhos de Dalton (algo ainda presente em materiais didáticos) e pode induzir o estudante a interpretar, de forma errônea, o processo de construção de uma teoria científica ou de um modelo científico, como se fosse algo proposto do nada, sem contextos que antecedem a todo processo de construção e desenvolvimento de uma teoria científica (MELO; NETO, 2013).

As transformações químicas foram mencionadas por dois participantes (Professores D e F) como aspecto importante para ensinar as contribuições de Dalton para a Química.

O professor (D) afirma que, considero extremamente importante as características do átomo nesse modelo e posso citar a propriedade de ser esférico, indivisível e maciço, assim como as partículas que são constituídas nesse modelo atômico. Ressalto também a peculiaridade evidenciadas nos seus estudos sobre os elementos químicos de apresentar um único tipo de átomo, sendo que cada átomos de elementos diferentes possuem massas diferentes; As substâncias químicas consideradas compostas são formadas por elementos diferentes e que nessa apresentam proporção fixa de átomos. E nas reações químicas não há destruição de átomos, e sim rearranjo dos mesmos, formando novas substâncias.

O professor (F) afirma que, gosta de dizer para os estudantes que a teoria atômica de Dalton, a meu ver é a "grande" teoria (ou paradigma) da química, pois toda transformação da matéria nesse contexto é entendida a partir da quebra e formação de novas ligações entre os átomos constituintes.

Nas afirmações acima, é possível identificar uma preocupação dos professores com relação à abordagem das transformações químicas como aspecto essencial e importante para trabalhar Dalton no ensino médio. As afirmações corroboram as aplicações das contribuições de Dalton para a Química, pois, a partir de seus estudos, foi possível compreender as reações químicas a partir de uma abordagem mais quantitativa.

A Lei da Conservação das Massas foi mencionada pelo (Professor B) como aspecto importante para o ensino das contribuições de Dalton para a Química. O viés experimental da Teoria Atômica de Dalton foi mencionado pelo (Professor F) como aspecto importante ao ensinar as contribuições de Dalton para a Química.

A fala desse professor evidencia que o modelo é um aspecto importante, porém não é o “único”, pois ele destaca a importância da compreensão das transformações à época. Esse relato

se mostra importante, pois, evidencia que as contribuições de Dalton não se limitam apenas a seu modelo de bolas e varetas.

De forma geral, as respostas do QI para a questão 9 indicam que os participantes da pesquisa conseguem elencar os aspectos importantes para ensinar as contribuições de Dalton para a Química, no entanto as respostas apresentaram certa heterogeneidade, ou seja, alguns consideram as transformações químicas como aspecto importante, outros consideram a solubilidade dos gases, já outros consideram as questões filosóficas e históricas como aspectos importantes.

Na questão 10, os professores relataram sobre as formas de se trabalharem as contribuições de Dalton levando em consideração o Currículo de Referência de MS e o Novo Ensino Médio. No geral, os professores afirmam apresentar dificuldades pensando sobre o Novo Ensino Médio e o Currículo de MS, pois utilizam, em média, duas a quatro aulas para trabalhar a temática. Uma resposta chama a atenção, conforme excerto abaixo.

Não vejo uma ligação muito plausível acerca das contribuições de Dalton para os estudantes. Pensando em uma possível solução para isso, uma possibilidade seria tentar uma metodologia ativa que elucide o desenvolvimento histórico das ideias de Dalton, isso pode ser um caminho viável. Porém esbarra no quesito tempo didático ainda é escasso e uma reconstrução de aspectos históricos das contribuições de Dalton demandariam mais tempo e levantaria um outro questionamento não seria necessário elucidar outros episódios históricos para melhorar o aprendizado dos discentes? Certamente desvelar todos os episódios históricos relacionados à construção do conhecimento em Química é inviável mas então como seria uma abordagem especificamente da parte histórica dos conhecimentos químicos sem recair em anedotas e whiggismo tais como é comumente apresentado quando tratados das contribuições de Dalton em livros didáticos? Certamente não é uma tarefa fácil mas é uma reflexão mais do que necessária (Professor A).

Analisando a resposta apresentada é possível identificar que o (Professor A) traz um relato, pontuando que não vê ligação das contribuições de Dalton com os estudantes. Esse professor destaca a necessidade da utilização de uma metodologia ativa que proporcione aos estudantes o desenvolvimento de atividades que trabalhem as ideias de Dalton. Ele considera inviável devido ao tempo de aula de se trabalhar de forma adequada o contexto histórico. No entanto, ele ressalta também a necessidade de uma reflexão por parte dos docentes quanto ao tipo de abordagem apresentada no guia didático.

Após reflexão acerca do relato, pode-se inferir que as aulas estão ainda sendo pensadas de tal forma que o professor está partindo do objeto de conhecimento e não das habilidades a serem desenvolvidas, quando, na verdade, deveria ser o contrário.

### *Categoria 3: sobre as formas de trabalhar as contribuições de Dalton para o ensino de Química*

Nesta categoria são apresentadas contribuições dos professores quanto às metodologias utilizadas em sala de aula; sobre as dificuldades encontradas ao ensinar a temática; sobre a importância que o professor atribui ao ensino vinculada a situações- problemas do cotidiano e como o professor associa as contribuições de Dalton para a Química com o cotidiano dos estudantes.

Na questão 12 do QI, os professores foram questionados sobre a metodologia que utilizam para ensinar as contribuições de Dalton para o ensino de Química. Nas respostas, percebe-se o uso de diferentes metodologias de ensino envolvendo aula expositiva e dialogada citada pelos (Professores A, D e E), aulas envolvendo o uso de recursos tecnológicos citadas pelos (Professores B e D). Destaca-se que, apenas o (Professor F) indicou que trabalha as contribuições de Dalton a partir do contexto histórico da Química, como pode ser evidenciado em sua fala:

Gosto de trabalhar a teoria atômica de Dalton a partir do contexto histórico, demonstrando a importância dos trabalhos desenvolvidos no final do século XVIII (principalmente por A. L. Lavoisier). Além disso, gosto de traçar algumas diferenças da teoria de Dalton (embasada experimentalmente) daquela desenvolvida pelos materialistas gregos (exercício intelectual) (Professor F).

O relato do professor no excerto acima está em consonância com alguns autores que defendem uma abordagem utilizando o contexto histórico. Dentre esses, destaca-se o trabalho de Oki e Moradillo (2008) que afirmam a importância de se trabalhar a História da Química, pois, a partir dessa abordagem, os estudantes conseguem compreender a natureza da ciência e adquirem concepções menos simplistas sobre a ciência. Corroborando a discussão, Pires, *et al.*, (2010), em suas investigações, afirmam que alguns livros trazem os fatos histórico-científicos como se fosse simplesmente para ocupar páginas, não oferecendo aos estudantes a possibilidade de uma reflexão acerca do trabalho do cientista.

É importante destacar que a abordagem inserindo elementos da história da ciência não deve substituir o ensino regular das ciências na educação básica, no entanto o contexto histórico deve complementar o ensino de Ciências. Nesse sentido, Martins (2006, p. 1) afirma que,

O estudo adequado de alguns episódios históricos permite compreender as interações entre ciência, tecnologia e sociedade, mostrando que a ciência não é uma coisa isolada de todas as outras, mas sim faz parte de um desenvolvimento histórico, de uma cultura, de um mundo humano, sofrendo influências e influenciando por sua vez muitos aspectos da sociedade (MARTINS, 2006, p. 1).

Com relação à questão 13 do QI, os professores foram questionados sobre as principais dificuldades encontradas para ensinar as contribuições de Dalton para a Química.

Para facilitar a análise, dividiram-se as falas dos professores em duas subcategorias, a saber: dificuldades estruturais e dificuldades de ensino.

Como dificuldade estrutural, foi citada a falta de equipamento tecnológico (Professor B).

As dificuldades de ensino pontuadas foram as dificuldades de contextualização (Professor A) e de experimentação que relacionem os níveis macro e microscópicos (Professor A), as dificuldades de interpretação por parte dos estudantes (Professor C), o mau uso das analogias (Professor E), e a dificuldade de apresentar a temática de forma lúdica (Professor D).

Destaca-se a preocupação dos professores com a forma de ensinar o modelo atômico de Dalton, conforme excertos a seguir:

Apresentar de forma lúdica as características desse modelo. (Professor D)

As más analogias utilizadas e divulgadas (bola de bilhar). (Professor E)

Esse conteúdo é considerado por muitos estudantes como "abstrato". Afinal, não vemos essas partículas ínfimas da matéria mas se fala muito delas. (Professor F)

O (Professor E) cita as dificuldades relacionadas ao mau uso das analogias, que são amplamente divulgadas. Nesse sentido, Melo e Neto (2013) destacam que o uso de analogias de forma incorreta pode levar o estudante a compreender de forma equivocada e interpretar o processo de construção de uma teoria científica ou de um modelo científico, como se fosse algo proposto do nada, sem contextos, que antecedem o processo de construção e o desenvolvimento de uma teoria científica.

Por outro lado, o (Professor D) destaca a dificuldade relacionada ao “comprometimento dos estudantes na busca do conhecimento através da pesquisa”. Como forma de minimizar a dificuldade apontada pelo (Professor D), ressalta-se o potencial de ensinar Química partindo de um problema real ou fictício, nesta direção, a metodologia Aprendizagem Baseada em Problemas tem como pressupostos o estudante ativo e protagonista que busca resolver uma situação problema e que constrói seu conhecimento em parceria com seu professor, durante o processo da resolução do problema proposto (LOPES; SILVA FILHO; ALVES, 2019).

Na questão 14 do QI, os professores foram questionados sobre a importância de ensinar as contribuições de Dalton vinculadas a situações-problema reais do cotidiano. Todos os participantes responderam que consideram “importante ou muito importante” ensinar o objeto

de conhecimento proposto vinculados a situações-problema reais do cotidiano. Nesse sentido, Klein (2013, p.288) ressalta que os recentes documentos orientadores da educação nacional vêm enfatizando a importância de metodologias problematizadoras e centradas em processos de aprendizagem.

Na questão 15 do QI, indagou-se sobre como os professores realizam a associação entre as contribuições de Dalton para a Química e o cotidiano dos estudantes.

Analisando as respostas obtidas, pode-se evidenciar que nenhum professor mencionou utilizar a resolução de problemas como uma forma de realizar a associação do objeto de conhecimento com o cotidiano dos estudantes.

Isso demonstra que a metodologia da ABP é pouco utilizada pelos professores para ensinar esse objeto de conhecimento. No entanto, outras formas de associar o objeto de conhecimento com o cotidiano foram mencionadas, como exemplo, a discussão dos elementos químicos e as especificidades das substâncias químicas presentes no cotidiano dos estudantes que foram ressaltadas pelo professor A. As transformações químicas foram mencionadas pelos (Professores B e F) como forma de associar as contribuições de Dalton para a Química com o cotidiano dos estudantes. As falas dos professores podem ser verificadas nos excertos a seguir:

Na discussão de elementos químicos e substâncias químicas (Professor A).

A existência da partícula da matéria; reações químicas que ocorrem no dia a dia (Professor B).

Todas as transformações ocorridas no cotidiano que são seguidas de alterações captadas por nossos sentidos podem ser explicadas a partir da química a qual está estruturada na teoria atômica retomada de forma contundente por J. Dalton no início do século XIX (Professor F).

Pode-se evidenciar no “não dito” do (Professor E) que a associação entre as contribuições de Dalton para a Química e o cotidiano dos estudantes não é algo concretizado em sala de aula.

*Categoria 4: sobre os materiais didáticos para o ensino das contribuições de Dalton para a Química.*

Nesta categoria, são apresentadas as respostas dos professores para as questões 16, 17 e 18, por meio das quais se buscou dos professores conhecer quais materiais didáticos utilizam para ensinar as contribuições de Dalton para a Química; se eles consideram suficientes os materiais existentes; e se gostariam de ter acesso a um produto educacional que abordasse as contribuições de Dalton para a Química de forma diferenciada.

Na questão 16 do QI, os professores foram questionados sobre os materiais didáticos que costumam utilizar para ensinar as contribuições de Dalton para a Química. Os materiais citados pelos docentes foram a utilização de livros e/ou livro didático dois (Professores A e F), modelos didáticos com materiais alternativos e/ou tridimensionais (três professores, C, E e F) e *sites* (um professor, A).

As respostas indicam que os materiais utilizados pela maioria dos professores são voltados a trabalhar a contribuição de Dalton com ênfase no modelo representacional para o átomo, sendo que essa afirmação está de acordo com algumas pesquisas da literatura.

“O conteúdo curricular de modelos atômicos é abordado normalmente no ensino médio a partir de diversas representações do átomo e os pensadores desses modelos” (CAMARGO, 2018, p. 199).

Essa visão de se trabalharem os modelos atômicos com ênfase na representação do átomo esteve presente nos livros didáticos. E, conseqüentemente, levou à perda da significação das disciplinas científicas, que não podem se resumir a uma página do livro didático, com conceitos importantes e relevantes sendo apresentados como um “*flash*”, de forma descontextualizada (RODRIGUES, 2012).

Ressalta-se que o resultado do ensino do modelo atômico de Dalton é dar ênfase maior ao ensino voltado ao modelo representacional para o átomo corrobora as respostas dadas pelos professores às questões 8 e 13 do questionário inicial (QI).

Na questão 17 do QI, perguntou-se aos professores se os materiais didáticos disponíveis, em meios digital e impresso, para o ensino das contribuições de Dalton para a Química (livros didáticos, apostilas, guias, artigos, etc.) são suficientes. A maioria dos professores (cinco) afirmou que conhecem poucos materiais e/ou julgam serem insuficientes.

Já, na questão 18 do QI, perguntou-se aos professores se eles gostariam de ter acesso a um produto educacional que abordasse as contribuições de Dalton para a Química de forma diferenciada e integrada às novas tendências para o ensino de Química. Todos os professores afirmaram que gostariam de ter acesso ao produto educacional.

É importante destacar que os relatos dos docentes, em suas respostas, sinalizam que a maior contribuição de Dalton, abordada em sala de aula, se restringe ao modelo representacional para o átomo.

## 6.2 Análise e discussão do Questionário Final (QF)

A seguir será apresentada a análise da avaliação do produto educacional realizada pelos participantes da pesquisa.

As categorias foram criadas na elaboração dos questionários, seguindo os objetivos específicos da pesquisa. Logo, a partir da análise das respostas dadas ao questionário final, chegou-se às quatro categorias:

- a) considerações sobre os capítulos estruturantes do guia didático;
- b) considerações sobre as estratégias metodológicas utilizadas no guia didático;
- c) potencialidades e limitações do guia didático;
- d) sugestões para aprimoramento do guia;

A seguir, os dados são relatados e discutidos de acordo com essas categorias, respeitando a ordem supracitada.

### *Categoria 1 - considerações sobre os capítulos estruturantes do guia didático*

Na Questão 1 do QF, os professores avaliaram se no capítulo 1 do produto educacional são introduzidas as origens das metodologias ativas com intuito de situar o professor acerca dos fundamentos teóricos que nortearam a construção do guia didático. Dos seis professores, apenas um deles fez sugestões para o capítulo 1 como pode ser evidenciado na resposta do professor A:

É importante acrescentar também a discussão epistemológica das metodologias ativas e que elas nasceram no âmbito do círculo empresarial e que, portanto, está a serviço da manutenção do status vigente de sociedade propagado pelas desigualdades sociais por uma Educação acrítica desconectado dos problemas sociais e do potencial emancipador da Educação (Professor A).

A sugestão do professor A vem acompanhado de uma crítica velada às metodologias ativas, sendo que a proposta da metodologia ativa ABP é justamente ir na contramão do relato do Professor A, buscando romper as metodologias com um viés mais tradicionalista no ensino de Química. É importante destacar que a discussão epistemológica das metodologias ativas elencadas no relato apresentado mostra-se importante e pertinente, no entanto, não é a proposta do material, deixando uma lacuna sobre temática e possível objeto para pesquisas futuras.

Na Questão 2 do QF, foi solicitado que os professores analisassem o capítulo 2 - o texto sobre “A Metodologia Ativa - Aprendizagem Baseada em Problemas” e verificassem se, com a leitura desse texto, o professor estaria apto a criar situações-problema para serem trabalhadas em sala de aula.

As respostas apontam para uma heterogeneidade na percepção dos professores sobre a criação de situações-problemas, conforme os excertos a seguir:

Sim, com uma formação sólida em Ensino e por ter estudado, bem como, desenvolvido projetos científicos sobre os três momentos pedagógicos é possível construir situações-problemas sólidos para fomentar a construção do conhecimento dos estudantes (Professor A).

Parcialmente sim, porém ainda são necessárias formações continuadas da área de conhecimento que envolva a criação de situações-problemas (Professor B).

No meu caso, teria facilidade em levantar as situações problemas, porém, acredito que outros professores não teriam tanta facilidade, visto que, muitas vezes os professores que ministram aulas de química não são formados na área, talvez daí teriam dificuldades de encontrar situações ligadas a química (Professor E).

Sinceramente não tenho uma resposta exata para essa questão. Penso que o professor deve ter uma formação bem ampla para propor situações como essa. Estou batalhando pra isso. Ultimamente tenho me inteirado mais sobre a educação ambiental. Vejo nela uma forma bastante eficaz de reflexão (Professor F).

Os relatos indicam a necessidade de formação específica sobre a temática, pois, conforme pode ser evidenciado nas respostas, o professor A cita que devido à sua formação na área de ensino, ele conseguiria criar situações-problemas para trabalhar em sala de aula. O professor B deixa clara a necessidade de uma formação continuada voltada para a criação de situações-problema para serem trabalhadas nas aulas de Química. Outro ponto que deve ser considerado foi a resposta do professor E, ele considera as dificuldades por alguns professores que estão lecionando na educação básica de criarem as situações-problema, pois muitos que lecionam Química não são formados na área. O professor F ressalta a necessidade de uma formação ampla para propor situações-problemas.

Logo, ficam muito claras, nos textos, com as respostas, a importância e a necessidade da formação continuada dos professores no que se refere à prática pedagógica da ABP. Essa afirmação vai ao encontro da pesquisa de Freitas e Campos (2017, p. 164) que concluíram, após investigação, “a necessidade de momentos de formação continuada acerca da abordagem de ensino por resolução de problemas para o ensino de Química, com intenção de proporcionar aos professores em exercício na educação básica o conhecimento sobre o ensino e aprendizagem por meio da ABP”.

Outra pesquisa que destaca a necessidade de se apropriar da metodologia é a pesquisa de Silva Filho *et al.* (2010), sendo que a pesquisa sinaliza a necessidade da apropriação dos docentes quanto a ABP, pois, segundo ele, essa metodologia, muito em breve, estará sendo aplicado nas escolas da educação básica, com isso o autor ressalta a necessidade de um trabalho criterioso de capacitação dos professores para que os resultados sejam satisfatórios. No entanto, (Ibid, 2010) os autores afirmam que a literatura dispõe de pouquíssimos livros e materiais em língua portuguesa voltados para a formação de professores da educação básica para a aplicação da ABP, mostrando a carência e a necessidade de desenvolvimento de pesquisas que venham suprir essa necessidade.

Ainda, com relação ao Capítulo 2, foi possível identificar as seguintes sugestões e dúvidas:

Apresentar exemplos de problemas construídos utilizando a Aprendizagem Baseado em Problemas em um quadro sintético evidenciando qual (is) problemas foram desenvolvidos e como foi realizado essa metodologia (Professor A).

Talvez trazer alguns exemplos a mais acredito que ajudaria aqueles que possuem mais dificuldades, ou até mesmo serviria de base para todos (Professor E).

Fiquei um pouco pensativo quanto à frase “*situação nova*”. O que seria uma “*situação nova*”? A palavra nova refere-se à disciplina em si? Uma situação nova para quem? Considerando o contexto da escrita acho que não está relacionada à disciplina em si. A palavra nova pelo que percebi refere-se a situações que já apresentam soluções dentro do arsenal teórico da disciplina, no entanto, são apresentadas para os estudantes não de uma forma “*dada*” (exercício ou algo do tipo), mas como uma espécie de quebra cabeças que deverá ser montado. Mas as peças dos quebra cabeças já são conhecidas (Professor F).

Os relatos corroboram o que foi discutido nos parágrafos anteriores, pois os professores ainda sentem dificuldades de diferenciarem os exercícios das situações-problemas utilizadas na metodologia ABP, as respostas dos professores A e E pedem mais exemplos de situações-problemas, apesar de o guia didático apresentar um exemplo de situação-problema com todas as etapas para sua criação, os docentes sugerem a inserção de mais exemplos de situação-problema, relatos que dão indícios das dificuldades dos professores ao que se refere à criação das situações-problema.

Essa dificuldade apresentada nas respostas dos professores A e E foi objeto de investigação de pesquisa de Freitas e Campos (2017), sendo que a maioria dos professores investigados apresentaram dificuldades acerca da diferenciação entre exercício e problema. Os autores afirmaram que, no geral, os professores apresentam uma visão simplista acerca da situação-problema, fato que gera confusão na distinção entre os termos "exercícios" e “situação-

problema”. Logo, pode-se inferir que as sugestões de mais exemplos de situação-problema é uma forma de destacar a necessidade de se trabalhar essa temática sobre a criação de situações-problema de forma mais aprofundada com os professores na prática.

O professor F, no relato do excerto acima, levanta uma questão importante, questiona sobre o termo “situação nova”. No relato, podem ser evidenciadas dificuldades quanto à proposição de uma “situação nova”. Nesse sentido, entende-se que o termo “situação nova” refere-se ao fato de que o caráter inovador esteja em apresentar uma nova situação de aprendizagem em que os estudantes possam aplicar os conhecimentos aprendidos.

Quanto aos resultados da avaliação na categoria 1, pode-se afirmar que os resultados foram positivos, pois, no geral, foram apresentadas sugestões que no entendimento deste autor estavam associadas a dificuldades de compreensão da temática ABP, por parte dos professores. As respostas apontam que tanto o capítulo 1 quanto o capítulo 2 oferecem subsídios necessários para o professor. Contudo, faz-se uma ressalva quanto à necessidade de formação continuada nas redes de ensino quanto às bases conceituais da ABP. No primeiro capítulo do Guia Didático, apenas um professor fez sugestões que foram analisadas e discutidas, conforme a proposta do material. Quanto ao capítulo 2, foi possível identificar dificuldades dos professores com relação às bases conceituais da ABP. Ficaram explícitas nas respostas dos professores as dificuldades quanto à criação de situações-problema.

#### *Categoria 2 - considerações sobre as estratégias metodológicas utilizadas no guia didático*

Na Questão 4 do QF, os professores foram convidados a avaliar a metodologia proposta na primeira aula com o texto de apoio. A seguir, as respostas dos professores que validaram a metodologia utilizada na primeira aula:

O texto tem uma linguagem simples e objetiva com uma abordagem que envolve o leitor na curiosidade em conhecer todo o processo histórico dos estudos de Dalton até a proposta de modelo atômico. O estudante que é protagonista do seu processo de ensino aprendizagem se envolve com a leitura a ponto de desvendar toda a construção do modelo atômico proposto por Dalton e sendo capaz de analisar de forma crítica as características do átomo (Professor D).

No meu ponto de vista ficou sim, demonstra também que na ciência nada surge do nada e nem se constrói sozinho, sempre tomando como base conhecimentos anteriores assim construindo as teorias aos poucos (Professor E).

Ressalta-se a importante consideração realizada pelos professores D e E ao avaliarem o texto de apoio presente na primeira aula da sequência didática. O professor D validou o texto e

pontuou que o referido texto apresenta uma linguagem simples e objetiva que envolve o leitor e o motiva a conhecer todo o contexto histórico das contribuições de Dalton para a Química. Nesse sentido, afirma-se que o objetivo principal do texto de apoio ao professor dentro da sequência didática foi cumprido, pois, além de trazer reflexões acerca das contribuições de Dalton para a Química, instigou a curiosidade e a motivação. O professor complementa, em sua resposta, que o texto, ao ser aplicado com os alunos, poderá promover a criticidade e o protagonismo do estudante.

Alguns participantes validaram a metodologia com ressalvas, conforme pode ser verificado nos excertos:

Sim, o texto está bem fundamentado, porém carece justamente de um referencial histórico para melhor trilhar o caminho didático no contexto da sala de aula, com isso, sugiro acrescentar a abordagem histórica contextual. Indicar compreensão de algo é muito vago baseado apenas no texto, pois quando o estudante desenvolve ações com os conhecimentos almejados temos apenas indicativos que começaram a se formar subsunçores para ancorar a aprendizagem sendo indícios que pode estar ocorrendo a aprendizagem (Professor A).

Sim. Contribui claramente, porém seria interessante acrescentar alguma figura deixando o texto mais atrativo para a leitura (Professor B).

Quanto à complexidade acho que o texto poderia ser assimilado pelos alunos podendo ser trabalhado de forma adequada. Achei interessante o comentário 1. Ao lado do comentário tem um texto com a seguinte frase “pois até então nenhuma teoria científica explicou de forma plausível”. Refleti um pouco sobre essa palavra, plausível. Plausível para quem? Talvez as teorias passadas realmente não fossem plausíveis para Dalton, homem do século XIX. No entanto, elas não teriam sido plausíveis para aqueles de sua época? Gostaria de ressaltar que nesse contexto histórico tem o importante trabalho de R. Boyle e a sua teoria dos corpúsculos. Sugiro colocar no comentário 3 apenas o fato de que Dalton abordou as mudanças de estado da água (evaporação e condensação) como um fenômeno físico e não químico. Algo que hoje é evidente, mas na época essa distinção nem sempre era clara. No texto, está descrito que o descobridor do gás oxigênio foi Priestley, no entanto, seria interessante ressaltar o trabalho do químico sueco C. W. Scheele na descoberta desse gás. Enfim, se refletirmos sobre o que significa “descobrir algo” poderíamos ainda colocar nessa “parada” o trabalho de A. Lavoisier (aliás, se não me engano, foi ele quem deu o nome de gás oxigênio) (Professor F).

Nas falas dos professores, nos excertos apresentados, é possível identificar três preocupações na forma de sugestão.

A primeira preocupação está relacionada ao visual, o professor B sugere um texto com figuras. Analisando a resposta do professor B, pode-se identificar a preocupação quanto à necessidade de uma apresentação do material com figuras para ilustrá-lo. Concorda-se com a sugestão do professor, pois é pertinente e por isso sua sugestão foi elencada para uma possível reestruturação do Produto Educacional.

A segunda está relacionada à abordagem, o professor A sugere a adoção da abordagem histórica contextual. A preocupação do professor A quanto à abordagem é pertinente e importante, contudo, dentro de um entendimento, a abordagem utilizada no guia didático é suficiente, pois o texto é parte da sequência didática e o seu objetivo é oferecer subsídios para a compreensão do contexto histórico acerca das contribuições de Dalton para a Química. A abordagem mencionada pelo professor A é muito utilizada nas pesquisas voltadas para a História da Ciência e o escopo do trabalho não é a História da Ciência, apesar de utilizar elementos da História da Ciência em partes da sequência didática. A opção de se inserirem elementos da História da Ciência na atividade foi justamente devido às potencialidades que esses elementos da História da Ciência oferecem. Monteiro e Martins (2015) ressaltam que a inserção de elementos da História da Ciência em atividades didáticas contribui para o aprendizado de conhecimentos científicos, bem como exerce um papel motivador e ainda promove a possibilidade de discutir questões importantes para o desenvolvimento da Ciência. Corroborando a afirmação de que a abordagem utilizada no Guia Didático foi suficiente, citam-se as respostas dos professores D e E. O professor D destaca que a leitura do texto é motivadora e aguça a curiosidade do leitor. O professor E elenca que “nada surge do nada e nem se constrói sozinho”. Nesse relato, verifica-se que o professor E consegue identificar no texto as diversas relações entre diversos pesquisadores da época. Essa interpretação do professor E mostra-se importante e alinha-se com a proposta do texto de apoio que é apresentar um texto contextualizado, que permite discutir questões relacionadas ao desenvolvimento da Ciência.

E a terceira questão é relatada pelo professor F, voltada para fatos importantes da História da Ciência que não foram discutidos no texto e outras reflexões de trechos do texto. Quanto às reflexões e às sugestões citadas pelo professor F, ele reflete sobre o segundo parágrafo da página 21 do Guia Didático, do trecho a seguir: “Todas essas contribuições filosóficas levantaram dúvidas que duraram mais de 2000 anos, pois até então, nenhuma Teoria Científica explicou, de forma plausível, qual seria a composição de tudo que nos cercava”. O professor questiona o termo plausível utilizado no texto, ele ressalta que as teorias anteriores a Dalton podem não ter sido plausíveis para Dalton, mas para os homens de sua época pode ser que elas fossem plausíveis. Concorda-se com a inquietação do professor F, no que diz respeito às teorias fazerem sentido em suas devidas épocas e considera-se a sugestão pertinente e importante, ressalta-se que a pontuação levanta será considerada numa possível reestruturação do material. Na própria teoria atômica de Dalton, anos depois, foram identificados vários pontos que, atualmente, se mostram inadequados. O termo plausível colocado no texto refere-se à

aceitável do ponto de vista científico, pois a teoria atômica de Dalton foi o primeiro trabalho científico que tratou sobre evidências experimentais sobre a composição da matéria. Essa afirmação está de acordo com a abordagem utilizada no texto de apoio ao professor, o qual se utiliza muito de resgates históricos acerca de pesquisas anteriores, como exemplo, o corpuscularismo newtoniano, citado no texto como forte influência aos trabalhos de Dalton.

O professor F sugere também que, no comentário 3 do texto de apoio, seja inserida a frase, “que os fenômenos evaporação e condensação foram abordados por Dalton como fenômenos físicos e não químicos”. Analisando a resposta do professor F, considera-se a sugestão do professor pertinente, embora essa afirmação já conste no corpo do texto, mas a sugestão do professor F pode ser reiterada numa possível reformulação do material.

O professor F também sugere que seja ressaltado o trabalho do químico sueco C. W. Scheele. Fica claro em sua fala que ele não concorda que a descoberta do gás oxigênio esteja sendo atribuída a Joseph Priestley, sendo que, ao final de sua resposta, ele afirma que o descobridor do gás oxigênio foi o sueco Scheele. Analisando a sugestão do professor F, julga-se a pontuação elencada pertinente e importante, no entanto, destacam-se as controvérsias quanto à descoberta do gás oxigênio. Em seu trabalho, Silveira (2010) destaca as controvérsias acerca de quem de fato descobriu o gás oxigênio, nesse sentido três pesquisadores aparecem como possíveis candidatos à descoberta tão importante para a Ciência, são eles: Antoine Lavoisier, Joseph Priestley e C. W. Scheele. Segundo Silveira (2010) Apud Alfonso-Goldfarb e Ferraz (1992, p. 66).

Nessa época, por não encontrar coerência entre as várias peças que tem em mãos para formular uma teoria, Lavoisier “comete” o que consideramos o seu “primeiro malabarismo”. Em outubro de 1774, conhece Priestley quando da visita deste a Paris que, numa conversa informal, comunica-lhe a descoberta do que ele chamava de “ar puro”, obtido pelo aquecimento da “cal de mercúrio”. Lavoisier deve ter reprocessado a informação de Priestley para o seu próprio código, a saber: se nem sempre é o “ar fixo” a sair das substâncias, então este não deve ser o único a com elas se combinarem (Silveira 2010 Apud Alfonso-Goldfarb e Ferraz (1992, p. 66).

O sueco Scheele também entra nessa controvérsia sobre o descobridor do oxigênio e incrementa ainda mais essa discussão. No trabalho de Fauque (1995, p. 569), o autor destaca: Imediatamente se instalou a polêmica. Quem era o inventor desse novo gás, Priestley ou Lavoisier?

Ora, o sueco Scheele (1742-1786) também havia descoberto o oxigênio bem antes e havia assinalado o fato a Lavoisier. Em 15 de outubro de 1774 escrevera-lhe que, por aquecimento, o carbonato de prata liberava um ar que ele chamava de ar do fogo e do qual descrevia precisamente as propriedades; ele fornecia a Lavoisier os pormenores do seu experimento, mas, acrescentava, seu material sendo muito rudimentar,

esperava um experimento em maior escala de parte do cientista francês para confirmar suas observações. Este jamais respondeu ao sábio sueco (Fauque, 1995, p. 569).

Ao analisar o relato do professor F quanto ao descobridor do gás oxigênio, concorda-se que a discussão mereça ser discutido, pois, somente assim, Silveira (2010), poder-se-ão desconstruir ideias pré-concebidas de gênios, verdades, descobertas e insights na ciência. Com isso, concorda-se que a sugestão do professor é pertinente, pois corrobora a proposta do material que é apresentar o contexto histórico com suas controvérsias e discussões acerca da construção do conhecimento científico, podendo ser aproveitada a sugestão do professor F numa possível reformulação do material.

Sobre o formato proposto para se trabalhar o texto, foi possível identificar uma enorme preocupação com a parte em que os estudantes devem realizar a leitura prévia do texto, conforme pode ser verificado nos relatos abaixo:

Parcialmente sugeriria a participação de todos os estudantes por meio da leitura coletiva do texto, pois dificilmente os estudantes realizam leitura por conta própria mesmo com a indicação e incentivo do docente (Professor A).

A pós-pandemia deixou os estudantes “acomodados” em relação à leitura de textos longos. O ideal é trabalhar de forma mais dinâmica com texto de mais de cinco páginas, por exemplo, utilizar uma metodologia ativa como rotação por estação (Professor B).

Sim, visto que, para ter êxito o aluno deverá realmente ler o texto anteriormente caso contrário acredito que seria necessário mais uma aula para discussão do texto (Professor E).

Essas afirmações alinham-se aos relatos dos professores ao serem questionados sobre o que eles mudariam no formato da aula proposta. De forma geral, os professores exprimem suas preocupações com relação à autonomia do estudante em realizar a leitura prévia do texto e também com relação aos tempos de aula para cada ação pedagógica proposta, e isso pode ser verificado nos relatos abaixo:

Sugeriria a leitura em sala do texto pois dificilmente os estudantes realizam a leitura prévia e mesmo com pontuação na nota final a adesão a leitura prévia é muito baixa. Está adequado ao público-alvo, porém é necessário se atentar ao tempo didático para o desenvolvimento do texto por em uma sala com diferentes tempos de aprendizado a quantidade de aulas para desenvolver os conceitos pode ser maior. (Professor A).

Talvez acrescentaria um momento de explicação geral das principais características do modelo atômico de Dalton. Após esse momento colocaria a leitura do texto (Professor D).

Sim, de forma dinâmica que não fique cansativo para o estudante, com ilustrações, games, tecnologia, entre outros. O ideal é atrair a atenção deles (Professora B).

Ainda na Questão 4 do QF, os participantes da pesquisa avaliaram se ficam explícitas, no texto, as contribuições de Dalton para a Química com a devida ênfase para a contribuição de maior relevância. Na percepção dos docentes:

Sim, é possível identificar os conceitos químicos desenvolvidos, porém é necessário dar maior ênfase em como eles foram desenvolvidos (Professor A).

Fica explícito no texto as contribuições de Dalton para a química, pois está esclarecedor ao aplicar conceitos de Química para solucionar a situação-problema (Professor C).

Sim, posso destacar a Teoria das Misturas Gasosas que descreve os sinais que são evidenciados quando ocorre uma combinação química e que hoje é conhecida como reação química. Por meio dos estudos de Dalton pode-se evidenciar que as mudanças de estado físico, de volume, de densidade, de temperatura são sinais que houve mudanças nas substâncias químicas envolvidas no processo (Professor D).

Fica visto que cada etapa percorrida por Dalton ficou separada por tópicos, assim, ficou claro quais foram os motivos que levaram a Dalton chegar as suas conclusões e esclarece provenientes dúvidas acerca da teoria (Professor E).

Analisando as respostas acima, pode-se inferir que os professores conseguiram extrair do texto as contribuições de Dalton para a Química, no entanto, nenhum deles citou o “peso atômico”, atualmente, a massa atômica relativa como contribuição importante para o desenvolvimento dos trabalhos de Dalton. Contudo, foi citada a Teoria das Misturas Gasosas e “os sinais” de uma reação química como contribuições importantes e relevantes para o desenvolvimento da química.

Na Questão 5 do QF, os professores avaliaram a segunda aula da sequência didática, pontuando se é possível identificar a relação da situação-problema com os objetos de conhecimento e se a situação-problema relaciona as contribuições de Dalton com as questões do cotidiano e do ambiente. Os professores verificaram também se os estudantes conseguiriam elucidar o problema proposto somente com a utilização dos conhecimentos sobre as contribuições de Dalton para a Química e assuntos correlatos.

Esse quinto questionamento se mostra muito importante, pois, no geral, essa é a grande dificuldade dos professores, ou seja, relacionar o objeto de conhecimento com a situação-problema criada.

As respostas dos professores podem ser verificadas, conforme relatos abaixo:

Sim, por meio dos conceitos químicos que estão norteando a situação-problema. Sim, é possível com a compreensão detalhada das ideias de Dalton expandindo ao trivial que é focar apenas no modelo de Dalton torna-se plausível o entendimento dos conhecimentos (Professor A).

Sim. A partir do texto “reflexões acerca da teoria atômica de Dalton” é possível relacionar os três objetos conhecimento. O texto aborda a história de Dalton e seu interesse em estudar a composição da atmosfera e como os gases se comportavam. Sim. Os estudantes conseguem resolver, porém o mais importante vai ser chamar a atenção para a leitura e interpretação com a utilização de ferramentas do cotidiano deles (Professor B).

Consigo evidenciar essa relação com o levantamento sobre o que de fato ocorre com as substâncias que são descartadas no rio. Isso está relacionado a reações químicas, Dalton discutiu os "sinais" de uma reação química, então alunos em seus estudos podem sugerir se as substâncias removidas reagem. Se olhar de perto, as propriedades mostradas mostram que esse fluxo é um processo de eutrofização, ou seja, o córrego morre e geralmente em processos de eutrofização, a cor da água no córrego muda, que fica verde. E se eles não reagirem, o que acontece, o que é esse fenômeno? (Professor C).

Sim, quando é evidenciado que o material jogado no rio está causando impactos negativos ao meio ambiente. Dessa forma, sabendo a composição química desse material e os impactos gerados ao meio ambiente é possível propor soluções para o problema enfrentado naquele local. Acredito que os alunos teriam a capacidade de relacionar de maneira superficial os problemas ambientais com as características observadas quando ocorrem as reações químicas, porém teriam um pouco de dificuldade em relacionar os reagentes e produtos envolvidos nessa reação química (Professor D).

Sim, o 2º momento discute o um dos objetos de conhecimento e utiliza os métodos utilizados por Dalton discutidos nos outros dois objetos de conhecimento. Na parte da utilização dos métodos utilizados por Dalton sim, o fato do questionamento sobre a situação problema que muito foi utilizado por Dalton, também deverá ser utilizado pelo estudante, porém, não consegui identificar onde se encaixaria as contribuições de Dalton na situação problema apresentada (Professor E).

Acho que sim, pois retrata fenômenos químicos que foram abordados por Dalton. Quanto à segunda pergunta, penso que o trabalho de Dalton servirá como fonte de inspiração para os estudantes, no entanto, creio que eles deverão desenvolver outras leituras para que possam efetivamente chegar há uma solução (Professor F).

Analisando as respostas conforme os excertos anteriores ressaltam-se as respostas dos professores C e D.

O professor C destaca que consegue identificar a relação da situação-problema proposta com os objetos de conhecimento. Ele destaca sobre o que de fato ocorre no córrego com a mudança de coloração de água. Essa pontuação realizada pelo professor C, mostra-se importante e relevante para o ensino de Química, pois é possível afirmar que a situação-problema consegue promover um ensino que perpassa os três níveis do conhecimento químico. E isso pode ser evidenciado, pois além de trabalhar o ensino de Química com questões ambientais, a situação-problema alia o nível microscópico ao nível macroscópico, condição fundamental e necessária para o aprendizado de Química.

Na resposta do professor D, é possível identificar que o professor consegue enxergar relações entre a situação-problema e o objeto de conhecimento, isso evidencia um alinhamento

da situação problema com o objeto de conhecimento. Em sua resposta, fica evidente que ele consegue identificar a relação entre a situação-problema e o objeto de conhecimento. Outro ponto destacado pelo professor D foi com relação às contribuições de Dalton para a Química com as questões do cotidiano e do ambiente. Ele ressalta que os estudantes devem conseguir relacionar as contribuições de Dalton com as questões ambientais e do cotidiano de forma superficial.

O professor E não conseguiu identificar relação entre a situação-problema e as contribuições de Dalton para a Química.

Quanto às atividades experimentais sugeridas no produto educacional (Questões 6 e 7 do QF), os professores analisaram e validaram a atividade experimental 1 (Questão 6 do QF), sendo que o professor E faz ressalvas às atividades da prática experimental 1:

Sim, acredito que anteriormente ao experimento seria necessária uma revisão sobre evidências de reações químicas (Professor E).

Com relação à atividade experimental 2 (Questão 7 do QF), os professores validaram a atividade experimental, entretanto o professor A fez uma ressalva, conforme pode ser verificado no excerto abaixo:

Parcialmente, as ideias de Dalton têm apontamentos para o seu entendimento no nível submicroscópico enquanto os estudantes são essencialmente visuais apresentando dificuldades para fazer o intercâmbio entre os níveis (Professor A).

O professor A ressalta a necessidade e a importância de se trabalharem os três níveis do conhecimento da Química, considerando a dificuldade de compreensão dos estudantes de alguns assuntos abstratos.

Como se vê, atividades experimentais aliadas à metodologia ativa ABP podem ser uma ótima estratégia didática para que os professores conduzam os estudantes a transitar entre os níveis de conhecimento partindo do macroscópico com apelo visual dos fenômenos até chegarem no entendimento do fenômeno a nível submicroscópico. Somando-se a isso, Goi e Santos (2009) desenvolveram uma investigação no ensino de Química aliando a experimentação com a ABP e os resultados se mostraram satisfatórios. Os autores afirmam que a inserção da ABP nas atividades experimentais fez com que os estudantes demonstrassem um maior interesse e um maior engajamento no laboratório, pois foi verificado que os estudantes tinham interesse na experimentação, pois ela deveria contribuir para a solução da situação-problema, logo se sentiram mais inseridos nas atividades em sala de aula.

Na Questão 8 do QF, os professores avaliaram a forma diferenciada de se abordarem as contribuições de Dalton a partir de soluções (considerando a dificuldade de se trabalhar o assunto a partir de gases). As repostas podem ser evidenciadas a seguir:

Parcialmente pois está muito forte o apontamento das contribuições de Dalton por meio do seu modelo e associar com as soluções os estudantes terão dificuldades em transpor as contribuições de Dalton para os conceitos de Soluções (Professor A).

Acredito que o estudante não será capaz de relacionar a contribuição de Dalton a partir as soluções, já que o aluno não faz um aprofundamento nos seus estudos e fica assim a responsabilidade do professor trabalhar o assunto de forma lúdica e visual para que assim o estudante relacione as contribuições de Dalton para o estudo da química (Professor D).

No meu entendimento o estudante conseguiria perceber as contribuições de Dalton a partir de soluções realizando análises físico-químicas e identificar prováveis adulterações em amostras de leite por opção por análises em triplicatas, onde os estudantes se sintam na posição de analista na análise de amostras de leite, pois, a partir disso, se podem discutir erros experimentais que interfere no resultado observado (Professor C).

Sim, desde que, o professor explique que os gases e os líquidos são fluidos. Porém os líquidos são visíveis aos olhos, portanto facilitaria a visualização das reações e evitaria o uso de câmaras reacionais (Professor E).

Ao analisar a avaliação dos professores quanto à abordagem das contribuições de Dalton a partir de soluções, os professores avaliaram se os estudantes perceberiam as contribuições de Dalton a partir de soluções. Foi possível identificar que houve divergências com alguns professores, afirmando que os estudantes conseguiriam perceber as contribuições de Dalton a partir de soluções (professores C e E), enquanto que outros afirmaram ter dificuldades em realizar essa abordagem (A e D).

O professor C identificou que é possível a abordagem, sendo que ele destaca que a utilização de análises físico-químicas contribui para que o estudante possa perceber as contribuições de Dalton para a Química a partir de soluções. O professor E também afirmou que é possível realizar a abordagem proposta, sendo que o professor E consegue visualizar o motivo dessa abordagem, pois, geralmente, Dalton é trabalhado a partir de gases e, em sua resposta, ele destaca que a abordagem a partir de soluções facilita a visualização dos estudantes quanto ao assunto. Esse relato é muito importante para a pesquisa, pois confirma que a proposta foi compreendida e que outros professores de Química realizam essa reflexão, quando se trata de trabalhar as contribuições de Dalton no ensino médio.

O professor A, em sua resposta, relata que os estudantes conseguiriam parcialmente perceber as contribuições de Dalton para a Química. Segundo ele, está muito forte a proposição de se trabalhar com as contribuições de Dalton a partir do modelo. No entendimento deste pesquisador, ficou explícita no relato do professor a preocupação em trabalhar Dalton a partir do modelo representacional para o átomo. Outras contribuições como as Leis Ponderais, a Lei das Proporções Múltiplas, a Lei das Pressões Parciais e a uma das mais importantes que é a determinação dos pesos atômicos não foram mencionadas pelo professor.

O professor D afirma que os estudantes não serão capazes de perceber as contribuições de Dalton para a Química a partir de soluções, no entanto, o professor não deixa explícito, em seu relato, quais motivos que dificultariam a percepção dos estudantes a partir da abordagem proposta. Ele somente cita que os estudantes não fazem um aprofundamento dos estudos, porém, o professor não esclarece o que o estudante deve aprofundar, pois as principais contribuições de Dalton são tratadas com estudantes iniciantes no ensino médio. O professor apenas elenca que a estratégia para ensinar as contribuições de Dalton para a Química poderia ser realizada a partir de atividades lúdicas e visuais. Concorda-se com o professor quando ele elenca atividades realizadas com ludicidade. Na revisão bibliográfica desta pesquisa, estão citados alguns trabalhos que utilizaram essa estratégia didática, com destaque para os trabalhos de Camargo, Asquel e Oliveira (2018); Leite *et al.*, (2020); Barbosa e Pio (2020) e Souza *et al.*, (2021). A principal dificuldade ao se realizar a abordagem por meio de soluções não foi citada pelo professor D. Quanto à questão do visual, elencado pelo professor D, não ficou claro ao que ele se refere, pois todas as ações contidas no Guia Didático têm como pressupostos a união do nível macroscópico com o nível submicroscópico, por isso não se concordou com essa pontuação.

### *Categoria 3 - potencialidades e limitações do guia didático*

Quanto às dificuldades de implementação do produto educacional em sala de aula, os professores relataram:

As principais dificuldades são o tempo didático escasso, a dificuldade de os estudantes serem ativos no processo de ensino e aprendizado (Professor A).

Por ser um momento muito delicado para a aprendizagem dos estudantes, teria que ser trabalhado de forma mais simples ou seria necessário um semestre todo para trabalhar essa ideia, pois há uma fragilidade muito grande no entendimento da maioria dos estudantes. Outra situação é a falta das ferramentas, substâncias utilizadas nos experimentos que na maioria das vezes não estão presentes na escola (Professor B).

A dificuldade seria em ser colocada em prática, pois se compreende de todas as limitações, problemas e dificuldades das escolas da rede pública com a falta de recursos educacionais (Professor C).

Talvez uma dificuldade que poderia enfrentar é em relação ao uso da sala de tecnologia já que por algumas vezes o acesso à internet é limitado e cito também a utilização dos laboratórios de química, que não possuem as condições necessárias para o desenvolver experimentos, como a acesso aos reagentes e vidrarias de laboratórios (Professor D).

No meu caso não haveria dificuldades visto que as escolas onde eu trabalho contam com o Laboratório Didático Móvel, assim, facilitando e muito as aulas práticas (Professor E).

Se utilizar os sete momentos penso que o tempo seria um fator limitante. No entanto, como foi descrito no próprio texto o professor poderá trabalhar de uma forma que consiga adequar a atividade a sua realidade (Professor F).

As dificuldades citadas apontam para fragilidades que ainda assolam as escolas públicas de educação básica. Três professores mencionaram dificuldades relacionadas a questões materiais da escola, como exemplo, a falta de condições mínimas de uso dos laboratórios, a falta de reagentes e vidrarias, as dificuldades com a sala de tecnologia e o acesso à internet limitada. A questão do tempo didático foi citada por três professores como dificuldade para a implementação do Guia Didático. Uma dificuldade comportamental foi mencionada pelo professor A que relatou a dificuldade no que se refere ao estudante ser ativo no processo de ensino e aprendizagem. Essa última dificuldade mencionada pode ser corroborada com a pesquisa de Gonçalves (2020) que afirma que as mudanças comportamentais e atitudinais ocorrem com o tempo, pois, não basta apenas aplicar a estratégia, é necessário que professor e estudante mudem seus hábitos, melhorem e se aperfeiçoem com cada experiência, ou seja, acaba sendo uma mão de duas vias com professores e estudantes se apresentando ativos no processo de ensino e aprendizagem.

Com relação à atuação docente na aplicação da ABP, “A responsabilidade pela aprendizagem dos conteúdos passa a ser compartilhada entre docentes e discentes. Ninguém aprende pelo outro. A aprendizagem demanda uma abertura pessoal para o novo, a disponibilidade interna para modificar a maneira de ver e interagir com o mundo” (KLEIN, 2013, p. 296).

Quanto ao potencial pedagógico do guia didático, os professores destacaram:

As principais potencialidades foram apresentar outras contribuições de Dalton que fugiram do trivial ao associá-lo ao modelo atômico e também por apresentar atividades experimentais que têm ligações com as contribuições de Dalton (Professor A).

A sequência didática abordada apresenta facilidade em aplicar as aulas em sala; o QR Code traz modernidade ao projeto; o roteiro a ser seguido (Professor B).

As principais potencialidades estão direcionadas a incentivar o protagonismo do estudante frente ao processo de ensino e aprendizagem e ensinar a aprender a aprender (Professor C).

O produto educacional é completo já que os diversos momentos para a explanação do assunto utilizam diferentes metodologias, podendo citar a ABP, a TICs e os experimentos em laboratórios. Sendo assim, acredito que o aluno que experimentar essa sequência didática terá uma visão mais crítica da sua realidade por meio de uma análise real das situações do seu cotidiano e poderá propor soluções para os problemas enfrentados no seu dia a dia (Professor D).

Levando em consideração a implantação do Novo Ensino Médio o material atende ao conceito que o Novo Ensino Médio propõe, colocando o aluno no centro do conhecimento e o mesmo sendo protagonista e autor, onde o estudante busca através da observação pesquisa e interação com os colegas de sala propostas para solucionar as situações problemas (Professor E).

Segundo o historiador e professor de química orgânica Arthur Greenberg a teoria atômica é o grande paradigma da química. Nesse sentido, o material traz aspectos históricos importantes sobre todo o processo que levou à criação da teoria. Processo que serve de exemplo para entendermos um pouco melhor como se dá o desenvolvimento de uma teoria na ciência. Muitas descobertas começaram com pesquisas que tinham objetivos diferentes dos resultados alcançados. Nem sempre os caminhos são diretos e quase sempre não é um processo fácil. No entanto, nesse exemplo é muito interessante observar como os embates dentro da comunidade de cientistas podem levar a novas conquistas. Os questionamentos feitos às propostas de Dalton foram fomento para a origem da teoria atômica. Uma crítica bem elaborada pode ser “adubo” para novas ideias.

A partir do material pode ser observada também a importância do experimento na proposição de teorias dentro da química. Além do mais, o material traz aspectos sobre a educação ambiental um tema muito importante para a atualidade (Professor F).

Os professores pontuaram potencialidades no material que vão desde questões conceituais, como relata o Professor A, que discorre sobre a abordagem sobre as contribuições de Dalton fugir do trivial (geralmente, abordando apenas seu modelo didatizado) até questões pedagógicas, conforme relata o Professor D, que destaca o uso de diferentes metodologias durante a realização da sequência didática. Outra pontualidade elencada pelos professores foi com relação a forma de comunicação do produto educacional, o professor B relatou a facilidade das aulas em sala, ou seja, a forma como estão colocadas as ideias e as ações didático-pedagógicas facilitou a leitura pelo professor e, conseqüentemente, contribuirá para sua aplicação em sala de aula. O professor destaca a importância da experimentação utilizada no material, das questões voltadas para a educação ambiental que se fazem muito necessárias, atualmente, bem como aspectos históricos importantes para a criação da teoria atômica.

Todas essas potencialidades elencadas pelos professores participantes da pesquisa evidenciam que o guia didático produzido contempla de forma implícita os três eixos utilizados

para a análise e a avaliação do material educativo, que são: o eixo conceitual, o eixo pedagógico e o eixo comunicacional (KAPLÚN, 2003).

O Professor C destaca a potencialidade do material no que diz respeito ao incentivo e à realização de atividades que promovam o protagonismo do estudante. O Professor E também pontua como potencialidade do Guia Didático a capacidade que o material apresenta em colocar o estudante no centro do processo de ensino e aprendizagem. O participante da pesquisa vai além, segundo ele, o material tem potencial para atender as demandas do Novo Ensino Médio.

O professor D considera o material completo e afirma que o material apresenta potencial para promover o pensamento crítico de sua realidade.

O professor E destaca que o material tem potencial para ser utilizado no Novo Ensino Médio, pois, segundo ele, o material permite que o estudante pratique o protagonismo e a todo momento busca colocar o estudante no centro do processo de ensino e aprendizagem.

O professor F destaca que o material traz aspectos históricos importantes sobre todo o processo que levou à criação da teoria atômica. Ele ressalta a importância de um material que trate de Dalton com experimentação e destaca a importância da inserção da educação ambiental nas atividades.

#### *Categoria 4 - sugestões para aprimoramento do Guia Didático*

Os professores foram convidados a contribuir para o aprimoramento do Guia Didático. Essas contribuições feitas por eles podem ser conhecidas a seguir:

Acrescentar História em Quadrinhos para abordar as contribuições de Dalton para a Química (Professor A).

Utilização de material em unidades curriculares eletivas interdisciplinares ou unidades curriculares de aprofundamento na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (Professor C).

Dou como sugestão a utilização do aplicativo Kahoot para fazer uma espécie de análise de resultados dos conhecimentos adquiridos com a temática. Poderia dividir a turma em dois grandes grupos e cada grupo teria a possibilidade de responder as perguntas cadastradas no aplicativo, sendo assim por meio dessa dinâmica os estudantes seriam estimulados por meio de uma competição a verificar os conhecimentos adquiridos com a sequência didática (Professor D).

Sugiro dar continuidade ao trabalho expandindo para as outras séries do ensino médio (Professor E).

Abordar no momento 1 a teoria dos corpúsculos de R. Boyle, uma tentativa na época (século XVII) de aplicar a teoria mecanicista de R. Descartes na explicação dos fenômenos químicos e constituição da matéria.

J. J. Berzelius, grande cientista do século XIX, certa vez disse que as leis ponderais faziam todo sentido a partir da teoria atômica de Dalton.

Dalton retoma de forma experimental a ideia de a matéria ser constituída por átomos (modelo da bola de bilhar). No entanto, esse modelo não é o mais atual. Talvez, seria interessante citar que houve mudanças de lá para cá, explorando ainda mais a ideia de desenvolvimento dentro da ciência e como a mesma não está relacionada a “verdades absolutas”, mas a “verdades transitórias”.

É interessante observar que a teoria atômica demorou em ser amplamente aceita pela comunidade científica. Químicos de renome como Marcellin Berthelot e físicos como Ernst Mach não acreditavam muito na teoria atômica (Professor F).

Quanto às contribuições dos professores para o aprimoramento do Guia Didático, o professor A sugeriu trabalhar as contribuições de Dalton a partir da História em Quadrinhos. A sugestão é válida e é muito importante, pois, atualmente, estratégias didáticas que utilizam a História em Quadrinhos vêm crescendo. Uma atividade didática com a proposta do professor A mostra ser promissora e relevante para o ensino de Química.

O professor C pontuou como sugestão que o material seja utilizado em Unidades Curriculares Eletivas Interdisciplinares e Unidades Curriculares de Aprofundamento na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Analisando a sugestão, concorda-se com a ideia e é possível sim pensar em trabalhos que sejam direcionados para essas novas Unidades Curriculares. Ao se olhar para o Currículo de Referência de MS, consegue-se identificar a possibilidade de aplicar o material nessas novas Unidades Curriculares. É importante destacar que, atualmente, o Novo Ensino Médio carece de material que ofereça subsídios aos professores da educação básica, com isso, pensando em sua sugestão, identifica-se a possibilidade de uma possível reelaboração do material com ênfase nas novas Unidades Curriculares.

O professor D sugere a inserção das TICs na proposta. Analisando a sugestão, infere-se que a ideia é ótima, pois as TICs são ferramentas pedagógicas com alto potencial pedagógico. Logo, a inserção dessa sugestão em uma possível reformulação do material é viável.

O professor E sugere que a proposta com a metodologia seja ampliada para outras séries. Ao analisar a sugestão, colocam-se, em pauta, quais outros objetos de conhecimento de Química poderiam ser trabalhados pensando no Guia Didático.

O professor F elenca algumas sugestões, como exemplo, inserir a teoria dos corpúsculos de Boyle no primeiro momento da sequência didática, sugere também analisar as mudanças que ocorreram, desde as primeiras teorias sobre a composição da matéria, buscando desenvolver com mais ênfase o desenvolvimento da ciência. Analisando as sugestões do professor F, concorda-se que todas sejam pertinentes e importantes e que serão discutidas e, se for necessário, podem ser inseridas no material em uma possível reformulação do Guia Didático.

Pode-se afirmar que a participação desses professores na avaliação e na validação do produto educacional mostrou-se de grande valia, corroborando Leite (2018) ao defender que docentes, que estão atuando na educação básica na disciplina de Química, devem participar, em algum momento, do processo de construção e elaboração de produtos educacionais voltados para a educação básica. Nesse sentido, é importante frisar que os produtos educacionais elaborados, no âmbito dos mestrados profissionais, terão como destino a escola, e, com isso, surge a necessidade de se valorizarem as contribuições de professores que estão em sala de aula e que, de alguma forma, conhecem a realidade da escola e o perfil de aprendizagem dos estudantes com relação à Química.

Por fim, reitera-se que a avaliação dos professores foi importantíssima para se refletir acerca da readequação do Guia Didático, de forma que possa atender as demandas apontadas pelos professores, pensando em sua futura inserção no contexto escolar. Também pode inspirar os professores de Química a utilizarem metodologias ativas para promoverem experiências de aprendizagem que conduzam à compreensão das contribuições de Dalton e suas relações com o cotidiano e a vida dos estudantes.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados desta pesquisa, pode-se afirmar que os objetivos foram cumpridos, pois, foi elaborado um produto educacional fundamentado nos princípios das metodologias ativas que foi avaliado por professores licenciados em Química. Foi possível também evidenciar, nos relatos dos professores, a importância e a necessidade de práticas pedagógicas aliadas ao uso das Metodologias Ativas de Aprendizagem.

Retomando a questão de pesquisa: Como os professores avaliam o produto educacional “Dalton e suas contribuições para o ensino de Química: uma proposta de Guia Didático”? Conclui-se que a avaliação dos professores foi valiosíssima e, certamente, contribuiu para o aprimoramento do Guia Didático, visando à futura implementação em aulas de Química. Como pontos que devem ser readequados, citam-se: destacar a contribuição de C. W. Scheele quanto ao descobrimento do gás oxigênio, discutir de que forma os trabalhos de R. Boyle e a sua teoria dos corpúsculos contribuíram para as pesquisas de Dalton e dar uma ênfase maior às Leis Ponderais.

As contribuições dos professores, ao avaliarem o produto educacional, foram desde sugestões didático-pedagógicas, discussões aprofundadas sobre a História e Filosofia da Ciência, epistemologia da Ciência, até situações rotineiras das escolas com suas especificidades e características, pontuando problemas diários que as escolas enfrentam.

Todas essas contribuições no momento da avaliação do produto educacional são importantes para a elaboração do material didático, pois, com isso, os materiais didáticos elaborados passam a considerar mais a realidade da escola, dos professores e o perfil de aprendizagem dos estudantes, os quais se destinam os materiais elaborados no âmbito do Mestrado Profissional.

Com base nos resultados, foi possível constatar a relevância da participação dos professores na avaliação do produto educacional, reiterando que é indispensável a contribuição dos professores da educação básica no processo de elaboração do produto educacional antes de sua aplicação em sala de aula.

Por fim, espera-se que os resultados desta pesquisa possam contribuir para a reflexão sobre a produção de produtos educacionais voltados ao ensino de Química. Com a reestruturação do currículo do ensino médio, surge a necessidade de uma aproximação maior entre a universidade e a escola, visando ao trabalho colaborativo na criação de produtos educacionais de qualidade, que auxiliem o professor a mediar o processo de construção do

conhecimento de Química e suas relações com os assuntos que fazem parte da vida do estudante.

## 8 REFERÊNCIAS

- ALFONSO - GOLDFARB, Ana Maria; FERRAZ, Marcia Helena Mendes. “As possíveis origens da química moderna”, **Química Nova**, v. 16, n. 01, 1983.
- ALVES, Vandressa; ALVES, Edvando. Móviles Atômicos: Uma Percepção Atômica Através dos Filtros dos Sonhos. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 6, p. 109-120, 2017.
- ANDRADE, Jéssika Silva de. **Uma abordagem de modelos atômicos para alunos do 9º ano do Ensino Fundamental pelo uso de modelos e modelagem numa perspectiva histórica**. 2015. 158 f. Dissertação. (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Instituto de Física, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2015.
- AQUINO, Flávio Flores *et al.* Elaboração, Aplicação e Avaliação de uma HQ Sobre Conteúdo de História dos Modelos Atômicos para o Ensino de Química. **Orbital: The Electronic Journal of Chemistry**, v. 7, n. 1, jan/mar, 2015.
- BENITE, Anna Canavarro; BENITE, Cláudio Machado; SILVA FILHO, Supercil Mendes da. Cibercultura em ensino de química: elaboração de um objeto virtual de aprendizagem para o ensino de modelos atômicos. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 33, n. 2, p. 71-76, maio. 2011.
- BARBOSA, Marcela dos Santos; PIO, José Luiz de Souza. Aprendizagem de modelos atômicos em atividades colaborativas com mapeamento da Zona de Desenvolvimento Proximal em jogos móveis. **Conjecturas**, v. 21, n. 4, p. 677–697, 2021.
- BEZERRA, Andrea do Amaral Carvalho. 2017. **O átomo em foco: entendendo sua teoria a partir de uma situação de ensino**. 79 f. Dissertação. (Programa de Pós Graduação Profissional em Educação) – Centro de Educação e Ciências Humanas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, 2017.
- BIGNARDI, Camila. **Análise sobre atomística nos livros de Química do PNLD 2018 com base na História e Filosofia da Ciência**. 2018. Monografia (Monografia de Conclusão de Curso) – Departamento de Química e Bioquímica, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, SP, 2018.
- BOROCHOVICIUS, Eli.; TORTELLA, Jussara Cristina Barbosa. Aprendizagem Baseada em Problemas: um método de ensino-aprendizagem e suas práticas educativas. **Ensaio: aval. pol. públ. Educ**, v. 22, n. 83, p. 263-294, jun. 2014.
- CAMARGO, Luana Carol de; ASQUEL, Sara de Simas; OLIVEIRA, Breno Ralf Maciel Oliveira. 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.
- CAMPOS, Angela Fernandes; FERNANDES, Lucas dos Santos. Tendências de Pesquisa Sobre Aprendizagem Baseada em Problemas no Periódico Journal of Chemical Education. **PESQUISA E ENSINO**, v. 1, p. e202023, 2020.

- CARRIELO, et al. Uma Estratégia para o Ensino de Modelos Atômicos Baseada nos Três Momentos Pedagógicos. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 7, n. 1, p. 166–185, 2021.
- CARVALHO, Talita Cristina Raiol; MARQUES, Clara Virgínia Vieira Carvalho Oliveira. Percurso Histórico do Modelo Atômico em Livros Didáticos: Uma Breve Análise pela perspectiva da HFC. I Simpósio Sul Americano de Pesquisa em Ensino de Ciências, UFFS p. 1–5 2020.
- CASTILHO, Dalva Lúcia; SILVEIRA, Katia Pedroso; MACHADO, Andrea Horta. As Aulas de Química como Espaço de Investigação e Reflexão. **Química Nova na Escola**, n. 9, p. 14-17, maio. 1999.
- CASTRO, Maikhelly Backes de; LUFT, Hedi Maria; WEYH, Cênio Back. O Movimento Escolanovista e as Contribuições dos Pioneiros da Educação. *In: XXVII Seminário de Iniciação Científica – Salão do Conhecimento*. Unijuí, outubro, 2019.
- CASTRO, Denise Leal de; SILVA, Thamires Idalino da. Teoria Atômica na Concepção de Alunos de Turmas de 1º ano do Ensino Médio, Através de Avaliação da Representação por Desenhos. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.7, n. 3, p. 97-109, 2012.
- CATALÁN, Miguel. UMA PRESENTACIÓN DE JOHN DEWEY. **Daimon International Journal of Philosophy**, n. 22, p. 127-134, 2001.
- CAVALHEIRO, Caroline Battistello; TEIVE, Gladys Mary Ghizoni. Movimento Escolanovista – Três Olhares. *In: XI Congresso Nacional de Educação (EDUCERE)*. Curitiba, setembro, 2013.
- CORRÊA, *et al.* Uma Experiência Didática Através da Ferramenta Stop Motion para o ensino de modelos atômicos. **HOLOS**, v. 6, p. 1–12, 2020.
- CRUZ, Maria Eduarda de Brito; BATINGA, Verônica Tavares Santos. Resolução de Problemas no Ensino Médio: análise de uma sequência didática a partir de aspectos da Teoria da Atividade de Leontiev. *In: XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC*. Florianópolis, 3 a 6 de julho de 2017.
- DEWEY, John. **EXPERIÊNCIA E EDUCAÇÃO**. São Paulo: Nacional, 1952.
- DIESEL, Aline; BALDEZ, Alda Leila Santo.; MARTINS, Silvana Neumann. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. **Revista THEMA**, v. 14, n. 1, p. 268 - 288, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/>
- DUTRA, Arlene Alves. **O Ensino de Modelos Atômicos por meio de Metodologias Ativas**. 2019. 144 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências - Instituto de Química, Universidade de Brasília. Brasília, DF, 2019.
- FAUQUE, Danielle. O Papel Iniciador de Lavoisier. **Química Nova**. v.18, n. 6, 1995.
- FERNANDES, Marcelo. **Aplicação do Jogo Ludo Atomística no Ensino de Química**. 2015. 137 f. Dissertação. (Programa de Pós Graduação em Química) – Departamento de Química, Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, SP, 2015.

FREITAS, Amanda Pereira de; CAMPOS, Angela Fernandes. Percepções de professores de Química do nível médio sobre problema e exercício. Amazônia: **Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, Belém, v. 13, n. 28, p. 151-165, dez. 2017. ISSN 2317-5125. Disponível em: <<https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/5016>>. Acesso em: 04 dez. 2022. doi:<http://dx.doi.org/10.18542/amazrecm.v13i28.5016>.

FREITAS, Zildonei de Vasconcelos; OLIVEIRA, Josimara Cristina de Carvalho. Experimentação e Resolução de Problemas com Aporte em Ausubel: Uma Proposta para o Ensino de Ciências. X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC, 2017.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. São Paulo: Atlas S. A, 2008.

GOI, Maria Elisângela Jappe; SANTOS, Flávia Maria Teixeira dos. Reações de Combustão e Impacto Ambiental por meio de Resolução de Problemas e Atividades Experimentais. **Química Nova na Escola**. v. 31, n. 3, p. 203-209, ago., 2009.

GONÇALVES, Karen Magno. **Uma Proposta para o ensino de conceitos da Física moderna por meio da aprendizagem baseada em problemas**. 2020. 130 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino Tecnológico) - Diretoria de Pesquisa e Pós Graduação, Instituto Federal do Amazonas, Manaus, AM, 2020.

GOUVEIA, Francilaine Calixto. **Aprendizagem Baseada em Problemas no Ensino de Química: Poluição do ar sob a Perspectiva de Ciência, Tecnologia e Sociedade**. 2020. 117 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Projetos Educacionais de Ciências) – Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, SP, 2020.

GRION, Lucas da Silva. **Análise de Argumentação em Química Através da Utilização da Abordagem ABP (Aprendizagem Baseada em Problemas) Aliada a Experimentação**. 2019. 105 f. Dissertação. (Programa de Pós Graduação em Ensino de Química) – Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2019.

GUIMARAES, Lucas Peres; CASTRO, Denise Leal de. Método Jigsaw e modelos atômicos: utilização da aprendizagem cooperativa para a inserção da História da Química. **Educação em Química em Ponto de Vista**. v. 2, n. 2, 2018.

JESUS, Weslei Oliveira de. **Sequência Didática Mediada por Metodologia Ativa: uma alternativa no processo ensino-aprendizagem em Química para educação básica**. 2021. 97f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino para a Educação Básica), Instituto Federal Goiano, Urutaí, GO, 2021.

KAPLÚN, Gabriel. MATERIAL EDUCATIVO: a experiência de aprendizado. **Comunicação e Educação**. São Paulo, n. 27, p. 46-60, maio/ago, 2003.

KLEIN, Ana Maria. O uso da aprendizagem baseada em problemas e a atuação docente. **Brazilian Geographical Journal**. Ituiutaba, v. 4, n. 1, p. 288-298, jul/dez. 2013.

LEITE, Priscila de Souza Chisté. Produtos Educacionais na Área de Ensino: uma proposta de avaliação coletiva de materiais educativos. **Investigação Qualitativa em Educação**, v.1, p. 330-339, 2018.

LEITE, Luciana Rodrigues *et al.* O uso de sequências didáticas no ensino de Química: proposta para o estudo de modelos atômicos. **Revista Brasileira de Extensão Universitária**, v. 11, n. 2, p. 177-188, maio/ago, 2020.

LEITE, Bruno Silva. Tecnologias digitais e metodologias ativas no ensino de química: análise das publicações por meio do corpus latent na internet. **Revista Internacional de Pesquisa em Didática das Ciências e Matemática**, v. 1, n. e020003, p. 1–19, 2020.

LIBÂNEO, José Carlos. **Didática**. São Paulo: Cortez, 1994.

LOPES, et al. Aprendizagem Baseada em Problemas: Uma Experiência no Ensino de Química Toxicológica. **Química Nova**, v. 34, n. 7, p. 1275-1280, 2011.

LOPES, Renato Matos; SILVA FILHO, Moacelio Veranio; ALVES, Neila Guimaraes. **Aprendizagem Baseada em Problemas: Fundamentos para a aplicação no Ensino Médio e na Formação de Professores**. Rio de Janeiro: publiki, 2019.

MACEDO, Mariel dos Santos. **Evolução dos modelos atômicos: uma proposta epistemológica na elaboração de modelos teóricos para explicar a estrutura da matéria 2018**. 117 f. Dissertação. (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Ciências da Educação, Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, PA, 2018.

MARTINS, Roberto de Andrade. **Introdução: A história das ciências e seus usos na educação**. Pp. xxi-xxxiv, in: SILVA, Cibelle Celestino (ed.). Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Livraria da Física, 2006.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de METODOLOGIA Científica**. São Paulo: Atlas, 2003.

MEDEIROS, Rosa Denise. **Resolução de Problemas como Proposta Metodológica para o Ensino de Química**. 2019. 148 f. Dissertação. (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) - Universidade Federal do Pampa, Caçapava do Sul, RS, 2019.

MELO, Marlene Rios; NETO, Edmilson Gomes de. Dificuldades de Ensino e Aprendizagem dos Modelos Atômicos em Química. **Química Nova na Escola**. v. 35, n. 2, p. 112-122, maio, 2013.

MONTEIRO, Darlinda Dias; GRAÇA, Iara Rodrigues. Relatos de uma aula de Química sobre modelos atômicos no programa de Ensino Médio mediado por tecnologia. **Educitec - Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**. Manaus, v. 1, n. 02, p. 1-8, 2015.

MONTEIRO, Midia; MARTINS, André Ferrer. História da ciência na sala de aula: Uma sequência didática sobre o conceito de inércia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, n. 4, 2015.

MOUTINHO, Sara; TORRES, Joana; Vasconcelos, Clara. Aprendizagem Baseada em Problemas e Ensino Expositivo: Um estudo comparativo. **Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica**, v. 04, n. 01, p. 15 - 31, jun, 2014.

NUNES, Bruna Roman; LINDEMANN, Renata Hernandez; GALIAZZI, Maria do Carmo. Abordagem de Situação-Problema na sala de aula de química: o ensino CTS contribuindo para a percepção social. *In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC*. Águas de Lindóia, 24 a 27 de novembro de 2015.

OLIVEIRA, Fernando Vasconcelos de, *et al.* Aprendizagem Baseada em Problemas por meio da Temática Coronavírus: Uma Proposta para Ensino de Química. **EDUCAÇÃO**, v. 10, n. 1, p. 110–123, 2020.

OKI, Maria da Conceição Marinho; MORADILLO, Edilson Fortuna de. O Ensino da História da Química: Contribuindo para compreensão da natureza da ciência. **Ciência e Educação**. v. 14, n. 1, p. 67-88, 2008.

OKI, Maria Conceição Marinho. Controvérsias sobre o Atomismo do Século XIX. **Química Nova**. vol.32, n. 04, 2009.

PAMPLONA, Renata. Silva. A Concepção Pedagógica em Rousseau. **Itinerarius Reflectionis**, Goiânia, v. 2, n. 1, 2008.

PASSOS, Claudison Marques; PIO, Mauro Célio da Silveira. A evolução da teoria atômica usando modelos à base de tucumã na contextualização no ensino de química. **Scientia Amazonia**, v. 5, n.3, p. 105-108, 2016.

PICCOLI, Flávia. **Aprendizagem Baseada em Problemas: Uma estratégia para o ensino de química no ensino médio**. 2016. 91 f. Dissertação. (Pós Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) – Departamento de Bioquímica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2016.

PICCOLI, Flávia *et al.* A resolução de problemas como chave para o desenvolvimento de conceitos de química na educação básica. *In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC*, 2015, Águas de Lindóia, SP, 2015.

PIRES, Rômulo de Oliveira; ABREU, Thais Costa de; MESSEDER, Jorge Cardoso. 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.

PLACIDES, Fernando Mariano; COSTA, Jose Wilson da. John Dewey e a Aprendizagem como Experiência. **Revista Apotheke**. v. 7, n. 2, p. 12-145, outubro, 2021.

PROJETO PEDAGÓGICO DE CURSO. Licenciatura em Química. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul - Campus Coxim. Data da primeira versão 20/05/2011. Atualizado em 21/07/2016.

RAMOS, Priscila da Silva. **FLEXQUEST “Tem Química na Minha Dieta?” Associada ao uso de problemas: Uma proposta para flexibilização do conhecimento relacionado às dietas restritivas**. 2019. 15 f. Dissertação. (Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, 2019.

ROCHA, Joselayne Silva; VASCONCELOS, Tatiana Cristina. Dificuldades de Aprendizagem no Ensino de Química: Algumas Reflexões. *In: XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ)* Florianópolis, 25 a 28 julho, 2016.

RODRIGUES, Rita de Cássia Balieiro. **Jogos Teatrais no Estudo da Construção Histórica do Conhecimento Sobre Modelos Atômicos no Ensino Fundamental**. Dissertação. 204 f. (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática. Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO, 2012.

ROSA, Paulo Ricardo da Silva. **Uma introdução à pesquisa qualitativa em ensino de ciências**. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2013.

SANTOS, Maria Cristina Ferreira dos. A noção de experiência em John Dewey, a educação progressiva e o currículo de ciências. 2011.

SANTOS, Maria Luiza Cesarino; BOTTECHIA, Juliana Alves de Araújo. O uso da metodologia ABP no ensino médio, como aperfeiçoamento e colaboração para melhor aprendizagem. *In: XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC*, Florianópolis, 2017.

SILVA, Bárbara Vasconcelos *et al.* Contribuições do PROFQUI aos esforços para melhoria da Educação Básica em Química no Brasil. **Revista Virtual de Química**, v. 13, n. 3, p. 593-594, 2021.

SILVA, Elizete Terezinha da. **Resolução de Problemas no Ensino de Ciências Baseada em uma Abordagem Investigativa**. 2019. 61 f. Dissertação (Programa de Pós Graduação em Educação em Ciências e Matemática), Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, PE, 2019.

SILVA, et al. Reflexões Sobre o Ensino de Química e a Confecção de Modelos Atômicos com Matérias Reaproveitáveis como prática Pedagógica. **Destques Acadêmicos**. Lajeado, v. 11, n. 4, p. 326-341, 2019.

SILVA, Fernando Siqueira da; CATELLI, Francisco. Os modelos na ciência: traços da evolução histórica-epistemológica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 41, n. 4, e20190029, 2019.

SILVA, Nilma Soares; FERREIRA, André Correa; SILVEIRA, Kátia Pedroso. Ensino de Modelos para o Átomo por Meio de Recursos Multimídia em Uma Abordagem Investigativa. **Química Nova na Escola**. São Paulo, v. 38, n. 2, p. 141-148, maio, 2016.

SILVA FILHO, Moacelio Veranio; LOPES, Renato. Matos; ALVES, Neila Guimaraes; FIGUEIREDO, Luiz Manoel. Como Preparar os Professores Brasileiros da Educação Básica para a Aprendizagem Baseada em Problemas? *In: Congresso Internacional*. 2010. São Paulo.

SILVEIRA, Hélder Eterno da. Novas interpretações históricas sobre a descoberta do oxigênio. **ComCiência**, Campinas, n. 120, 2010.

SILVA, Sebastião Franco da; NUNEZ, Isauro Beltrán. O Ensino por Problemas e Trabalho Experimental dos Estudantes – Reflexões Teórico- Metodológicas. **Química Nova**. v. 25, n. 6b, p. 1197-1203, 2002.

SIQUEIRA, Vanessa Fagundes; GOI, Mara Elizangela Jappe. A teoria de Dewey e suas contribuições para o ensino de Ciências. **Research Society and Development**. v. 6, n. 11, e25911629097, 2022.

SOARES, Valéria Pereira. **A Experimentação no Estudo dos Modelos Atômicos de Dalton e Thomson no Ensino de Ciências**. 2021.183 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências), Instituto de Química, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2021.

SOUZA, et al. Scratch como recurso pedagógico para o ensino de modelos atômicos na modalidade médio-técnico: uma contribuição do construtivismo de Piaget. **Conjecturas**, v. 21, n. 2, p. 171–194, 2021.

SOUZA, Rodrigo Augusto de; MARTINELLI, Telma Adriana Pacífico. Considerações Históricas Sobre a Influência de John Dewey no Pensamento Pedagógico Brasileiro. **Revista HISTEDBR**, n. 35, p. 160-162, 2009.

OLIVEIRA, Fernando Vasconcelos de; CANDITO, Vanessa; BRAIBANTE, Mara Elisa Fortes. ABP no contexto aromas: uma proposta de material paradidático para o ensino de funções orgânicas. **Ciência e Natura**, v. 43, p. e61, 2021.

VIANA, Hélio Elael Bonini; PORTO, Paulo Alves. O processo de elaboração da teoria atômica de John Dalton. **Química Nova na Escola**, n. 21, p. 4-12, 2007.

## APÊNDICES

### Apêndice A: Questionário Inicial

Prezado(a) Professor(a)!

Neste primeiro momento, solicito que responda às questões abaixo. Posteriormente serão encaminhados o Produto Educacional, intitulado "Guia Didático para o Ensino do Modelo Atômico de Dalton no Ensino Médio", e o questionário final (avaliação do Produto Educacional).

Desde já agradeço sua colaboração!

Sobre o docente

1 – E-mail válido

2 – Nome

3 - Tempo que leciona ou lecionou na educação básica.

4 - Nome da Instituição que você se formou no Curso de Química Licenciatura.

5 - Ano que você se formou no Curso de Química Licenciatura

6 - Qual a sua titulação.

( ) Graduação

( ) Mestrado

( ) Pós Graduação

( ) Doutorado

( ) Pós Doutorado

Sobre as contribuições de Dalton para o Ensino de Química

7 - No seu entendimento, qual(is) é(são) a(s) principal(is) contribuição(ões) de Dalton para a Química?

8 - Você costuma abordar as contribuições de Dalton para a Química em suas aulas?  
Descreva como você trabalha esse assunto em suas aulas

9 - Elenque aspectos que considera importantes ao ensinar as contribuições de Dalton para a Química?

10 - Levando em consideração a implementação do Novo Ensino Médio e o Currículo de Referência de MS, como pensa trabalhar as contribuições de Dalton no ensino médio?

11 - Quantas aulas você destina para trabalhar as contribuições de Dalton?

- 1 aula
- 2 aulas
- 3 aulas
- 4 aulas
- 5 aulas
- mais de 5 aulas

Sobre as formas de trabalhar as contribuições de Dalton para o ensino de Química

12 - Quais metodologias você utiliza para trabalhar as contribuições de Dalton para a Química? Comente.

13 - Quais suas maiores dificuldades ao ensinar as contribuições de Dalton para a Química? Considere o atual cenário da educação básica brasileira.

14 - Qual importância você atribui ao ensino das contribuições de Dalton vinculadas à situações-problemas reais do cotidiano?

- Muito importante
- Importante
- Pouco importante
- Não é importante

15 - De que forma você associa as contribuições de Dalton para a Química com o cotidiano dos estudantes?

Sobre os materiais didáticos para o ensino das contribuições de Dalton para a Química

16 - Cite os materiais didáticos que você costuma utilizar ao ensinar as contribuições de Dalton para a Química.

17 - Sobre os materiais didáticos disponíveis, em meios digital e impresso, para o ensino das contribuições de Dalton para a Química (livros didáticos, apostilas, guias, artigos, etc). Você considera:

- Suficiente
- Conheço poucos materiais
- Insuficiente

18 - Você gostaria de ter acesso a um produto educacional que abordasse as contribuições de Dalton para a Química de forma diferenciada e integrada às novas tendências para o ensino de química?

- Sim
- Não

## Apêndice B: Questionário para Avaliação do Guia Didático

Prezado (a) Professor (a)!

Após a leitura e análise crítica do produto educacional “DALTON E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO DE QUÍMICA: UMA PROPOSTA DE GUIA DIDÁTICO”, solicito que, você responda este questionário.

Desde já agradeço sua colaboração!

1) O capítulo 1 “Origens Construtivistas das Metodologias Ativas”, introduz as origens das metodologias ativas buscando situar o professor acerca dos fundamentos teóricos que nortearam a construção do guia didático. Você gostaria de acrescentar sugestões a este capítulo? Deixe comentários/sugestões.

2) No capítulo 2 “A Metodologia Ativa - Aprendizagem Baseada em Problemas” é apresentada a metodologia ABP e aspectos que devem ser considerados ao criar bons problemas. Com base na leitura realizado do capítulo 2:

a) você se sente apto a criar situações-problemas para serem trabalhadas em sala de aula? Deixe comentários/sugestões.

b) Você gostaria de acrescentar sugestões ao capítulo 2? Deixe comentários/sugestões.

3) No capítulo 3 “A Sequência Didática” é apresentada um Fluxograma com as ações sugeridas para cada momento da sequência didática. O Fluxograma contribuiu para que você tivesse um panorama dos sete momentos da sequência didática? Acrescentaria algo a esse Fluxograma? Deixe comentários/sugestões?

4) Sobre o texto de apoio “Reflexões acerca da Teoria Atômica de Dalton”, que consta no primeiro momento da sequência didática (1ª aula). Você considera que:

I – O formato sugerido para se trabalhar o texto com os estudantes na 1ª aula (leitura prévia do texto, discussão em sala e dinâmica para fechar o momento) é o mais adequado? Comente.

II - Se você fosse trabalhar este texto em sala de aula, o que você mudaria com relação ao que foi proposto/sugerido no momento 1?

III – Você considera que o texto pode ser trabalhado com estudantes do 1º ano do ensino médio? Comente. Faria modificações no texto? Quais? Deixe comentários/sugestões.

IV – O texto consegue abordar de forma clara e objetiva os caminhos que Dalton trilhou na construção da Teoria Atômica? Comente. Na sua visão ele contribui para que o estudante compreenda o contexto histórico envolvendo a Teoria Atômica de Dalton? Acrescentaria algo? Comente.

V - Fica explícito no texto as contribuições de Dalton para a química com a devida ênfase para a contribuição de maior relevância no âmbito da química? Deixe comentários/sugestões.

5) No segundo momento (2ª aula) é apresentada a situação-problema aos estudantes.

a) Você consegue identificar a relação da situação-problema proposta com os objetos de conhecimento que devem ser trabalhados com os estudantes? De que forma você consegue evidenciar essa relação? Deixe comentários.

b) A situação-problema relaciona as contribuições de Dalton com as questões do cotidiano e ambientais? Em seu entendimento os estudantes conseguiram elucidar o problema proposto somente com a utilização dos conhecimentos sobre as contribuições de Dalton para a química e assuntos correlatos? Comente.

6) No quarto momento são realizadas duas atividades experimentais. A atividade experimental 1, tem o objetivo de investigar indícios da ocorrência de uma reação química (fenômeno químico que à época Dalton chamou de “sinais”). Na atividade são apresentados três procedimentos experimentais com três diferentes reações químicas.

- Você considera que a atividade experimental permite a identificação de ocorrência e de característica de uma reação Química. Comente.

- Você considera que a atividade experimental vai contribuir para que os estudantes solucionem a situação-problema proposta? Se sim. De que forma? Se não. O que acrescentaria a atividade experimental para que essa possa contribuir com os estudantes na resolução da situação-problema.

7) A atividade experimental 2, explora assuntos correlatos a Teoria e contribuições de Dalton, como os conceitos de massa, volume, reações com liberação de gases, reações com mudança de cor, a partir da identificação de adulterantes no leite. No seu entendimento os estudantes conseguirão estabelecer uma relação direta entre o experimento e as contribuições de Dalton para a química? Deixe comentários/sugestão.

8) O trabalho de Dalton envolvendo a constituição da matéria foi estruturada a partir dos estudos com gases, porém, a atividade experimental 2 se propõe a trabalhar as contribuições de Dalton para a química a partir de soluções. No seu entendimento o estudante conseguiria perceber as contribuições de Dalton a partir de soluções? Deixe comentários/sugestões.

9) Quais são as principais potencialidades que você encontrou no material? Deixe comentários/sugestões.

10) Quais seriam as dificuldades que você teria ao implementar o produto educacional em sala de aula na escola em que você trabalha? Deixe comentários/sugestões.

Deixe sugestões que não foram abordadas nas questões acima para o aprimoramento do guia didático.

## Apêndice C: TCLE

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado participante, você está sendo convidado (a) a participar da pesquisa intitulada, **“DALTON E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO DE QUÍMICA: UMA PROPOSTA DE GUIA DIDÁTICO”** desenvolvida pelo pesquisador Taniel Ferreira da Cruz.

O objetivo dessa pesquisa é elaborar um guia didático para o ensino das contribuições de Dalton para a Química e submetê-lo a uma avaliação por professores de Química. O motivo que nos leva a estudar esse assunto é a busca por estratégias de ensino e aprendizagem que possam contribuir para uma abordagem mais contemporânea.

Sua participação é voluntária, isto é, ela não é obrigatória, e você tem plena autonomia para decidir se quer ou não participar, bem como retirar sua participação e requerer que retire e elimine seus dados fornecidos a qualquer momento da pesquisa, sem prejuízo de qualquer natureza. Ressaltamos que não haverá nenhum prejuízo para você, pois você não será penalizado(a) de nenhuma maneira caso você decida não participar da pesquisa e/ou se, posteriormente, desista de sua participação. Contudo, enfatizamos que a sua participação é de extrema importância para o andamento da pesquisa, pois a sua colaboração, contribuirá para a produção de material didático para o ensino de química. Ademais, garantimos a confidencialidade e a privacidade das informações prestadas.

Ao participar da pesquisa, você poderá deixar de responder a qualquer questão que sentir-se desconfortável, sem prejuízo de qualquer natureza e sem nenhum tipo de penalidade. Ao participar da pesquisa, serão garantidas a confidencialidade e a privacidade das informações prestadas. A qualquer momento, durante a pesquisa, ou posteriormente, você poderá solicitar do pesquisador informações sobre sua participação e/ou sobre a pesquisa, o que poderá ser feito através dos meios de contato explicitados neste termo. E qualquer dado que possa identificá-lo será omitido na divulgação dos resultados da pesquisa. Ao participar da pesquisa, você poderá deixar de participar de qualquer etapa da pesquisa sem prejuízo de qualquer natureza. Ao participar da pesquisa, você poderá deixar de participar das reuniões on-line, sem nenhum prejuízo ou penalidade. Ao participar da pesquisa, você poderá escolher em não abrir sua câmera de vídeo e não abrir seu microfone durante as reuniões on-line, sem prejuízo de qualquer natureza, podendo utilizar o chat da reunião para se comunicar.

Em caso de despesas não previstas decorrentes de sua participação na pesquisa, você será ressarcido. De tal forma, que qualquer despesa não prevista tida pelo participante no decorrer da pesquisa, deverá ser informada ao pesquisador responsável imediatamente para o ressarcimento. Em caso de eventuais danos decorrentes de sua participação na pesquisa, você será indenizado.

---

Rubrica do participante

---

Rubrica do Pesquisador

A sua participação consistirá em analisar o guia didático proposto e avaliá-lo por meio de um questionário escrito com 10 questões abertas. Você participará de dois encontros virtuais que será agendado respeitando a disponibilidade do participante.

No primeiro encontro virtual, será apresentado o produto, bem como esclarecimentos de dúvidas com relação aos procedimentos de validação do material. No segundo encontro virtual, será realizado uma roda de conversa virtual, onde ocorrerá diálogos entre os participantes da pesquisa e o pesquisador sobre a avaliação do material. As reuniões serão realizadas pelo aplicativo *Google Meet*.

Para análise, apreciação e avaliação do guia didático será destinado um prazo de 30 dias. O tempo estimado para responder o questionário será de aproximadamente de 2 horas. Os diálogos dos encontros virtuais serão mediados pelo pesquisador, como roteiro para roda de conversa, será utilizado o questionário pré encaminhado aos participantes da pesquisa. Nessas reuniões on-line, o participante tem a opção de abrir ou não a sua câmera de áudio, bem como abrir ou não o seu microfone para fala, sendo que o participante poderá utilizar o chat para contribuir na reunião e ainda optar em não participar das reuniões online, sem prejuízo de qualquer natureza.

Os dados da pesquisa serão mantidos em arquivo físico ou digital, sob guarda e responsabilidade do pesquisador responsável, por um período de 5 anos após o término da pesquisa, e após esse tempo serão destruídos. Os pesquisadores irão tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, sendo que você não será identificado em nenhuma publicação.

Os resultados dessa pesquisa serão divulgados em artigos submetidos a periódicos e relatórios individuais que serão encaminhados a você e a sua escola. Ao término da pesquisa você, assim como a escola, receberão um relatório contendo todos os resultados da pesquisa.

Este termo é redigido em duas vias, sendo uma do participante da pesquisa e outra do pesquisador. Em caso de dúvidas quanto à sua participação, você pode entrar em contato com o pesquisador responsável através do e-mail, [tanielfc86@hotmail.com](mailto:tanielfc86@hotmail.com), do telefone 6799647-8384, ou por meio do endereço profissional, rua Pereira Gomes, 355, Jardim Novo, Coxim-MS.

Em caso de dúvida quanto à condução ética do estudo, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da UFMS (CEP/UFMS), localizado no Campus da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, prédio das Pró-Reitorias 'Hércules Maymone' – 1º andar, CEP: 79070900. Campo Grande – MS; e-mail: [cepconep.propp@ufms.br](mailto:cepconep.propp@ufms.br); telefone: 67-3345-7187; atendimento ao público: 07:30-11:30 no período matutino e das 13:30 às 17:30 no período vespertino. O Comitê de Ética é a instância que tem por objetivo defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos.

---

Rubrica do participante

---

Rubrica do Pesquisador

Dessa forma, o comitê tem o papel de avaliar e monitorar o andamento do projeto de modo que a pesquisa respeite os princípios éticos de proteção aos direitos humanos, da dignidade, da autonomia, da não maleficência, da confiabilidade e da privacidade.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Participante

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

Local e data

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Pesquisador

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

Local e data

## Apêndice D: Autorização Institucional (ESCOLA 1)

### AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL (ESCOLA 1)

O presente trabalho é parte da pesquisa intitulada “**PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DO MODELO ATÔMICO DE DALTON NO ENSINO MÉDIO**”, desenvolvida pelo Prof. Taniel Ferreira da Cruz, mestrando do PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL (PROFQUI), na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) sob a orientação do Prof. Dr. Onofre Salgado Siqueira e coorientação da Prof.<sup>a</sup> Dra. Daniele Correia.

O objetivo dessa pesquisa é elaborar um guia didático para o ensino do Modelo Atômico de Dalton no ensino médio e submetê-lo a uma avaliação por professores de Química da educação básica que estão atuando ou atuaram nos últimos dois anos e por professores de Química do ensino superior da área de Química Inorgânica da UFMS.

Dessa forma, pretende-se desenvolver parte desta pesquisa com professores de Química da educação básica e com professores de Química do ensino superior da UFMS. Utilizaremos como instrumento para coleta dos dados questionário aberto e entrevista virtual por meio de roda de conversa virtual via *Google Meet*.

Neste sentido, esperamos contar com a valiosa colaboração e apoio da direção escolar para autorizar a participação dos professores Licenciados em Química da Escola Estadual Padre Nunes, nesta pesquisa. Aproveitamos a oportunidade para esclarecer que, durante a pesquisa, serão adotados todos os procedimentos éticos necessários, garantindo, assim, o ANONIMATO do(s) participante(s). Declaramos também que as informações obtidas serão utilizadas somente para fins científicos.

Desde já agradecemos a colaboração e parceria.

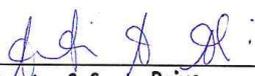
Nome do responsável pela pesquisa: Taniel Ferreira da Cruz

e-mail: tanielcf86@hotmail.com

Telefone: (67) 99647-8384

Coxim/MS, 09 de agosto de 2021

Ciente/Autorizo

  
\_\_\_\_\_  
Justina S. Souto Paiva  
Diretora Adjunta  
Res. P/SED nº 965 de 26/03/2020

1

## Apêndice E: Autorização Institucional (ESCOLA 2)

### AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL(ESCOLA 2)

O presente trabalho é parte da pesquisa intitulada “PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DO MODELO ATÔMICO DE DALTON NO ENSINO MÉDIO”, desenvolvida pelo Prof. Taniel Ferreira da Cruz, mestrando do PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL (PROFQUI), na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) sob a orientação do Prof. Dr. Onofre Salgado Siqueira e coorientação da Prof.<sup>a</sup> Dra. Daniele Correia.

O objetivo dessa pesquisa é elaborar um guia didático para o ensino do Modelo Atômico de Dalton no ensino médio e submetê-lo a uma avaliação por professores de Química da educação básica que estão atuando ou atuaram nos últimos dois anos e por professores de Química do ensino superior da área de Química Inorgânica da UFMS.

Dessa forma, pretende-se desenvolver parte desta pesquisa com professores de Química da educação básica e com professores de Química do ensino superior da UFMS. Utilizaremos como instrumento para coleta dos dados questionário aberto e entrevista virtual por meio de roda de conversa virtual via *Google Meet*.

Neste sentido, esperamos contar com a valiosa colaboração e apoio da direção escolar para autorizar a participação dos professores Licenciados em Química da Escola Estadual Vergelino Mateus de Oliveira, nesta pesquisa. Aproveitamos a oportunidade para esclarecer que, durante a pesquisa, serão adotados todos os procedimentos éticos necessários, garantindo, assim, o ANONIMATO do(s) participante(s). Declaramos também que as informações obtidas serão utilizadas somente para fins científicos.

Desde já agradecemos a colaboração e parceria.

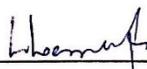
Nome do responsável pela pesquisa: Taniel Ferreira da Cruz

e-mail: tanielfc86@hotmail.com

Telefone: (67) 99647-8384

Rio Verde de Mato Grosso/MS, 09 de AGOSTO de 2021

Ciente/Autorizo



Madalena Lemes de F. Almeida  
DIRETORA  
Resolução "P" SED n.965 de 26/03/2020

1

## Apêndice F: Autorização Institucional (ESCOLA 3)

### AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL (ESCOLA 3)

O presente trabalho é parte da pesquisa intitulada “**PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DO MODELO ATÔMICO DE DALTON NO ENSINO MÉDIO**”, desenvolvida pelo Prof. Taniel Ferreira da Cruz, mestrando do PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL (PROFQUI), na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) sob a orientação do Prof. Dr. Onofre Salgado Siqueira e coorientação da Prof.<sup>a</sup> Dra. Daniele Correia.

O objetivo dessa pesquisa é elaborar um guia didático para o ensino do Modelo Atômico de Dalton no ensino médio e submetê-lo a uma avaliação por professores de Química da educação básica que estão atuando ou atuaram nos últimos dois anos e por professores de Química do ensino superior da área de Química Inorgânica da UFMS.

Dessa forma, pretende-se desenvolver parte desta pesquisa com professores de Química da educação básica e com professores de Química do ensino superior da UFMS. Utilizaremos como instrumento para coleta dos dados questionário aberto e entrevista virtual por meio de roda de conversa virtual via *Google Meet*.

Neste sentido, esperamos contar com a valiosa colaboração e apoio da direção escolar para autorizar a participação dos professores Licenciados em Química da Escola Estadual Thomaz Barbosa Rangel, nesta pesquisa. Aproveitamos a oportunidade para esclarecer que, durante a pesquisa, serão adotados todos os procedimentos éticos necessários, garantindo, assim, o ANONIMATO do(s) participante(s). Declaramos também que as informações obtidas serão utilizadas somente para fins científicos.

Desde já agradecemos a colaboração e parceria.

Nome do responsável pela pesquisa: Taniel Ferreira da Cruz

e-mail: tanielc86@hotmail.com

Telefone: (67) 99647-8384

Rio Verde de Mato Grosso/MS, 11 de agosto de 2021

Ciente/Autorizo

  
**Adalberto Aparecido Campaner**  
Diretor  
Res. P.SED n° 965/20

  
Secretaria de Estado de Educação  
Escola Estadual  
**Thomaz Barbosa Rangel**  
Rua do Rio Branco, 50 Centro / 79480-000 - Rio Verde de MT-MS

## Apêndice G: Autorização Institucional (ESCOLA 4)

### AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL (ESCOLA 4)

O presente trabalho é parte da pesquisa intitulada “PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DO MODELO ATÔMICO DE DALTON NO ENSINO MÉDIO”, desenvolvida pelo Prof. Taniel Ferreira da Cruz, mestrando do PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL (PROFQUI), na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) sob a orientação do Prof. Dr. Onofre Salgado Siqueira e coorientação da Prof.<sup>a</sup> Dra. Daniele Correia.

O objetivo dessa pesquisa é elaborar um guia didático para o ensino do Modelo Atômico de Dalton no ensino médio e submetê-lo a uma avaliação por professores de Química da educação básica que estão atuando ou atuaram nos últimos dois anos e por professores de Química do ensino superior da área de Química Inorgânica da UFMS.

Dessa forma, pretende-se desenvolver parte desta pesquisa com professores de Química da educação básica e com professores de Química do ensino superior da UFMS. Utilizaremos como instrumento para coleta dos dados questionário aberto e entrevista virtual por meio de roda de conversa virtual via *Google Meet*.

Neste sentido, esperamos contar com a valiosa colaboração e apoio da direção escolar para autorizar a participação dos professores Licenciados em Química da Escola Estadual José Ferreira da Costa, nesta pesquisa. Aproveitamos a oportunidade para esclarecer que, durante a pesquisa, serão adotados todos os procedimentos éticos necessários, garantindo, assim, o ANONIMATO do(s) participante(s). Declaramos também que as informações obtidas serão utilizadas somente para fins científicos.

Desde já agradecemos a colaboração e parceria.

Nome do responsável pela pesquisa: Taniel Ferreira da Cruz

e-mail: tanielc86@hotmail.com

Telefone: (67) 99647-8384

Costa Rica/MS, 24 de agosto de 2021

Ciente/Autorizo



Liliane Carmo G. de Menezes  
Res. "P" SED nº 965 - 26/03/2020  
DIRETORA

ESCOLA ESTADUAL JOSÉ FERREIRA DA COSTA  
Avenida José Ferreira da Costa, 1374  
Tel. 67 3247 - 1066 - CEP 79550-000  
Costa Rica - MS Criação - Decreto  
nº 813, de 29/12/80 Credenciamento e  
Autorização Ensino Fundamental e  
Médio - Resolução SED nº 3528, de  
17/12/2018 D.O. 9803, de 18/12/2018  
Pág.03

1

## Apêndice H: Autorização Institucional (ESCOLA 5)

### AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL (ESCOLA 5)

O presente trabalho é parte da pesquisa intitulada “PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DO MODELO ATÔMICO DE DALTON NO ENSINO MÉDIO”, desenvolvida pelo Prof. Taniel Ferreira da Cruz, mestrando do PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL (PROFQUI), na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) sob a orientação do Prof. Dr. Onofre Salgado Siqueira e coorientação da Prof.<sup>a</sup> Dra. Daniele Correia.

O objetivo dessa pesquisa é elaborar um guia didático para o ensino do Modelo Atômico de Dalton no ensino médio e submetê-lo a uma avaliação por professores de Química da educação básica que estão atuando ou atuaram nos últimos dois anos e por professores de Química do ensino superior da área de Química Inorgânica da UFMS.

Dessa forma, pretende-se desenvolver parte desta pesquisa com professores de Química da educação básica e com professores de Química do ensino superior da UFMS. Utilizaremos como instrumento para coleta dos dados questionário aberto e entrevista virtual por meio de roda de conversa virtual via *Google Meet*.

Neste sentido, esperamos contar com a valiosa colaboração e apoio da direção escolar para autorizar a participação dos professores Licenciados em Química da Escola FEC – Fundação Educacional de Coxim, nesta pesquisa. Aproveitamos a oportunidade para esclarecer que, durante a pesquisa, serão adotados todos os procedimentos éticos necessários, garantindo, assim, o ANONIMATO do(s) participante(s). Declaramos também que as informações obtidas serão utilizadas somente para fins científicos.

Desde já agradecemos a colaboração e parceria.

Nome do responsável pela pesquisa: Taniel Ferreira da Cruz

e-mail: tanielfc86@hotmail.com

Telefone: (67) 99647-8384

Coxim/MS, 24 de Agosto de 2021

Ciente/Autorizo



## Apêndice I: Autorização Institucional (ESCOLA 6)

### AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL (ESCOLA 6)

O presente trabalho é parte da pesquisa intitulada “**PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DO MODELO ATÔMICO DE DALTON NO ENSINO MÉDIO**”, desenvolvida pelo Prof. Taniel Ferreira da Cruz, mestrando do PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL (PROFQUI), na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) sob a orientação do Prof. Dr. Onofre Salgado Siqueira e coorientação da Prof.<sup>a</sup> Dra. Daniele Correia.

O objetivo dessa pesquisa é elaborar um guia didático para o ensino do Modelo Atômico de Dalton no ensino médio e submetê-lo a uma avaliação por professores de Química da educação básica que estão atuando ou atuaram nos últimos dois anos e por professores de Química do ensino superior da área de Química Inorgânica da UFMS.

Dessa forma, pretende-se desenvolver parte desta pesquisa com professores de Química da educação básica e com professores de Química do ensino superior da UFMS. Utilizaremos como instrumento para coleta dos dados questionário aberto e entrevista virtual por meio de roda de conversa virtual via *Google Meet*.

Neste sentido, esperamos contar com a valiosa colaboração e apoio da direção escolar para autorizar a participação dos professores Licenciados em Química da Escola Estadual Pedro Mendes Fontoura, nesta pesquisa. Aproveitamos a oportunidade para esclarecer que, durante a pesquisa, serão adotados todos os procedimentos éticos necessários, garantindo, assim, o ANONIMATO do(s) participante(s). Declaramos também que as informações obtidas serão utilizadas somente para fins científicos.

Desde já agradecemos a colaboração e parceria.

Nome do responsável pela pesquisa: Taniel Ferreira da Cruz

e-mail: tanielc86@hotmail.com

Telefone: (67) 99647-8384

Coxim/MS, 13 de agosto de 2021

Ciente/Autorizo

  
\_\_\_\_\_  
Cibele Monteiro da Costa  
Diretora adjunta  
Res. "P" SED Nº 965 DE 26/03/2017  
D.O 10 132

1

## Apêndice J: Autorização Institucional (ESCOLA 7)

### AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL (ESCOLA 7)

O presente trabalho é parte da pesquisa intitulada **“PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DO MODELO ATÔMICO DE DALTON NO ENSINO MÉDIO”**, desenvolvida pelo Prof. Taniel Ferreira da Cruz, mestrando do PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL (PROFQUT), na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) sob a orientação do Prof. Dr. Onofre Salgado Siqueira e coorientação da Prof.<sup>a</sup> Dra. Daniele Correia.

O objetivo dessa pesquisa é elaborar um guia didático para o ensino do Modelo Atômico de Dalton no ensino médio e submetê-lo a uma avaliação por professores de Química da educação básica que estão atuando ou atuaram nos últimos dois anos e por professores de Química do ensino superior da área de Química Inorgânica da UFMS.

Dessa forma, pretende-se desenvolver parte desta pesquisa com professores de Química da educação básica e com professores de Química do ensino superior da UFMS. Utilizaremos como instrumento para coleta dos dados questionário aberto e entrevista virtual por meio de roda de conversa virtual via *Google Meet*.

Neste sentido, esperamos contar com a valiosa colaboração e apoio da direção escolar para autorizar a participação dos professores Licenciados em Química da Escola Estadual Comandante Mauricio Coutinho Dutra, nesta pesquisa. Aproveitamos a oportunidade para esclarecer que, durante a pesquisa, serão adotados todos os procedimentos éticos necessários, garantindo, assim, o ANONIMATO do(s) participante(s). Declaramos também que as informações obtidas serão utilizadas somente para fins científicos.

Desde já agradecemos a colaboração e parceria.

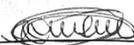
Nome do responsável pela pesquisa: Taniel Ferreira da Cruz

e-mail: tanielc86@hotmail.com

Telefone: (67) 99647-8384

Sonora/MS, 20 de agosto de 2021

Ciente/Autorizo



Marta de Andrade Oliveira  
Diretora  
Resolução "P" SED Nº 965 de 26/03/2020

1

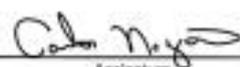
# ANEXOS

## Anexo 1: Folha de Rosto

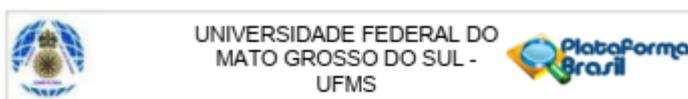


MINISTÉRIO DA SAÚDE - Conselho Nacional de Saúde - Comissão Nacional de Ética em Pesquisa - CONEP

### FOLHA DE ROSTO PARA PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS

1. Projeto de Pesquisa: PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DO MODELO ATÔMICO DE DALTON NO ENSINO MÉDIO			
2. Número de Participantes da Pesquisa: 11			
3. Área Temática:			
4. Área do Conhecimento: Grande Área 1. Ciências Exatas e da Terra			
<b>PESQUISADOR RESPONSÁVEL</b>			
5. Nome: Tania Fereira da Cruz			
6. CPF: 013.491.541-05		7. Endereço (Rua, n.º): Clóvis Pereira Mato Grosso Senhor Divino casa COXIM MATO GROSSO DO SUL 79405000	
8. Nacionalidade: BRASILEIRO		9. Telefone: 87998478384	10. Outro Telefone:
		11. Email: taniafc36@hotmail.com	
<p>Termo de Compromisso: Declaro que conheço e cumpro os requisitos da Resolução CNS 468/12 e suas complementares. Comprometo-me a utilizar os materiais e dados coletados exclusivamente para os fins previstos no protocolo e a publicar os resultados sejam eles favoráveis ou não. Aceito as responsabilidades pela condução científica do projeto acima. Tenho ciência que essa folha será anexada ao projeto devidamente assinada por todos os responsáveis e fará parte integrante da documentação do mesmo.</p>			
Data: <u>26</u> / <u>08</u> / <u>2021</u>		 Assinatura	
<b>INSTITUIÇÃO PROPONENTE</b>			
12. Nome: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS		13. CNPJ: 15.461.510/0001-33	14. Unidade/Orgão:
15. Telefone: (67) 3345-7187		16. Outro Telefone:	
<p>Termo de Compromisso (do responsável pela instituição): Declaro que conheço e cumpro os requisitos da Resolução CNS 468/12 e suas Complementares e como esta instituição tem condições para o desenvolvimento deste projeto, autorizo sua execução.</p>			
Responsável: <u>Carlos Eduardo Domingues Nazario</u>		CPF: <u>323.152.908-66</u>	
Cargo/Função: <u>Diretor do Instituto de Química</u>			
Data: <u>10</u> / <u>09</u> / <u>2021</u>		 Assinatura	
<b>PATROCINADOR PRINCIPAL</b>			
Não se aplica.			

## Anexo 2: Parecer Consubstanciado do CEP



Continuação do Parecer: 5.211.487

Outros	Texto_teste3.pdf	25/08/2021 00:18:14	Taniel Ferreira da Cruz	Acelto
Outros	Texto_teste2.pdf	25/08/2021 00:17:23	Taniel Ferreira da Cruz	Acelto
Outros	Texto_teste1.pdf	25/08/2021 00:16:06	Taniel Ferreira da Cruz	Acelto

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

CAMPO GRANDE, 25 de Janeiro de 2022

Assinado por:

Julliana Dias Reis Pessalota  
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Costa e Silva, s/nº - Pioneiros e Prédio da Pró-Reitoria e Hércules Maymon e 1ª andar  
Bairro: Pioneiros CEP: 70.070-900  
UF: MS Município: CAMPO GRANDE  
Telefone: (67)3345-7187 Fax: (67)3345-7187 E-mail: oapconep.prop@ufms.br

Página 08 de 08