

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

**Produção de Materiais Didáticos por Licenciandos em Química como
Prática Formativa para o uso da História da Ciência na Educação Básica**

Elias Vitor Bordinhon

Itajubá, março de 2024

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

Elias Vitor Bordinhon

**Produção de Materiais Didáticos por Licenciandos em Química como
Prática Formativa para o uso da História da Ciência na Educação Básica**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Educação em Ciências.

Área de Concentração: Educação em Ciências

Orientador: Prof. Dr. João Ricardo Neves da Silva

Coorientador: Prof. Dr. Evandro Fortes
Rozentalski

Março de 2024

Itajubá

*A todos aqueles que continuaram acreditando
em mim quando nem mesmo eu acreditava.*

Agradecimentos

Gostaria de expressar minha sincera gratidão a todas as pessoas e instituições que contribuíram para a realização deste trabalho.

Em primeiro lugar, agradeço a meu orientador João Ricardo Neves da Silva e meu coorientador Evandro Fortes Rozentalski pela orientação, apoio, valiosas sugestões ao longo deste processo e, em especial, pela paciência e empatia.

Agradeço também aos membros da banca examinadora, Profa. Dra. Jane Raquel de Oliveira e Prof. Dr. José Otávio Baldinato, por dedicarem seu tempo e expertise para avaliar este trabalho e oferecer valiosas contribuições.

À Carol, por tudo, desde as sugestões até os incentivos, desde o companheirismo até a amizade, por ter sido o farol que iluminava meus mares de incerteza e ter me ajudado a encontrar os caminhos necessários, esse trabalho não existiria se não fosse por seu apoio incondicional, amor e carinho.

Expresso minha gratidão às minhas colegas de pesquisa e amigas: Brenda, Cíntia, Daniele, Isabella Balducci e Isabella Contarini, pela troca de ideias, apoio mútuo e incentivo ao longo desta jornada acadêmica.

À minha família, em especial aos meus pais, Rosaria Machado Ribeiro Bordinhon e Laercio Bordinhon, pelo apoio incondicional, compreensão e incentivo durante toda a minha trajetória acadêmica.

Por fim, agradeço a FAPEMIG pelo financiamento e bolsas de estudo que tornaram este trabalho possível.

A todos vocês, meu sincero obrigado.

Em princípio, os livros e artigos sobre história da ciência deveriam ser escritos por quem entende do assunto. Óbvio, não é?

Roberto de Andrade Martins

Resumo

A produção de materiais didáticos pode ser um processo formativo para futuros professores buscarem inserir a História da Ciência (HC) no Ensino de Química. Essa estratégia formativa pode minimizar os problemas em torno da ausência ou mesmo pouca disponibilidade de materiais didáticos de qualidade em HC. Dessa forma, essa pesquisa tem por objetivo analisar a forma como licenciandos em química demonstram conhecimentos de HC ao desenvolverem um material didático escrito como parte de sua prática formativa. A metodologia desta investigação é de natureza qualitativa e do tipo documental, na qual foram analisados os materiais didáticos de HC produzidos pelos licenciandos de uma disciplina de Prática de Ensino II do curso de Química Licenciatura de uma instituição de Ensino Superior pública do sul de Minas Gerais. Os materiais da disciplina foram analisados quanto as seguintes categorias: tipo e organização da informação histórica: personagens; tipo e organização da informação histórica: evolução da ciência; materiais utilizados para apresentar a informação histórica, contextos aos quais a informação histórica está relacionada e estatuto do conteúdo histórico. Ao analisar os materiais foi possível identificar que a atividade teve como resultado não só o desenvolvimento de bons textos, mas também como é uma estratégia de formação relevante, uma vez que contribuiu na construção e manifestação de conhecimentos necessários ao exercício do ensino. Em relação aos personagens trabalhados em cada texto nota-se que os licenciandos possuíram grande preocupação no estabelecimento de cada parte envolvida no desenvolvimento científico. Quanto à abordagem da evolução da ciência, nota-se que nos tipos abordados pelos licenciandos ainda é grande a presença de abordagens que desconfiguram a evolução real do desenvolvimento científico e uma tendência a observá-la como uma evolução linear. Em relação aos materiais utilizados para apresentar a informação histórica notou-se grande preocupação dos licenciandos na maior parte dos materiais didáticos por uma apresentação gráfica agradável e atrativa para os estudantes da educação básica. Quanto aos contextos do conteúdo histórico utilizado pelos alunos é notável a importância superior que estes dão ao contexto científico, com frequência seus materiais foram construídos com essa base, deixando os demais contextos em segundo plano. Já no que se refere ao estatuto do conteúdo histórico, a importância dada ao contexto científico é reafirmada, os licenciandos em maioria o utilizaram como fundamental, enquanto os demais contextos foram abordados de forma complementar, tornando a necessidade de que sejam dadas a importância para esses nos materiais, tal qual, é a importância do contexto científico.

Palavras-chave: História da Ciência, Materiais Didáticos, Formação de Professores.

Abstract

The production of teaching materials can be a formative process for future teachers to seek to insert the History of Science (HC) in Chemistry Teaching. This training strategy can minimize problems around the absence or even low availability of quality teaching materials in HC. Thus, this research aims to analyze the way in which chemistry undergraduates articulate knowledge of HC when developing a written didactic material as part of their training practice. The methodology of this investigation is of a qualitative nature and of the documentary type, in which the teaching materials of HC produced by the undergraduates of a discipline of Teaching Practice II of the Chemistry Licenciature course of a public Higher Education institution in the south of Minas Gerais were analyzed. The course materials were analyzed in terms of the following categories: type and organization of historical information: characters; type and organization of historical information: evolution of science; materials used to present the historical information, contexts to which the historical information is related, and status of the historical content. When analyzing the materials, it was possible to identify that the activity resulted in the development of not only good texts, but also as a relevant training strategy, as it contributed to the construction and manifestation of knowledge necessary for teaching. In relation to the characters worked on in each text, it is noted that the undergraduates had great concern in establishing each part involved in scientific development. Regarding the approach to the evolution of science, it is noted that in the types covered by undergraduate students there is still a large presence of approaches that distort the real evolution of scientific development and a tendency to observe it as a linear evolution. In relation to the materials used to present historical information, there was great concern among undergraduate students in most teaching materials for a pleasant and attractive graphic presentation for basic education students. Regarding the contexts of the historical content used by students, the greater importance they give to the scientific context is notable; their materials were often constructed on this basis, leaving other contexts in the background. Regarding the status of historical content, the importance given to the scientific context is reaffirmed, the majority of undergraduates used it as fundamental, while the other contexts were approached in a complementary way, making the need to give importance to these in materials, just like that, is the importance of the scientific context.

Keywords: History of Science, Didactic Materials, Teacher Training.

Lista de Figuras

Figura 1 – Cientistas retratados em TD-1.....	45
Figura 2 – Equipamento retratado em TD-8.....	45
Figura 3 – Modelos retratado em TD-1 e TD 3.....	46

Lista de Quadros

Quadro 1 – Temas e referências bibliográficas sugeridas.....	30
Quadro 2 – Textos didáticos produzidos pelos estudantes na disciplina de prática de ensino II.....	33
Quadro 3 – Tipo e organização da informação histórica: Personagens.....	34
Quadro 4 – Tipo e organização da informação histórica: Evolução da ciência.....	39
Quadro 5 – Materiais utilizados para apresentar a informação histórica.....	44
Quadro 6 – Contextos aos quais a informação histórica é relacionada.....	48
Quadro 7 – Estatuto do conteúdo histórico.....	51

Lista de Abreviaturas e Siglas

- CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CNPQ – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade
HC – História da Ciência
HFC – História e Filosofia da Ciência
NdC – Natureza da Ciência
PCNs – Parâmetros Curriculares Nacionais
PNLD – Programa Nacional do Livro Didático
TD-X – Texto didático X
UFAC – Universidade Federal do Acre

Sumário

1. INTRODUÇÃO	13
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1 SOBRE A HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO.....	17
2.2 ORIENTAÇÕES PARA A HISTÓRIA DA CIÊNCIA	18
2.3 PRODUÇÃO DE MATERIAIS DIDÁTICOS	21
2.4 ANÁLISE DE MATERIAIS EM HISTÓRIA DA CIÊNCIA	24
3. METODOLOGIA	28
3.1 DESCRIÇÃO DA PESQUISA	28
3.2 CONTEXTO DA PESQUISA	28
3.3 ANÁLISE DOS DADOS.....	32
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
4.1 TIPO E ORGANIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO HISTÓRICA: PERSONAGENS .	33
4.2 TIPO E ORGANIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO HISTÓRIA: EVOLUÇÃO DA CIÊNCIA.....	38
4.3 MATERIAIS UTILIZADOS PARA APRESENTAR A INFORMAÇÃO HISTÓRICA 43	
4.4 CONTEXTOS AOS QUAIS A INFORMAÇÃO HISTÓRICA ESTÁ RELACIONADA	47
4.5 ESTATUTO DO CONTEÚDO HISTÓRICO.....	49
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	51
REFERÊNCIAS	53
ANEXO A – PLANO DE ENSINO	55
ANEXO B – ORIENTAÇÕES PARA O PROJETO.....	59
ANEXO C – TD-1	63
ANEXO D – TD-2.....	74
ANEXO E – TD-3	80

ANEXO F – TD-4	86
ANEXO G – TD-5.....	100
ANEXO H – TD-6.....	109
ANEXO I – TD-7	119
ANEXO J – TD-8.....	129

1. INTRODUÇÃO

O Ensino de Ciências caracteriza-se por abordar essencialmente os resultados e produtos da ciência, como, por exemplo, as teorias, leis e conceitos elaborados ao longo do tempo pela comunidade científica, deixando de lado reflexões a respeito dos processos envolvidos na produção do conhecimento científico (Trindade *et al.*, 2010). Isso significa que os conteúdos de química, ou de ciências da natureza, são apresentados e tratados a partir de definições e equações prontas, ignorando como estes foram produzidos.

Dessa maneira, a Química é vista pelos estudantes como um amontoado de fórmulas, leis e conceitos sem sentido e significado. Isso reflete o Ensino de Química que comumente ocorre em sala de aula, com foco “na resolução de exercícios repetitivos que reduzem a aprendizagem a um processo automatizado de memorização e não pela construção dos conhecimentos” (Callegario *et al.*, 2015, p. 978).

Uma das maneiras de superar essa realidade é fazer com que professores comecem a valorizar em suas aulas ações que favoreçam a construção do conhecimento por meio de alternativas pedagógicas que os façam “refletir, argumentar e defender suas ideias” (Callegario *et al.*, 2015, p.978). De acordo com Callegario e colaboradores (2015), uma das possíveis alternativas que podem ser utilizadas em sala de aula, e que nas últimas décadas tem sido discutida pela literatura na pesquisa em Ensino de Ciências, é o uso da História da Ciência (HC) como estratégia para abordar os conteúdos científicos em sala de aula.

É possível verificar na literatura da área de Ensino de Ciências reflexões diversas sobre a HC: desde como essa é comunicada ao público geral em programas de televisão (Schmiedecke; Porto, 2015); sua importância em cursos de formação de professores (Lima; Ibraim; Santos, 2021); e sua presença em livros didáticos da Educação Básica e Ensino Superior (Fernandes; Porto, 2012; Chaves; Santos; Carneiro, 2014; Vidal; Porto, 2012; Pitanga *et al.*, 2014).

Frutos dessas discussões, fundamenta-se a compreensão que a História da Ciência pode aproximar os alunos das aulas de ciências, tornando-as mais cativantes ao humanizar a Ciência como um processo que compreende relações entre ciência, tecnologia e sociedade, que não ocorre isoladamente de outras atividades humanas (Callegario *et al.*, 2015; Martins, 2006).

Dessa maneira, a História da Ciência pode ser utilizada como estratégia de ensino na construção de uma concepção mais elaborada sobre a Ciência e o trabalho dos cientistas

(Martins, 2006). A HC pode promover a contextualização dos conteúdos científicos e a compreensão do funcionamento das ciências, tais como os seguintes aspectos:

De que modo as teorias e os conceitos se desenvolvem? Como os cientistas trabalham? Quais as ideias que não aceitamos hoje em dia e que eram aceitas no passado? Quais as relações entre ciência, filosofia e religião? Qual a relação entre o desenvolvimento do pensamento científico e outros desenvolvimentos históricos que ocorreram na mesma época? (Martins, 2006, p. 17).

A História da Ciência pode, ainda, promover o estabelecimento de relações entre o desenvolvimento científico e as necessidades sociais do momento em que foram propostos, as influenciando e sendo influenciada por elas (Trindade *et al.*, 2010).

Desta maneira, pode-se olhar para a História da Ciência como uma abordagem capaz de auxiliar o desenvolvimento de visões mais críticas e elaboradas sobre o processo científico. Criando assim, a possibilidade de alterar a forma como os conteúdos são apresentados nas aulas de ciências (Trindade *et al.*, 2010).

Porém, há um aspecto bastante importante e que exerce influência sobre a possibilidade de concretização dessa estratégia de inserção, a saber, os livros didáticos, que são amplamente utilizados em todos os níveis de ensino.

Ao que indicam os trabalhos de Martins (2006) e Trindade e colaboradores (2010), os livros didáticos frequentemente apresentam a História da Ciência à parte do conteúdo e em formatos que pouco contribuem para esse objetivo, como biografias ou curiosidades, pois dentro destes se dá uma importância maior (ou total) aos resultados do que em outros aspectos fundamentais da ciência, como seu desenvolvimento, seus personagens, suas relações com outras formas de conhecimento presentes na época em que foi desenvolvida (Martins, 2006; Trindade *et al.*, 2010). Ainda existem materiais didáticos nos quais a HC apresenta erros historiográficos e ilustrações anedóticas, que além de errôneas, ridicularizam o desenvolvimento realizado na época (Trindade *et al.*, 2010).

Dessa maneira, ainda que possam ser encontrados uma diversidade de materiais com esse objetivo, a maioria dos disponíveis para o ensino da HC se mostram superficiais, apresentando histórias anedóticas, lineares e visões inadequadas sobre a Natureza da Ciência (NdC) (Pitanga *et al.*, 2014; Martins, 2006).

Mesmo com a existência dessas dificuldades, a História da Ciência no ensino tem sido recomendada como um grande potencial para a interdisciplinaridade em pesquisas nacionais e internacionais, ganhando espaço em recomendações, diretrizes e documentos que a consideram fundamental para o desenvolvimento de uma visão não-neutra da ciência (Trindade *et al.*, 2010).

Mas não só os livros didáticos surgem como uma possibilidade de dificuldade a ser enfrentada quando consideramos a implementação da História da Ciência em práticas pedagógicas. Um segundo problema se refere ao pequeno número de historiadores da ciência no país. A História da Ciência é uma área que possui métodos e objetivos próprios, que se diferenciam da ciência e da história de maneira geral, logo não é a simples junção de história e ciência que formam essa área. Logo, o uso didático da HC não deve ser uma preocupação apenas de professores e pesquisadores do Ensino de Ciências, mas deve envolver também historiadores da ciência, pois não é somente uma junção de áreas, mas um espaço para contribuições múltiplas (Trindade *et al.*, 2010).

Destaca-se que, desde a década de 1990, existem diretrizes curriculares nacionais que recomendam o uso didático da História da Ciência na Educação Básica, como, por exemplo, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNs) que defendem seu uso para o desenvolvimento de uma visão não neutra da ciência (Trindade *et al.*, 2010).

Mas surgem então questões para serem discutidas, como introduzir a História da Ciência nos cursos de formação de professores? Quais as melhores abordagens e estratégias para o uso didático da HC nas aulas de Química da Educação Básica? (Trindade *et al.*, 2010)

Nesse sentido, Santos (2007) diz que:

Diferentes modelos vêm sendo utilizados na formação inicial e continuada de professores de química. O chamado modelo da racionalidade prática tem sido amplamente discutido na literatura nacional e internacional sobre formação de professores. Nesse modelo, o professor é concebido como um prático autônomo que reflete, toma decisões e cria na sua ação pedagógica (Santos, 2007, p.1).

No entanto, essa autonomia se choca a uma realidade onde professores em formação inicial “se queixam da rigidez dos materiais didáticos disponíveis, o que dificulta a sua utilização em certas estratégias de ensino” (Santos, 2007, p. 2).

Em busca da autonomia docente surge como estratégia de formação a produção de materiais didáticos pelos próprios professores, que conscientes de sua realidade podem elaborar materiais adequados ao perfil de seus alunos e, com isso, complementar as abordagens utilizadas em sala de aula para alcançar seus objetivos educacionais (Souza *et al.*, 2018).

Nessa perspectiva, entendemos que a produção dos próprios materiais didáticos pode ser um processo formativo aos futuros professores para a inserção da História da Ciência no Ensino de Química. Essa estratégia formativa pode minimizar os problemas em torno da ausência ou mesmo pouca disponibilidade de materiais didáticos de qualidade em História da Ciência. A partir do conhecimento do contexto escolar e o perfil da turma, os professores podem

elaborar materiais didáticos em HC “mais flexíveis, versáteis, fácil de adaptar a diversas situações de sala de aula aos diferentes contextos escolares” (Santos, 2007, p. 9).

Assim, materiais didáticos que contemplem a História da Ciência podem ser produzidos pelos próprios professores como uma alternativa aos disponíveis atualmente. Para isso, é necessário que a formação inicial e continuada de professores proporcione conhecimentos, reflexões e práticas voltadas à sua elaboração (Eichler; Pino, 2010). A formação dos professores é condição necessária para utilizar materiais didáticos em HC de maneira crítica e responsável para atingir seus objetivos (Schmiedecke; Porto, 2015).

Dessa forma, o objetivo geral desta pesquisa é:

Analisar que conhecimentos sobre a história da ciência e seu ensino são expressos em materiais didáticos de química elaborados por licenciandos em processo de formação inicial.

Em vista disso, os objetivos específicos podem ser explicitados como:

- *Identificar que elementos da História da Ciência são expressos por estudantes do curso de química licenciatura na elaboração de materiais didáticos;*
- *Analisar as estratégias utilizadas pelos estudantes para ensinar a História da Ciência em um material didático de química produzido por eles;*
- *Avaliar as contribuições e limitações da estratégia de produção de materiais didáticos na formação de professores de química para o uso da história da ciência.*

Nesse sentido, a pesquisa desenvolvida buscou compreender as práticas de formação de professores para a inserção didática de elementos de história das ciências em aulas de ciências, neste caso de química. A fim de atingir os objetivos estabelecidos anteriormente, esta dissertação está estruturada nas seguintes seções: introdução, fundamentação teórica, metodologia, resultados e discussão, e considerações finais.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 SOBRE A HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO

O desenvolvimento da criticidade é um dos objetivos educacionais de uma educação científica de qualidade, pois torna o estudante capaz de lidar com as articulações entre o conhecimento científico e seu uso social. Para isso, não basta o ensino do conteúdo por si só, como um fim em si mesmo. Esse deve ser ensinado em um contexto que lhe dê sentido e significado (Forato; Pietrocola; Martins, 2011).

Uma das maneiras de colaborar com o desenvolvimento da criticidade dos estudantes é com o auxílio da História e Filosofia da Ciência (HFC), uma abordagem que vem amplamente sendo discutida pelo potencial em abordar aspectos históricos e epistemológicos da ciência no ensino (Forato; Pietrocola; Martins, 2011).

Segundo Forato, Pietrocola e Martins (2011) os principais usos de HFC no Ensino de Ciências deveriam estar relacionados à forma como as construções conceituais foram desenvolvidas e as relações que elas possuem com o contexto histórico, político, social em que foram desenvolvidos. Assim, em resumo, as principais recomendações teóricas para a inserção de elementos da HFC no ensino poderiam ser realizadas nos seguintes termos: *caracterização da ciência como empreendimento humano*; e a *compreensão da construção sócio-histórica do conhecimento científico pela articulação entre o conteúdo científico e o histórico para promover aspectos da Natureza da Ciência*.

No entanto, embora existam as recomendações elencadas por Forato, Pietrocola e Martins (2011), o que acontece no âmbito escolar por vezes é oposto a tais orientações, uma vez que no contexto da sala de aula muitas vezes os aspectos históricos são deixados de lado, apresentando uma ciência descontextualizada das questões importantes do desenvolvimento científico. Dessa forma é importante o desenvolvimento de práticas escolares que busquem utilizar a HC em sala de aula, objetivando uma compreensão mais adequada da NdC por parte dos alunos.

Nesse sentido, nas últimas décadas, inúmeras pesquisas têm discutido o uso didático da História da Ciência (HC) no Ensino de Ciências. Callegario e colaboradores (2015), elencam artigos que utilizam a História da Ciência, seja através de materiais didáticos ou como estratégia de ensino, para promover o desenvolvimento de melhores compreensões sobre a Natureza da Ciência e ensinar os conteúdos químicos. A partir desta revisão, notou-se a presença da utilização da HC em peças teatrais, leitura e discussão de livros paradidáticos e textos, vídeos

educativos, estudos de caso, uso de experimentos, entre outros, como estratégias didáticas para estudantes do Ensino Médio e Superior.

A abordagem histórica também permite apresentar a ciência como um empreendimento aberto, em contínuo desenvolvimento e construção. Geralmente, quando a HC está presente em livros didáticos, sua função é exaltar e enaltecer os grandes cientistas. Ignora-se com isso o contexto social, histórico, econômico, e cultural em que tais contribuições foram desenvolvidas e também do papel das influências filosóficas, religiosas e pontos de vista contrários presentes no processo de construção dos conhecimentos científicos (Martins, 2006).

Contudo, deve-se ressaltar que pouco do que é produzido na pesquisa em História da Ciência é desenvolvido com o objetivo de ser utilizado ou apropriado pelo Ensino de Ciências (Martins, 2006). Uma perda imensurável, pois a história pode fazer com que pessoas compreendam a ciência como ela é, despertar interesse dos alunos, além de apoiar e auxiliar no aprendizado dos conteúdos científicos (Martins, 2006).

Segundo Martins (2006), o cenário que temos hoje dos materiais disponíveis para o ensino da HC se caracterizam pelo que *não* se fazer: 1) resumir tópicos de história a quadros com fotos, nomes e datas; 2) apresentar as descobertas científicas como se fossem simples e direta aplicação do método científico; e 3) uso exacerbado da autoridade, pois usam-se nomes de grandes cientistas como única justificativa para se aceitar uma ideia.

Tais pontos ilustram a necessidade da formação de historiadores para produção de materiais que apoiem os professores. Assim, se faz necessário estimular investigações sobre a utilização da história da ciência na formação de professores, pois é nesse contexto em que futuros profissionais terão oportunidade para conhecer e desenvolver práticas fundamentadas na abordagem histórica (Martins, 2006).

Dentro dessa perspectiva, defende-se a possibilidade de discutir a ciência como um empreendimento humano, abrindo espaço também para a discussão de aspectos da Natureza da Ciência (NdC). O uso de episódios históricos pode promover reflexões sobre a NdC que abordem seu contexto social, histórico e cultural, conferindo significado à construção do conhecimento, tornando a história da ciência uma ferramenta capaz de atingir diferentes propósitos educacionais (Forato; Pietrocola; Martins, 2011).

2.2 ORIENTAÇÕES PARA A HISTÓRIA DA CIÊNCIA

Ao refletirmos sobre o tipo de abordagem histórica das ciências que estão presentes nas práticas de sala de aula, é imprescindível discutir que tipo de história da ciência está contida

nos materiais didáticos, uma vez que esses representam boa parte do referencial didático dos professores em sala de aula. É importante compreender que não existe uma única maneira em se abordar a História da Ciência no Ensino de Ciências, sendo que cada uma delas possuem méritos e limitações específicas (Forato; Pietrocola; Martins, 2011).

Professores podem encontrar tanto a perspectiva tradicional-conceitual quanto a externalista em materiais que podem e são utilizados em sala de aula. A primeira é a responsável pela apresentação de exemplos no desenvolvimento da teoria, no qual sem preparação colocam os alunos em uma situação em que precisam aprender a Natureza da Ciência por meio dos conceitos, excluindo a criticidade que derivaria do conhecimento dos aspectos externos que a influenciaram (Trindade *et al.*, 2010). Por exemplo, ao se adotar abordagens históricas que apresentem a produção do conhecimento científico com um enfoque empírico-indutivista, isto resultará numa visão da atividade científica como produtora de verdades absolutas, nas quais, os resultados científicos derivam exclusivamente de observações e/ou experimentos (Forato; Pietrocola; Martins, 2011). Essa visão historiográfica é amplamente comunicada no Ensino de Ciências e em materiais didáticos.

Dessa maneira, é importante que uso da HC no ensino se fundamente em perspectivas historiográficas contemporâneas com o objetivo de comunicar visões mais elaboradas sobre a produção do conhecimento científico. Assim, a segunda vertente apresentada, em que o contexto é levado em consideração, pode ser considerada uma opção mais viável, apesar de também apresentar alguns problemas (Trindade *et al.*, 2010).

Foi a partir das ideias de nomes, como Bachelard e Kuhn, que uma nova visão sobre o desenvolvimento científico foi estabelecida, na qual sua continuidade começa a ser questionada e surgem momentos em que o conhecimento científico, até então aceito pela comunidade científica de sua época, é abandonado e substituído por um novo, capaz de melhor satisfazer as necessidades da comunidade e da sociedade (Trindade *et al.*, 2010).

Apesar de não isenta de críticas, essas ideias levaram ao desenvolvimento de uma nova abordagem da História da Ciência, que começou a abordar histórias que antes não eram consideradas por diversos fatores, não levando em conta apenas os rompimentos de ideias, mas também continuidades, transformações e adaptações de todo conhecimento científico (Trindade *et al.*, 2010).

Hoje deve se considerar que a perspectiva historiográfica atual considera tanto aqueles conhecimentos derivados de rupturas, quanto aqueles que possuem uma continuidade, seus conceitos, mas também a influência social, política, econômica e cultural. Dessa forma ao se

propor a realização de uma prática que leve em consideração a História da Ciência no ensino de ciências, é necessária a utilização dos conceitos e dos contextos, mas esses ainda não chegaram até as salas de aula (Trindade *et al.*, 2010).

Nas poucas menções da História da Ciência, em documentos como os parâmetros curriculares nacionais (PCNs), ainda é grande a presença das compreensões tradicionais ou Kuhnianas. Dessa forma, mesmo que seja grande a importância reconhecida da história da ciência no ensino, ainda não existe uma interface que de fato a implemente com todo o seu potencial em sala de aula (Trindade *et al.*, 2010).

Inúmeras pesquisas empíricas relatam essa presença de concepções simplistas e inadequadas sobre a natureza da Ciência em professores de ciências, que acabam por ensiná-las, ainda que inconscientemente, aos seus estudantes. (Forato; Pietrocola; Martins, 2011). Algumas dessas concepções simplistas sobre a NdC foram elencadas por Gil-Pérez e colaboradores (2001). Os autores identificaram sete visões deformadas comunicadas explicitamente ou implicitamente por professores de ciências, na qual tais visões deveriam ser evitadas:

- *Visão empírico-indutivista e ateórica*: é uma concepção que destaca o papel “neutro” da observação e da experimentação, esquecendo o papel essencial das hipóteses como orientadoras da investigação, assim como das teorias disponíveis, que orientam todo o processo, desde o planejamento dos experimentos até a sua interpretação;

- *Visão rígida (algorítmica, exata e infalível)*: apresenta o “método científico” como um conjunto de etapas a seguir mecanicamente, um passo-a-passo, que se aplicado rigorosamente levará à produção do conhecimento científico;

- *Visão aproblemática e ahistórica*: transmitem-se os conhecimentos já elaborados, sem mostrar os problemas que lhe deram origem, qual foi a sua evolução, as dificuldades encontradas etc. Além disso, não permite conhecer as limitações do conhecimento científico atual, nem as perspectivas que, entretanto, se abrem quando novos conhecimentos são elaborados;

- *Visão exclusivamente analítica*: destaca-se apenas a especialização do conhecimento científico, em suas diferentes disciplinas e campos, sem considerar os esforços de unificação entre diferentes conhecimentos para a compreensão da Natureza;

- *Visão acumulativa de crescimento linear*: o desenvolvimento científico aparece como fruto de um crescimento linear, puramente acumulativo, que ignora as crises e as remodelações

profundas, fruto de processos complexos que não se desejam e deixam moldar por nenhum modelo (pré-)definido de mudança científica;

- *Visão individualista e elitista*: os conhecimentos científicos aparecem como obras de gênios isolados, ignorando-se o papel do trabalho coletivo e cooperativo, dos intercâmbios entre equipes;

- *Visão socialmente neutra da ciência*: esquecem-se as complexas relações entre ciência, tecnologia, sociedade (CTS) e proporciona-se uma imagem deformada dos cientistas como seres “acima do bem e do mal”, fechados em torres de marfim e alheios à necessidade de fazer opções.

2.3 PRODUÇÃO DE MATERIAIS DIDÁTICOS

O Ensino de Química desenvolvido comumente em sala de aula se restringe ao livro didático, essa situação somada aos recursos limitados, situação enfrentada em diversas escolas, cria uma grande dificuldade na implementação de práticas diversificadas. O que desencadeia um desinteresse dos alunos pelas aulas, o qual foi construído por um processo histórico de aulas com repetição de fórmulas, definições, classificações, fórmulas matemáticas e distribuições de elétrons (Souza *et al.*, 2018).

Tendo em vista as limitações do livro didático, Souza e colaboradores (2018) argumentam em prol da elaboração e avaliação do seu próprio material didático por futuros professores, de modo que estes possam utilizá-los no estágio em escolas da Educação Básica. A produção do material didático se torna assim uma estratégia para a formação de professores, pois possibilita a utilização dos conhecimentos construídos ao longo do curso em uma atividade na qual o aluno poderá desenvolver conhecimentos e habilidades profissionais docentes e, ainda, resultará em um material apto a ser usado futuramente em suas aulas. O processo de produção de seu próprio material também é capaz de proporcionar ao licenciando a construção da autonomia da sua prática pedagógica (Souza *et al.*, 2018).

Acrescenta-se, ainda, que a produção de materiais didáticos pelo próprio professor pode contribuir para atender as necessidades do contexto escolar no qual ele está inserido, tendo em vista que a elaboração do material pode ser orientada por características e especificidades da escola (Souza *et al.*, 2018).

Dessa maneira, elaborar seus próprios materiais didáticos possibilita ao docente um aumento em seus conhecimentos interdisciplinares, além de aliar a teoria à prática. A promoção de ações e iniciativas voltadas à produção de materiais didáticos na formação inicial de

professores pode contribuir para sua autonomia profissional e domínio didático sobre o conteúdo, além de uma melhoria do seu ensino em sala de aula (Souza *et al.*, 2018).

A introdução de práticas voltadas à produção de materiais didáticos na formação de professores ocorre em pequeno grau em instituições de Ensino Superior. Em levantamento realizado por Cunha e colaboradores (2015) ao estudarem linhas de pesquisa em Produção de Material Didático em Ensino de Química a partir dos dados obtidos no Diretório dos Grupos de Pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e em relatório de programas de pós-graduação enviados à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), constatou-se que no Brasil existem apenas 14 grupos com esse objetivo. Sendo assim, é necessário estimular pesquisas sobre essa temática com o objetivo de proporcionar uma melhor formação e auxílio para professores em sala de aula (Cunha *et al.*, 2015).

Destaca-se que a produção de materiais didáticos em cursos de formação de professores é uma prática de pequena escala tendo em vista o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD). Essa política pública de abrangência nacional tem por objetivo selecionar, comprar e distribuir de maneira gratuita nas escolas da Educação Básica livros didáticos. Por se tratar de uma política pública consolidada, o livro didático é objeto de estudo em diversas pesquisas que buscam compreendê-lo (Souza *et al.*, 2018).

A participação do aluno deve ser um dos objetivos nas práticas docentes de hoje, tornando essa uma das responsabilidades dos professores quando esses estão preparando uma aula, muitas vezes com o auxílio apenas do livro (Souza *et al.*, 2018).

As pesquisas realizadas sobre o assunto apontam um benefício formativo para os professores que se engajam em práticas de elaboração de materiais didáticos: a contextualização. A confecção de materiais didáticos de Química para ensinar questões relacionadas à nutrição, por exemplo, Fonseca e Loguercio (2013) conseguiram desenvolver nos participantes da pesquisa uma melhor compreensão não só do conteúdo científico, mas também promoveram o desenvolvimento da capacidade de problematização do assunto (Fonseca; Loguercio, 2013).

Existem também pesquisas relacionadas à produção de materiais didáticos que mostram que este processo pode promover a compreensão de professores sobre a perspectiva da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), porém este processo pode ter como possível resultado a elaboração de um material simples ou um material que acaba sendo inspirado nos livros

didáticos tradicionais, pela resistência existente na própria prática docente (Silva; Marcondes, 2015).

Souza e colaboradores (2018) desenvolveram no âmbito da Universidade Federal do Acre (UFAC) um projeto de pesquisa intitulado “Produzindo Materiais Didáticos: Caixa Química”, na qual verificaram como a produção e aplicação de materiais didáticos influenciou na prática docente de licenciandos do curso de Química. Contribuindo para suas formações de forma dinâmica e autônoma, a atividade foi capaz de desenvolver, mesmo com pouca experiência, a independência e interesse necessários no desenvolvimento de materiais didáticos para fins próprios e de preocupações necessárias para sua utilização em sala de aula (Souza *et al.*, 2018).

Nesse trabalho mostraram uma das possibilidades de materiais didáticos que podem ser produzidos pelos professores, os jogos didáticos, envolvendo aspectos lúdicos e educativos (Souza *et al.*, 2018). Os futuros professores de química tinham por objetivo confeccionar um jogo didático. Inicialmente os alunos passaram por aulas teóricas onde adquiriram a fundamentação necessária para se familiarizarem com a produção de materiais didáticos e em seguida deram início a produção de jogos didáticos de acordo com a proposta curricular do Ensino Médio. Apesar dos alunos terem sido solicitados a considerar o conteúdo do Ensino Médio em seu jogo didático, não houve nos momentos formativos discussões sobre os conteúdos deste nível de ensino. Após a confecção dos jogos, os materiais foram avaliados pelos professores formadores e, finalmente, houve a aplicação do jogo didático para os demais colegas. Tais momentos proporcionaram um momento de identificação de limitações do jogo didático produzido, o que levou à sua melhoria (Souza *et al.*, 2018).

O tempo de preparo dos jogos didáticos foi de 3 meses, totalizando 11 jogos confeccionados. No período no qual os alunos aplicavam seus jogos entre seus colegas foi notada a falta de domínio sobre os conteúdos da Educação Básica. Inicialmente os alunos demonstraram domínio dos conteúdos, porém ao longo do jogo as dúvidas apareciam e diminuía o ritmo em que se desenvolvia a atividade. Essa dificuldade ilustra a necessidade da identificação dos conhecimentos prévios dos alunos no desenvolvimento desse tipo de atividade, pois como as disciplinas não tinham o papel de desenvolver o conteúdo, os alunos ficaram sem o conhecimento necessário para realização da atividade (Souza *et al.*, 2018).

Mesmo com as dificuldades relatadas por Souza e colaboradores (2018) foi possível constatar os benefícios formativos da elaboração de materiais didáticos nos licenciandos. Eles apresentaram independência e interesse no desenvolvimento de um material que se colocasse

como mais atrativo para o ensino, se preocupando com aspectos como o número de alunos que poderiam vir a participar, imaginando diferentes cenários nos quais poderia ocorrer a aplicação deste material (Souza *et al.*, 2018).

Dessa maneira, resultados como os relatados anteriormente pelas pesquisas mostram como a produção de materiais pode auxiliar em novas propostas didáticas para a sala de aula da Educação Básica que não só auxiliem o processo de formação dos futuros professores, mas também suas necessidades conceituais (Souza *et al.*, 2018).

É possível observar também a produção de materiais didáticos voltados ao ensino da História da Ciência. Luz e Almeida (2021) mencionam o desenvolvimento de um material didático baseado no modelo da mudança social, que buscou apresentar o contexto de compreensões científicas anteriores para que o aluno compreenda o processo de mudança que um conceito sofre.

Por fim, destaca-se o pequeno número de trabalhos que relatam a produção de materiais didáticos em História da Ciência, por licenciandos ou professores em exercício. Essa lacuna na literatura é uma das motivações desta pesquisa.

2.4 ANÁLISE DE MATERIAIS EM HISTÓRIA DA CIÊNCIA

Apesar de ser o principal usuário dos livros didáticos que chegam às escolas, analisá-los não cabe ao professor, e sim a um grupo de especialistas, ao professor cabe a escolha do material e sua utilização, que não necessariamente depende de seu senso crítico, fazendo com que o resultado dessas análises nem sempre cheguem em quem trabalha diretamente com eles. Dessa maneira se tornam necessárias ações que possibilitem o desenvolvimento de habilidades para que professores sejam capazes de olharem criticamente para esse material que o acompanhará (Pena; Teixeira, 2013).

Dessa forma, Pena e Teixeira (2013) realizaram uma análise “de resenhas de livros didáticos, paradidáticos, de divulgação científica e/ou livros que reúnem artigos/ensaios enfocando a HFC” (Pena; Teixeira, 2013, p. 475) publicadas em periódicos nacionais, focando nos aspectos positivos e negativos apontados por aqueles que as escreveram, com o objetivo de criar critérios para serem utilizados na avaliação de materiais em História da Ciência voltados para o ensino. A partir desta análise, os autores criaram categorias para analisar a qualidade de materiais em HC:

- *Clareza e precisão na linguagem;*

- *Análise crítica de fontes primárias* (análise das fontes/manuscritos originais das informações providas pelo texto);
- *Consideração do contexto da época* (considerar o contexto histórico, político, econômico, social e cultural em que os fatos históricos ocorreram);
- *Estudo histórico elaborado por profissionais especializados* (historiadores da ciência);
- *Texto acompanhado de ilustrações e gravuras relacionadas com as ideias historicamente contextualizadas, acompanhadas de sua discussão;*
- *Abordagem histórica com aspectos teóricos e matemáticos;*
- *Evitar a mistificação da ciência* (evitar o uso ingênuo da história da ciência);
- *Permitir transposição didática* (didatização);
- *Incluir a contribuição de físicos brasileiros* (sempre que for possível);
- *Tema de grande interesse para a História da Ciência e para a própria Física* (a depender da natureza do texto).

Nenhum dos livros resenhados é da Educação Básica, e sim do Ensino Superior, o que somente ressalta a falta de materiais já discutida aqui, dessa maneira tais categorias apresentadas pelos autores são acompanhadas de um aconselhamento de não serem utilizadas para a análise de materiais para a educação básica, como os livros do PNLD, pois esses são elaborados seguindo diretrizes que não se alinham necessariamente às propostas pelos autores.

Outros autores que também se debruçaram sobre a tarefa de análises de materiais didáticos foram Fernandes e Porto (2011) e Vidal e Porto (2012), ambos utilizaram categorias dispostas no instrumento de análise desenvolvido por Laurinda Leite e quando necessário modificado por ambos. Enquanto Vidal e Porto (2012) realizaram a análise de livros aprovados pelo PNLD de 2007, Fernandes e Porto (2011) realizaram a análise de livros texto comumente utilizados em disciplinas de química geral de cursos da graduação.

Em seu estudo, Vidal e Porto (2012) trabalharam com dimensões, intituladas: 1) Vida dos personagens (filósofos, pensadores ou cientistas); 2) Abordagem das ideias / descobertas; 3) Evolução da ciência; e 4) Quem faz a ciência. Cada dimensão possui categorias, e essas foram os guias para demarcação das ocorrências nos materiais analisados.

São elas, para a dimensão 1:

- 1.1) Biografia (pelo menos nome, e as datas de nascimento e morte);
- 1.2) Características pessoais (sentimentos, caráter, humor etc.);
- 1.3) Episódios / curiosidades (casado com..., decapitado por...).

Para a dimensão 2:

2.1) Menção a uma ideia científica (uma descoberta, ou, de modo mais geral, uma ideia científica é mencionada);

2.2) Descrição de uma ideia científica (a ocorrência de uma descoberta ou ideia é descrita)”.

Para a dimensão 3:

3.1) Menção a períodos discretos (dois ou mais períodos ou ideias são mencionados, mas não são relacionados entre si);

3.2) Evolução linear e direta (um período é relacionado ao seguinte, mantendo uma direção);

3.3) Evolução real (movimento de “idas e voltas” entre opiniões, incluindo controvérsias).

Por fim, para a dimensão 4:

4.1) Cientistas, filósofos ou pensadores individuais (um personagem é apresentado como sendo o único responsável por uma ideia ou descoberta);

4.2) Grupo de filósofos, pensadores ou cientistas (dois ou mais personagens trabalharam juntos com o mesmo propósito);

4.3) Comunidade científica (cientistas, filósofos ou pensadores de um período são responsáveis pela ideia ou descoberta, sem que haja especificação de nomes).

Fernandes e Porto (2011) também realizaram seu trabalho através de dimensões, essas foram: 1 – Tipo e organização da informação histórica; 2 – Materiais utilizados para apresentar a informação histórica; 3 – Contextos aos quais a informação histórica é relacionada; 4 – Estatuto do conteúdo histórico; 5 – Atividades de aprendizagem que abrangem a história da ciência; 6 – Consistência interna do livro (no que se refere à informação histórica); 7 – Bibliografia em história da ciência e 8 – Exatidão e precisão da informação histórica.

Suas categorias a partir de tais dimensões foram, para a dimensão 1:

1.1) Vida dos personagens: constituindo o conjunto de informações básicas apresentadas sobre os personagens, como informações biográficas, características pessoais e curiosidades.

1.2) Caracterização: aspectos de aprofundamento na natureza dos personagens, sua constituição como um famoso, um gênio ou uma pessoa comum e ainda aqueles que não receberam nenhuma atribuição.

1.3) Tipo de evolução: para as informações históricas relacionadas ao desenvolvimento científico e como ele pode ser abordado através de simples menções, descrições, períodos discretos, uma evolução linear ou real.

1.4) Responsável: como as ideias científicas são atribuídas a indivíduos, sejam eles um cientista individual, um grupo deles ou ainda a ideia de uma comunidade científica que trabalha em conjunto.

Para a dimensão 2:

2.1) Materiais utilizados para apresentar a informação histórica: imagens de cientistas, imagens de equipamentos, máquinas ou textos originais.

2.2) Fontes secundárias: textos de historiadores da ciência, modelos, representações, ilustrações de equipamentos ou experimentos, textos pelos autores dos livros ou, ainda, experimentos históricos.

Para a dimensão 3:

3.1) Contextualização: o número de vezes que contextos históricos foram associados ao desenvolvimento de uma ideia ou descoberta científica.

3.2) Contextos associados a essas ocorrências: a natureza desses contextos históricos, sejam puramente científicos, políticos, tecnológicos, sociais ou religiosos.

Para a dimensão 4:

4.1) Estatuto da informação histórica: como a presença de contextos históricos é disposta ao longo dos textos. De maneira essencial e intrínseca ao desenvolvimento, ou seja, fundamental. Ou apenas como algo complementar, que não muito acrescenta a ideia.

Para a dimensão 5:

5.1) Estatuto da atividade: como as atividades dos livros que abordam a história da ciência são colocadas: de forma compulsória ou livre.

5.2) Tipo de atividade: qual a natureza dessas atividades: guias de leitura, pesquisas bibliográficas, análises de informações ou experimentos históricos.

Para a dimensão 7:

7.1) Livros de história da ciência: quando o material sugere ou recomenda a leitura de livros de história da ciência.

7.2) Livros de ciência que abordam o desenvolvimento da ciência: quando o material sugere ou recomenda a leitura de livros de ciência que abordam o desenvolvimento da ciência.

7.3) Livros de áreas afins: quando o material sugere ou recomenda a leitura de livros de áreas afins, como: história geral, filosofia ou sociologia da ciência, divulgação científica.

3. METODOLOGIA

3.1 DESCRIÇÃO DA PESQUISA

A metodologia desta investigação é de natureza qualitativa e do tipo documental, no qual foram analisados os materiais didáticos em História da Ciência produzidos por licenciandos. A produção dos materiais didáticos foi realizada em uma disciplina de Prática de Ensino, ofertada aos estudantes do 2º período, de um curso de Química Licenciatura de uma instituição de Ensino Superior pública do sul de Minas Gerais.

Uma metodologia de natureza qualitativa se caracteriza pelo envolvimento do pesquisador no ambiente para compreender o contexto de produção de seu objeto de estudo (Bogdan; Biklen, 1994), assim se fez necessário o acompanhamento da disciplina e das orientações para a produção dos materiais. Dessa forma, a partir do acompanhamento da disciplina e das orientações dadas, foi possível compreender como os estudantes se apropriaram destas para produzir seus materiais didáticos (Bogdan; Biklen, 1994).

Uma gama de pesquisas pode ser realizada a partir da análise de documentos como sua fonte de dados, mas para isso é necessário adotar certos procedimentos, como: critérios para a seleção dos documentos que serão utilizados (que podem compreender artigos científicos, textos, jornais, revistas, livros e anais de congressos), sua organização e a interpretação, levando em consideração os objetivos da pesquisa (Pimentel, 2001). A seleção desta pesquisa contemplou todos os materiais que foram elaborados e entregues na disciplina, mas os documentos não terão uma organização específica, todos serão olhados sobre a mesma lente, pois todos foram elaborados com o mesmo objetivo.

3.2 CONTEXTO DA PESQUISA

O curso de Química Licenciatura de uma instituição de Ensino Superior pública do sul de Minas Gerais, apresenta em sua estrutura curricular quatro disciplinas de Práticas de Ensino (enumeradas de I à IV), disciplinas pedagógicas voltadas ao Ensino de Química.

A disciplina em que ocorreu essa pesquisa foi a Prática de Ensino II, disciplina essa que não é dedicada inteiramente a utilização da HC no Ensino de Ciências, ela também compreende em sua ementa o uso de analogias e modelos no Ensino de Ciências e uma introdução à Natureza da Ciência. Vale ressaltar que essa disciplina ocorreu durante a pandemia de COVID-19, oferecida no formato remoto, na qual teve como objetivo ofertar atividades pedagógicas

domiciliares aos estudantes, sendo assim, foi ofertada na modalidade a distância durante o 2º semestre de 2021. No Apêndice 1 é apresentado o plano de ensino da disciplina Prática de Ensino II.

Como objetivos a disciplina possui: compreender o papel de analogias no ensino: seu significado, objetivos e limitações; compreender o papel de modelos científicos no ensino: seu significado; objetivos e limitações; refletir sobre a importância de introduzir abordagens históricas na Educação Básica; reconhecer diferentes padrões historiográficos de abordar a História da Ciência/Química no ensino; promover discussões sobre a Natureza da Ciência articuladas com os estudos de casos apresentados em sala de aula.

Dessa maneira, a produção do material didático se deu em um momento específico da disciplina na forma de um projeto. Esse projeto pôde ser desenvolvido individualmente ou em grupos de até 3 alunos. Destaca-se que o objetivo não é avaliar os estudantes em si, mas, os materiais produzidos por eles. Os textos didáticos tiveram um limite máximo de 15 páginas, sendo direcionados a estudantes do Ensino Médio, pois um dos objetivos do docente da disciplina era que os alunos utilizassem futuramente em suas práticas pedagógicas o material produzido na disciplina. Para guiar os estudantes na produção dos textos didáticos, foram dadas orientações em forma de roteiro para que eles produzissem o material (Apêndice 2).

Os temas para a produção dos materiais didáticos foram previamente definidos pelo docente da disciplina, sendo eles: 1) Teoria Atômica de Dalton; 2) Invenção da Pilha Elétrica; 3) Descoberta da Radioatividade; 4) Síntese da Amônia; 5) Tetraetilchumbo e CFCs; 6) Descoberta do DNA; e 7) Elucidação Estrutural de Macromoléculas. Essas sugestões foram propostas, pois, como discutido anteriormente neste documento, é necessária a utilização de bons materiais e como os alunos, em sua maioria, ingressaram no curso no ano em que cursaram essa disciplina, ou seja, em seu primeiro ano, ainda não teriam experiência em encontrar e julgar materiais por sua qualidade.

Dessa maneira, os temas sugeridos pelo docente foram acompanhados de materiais de leitura para auxiliarem a escrita dos textos didáticos (Quadro 1). Além destes materiais, também foram disponibilizados os textos didáticos produzidos por alunos dos anos anteriores, para inspiração e compreensão do que o docente esperava como resultado. Como o texto didático tem como público-alvo alunos do Ensino Médio, a produção também envolve uma preocupação com a apresentação estética e visual e com a linguagem utilizada.

Quadro 1 – Temas e referências bibliográficas sugeridas

Temas	Referências bibliográficas
<i>Teoria atômica de Dalton</i>	Filgueiras, C. A. L. Duzentos anos da teoria atômica de Dalton. Química Nova na Escola , v. 20, p. 38-44, 2004.
	Lobato, C. B. A história da ciência como “remédio” no ensino de química: episódio-estudo sobre a invenção da teoria atômico-molecular moderna. Química Nova , v. 43, p. 1350- 1361, 2020.
	Viana, H. E, B.; Porto, P. A. O processo de elaboração da teoria atômica de John Dalton. Química Nova na Escola , n. 21, p. 4-12, 2007.
<i>Invenção da Pilha Elétrica</i>	Boni, R. S. A pilha de Alessandro Volta (1745-1827): diálogos e conflitos no final do século XVIII e início do século XIX. 2007.
	Forato, C. M. F; Guerra, A. Alessandro Volta e a Pilha. In: Silva, A. P. B.; Guerra, A. (orgs.). História da Ciência e ensino: fontes primárias e propostas para sala de aula . São Paulo: Editora Livraria da Física, 2015.
	Martins, R. A. Alessandro Volta e a invenção da pilha: dificuldades no estabelecimento da identidade entre o galvanismo e a eletricidade. Acta Scientiarum , v. 21, n. 4, p. 823-835, 1999.
	Martins, R. A. O contexto da invenção e divulgação da pilha elétrica por Alessandro Volta. Anais do VII Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia e da VII Reunião da Rede de Intercâmbios para a História e a Epistemologia das Ciências Químicas e Biológicas , v. 7, p. 285, 2000.
<i>Descoberta da Radioatividade</i>	Martins, R. A. A descoberta da radioatividade. In: Santos, C. A. Da revolução científica à revolução tecnológica – Tópicos de história da física moderna . Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 1998, Pp. 29- 49.
	Martins, R. A. As primeiras investigações de Marie Curie sobre elementos radioativos. Revista da SBHC , v. 1, p. 29- 41, 2003.
	Weill, A. R. Curie, Marie. In: GILLISPIE, C. C.; BENJAMIN, C. (ORGS.). Dicionário de biografias científicas . Vol. I. Rio de Janeiro: Contraponto, 2007.
	Funchal, R. Z. Madame Curie, a Primeira-Dama da Ciência. In: SAITOVITCH, E. B. et al (orgs.). Mulheres na Física: casos históricos, panorama e perspectivas . São Paulo: Livraria da Física, 2015.
<i>Síntese da Amônia</i>	Chagas, A. P. A síntese da amônia: alguns aspectos históricos. Química nova , v. 30, p. 240-247, 2007.
	Araújo, M. C. O Nobel de Fritz Haber e suas contribuições ao ensino de ciências . Trabalho de Conclusão de Curso de Licenciatura em Química. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia, São Paulo, 2012.
	Araújo, M. C.; Baldinato, J. O. A síntese de amônia: uma proposta de estudo histórico para a formação de professores de química vinculada ao Prêmio Nobel de Fritz Haber. História da Ciência e Ensino: construindo interfaces , v. 11, p. 91-129, 2015.

<i>Tetraetilchumbo e os CFCs</i>	Viana, H. E. B.; Porto, P. A. O desenvolvimento de novas substâncias na primeira metade do século XX: o caso de Thomas Midgley, Jr. Circumscribere , v. 12, p. 16-30, 2012.
	Viana, H. E. B. Ascensão e queda dos CFCs : uma análise de periódicos científicos e de livros didáticos de química ambiental. Tese para obtenção do Título de Doutor em Química. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.
<i>Descoberta do DNA</i>	Thiemann, O. H. A descoberta da estrutura do DNA: de Mendel a Watson e Crick. Química Nova na Escola , n. 17, p. 13-19, 2003.
	Andrade, M. A. B. S.; Caldeira, A. M. A. O modelo de DNA e a Biologia Molecular: inserção histórica para o Ensino de Biologia. Filosofia e História da Biologia , v. 4, n. 1, p. 139-165, 2009.
	Guastelli, C. A estrutura do DNA : algumas histórias contadas em livros didáticos. Dissertação para obtenção do Título de Mestre em História da Ciência. Pontifícia Universidade Católica De São Paulo, São Paulo, 2018.
<i>Elucidação Estrutural de Macromoléculas</i>	Calixto, C. M. F.; Cavalheiro, É. T. G. Penicilina: efeito do acaso e momento histórico no desenvolvimento científico. Química Nova na Escola , v. 34, n. 3, p. 118-123, 2012.
	VArgas, M. D. Dorothy Crowfoot Hodgkin: Uma Vida Dedicada à Ciência. Revista Virtual de Química , v. 4, n. 1, p. 85-100, 2012.
	Prado, L. Dorothy Hodgkin e seus estudos cristalográficos sobre a estrutura da penicilina. História da Ciência e Ensino : construindo interfaces, v. 18, p. 128-151, 2018.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os pontos que se esperavam estar presentes no texto por parte do docente da disciplina são: o contexto da época, uma breve biografia dos personagens envolvidos no caso e uma descrição do processo de produção das ideias científicas, descrevendo o que os estudantes podem aprender com esse caso histórico. Durante o período de desenvolvimento deste projeto foram ministradas aulas e realizadas atividades na disciplina sobre a história da ciência: importância, uso, relação com a NdC, o trabalho do historiador da ciência, métodos, escrita e alguns casos históricos (Anexo A).

O docente responsável por essa disciplina é doutor em Ensino de Química atuando principalmente na área de História e Filosofia da Química e suas implicações no ensino, assim possuindo experiência acadêmica em pesquisas e na sala de aula com o tópico. É importante essa caracterização do profissional tanto quanto da disciplina pois é necessária a consciência das instruções e orientações e do que será solicitado pelo docente formador, pois suas orientações irão influenciar no desenvolvimento dos materiais.

3.3 ANÁLISE DOS DADOS

Os textos didáticos que utilizamos como dados deste trabalho foram recolhidos ao final do período da disciplina de Prática de Ensino II, os alunos em momento nenhum durante o processo de confecção foram informados da possibilidade de seus materiais serem utilizados como dados de uma pesquisa, visto que o entendimento desse aspecto poderia influenciar no resultado do material elaborado. Dessa forma, deixamos o processo de produção dos textos acontecer naturalmente, buscando não pressionar os estudantes com a informação que seus materiais seriam analisados para uma compreensão mais profunda.

Para identificar os trabalhos (Quadro 2), utilizaram-se códigos, TD, que significa Texto Didático. Assim, a identificação TD-1 se refere a análise do texto didático 1 e assim por diante.

Quadro 2 – Textos didáticos produzidos pelos estudantes na disciplina de prática de ensino II

Identificação dos trabalhos	Título dos textos didáticos
<i>TD-1</i>	A teoria atômica de Dalton
<i>TD-2</i>	A teoria atômica de Dalton
<i>TD-3</i>	A descoberta do DNA
<i>TD-4</i>	A descoberta da radioatividade – Marie Curie
<i>TD-5</i>	O processo de elaboração da teoria atômica de Dalton
<i>TD-6</i>	A descoberta da radioatividade por Marie Curie
<i>TD-7</i>	A produção dos tetraetilchumbo e dos CFC's por Thomas Midgley Jr.
<i>TD-8</i>	Síntese da Amônia

Fonte: elaborado pelo autor.

Para sua análise foram utilizadas algumas das categorias discutidas no trabalho de Fernandes e Porto (2011) e, que por sua proximidade com o trabalho de Vidal e Porto (2012), tiveram grande influência nas discussões aqui realizadas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 TIPO E ORGANIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO HISTÓRICA: PERSONAGENS

Nesta categoria são abordadas as informações contidas nos textos que realizam a apresentação e caracterização da vida dos personagens envolvidos em cada um dos episódios. Nota-se, como pode ser observado na Quadro 3, que um mesmo texto pode estar incluído em diferentes subcategorias, pois, apesar da possibilidade de existência de conflitos, elas não são excludentes entre si, um texto pode apresentar uma informação que se encaixe em uma categoria e, logo em seguida, apresentar uma nova informação que se encaixe em outra e, às vezes, o mesmo trecho pode alcançar o feito de abranger mais de uma subcategoria. Essa tendência acontece em todas as categorias.

Quadro 3 – Tipo e organização da informação histórica: Personagens

Vida dos personagens	
<i>Informações biográficas</i>	TD-1, TD-2, TD-3, TD-4, TD-5, TD-6, TD-7 e TD-8
<i>Características pessoais</i>	TD-1, TD-2, TD-4, TD-5, TD-6, TD-7 e TD-8
<i>Curiosidades</i>	TD-1, TD-2, TD-4, TD-5, TD-6, TD-7 e TD-8
Caracterização	
<i>Famoso/Gênio</i>	TD-1, TD-2, TD-4 e TD-5
<i>Pessoa comum</i>	TD-1, TD-2, TD-4, TD-5, TD-6, TD-7 e TD-8
<i>Sem atribuição</i>	TD-1, TD-2, TD-3, TD-4, TD-5, TD-6, TD-7 e TD-8

Fonte: elaborado pelo autor.

Na primeira subcategoria, informações biográficas, foram identificados trechos que apresentavam os personagens envolvidos nos episódios com no mínimo seu nome, anos de nascimento e morte, mas que também não se limitavam a isso, podendo abranger informações sobre sua árvore genealógica, relacionamentos e nacionalidade.

Nota-se que em relação a vida dos personagens essa é a única subcategoria presente em todos os textos. Uma relação interessante entre eles é que as informações biográficas que vão além do mínimo mencionado anteriormente são majoritariamente realizadas apenas com o personagem central do episódio, como podemos observar nos seguintes trechos:

Dalton, nascido em um lugarejo em Eaglesfield, filho de pais humildes [...]. (TD-1)

John Dalton nasceu em 1766, em Eaglesfield, um lugarejo do norte da Inglaterra, filho de um modesto tecelão. (TD-2)

No ano de 1897 nascia em Varsóvia Marie Curie, conhecida pela sua família como Manye. Filha de um casal que se importava com a educação de seus filhos [...] (TD-4)

Marie Curie nasceu em 7 de novembro de 1867, em Varsóvia, capital da Polônia. (TD-5)

Os únicos textos que apresentam informações bibliográficas que vão além do mínimo para um personagem secundário são o TD-3 e o TD-4. TD-3 se preocupa em mencionar a nacionalidade de alguns dos personagens envolvidos no episódio, mostrando um esforço coletivo no desenvolvimento científico, enquanto o TD-4 realiza a apresentação das informações de Pierre Curie:

Nascido no dia 15 de maio de 1859 na cidade de Paris, Pierre veio ao mundo. Criado em uma família de médicos, ele teve uma educação caseira como seu pai como professor [...]. Aos 36 anos conheceu a jovem Marie com quem se casou e teve duas filhas, juntos conquistaram um Nobel de Física. (TD-4)

Logo, quando observada a totalidade de personagens presentes nos textos, a maioria deles se enquadra no perfil de informações mínimas: William Henry (1774~1836) [...] (TD-1); Thomas Thomson (1773- 1852) [...] (TD-2); Richard Altmann (1852-1900) [...] (TD-3).

Apesar de dados biográficos nesse formato ser uma crítica comum em trabalhos com a história da ciência, pois afasta os personagens de uma dimensão mais humana, as críticas são realizadas e direcionadas à abordagem da história da ciência que se limite apenas a essas informações. Como será discutido em sequência, esse não é o caso para a maioria dos trabalhos, pois as informações biográficas são apenas uma das abordagens realizadas.

Como discutido por Forato (2011), quando se trabalha com a história da ciência, o julgamento e discernimento de quais informações devem ser aprofundadas e quais devem ser mantidas a um nível superficial vai ao encontro com os objetivos de quem que está elaborando o material. Sendo assim, as informações mínimas dadas à maioria dos personagens secundários dos episódios podem ser vistas como uma habilidade desenvolvida, pela prática formativa, de discernimento e julgamento dos objetivos pedagógicos da elaboração do material que os alunos possuíam quando o estavam elaborando.

Quando olhamos para a subcategoria informações pessoais, foram identificados trechos que apresentem características dos personagens que fogem da dimensão científica e de seus trabalhos científicos, mas também características pessoais que os influenciaram, e que somadas as informações biográficas apresentam uma dimensão mais humana dos personagens. Tais características puderam ser observadas em trechos que apresentassem o sentimento do

personagem, seu caráter, humor ou seus interesses, por exemplo. Alguns dos trechos que foram identificados são:

[...] e a nossa célebre química ficou entusiasmada com o assunto e começou a sua jornada pelos processos radioativos. (TD-4)

A família pertencia à religião Quaker, que foi uma forte influência para John e à qual ele permaneceu ligado por toda a vida. (TD-5)

Sua intenção era ajudar a humanidade [...] (TD-7)

Seu interesse na guerra e em gases levou a criação de armas químicas. Haber, como Capitão Honorário do Exército, planejou e comandou o primeiro ataque com gás cloro em Ypres na Bélgica, em 22 de abril de 1915. (TD-8)

Tais características em conjunto com as informações biográficas podem trazer a dimensão humana necessária para a desconstrução do estereótipo do cientista que só se preocupa em fazer experimentos, isolado do mundo em seu laboratório. Dentre as muitas características pessoais que formam um ser humano, a escolha de características que ilustrassem aspectos pessoais que humanizam o cientista tem um grande potencial pedagógico, pois aproximam e despertam o interesse do aluno pelo conteúdo.

Ressalta-se nesta subcategoria a não presença do texto 3, este limitou-se apenas as informações biográficas de todos os cientistas envolvidos, não houve uma única menção a alguma característica que não estivesse envolvida no trabalho científico dos personagens.

Na subcategoria curiosidades foram identificados trechos que apresentam informações, fatos ou episódios da vida dos personagens que não se limitassem a esfera científica, como seus relacionamentos e envolvimento em trabalhos de outra natureza, mas também as influências que seus trabalhos tiveram em suas vidas pessoais. Algumas das curiosidades apresentadas nos textos podem ser observadas nos trechos a seguir:

Após burburinhos sobre a vida sentimental de Marie, Einstein lhe enviou a seguinte carta: [...] (TD-4)

Foi obrigada a ir morar em uma casa de repouso, e pouco tempo depois foi levada a um sanatório. (TD-4)

Em 1940, aos 51 anos, Midgley contraiu poliomielite, que o deixou muito debilitado. Mesmo diante do desafio da doença e suas condições, criou um elaborado sistema de cordas e roldanas para o ajudara levantar da cama. Porém esse sistema foi a causa de sua própria morte, devido ao seu estrangulamento aos 55 anos, que ocorreu em 2 de novembro de 1944, em Worthington, Ohio. (TD-7)

Clara discordava do uso de gases venenosos como arma de guerra, então pediu à seu marido que parecesse com as pesquisas na área. Entretanto, Haber decidiu continuar com seus trabalhos, ignorando o pedido de sua esposa. Por desgosto em ver a situação, Clara comete suicídio utilizando a arma do seu marido. (TD-8)

Pitanga e colaboradores (2013) julgam a utilização de curiosidades na história da ciência como algo negativo pelo potencial anedótico destas, mas não se pode negar seu potencial para despertar o interesse dos alunos. Também não se pode isolar as curiosidades de todo contexto apresentado, afinal de contas elas são apenas um dos muitos aspectos escolhidos para serem abordados sobre os personagens, e em um contexto descritivo de um episódio ela pode ser utilizada em conjunto com as outras informações aqui já discutidas para uma caracterização mais humana dos personagens e a formação de vínculos com eles.

Na primeira subcategoria que se refere a caracterização dos personagens apresentados nos episódios históricos, buscou-se encontrar nos textos trechos que apresentem características pessoais ou ações que possam levar os estudantes após a sua leitura a acreditarem estar diante de gênios, pessoas com aptidões que não estão presentes em pessoas comuns. Um trecho selecionado é:

John Dalton tem seu nome frequentemente lembrado no estudo da química pela venerável influência que teve em diversas pesquisas. (TD-1)

Neste trecho é possível compreender que sem John Dalton muitas pesquisas não haveriam sido desenvolvidas, mas graças à sua influência estas foram possíveis de ocorrer, a ponto de ser digno de veneração.

A necessidade de ajudar a família fez com que desde cedo o jovem Dalton começasse a trabalhar naquilo que sabia fazer: ensinar. Aos 12 anos de idade criou uma escola. (TD-2)

Neste outro trecho, associa-se à John Dalton a abertura de uma escola, pela necessidade de ajudar a família e começar a trabalhar, porém o impacto de tal colocação se dá quando hoje sabemos que para lecionar é necessária uma formação que leva anos, e ele o fez quando tinha apenas 12 anos de idade.

Como uma criança prodígio, ela aprendeu a ler com quatro anos. (TD-4)

Sua aptidão nos estudos foi sempre extraordinária, e ele se tornou um autodidata em muitos assuntos. (TD-5)

Nestes outros trechos são realizadas mais alguns apontamentos que enaltecem os personagens, com a utilização de termos como prodígio ou extraordinário. Esses trechos representam um dos aspectos que mais podem afastar o estudante da ciência, atribuir o cientista como um gênio, pois faz com que estudantes não se identifiquem com os personagens e passem a ver a ciência como uma área reservada a pessoas que nasceram com habilidades que eles não possuem.

Já na segunda subcategoria, pessoa comum, foram encontrados trechos que buscam apresentar os personagens com características que possam ser observadas pelos alunos e gerem

identificação ou episódios que também acontecem com pessoas comuns, fazendo assim com que vejam os cientistas, e por consequência a ciência, como pessoas assim como eles. Alguns trechos são:

Não chegou a cursar uma universidade e na realidade começou a trabalhar jovem. (TD-1)

A vida de Marie não foi fácil, ela perdeu sua mãe e uma das suas irmãs precocemente [...] e com isso seu pai teve que criar ela e seus 3 irmãos sozinho e com o pouco salário que ganhava na época. (TD-6)

Em 1940, aos 51 anos, Midgley contraiu poliomielite, que o deixou muito debilitado. (TD-7)

Apesar de ter trabalhado em indústrias químicas e até mesmo no comércio de tintas e corantes de sua família. (TD-8)

Nos trechos TD-1 e TD-8 é possível observar que apesar de suas atividades científicas, os cientistas também exerceram atividades de trabalho em outras áreas, eles não nasceram cientistas e na realidade de seu contexto foi necessário por vezes renunciar à educação em razão dessas atividades, como por exemplo para ajudar a família. Nos trechos TD-6 e TD-7 observamos que os cientistas e aqueles ao seu redor também podem ser acometidos por doenças e dificuldades e essas trazem a eles emoções e sentimentos que trariam para qualquer ser humano.

A primeiro olhar esses trechos podem não ser vistos como de relevância para o episódio histórico, mas é no aspecto educacional que eles mostram todo seu potencial, se por ora atribuir a imagem dos cientistas a de gênios não é algo benéfico pela falta de identificação com eles, apresentar esses aspectos terá o efeito contrário, ao observarem que cientistas também passam pelas mesmas situações cotidianas e de vida que eles, os estudantes passarão a se identificar mais com eles e por consequência terão uma aproximação maior com os conteúdos científicos.

Assim como Fernandes e Porto (2011), também consideramos que a não atribuição de um cientista como gênio não o caracteriza como pessoa comum, assim também utilizaremos a subcategoria por eles criada “sem atribuição”. Observa-se que esta categoria é a única na seção caracterização em que todos os textos foram incluídos, semelhante à subcategoria de informações bibliográficas.

Ao observar os trechos para esta categoria compreende-se que são informações bibliográficas mínimas que foram utilizadas em todos os textos e que nada atribuem aos cientistas se não seu ano de nascimento e morte. Por esse motivo não iremos estruturar tais trechos nessa seção a fim de que seu uso não se torne repetitivo.

4.2 TIPO E ORGANIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO HISTÓRIA: EVOLUÇÃO DA CIÊNCIA

Nesta categoria são abordadas as informações contidas nos textos que realizam a apresentação do processo de transformação da ciência ao longo do tempo envolvidos em cada um dos episódios e também seu(s) responsável(is). Relembramos que, assim como na categoria anterior, e como pode ser observado na Quadro 4, um mesmo texto pode estar incluído em diferentes subcategorias.

Quadro 4 – Tipo e organização da informação histórica: Evolução da ciência

Tipo de evolução	
<i>Simples menção</i>	TD-3, TD-4, TD-6
<i>Descrição</i>	-
<i>Períodos discretos</i>	TD-1, TD-7
<i>Evolução linear</i>	TD-2, TD-3, TD-4, TD-6
<i>Evolução real</i>	TD-1, TD-5
Responsável	
<i>Cientista individual</i>	TD-1, TD-2, TD-3, TD-4, TD-5, TD-6, TD-7, TD-8
<i>Grupo de cientistas</i>	TD-1, TD-3, TD-4, TD-6, TD-7, TD-8
<i>Comunidade científica</i>	TD-1, TD-4, TD-7, TD-8

Fonte: elaborado pelo autor.

Na primeira subcategoria dos tipos de evolução, simples menção, foram buscados nos textos trechos em que a abordagem é superficial, não havendo discussão da descoberta ou ideia científica, um mero reconhecimento ou referência a um conceito, sem detalhes ou significado histórico. Alguns trechos que exemplificam isso:

Mendel fazendo uso dos experimentos com ervilhas de uma planta que possuía em seu jardim, pode estabelecer pela 1ª vez os padrões de hereditariedade de algumas características existentes em ervilheiras, **mostrando que obedeciam a regras estatísticas simples.** (TD-3, grifo nosso)

Após a descoberta de Röntgen, outros cientistas estudaram mais a respeito desse Raio X. Então, foi nesse momento que surge Henri Becquerel (1852-1908), **no qual estudava uma substância fosforescente. Ele percebeu que a fosforescência emite radiações semelhantes aos raios X.** (TD-4, grifo nosso)

Foi em um dos trabalhos de Henri Becquerel que **ele descobriu uma substância fosforescente** em que o sulfato duplo de uranila e potássio produziam características semelhantes ao dos raios X. (TD-6, grifo nosso)

A menção de ideias científicas sem explicação ou contextualização pode ser danosa, pois não incentiva o desenvolvimento de reflexões sobre o processo de construção do

conhecimento científico, nem sequer ajuda o estudante a compreender melhor essa ideia, pois sua superficialidade não só deixa de lado a contextualização histórica, mas também impossibilita sua compreensão conceitual.

Porém, como pode ser observado no quadro 4, e nos trechos aqui exemplificados, o número de simples menções não se compara aos altíssimos resultados de incidência encontrados por Vidal e Porto (2012) nos livros didáticos distribuídos nas escolas. No caso dos materiais produzidos pelos licenciandos, tais menções podem ser facilmente trabalhadas pelo professor em posse do material, para que esta não cause danos.

Em relação à segunda subcategoria desta seção, não ocorreram trechos que se limitaram a uma “Descrição” da descoberta ou ideia, sem relacioná-la a outras ideias em uma perspectiva histórica. Mesmo aquelas descritas na categoria anterior ainda que não discutidas com profundidade e apenas mencionadas, todas foram relacionadas a outras ideias em uma perspectiva histórica.

Para a terceira subcategoria, buscou-se identificar nos textos momentos em que ideias que se sucederam historicamente são mencionadas ou descritas em um mesmo trecho, mas nenhuma relação entre elas é explicitada, caracterizando-as na categoria “Períodos discretos”.

[...] exemplificando que átomos iguais não poderiam se encontrar próximos e se repeliriam, sendo o contrário para átomos distintos, que se atrairiam, e a partir dessa primeira teoria, William Henry (1774~1836) pode entender a **relação entre a pressão exercida por gases e a solubilidade desses em um líquido**. (TD-1, grifo nosso)

No exemplo acima, apesar de William Henry trabalhar com a mesma temática que os demais cientistas envolvidos no episódio, a conclusão em que chegou só é mencionada uma única vez em todo texto e não é explicado seu impacto ou contribuição. Existem ideias que se sucedem, mas não há construção das relações entre elas, o que quebra o ritmo do episódio e pode gerar nos estudantes uma dificuldade interpretativa. Um novo personagem é apresentado, trabalhando na temática e possuindo resultados que poderiam influenciar no desenvolvimento científico, mas, ao mesmo tempo, ele é esquecido no restante texto, indicando que se aquela menção fosse excluída em nada impactaria a narrativa histórica. Períodos discretos podem ser danosos à compreensão de como o conhecimento científico é realmente desenvolvido, pois podem passar a percepção de que o trabalho de um cientista em nada impacta o trabalho dos demais.

Para a próxima subcategoria observou-se nos textos se a sucessão de ideias sugere apenas que uma levou à outra, caracterizando-as como “Evolução linear”. Para discussão dessa, olharemos para um caso especial: TD-3. Nesse texto, os autores buscaram ao longo do episódio ilustrá-lo como uma evolução real (que será discutida em sequência), realizando afirmações

como “Sua descoberta provocou um certo ceticismo na comunidade acadêmica” e “Suas descobertas deram início a uma corrida para o desenvolvimento estrutural dos Ácidos Nucleicos.”

Porém, ao realizar sua leitura fica claro que esse objetivo não foi atingido, apesar das afirmações, não existe no texto trechos desenvolvimentos maiores para compreender tal “ceticismos” e a “corrida”. As ideias são apresentadas de modo linear: após um cientista obter resultados em seu trabalho, outro ou outros cientistas, baseando-se neste, também obtiveram seus resultados. Observe no exemplo abaixo:

O famoso experimento de Griffith de 1928 mostrou que as bactérias podem mudar sua função (o que fazem) e forma (como se parecem) [...]. Baseados nas observações de Griffith, demonstraram ser o DNA a molécula responsável pelo princípio transformante. (TD-3)

Nota-se grande uso de datas neste texto para criação de uma linha do tempo, onde o trabalho de um cientista termina e outro começa, não há interação entre os cientistas, compartilhamento de ideias ou trabalho em equipe, apenas a utilização do que foi trabalhado pelo outro.

Não basta apresentar afirmações no texto que não possam ser alicerçadas. Indicar que o episódio causou ceticismo, implica na existência de debates dentro da comunidade científica a respeito dos resultados obtidos, porém, quando no texto essas não são construídas e, pelo contrário, não são sequer levadas em consideração, pois os cientistas apenas continuam o trabalho daquele que veio antes dele sem nenhum questionamento, retira-se a importância de tais descrições, as tornando apenas um plano de fundo ao que realmente importa, os resultados dos trabalhos.

Para que isso não acontecesse, não bastaria apenas mencionar esses fatos, mas sim ilustrar como a transformação das ideias é associada a debates, contradições e controvérsias, quando essas eram observadas elas, forma-se a última subcategoria dos tipos de evolução, a “Evolução real”.

Em 1810, após leitura e compreensão da teoria da combinação gasosa, Dalton lançou a segunda parte do seu primeiro volume, A new system of chemical philosophy, onde reagia absolutamente contra as leis de volumétricas publicadas no ano anterior por Gay-Lussac. Dalton sabia dos erros em sua teoria e utilizava valores convenientes para a aceitação de sua pesquisa, que era contestada pela pesquisa de Gay-Lussac. (TD-1)

No trecho acima é possível observar como discontinuidades e controvérsias cercam o desenvolvimento científico e são intrínsecas a ele. Trechos como esse mostram que cientistas não trabalham isoladamente em seus campos, mas sim, influenciando e sendo influenciados por tantos outros que também o fazem. Permite construir a ideia de que na ciência não bastam

apenas resultados, mas sim como a comunidade científica pode construir aceitações ou negações de ideias científicas baseadas em crenças, discussões e contradições. A evolução real é a abordagem que pode oferecer episódios mais ricos para trabalhar aspectos da Natureza da Ciência e mostrar que estes são tão importantes para o desenvolvimento científico quanto os resultados experimentais ou leis propostas.

Na subdivisão “Responsável”, na primeira subcategoria as mudanças nas ideias científicas são categorizadas conforme são atribuídas a indivíduos isoladamente.

Os primeiros conceitos de genética, foram publicados em 1865, desenvolvidos por um monge austríaco, Gregor Mendel (1822-1884), que deduziu que algumas características são herdadas, por meio da realização de experimentos com o cruzamento de diversas variedades de ervilhas e análise de gerações de descendentes. (TD-3)

Por volta de 1895, Wilhelm Conrad Röntgen (1845-1923) descobriu a existência de um novo tipo de “raios”. Esses raios atravessavam materiais opacos à luz (os raios catódicos), e eram emitidos através de tubos de vácuo percorridos por cargas elétricas. (TD-4)

Em 1921, Thomas Midgley Jr. descobriu que o chumbo tetraetila (ou TEL) atua como um excelente agente anti-detonação na gasolina e leva a um desempenho muito melhor de motores de combustão. Foi ele quem inventou a gasolina com chumbo. (TD-7)

Quando isso acontece, são reforçadas, mesmo que não diretamente como na caracterização dos cientistas como gênios, uma visão individualista da ciência, em que o conhecimento científico foi obra de uma única pessoa, ignorando qualquer esforço coletivo que possa ter havido. Logo, não é necessário ter ajuda, apoio ou outras opiniões no desenvolvimento de novas ideias, basta apenas o trabalho solitário do cientista. Isso pode gerar uma compreensão do cientista como um gênio. Um aluno que lê o texto pode não se considerar capaz de realizar tudo aquilo que foi feito sozinho, gerando um afastamento sobre aquilo que está ali descrito.

Já na segunda subcategoria, buscou-se menções de dois ou mais cientistas trabalhando em conjunto e citados nominalmente.

Phoebus Aaron Theodor Levene (1869-1940) e Walter Jacobs (1883-1967) – Em 1909, possibilitaram determinar a organização das moléculas de fosfato, do e das bases nitrogenadas (adenina, guanina, citosina e timina) como sendo a unidade fundamental do ácido, o nucleotídeo. (TD-3)

Oswald T. Avery, Maclyn MacCarty, e Colin MacLeon Baseados nas observações de Griffith, demonstraram ser o DNA a molécula responsável pelo princípio transformante. (TD-3)

Um avanço, definitivamente, da última categoria, pois quando dois ou mais cientistas são mencionados passa-se a ideia de que o desenvolvimento científico é construído através da colaboração de pares e não de um trabalho solitário. Porém, como ainda mencionados

nominalmente podem levar o estudante a conclusão de que cientistas são um pequeno grupo que sempre trabalham juntos, a depender do tipo de evolução empregado no texto, isso pode excluir a compreensão da existência de debates e divergências entre cientistas, que característicos do trabalho científico.

Na terceira e última subcategoria buscou-se trechos que associem o desenvolvimento científico a uma comunidade, não necessariamente indicando nomes, mas indicando um grupo, com atribuições como “os cientistas descobriram”, “os químicos sabiam”, por exemplo.

Após a descoberta de Röntgen, **outros cientistas estudaram mais a respeito desse Raio X.** (TD-4, grifo nosso)

Essa descoberta repercutiu muito na época e rapidamente **esse campo foi desenvolvido cada vez mais pela comunidade científica**, e levou a procura de outras radiações desconhecidas e outros processos de emissão de raio X, além disso **os cientistas da época foram guiados** por uma hipótese levantada por Henri Poincaré em 20 de janeiro de 1896, onde ele levantou a hipótese de que a luminescência estaria relacionada a emissão dos raios X. (TD-6, grifo nosso)

[...] surgiu uma escola de pensamento em que, preocupados com o estudo do mundo material, não acreditavam na existência do movimento [...] (TD-1)

Os trechos indicam a existência de um grupo de pessoas que trabalha com aquele objeto de estudo, e essa moeda tem dois lados. Por um deles, podemos observar o papel da comunidade científica em seu desenvolvimento, onde resultados obtidos são discutidos, reavaliados e incluídos no trabalho daqueles que fazem parte dela, não mencionar os nomes pode gerar a compreensão de que essa comunidade não possui um nível hierárquico, não existem cientistas que são mais importantes do que outros ou líderes que poderiam, por isso, simplesmente influenciá-los. Por outro lado, quando a menção à comunidade científica e seu trabalho no desenvolvimento científico é consequência do trabalho ou descoberta de um cientista, ela pode ser interpretada como um grupo de pessoas que apenas aceita e segue aquilo sem nenhuma condição.

Assim, a partir das discussões realizadas para cada subcategoria dos responsáveis, podemos observar que não há uma abordagem que não possua a possibilidade da existência de inconveniências. Seja trabalhando nominalmente os cientistas ou levantando a ideia da existência de uma comunidade científica, pode haver construções de concepções não ideais do desenvolvimento científico. Torna-se necessário assim que a escolha da representação dos responsáveis nos textos seja particularmente cuidadosa e alinhada ao objetivo desses, para que minimizem a possibilidade da construção de visões errôneas.

4.3 MATERIAIS UTILIZADOS PARA APRESENTAR A INFORMAÇÃO HISTÓRICA

Nesta categoria, foram analisados nos materiais a apresentação da informação histórica. Esta análise foi feita com o intuito de identificar os recursos utilizados para dar rostos e ambientes aos personagens e suas histórias. Através da análise desses materiais, buscamos compreender não apenas como as informações históricas são apresentadas pelos licenciandos, mas também as possíveis implicações que essas escolhas podem possuir na forma como percebe-se o episódio por eles trabalhado.

Quadro 5 – Materiais utilizados para apresentar a informação histórica

Materiais utilizados para apresentar a informação histórica	
<i>Imagens de cientistas</i>	TD-1, TD-2, TD-3, TD-4, TD-5, TD-6, TD-7, TD-8
<i>Imagens de equipamentos, máquinas, etc.</i>	TD-8
Fontes secundárias	
<i>Modelos, representação, etc.</i>	TD-1, TD-2, TD-3, TD-4, TD-6, TD-7, TD-8
<i>Ilustrações de equipamentos, experimentos, etc.</i>	TD-3
<i>Experimentos históricos</i>	TD-3, TD-4

Fonte: elaborado pelo autor.

Na primeira subcategoria, imagens de cientistas, notamos sua presença em todos os textos didáticos que foram desenvolvidos. Essa inclusão nos textos de história da ciência desempenha um papel crucial no processo de aprendizagem. Essas imagens não apenas oferecem uma representação visual dos indivíduos por trás das descobertas científicas, mas também fazem parte do pacote de aspectos que ao serem trabalhados nos textos ajudam a humanizar esses personagens históricos, tornando suas ações mais palpáveis aos estudantes. Ao visualizar os rostos e as figuras dos cientistas, os alunos podem estabelecer uma maior conexão com o episódio, a associação de um rosto ao nome que lê no texto pode facilitar a compreensão de seus contextos, desafios e realizações. Além disso, as imagens podem oferecer aos alunos, a possibilidade de identificação, mostrando que a ciência é realizada por pessoas reais e que por seu gênero, raça ou nacionalidade, podem muitas das vezes enfrentar obstáculos semelhantes aos que eles próprios enfrentam em seus cotidianos. Portanto, ao incluir imagens de cientistas nos materiais, os licenciandos proporcionam uma experiência mais enriquecedora e envolvente. Abaixo alguns exemplos dessa subcategoria retirados dos textos:

Figura 1 – Cientistas retratados em TD-1



Fonte: extraído de TD-1.

Na segunda subcategoria buscou-se a presença de imagens de equipamentos, máquinas e outros objetos dessa natureza nos textos. Essas podem ilustrar e ajudar na compreensão dos avanços tecnológicos e científicos ao longo do tempo. Elas permitem compreender os diferentes tipos de abordagens utilizados pelos cientistas, suas limitações e desafios. Porém, ao observar os resultados dessa busca, nota-se que apenas um dos textos utilizou uma imagem de um equipamento contemporâneo ao episódio. Logo, a maioria dos textos, pela falta de presença dessas, deixa a cargo do imaginário e do conhecimento do aluno que terá o contato com aquele texto para visualizá-lo. Isso pode produzir visões distorcidas do episódio, afinal de contas, equipamentos podem ser atualizados com o desenvolvimento de novas tecnologias, e o equipamento que é utilizado hoje nos laboratórios por vezes não é o mesmo que foi utilizado nos textos, mas pode ser o que o estudante conheça e imagine sendo utilizado, com funções ou resultados que ainda não existiam. Abaixo a imagem encontrada no texto:

Figura 2 – Equipamento retratado em TD-8



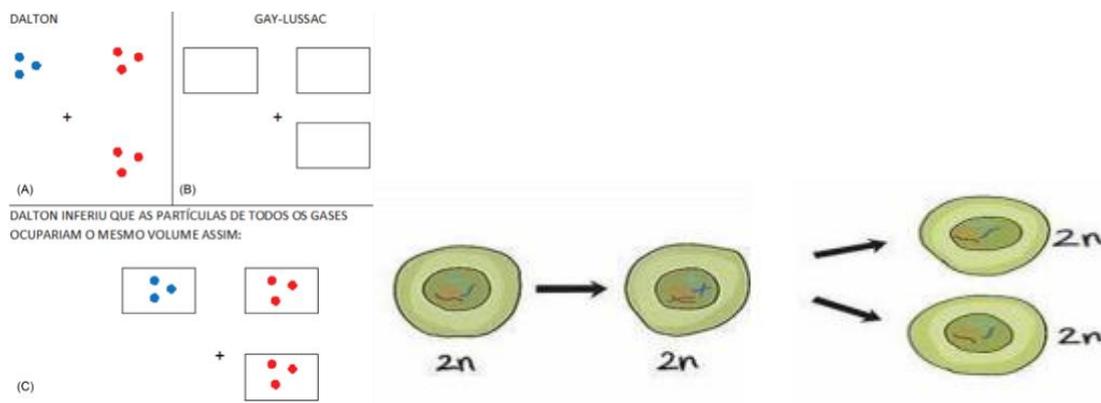
Fonte: extraído de TD-8.

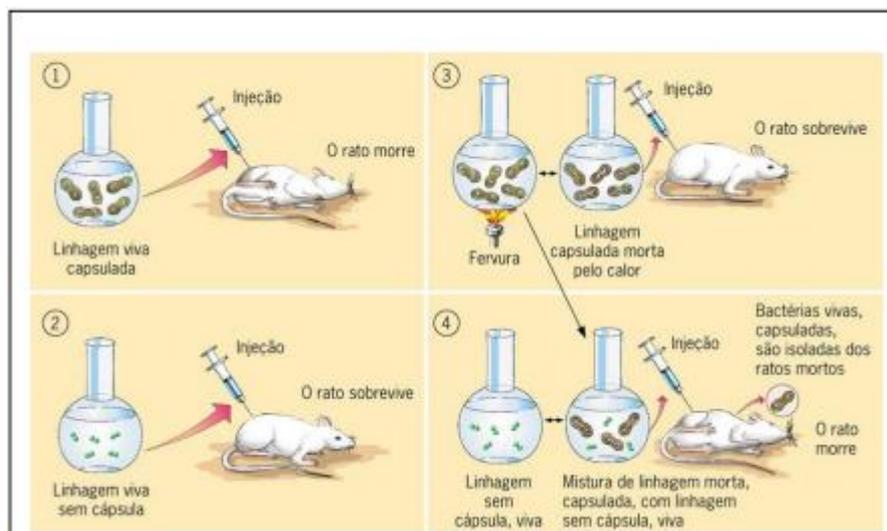
Quando falamos de fontes secundárias, nos referimos aos materiais e ilustrações produzidos por terceiros, mas adicionados ao texto para o auxílio da compreensão do episódio. Aqui será realizada a discussão das duas primeiras subcategorias, pois, apesar de serem identificados diferentes recortes para cada, os objetivos para suas utilizações culminam nos

mesmos resultados. Na primeira subcategoria, buscamos a presença de modelos e representações que foram elaboradas para ilustrar majoritariamente as ideias científicas discutidas no texto, já na segunda subcategoria, quando nos referimos as ilustrações de equipamentos e experimentos, buscamos encontrar nos textos tais imagens que, semelhantemente aos recortes encontrados na subcategoria imagens de equipamentos e máquinas discutida anteriormente, irão auxiliar na compreensão do episódio.

Como pode ser notado, a primeira subcategoria foi observada em uma grande parte dos textos e sua presença pode enriquecer grandemente a compreensão do que é descrito, já a segunda enfrenta as mesmas dificuldades que sua contraparte mencionada, formando um padrão, onde os equipamentos e as tecnologias não possuem significado suficiente para serem representados através de imagens ou ilustrações. Por vezes, os episódios podem possuir uma quantidade reduzida de imagens reais relacionadas a eles. A presença destes objetos produzidos por terceiros pode suprir essa falta e não deixar que a qualidade e atratividade do material diminua. Porém, é necessário cuidado, como discutido anteriormente as imagens reais do episódio carregam grande importância, substituí-las totalmente por modelos e representações não é o ideal, é necessário equilíbrio. Abaixo alguns dos modelos e ilustrações retirados dos textos:

Figura 3 – Modelos retratado em TD-1 e TD 3





Fonte: extraído de TD-1 e TD-3.

Para a última subcategoria dessa seção observamos nos trabalhos trechos que apresentaram a descrição dos experimentos realizados em detalhes e não apenas sua menção ou de seus resultados. Trechos observados:

Griffith usou duas cepas de bactérias (*Streptococcus pneumoniae*), que infectam camundongos, o experimento envolveu a injeção dessas duas cepas de bactérias em camundongos. (TD-3)

Primeiro experimento: O seu primeiro passo foi saber se havia mais elementos além do urânio que tinham essa propriedade de radiação, abandonando a ideia de hiperfluorescência, não se poderia calcular pela medida elétrica os efeitos na condutividade do ar que foram revelados pelo eletroscópio de folha de ouro? Então como seu esposo Pierre tinha um equipamento que fora criado em parceria com seu irmão, que era extremamente sensível para medir correntes fracas. Curie o usou para testar tanto substâncias puras quanto vários minerais. (TD-4)

A importância de tais descrições está associada à compreensão do desenvolvimento científico, quando apenas há menção de que se fez um experimento, ou de que se obteve um resultado, ao leitor, pode-se passar uma ideia de imediatismo, que tal desenvolvimento aconteceu assim que o experimento foi realizado e o resultado obtido. Com as descrições podem ser abordadas as dificuldades, os obstáculos envolvidos no desenvolvimento, o tempo necessário para que esse fosse realizado e até mesmo aspectos do trabalho coletivo da ciência. Porém, como pode ser observado no quadro 5, poucos textos se preocuparam com esses fatores, predominando apenas a menção de experimentos e resultados e, por consequência, os malefícios que assim abordados o trazem.

4.4 CONTEXTOS AOS QUAIS A INFORMAÇÃO HISTÓRICA ESTÁ RELACIONADA

Nesta categoria foram observados os contextos aos quais as informações históricas se relacionavam dentro do episódio. Os contextos adotados impactam diretamente os objetivos dos textos, pois a abordagem de cada contexto pode trazer diferentes interpretações para o desenvolvimento científico.

Quadro 6 – Contextos aos quais a informação histórica é relacionada

Contexto	
<i>Científico</i>	TD-1, TD-3, TD-4, TD-5, TD-6, TD-7, TD-8
<i>Tecnológico</i>	TD-4, TD-7, TD-8
<i>Social</i>	TD-4, TD-6, TD-7, TD-8
<i>Político</i>	TD-4, TD-6, TD-8
<i>Religioso</i>	-

Fonte: elaborado pelo autor.

Na primeira subcategoria, buscamos trechos onde a informação histórica é relacionada a outras ideias dentro da própria ciência.

Em 1810, após leitura e compreensão da teoria da combinação gasosa, Dalton lançou a segunda parte do seu primeiro volume, *A new system of chemical philosophy*, onde reagia absolutamente contra as leis de volumétricas publicadas no ano anterior por Gay-Lussac. (TD-1)

Lorenzo Romano Amedeo Carlo Avogadro (1776~1856), influenciado pelos trabalhos de Gay-Lussac e Dalton, publicou em 1811 um importante trabalho para a história da química, onde, após constatar que não poderia inferir que todos os gases possuem o mesmo volume e tentando conciliar as ideias de Gay-Lussac e Dalton, Avogadro criou o conceito de molécula diatômica, que se trata das partículas simples dos gases. (TD-1)

Como pode ser observado nos trechos acima, quando o contexto científico é abordado pela informação histórica ele traz consigo a concepção de que o trabalho realizado por diferentes cientistas influencia e é influenciado pelo trabalho de outros. O contexto científico assim tem o papel de ilustrar o desenvolvimento científico através das interações entre cientistas resultantes de suas pesquisas e publicações. Os contextos científicos foram abordados na maioria dos textos elaborados.

Na categoria subsequente, buscamos informações históricas relacionadas ao desenvolvimento tecnológico e das tecnologias necessárias para o avanço da ciência.

Então como seu esposo Pierre tinha um equipamento que fora criado em parceria com seu irmão, que era extremamente sensível para medir correntes fracas. Curie o usou para testar tanto substâncias puras quanto vários minerais. (TD-4)

Em 1921, Thomas Midgley Jr. descobriu que o chumbo tetraetila (ou TEL) atua como um excelente agente anti-detonção na gasolina e leva a um desempenho muito melhor de motores de combustão. Foi ele quem inventou a gasolina com chumbo. (TD-7)

Para aprimorar em escala industrial e encontrar possíveis catalizadores com custo menor, Carl Bosch melhorou o sistema de produção, criando em conjunto com Haber uma máquina capaz de aumentar a produção de amônia, conhecida como Síntese de Haber Bosch. (TD-8)

Nos trechos acima relatados, observa-se a importância da utilização de tecnologias e de seu desenvolvimento para o trabalho científico. A abordagem do contexto tecnológico pode auxiliar na compreensão dos obstáculos, dificuldades e nos resultados dos trabalhos de cientistas. A tecnologia disponível tem grande influência, pois, pode limitar o avanço dos estudos, sendo necessárias novas, o que pode explicar os resultados obtidos em um determinado momento serem diferentes daqueles obtidos em outro. Isso ilustra como a ciência e seus resultados não dependem exclusivamente daqueles que a produzem, mas também daquilo que esses utilizam e podem ter acesso ou não.

Na categoria seguinte, foram encontradas informações históricas que se relacionam ao contexto social e como este impacta e é impactado pelo desenvolvimento científico.

No começo do século XX, os fluidos utilizados em refrigeradores (eletrodomésticos) eram causadores de graves acidentes, como explosões e intoxicações, assim havia a necessidade de um fluido mais seguro para a população, e versátil que poderia ser utilizado sem prejudicar o ambiente. (TD-7)

Assim, com sua pesquisa científica, Fritz Haber pode contribuir para o aumento de produção agrícola e conseqüentemente, reduziu a chances de uma escassez de alimentos que provavelmente iria acontecer sem o uso de fertilizantes e o esgotamento dos depósitos de salitre para fornecer amônia para a produção de fertilizantes. (TD-8)

Primeiramente, podemos observar como o desenvolvimento científico ocorre em decorrência de demandas sociais, algo que impacta o cotidiano social da época se torna objeto de interesse e de pesquisa, caso não houvessem tais impactos, poderia argumentar-se que não haveriam motivos para realização desta. Não fossem os acidentes gerados pelos fluidos nos refrigeradores, não haveria necessidade para a pesquisa de novos. E, também, como o desenvolvimento científico pode impactar no contexto social, onde os resultados de pesquisas alteram ou mantêm as condições sociais daquele episódio. Não fosse o desenvolvimento da síntese da amônia para manutenção das condições sociais, a produção agrícola diminuiria e por consequência haveria uma alteração do contexto social pela escassez de alimentos. Logo, o contexto social abordado nos textos mostra que a ciência não é uma atividade que impacta apenas aquilo que é científico, mas também nossas vidas cotidianas.

Na subcategoria político as informações históricas são influenciadas pelo contexto político da época, como decisões e a organização de comunidades ou nações possuem impacto em como o desenvolvimento científico ocorreu.

[...] Fritz, assim como outros cientistas, não pouparam esforços para desenvolver produtos bélicos para Alemanha na 1ª Guerra Mundial (1914-1918). [...] Embora tenha contribuído para a Alemanha na 1ª Guerra, em 1933 ele foge novamente do seu amado país por ter origem judaica, devido à ascensão de Hitler na Alemanha e seu objetivo em retirar pessoas que para ele não eram consideradas alemãs, como os judeus. (TD-8)

Seu pai uma coluna em sua casa criou os filhos baseados na educação de qualidade, e se mostrou forte defendendo seus ideais, isso aconteceu quando o governo russo proibiu nas escolas laboratórios, e ele como um bom cientista levou seus equipamentos e instruiu seus filhos como usá-los. (TD-8)

O contexto político pode ser observado através da influência direta no desenvolvimento científico, onde conflitos, determinações ou direções adotados são os responsáveis pelo desenvolvimento científico. No primeiro trecho selecionado acima pode se observar que pelo envolvimento de seu país em um conflito cientistas se debruçaram na produção de produtos bélicos. Também pode ser observado através do impacto que este tem nos personagens e que, indiretamente, podem guiá-los ao trabalho científico que realizaram. No segundo trecho podemos observar como a decisão de um país influenciou no processo de educação de uma cientista, de forma que se contexto fosse outro, sua trajetória poderia ser diferente. Semelhante ao contexto social podemos observar como o contexto político influencia o desenvolvimento científico, mesmo que esse não seja o objetivo de tal.

Sobre o contexto religioso, apesar de haver menções em alguns dos textos da crença de um personagem, em nenhum deles houve a descrição de como esse impactou ou impactaria o desenvolvimento científico. Cientistas são pessoas que vivem em sociedade como qualquer outra, seu trabalho e suas vidas são influenciados por seu meio, e questões religiosas também podem influenciar seu trabalho, mas isso não foi abordado em nenhum dos textos.

4.5 ESTATUTO DO CONTEÚDO HISTÓRICO

Nesta categoria em especial não serão selecionados trechos dos trabalhos, mas esses serão analisados em seu total frente ao conteúdo histórico apresentado. Se o conteúdo histórico presente no texto foi utilizado para o desenvolvimento do episódio e das ideias científicas esse é considerado *fundamental*. Porém, se o conteúdo histórico é apresentado de maneira separada do desenvolvimento do episódio e das ideias científicas, o consideramos como *complementar*.

Para tal análise observamos cada contexto do conteúdo histórico e como este foi utilizado para o desenvolvimento do texto.

Quadro 7 – Estatuto do conteúdo histórico

Fundamental	TD-1, TD-3, TD-4, TD-5, TD-6, TD-7, TD-8
Complementar	TD-4, TD-6, TD-7 TD-8

Fonte: elaborado pelo autor.

Observamos que o conteúdo histórico na maior parte dos textos apresenta ambas as subcategorias, tanto fundamental quanto complementar. Isso ocorre pois quando observamos isoladamente cada contexto do conteúdo histórico alguns são utilizados como parte fundamental do desenvolvimento do texto, porém outros contextos vem à parte, separados como se não possuíssem influência, uma mera complementação.

Em todos os textos em que o conteúdo histórico foi considerado fundamental, de forma unânime, o contexto abordado para o desenvolvimento do material foi o contexto científico e, quando presente no texto, o contexto tecnológico. Os demais contextos do conteúdo histórico, sejam sociais ou políticos, quando apresentados, foram estruturados de maneira que, se excluídos, não alterariam o episódio, eram informações adicionais em parágrafos ou seções específicos para tais.

Isso indica que, ainda que presentes nos materiais, os demais contextos não foram utilizados como parte fundamental do episódio. Garantindo uma importância superior ao contexto científico em relação a esses. Como foi discutido anteriormente esses outros contextos são de grande importância e um dos grandes motivos para a utilização da abordagem com História da Ciência em sala de aula, pelo leque de possibilidades de compreensões de diferentes aspectos sobre o desenvolvimento científico que proporcionam.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo desse trabalho foi *analisar que conhecimentos sobre a história da ciência e seu ensino são expressos em materiais didáticos de química elaborados por licenciandos em processo de formação inicial*, tendo como objetivos específicos: 1) identificar que elementos da História da Ciência são expressos por estudantes do curso de química licenciatura na elaboração de materiais didáticos; 2) analisar as estratégias utilizadas pelos estudantes para ensinar a História da Ciência em um material didático de química produzido por eles; 3) avaliar as contribuições e limitações da estratégia de produção de materiais didáticos na formação de professores de química para o uso da história da ciência.

Para isso foram necessários materiais didáticos elaborados por estudantes de um curso de Química Licenciatura que estiveram envolvidos em uma prática formativa voltada à produção de materiais didáticos em história da ciência. Logo, os materiais possuíam o conhecimento sobre a história da ciência desenvolvido nos estudantes tanto pelas ações da disciplina, quanto pela prática de confecção desses materiais. Em posse dos materiais a análise foi realizada na busca dos diferentes conhecimentos relacionados a história da ciência e como eles foram empregados nos textos.

Em relação aos personagens trabalhados em cada texto nota-se que os licenciandos possuíram grande preocupação no estabelecimento de cada parte envolvida no desenvolvimento científico. Mas, tais desenvolvimentos foram abordados em profundidades diferentes de acordo com os objetivos de seus textos. Aqueles personagens que eles julgaram mais importantes eram proporcionalmente acompanhados de mais informações, fossem características pessoais ou curiosidades. Entendendo que, em um material didático por vezes não há espaço para o desenvolvimento de todos os personagens de maneira igual.

Ainda em relação aos personagens, inúmeros materiais se preocuparam em realizar a caracterização dos cientistas retratados como pessoas comuns. Esse cuidado possibilita que a utilização deste material por um aluno da educação básica se torne factível, pela possibilidade de se identificar com os personagens retratados no material. Porém, ainda houve caracterizações de personagens como gênios, o que causa o efeito contrário, sendo necessária a desconstrução dessa ideia nos licenciandos para que estes não a reproduzam no material.

Quanto à abordagem da evolução da ciência, nota-se que nos tipos abordados pelos licenciandos ainda é grande a presença de abordagens que desconfiguram a evolução real do desenvolvimento científico e uma tendência a observá-la como uma evolução linear. Pode ser uma consequência do pouco tempo de experiência que estiveram trabalhando com a história da

ciência na disciplina, já que na maioria dos materiais que se tem contato com sua presença antes da disciplina essa se apresenta predominantemente de forma linear.

De maneira semelhante, os responsáveis pela evolução da ciência ainda são descritos como cientistas que realizam pesquisas de maneira solitária na maioria das instâncias. Como alunos ingressantes em seu primeiro ano do curso, a falta de experiência e contato com o desenvolvimento de pesquisas também pode ser outra causa desse resultado, sendo necessário o desenvolvimento de concepções mais elaboradas sobre os responsáveis pelo desenvolvimento científico.

Em relação aos materiais utilizados para apresentar a informação histórica notou-se grande preocupação dos licenciandos na maior parte dos materiais didáticos por uma apresentação gráfica agradável e atrativa para os estudantes da educação básica. Foram utilizadas muitas imagens de cientistas e representações que enriqueceram seus trabalhos. Mas, nota-se também, que foram poucas as imagens de equipamentos e descrição de experimentos. Havendo a necessidade de estabelecer a importância da utilização dessas para que seu número se torne igual ao das demais.

Quanto aos contextos do conteúdo histórico utilizado pelos alunos é notável a importância superior que estes dão ao contexto científico, com frequência seus materiais foram construídos com essa base, deixando os demais contextos em segundo plano. Contextos são importantes para que se consiga trabalhar aspectos do desenvolvimento científico que são influenciados por fatores externos, sendo necessário que haja uma conscientização nos licenciandos dessa importância.

Já no que se refere ao estatuto do conteúdo histórico, a importância dada ao contexto científico é reafirmada, os licenciandos em maioria o utilizaram como fundamental, enquanto os demais contextos foram abordados de forma complementar, tornando a necessidade de que sejam dadas a importância para esses nos materiais, tal qual, é a importância do contexto científico.

Por fim, a partir das análises realizadas e caracterização dos conhecimentos sobre o uso da história da ciência nos materiais escritos elaborados pelos licenciandos, entendemos que a produção de materiais didáticos sobre história da ciência pelos futuros professores pode se configurar como estratégia de formação relevante, uma vez que contribui na construção e manifestação de conhecimentos necessários ao exercício do ensino.

REFERÊNCIAS

- BOGDAN, R; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Porto editora, 1994.
- CALLEGARIO, L. J.; HYGINO, C. B.; ALVES, V. L. O.; LUNA, F. J.; LINHARES, M. P. A História da Ciência no Ensino de Química: Uma Revisão. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 3, p. 977-991, 2015.
- CHAVES, L. M. M. P; SANTOS, W. L. P; CARNEIRO, M. H. S. História da ciência no estudo de modelos atômicos em livros didáticos de química e concepções de ciência. **Química Nova na Escola**, v. 36, n. 4, p. 269-279, 2014.
- CUNHA, F. S; OLIVEIRA, S. K. G; ALVES, J. P. D; RIBEIRO, M. E. N. P. Produção de material didático em ensino de química no Brasil: Um estudo a partir da análise das linhas de pesquisa CAPES e CNPq. **HOLOS**, v. 3, p. 182- 192, 2015.
- EICHLER, M. L; PINO, J. C D. A produção de material didático como estratégia de formação permanente de professores de ciências. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 9, n. 3, 2010.
- FERNANDES, M. A. M; PORTO, P. A. Investigando a presença da história da ciência em livros didáticos de química geral para o ensino superior. **Química Nova**, v. 35, p. 420-429, 2012.
- FONSECA, C. V; LOGUERCIO, R. Q. Representações sociais da nutrição: proposta de produção de material didático de química. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 18, n. 2, p. 407-437, 2013.
- FORATO, T. C. M.; PIETROCOLA, M.; MARTINS, R. A. Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 1, p. 27- 59, 2011.
- GIL-PÉREZ, D; MONTORO, I. F; AÍAS, J. C; CACHAPUZ, A; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.
- LIMA, M. M; IBRAIM, S. S; SANTOS, M. Análise de aspectos de natureza da ciência expressos por uma professora em formação inicial no contexto de uma disciplina de história da química. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 23, p. 1-19 2021.
- LUZ, R. A. S; ALMEIDA. E. E. F. Produção de um material didático para o ensino de química baseado no modelo da mudança conceitual. **Revistas Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**. Ponta Grossa, v. 14, n.1, p. 281-301, 2021.
- MARTINS, R. A. Introdução. A história das ciências e seus usos na educação. Pp. xxi-xxxiv, in: SILVA, C. C. (ed.). **Estudos de história e filosofia das ciências**: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Livraria da Física, 2006.
- PENA, F. L. A.; TEIXEIRA, E. S. Parâmetros para avaliar a produção literária em História e Filosofia da Ciência voltada para o ensino e divulgação das ideias da Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 30, n. 3, p. 471-491, 2013.

PIMENTEL, A. O método da análise documental: seu uso numa pesquisa historiográfica. **Cadernos de pesquisa**, n. 114, p. 179-195, 2001.

PITANGA, Â. F.; SANTOS, H. B.; GUEDES, J. T.; FERREIRA, W. M.; SANTOS, L. D. História da Ciência nos livros didáticos de Química: eletroquímica como objeto de investigação. **Química Nova na Escola**, v. 36, n. 1, p. 11-17, 2014.

SANTOS, F. M. T. Unidades temáticas: produção de material didático por professores em formação inicial. **Experiências em Ensino de Ciências**. Porto Alegre. Vol. 2, n. 1 (mar. 2007), p. 01-11, 2007.

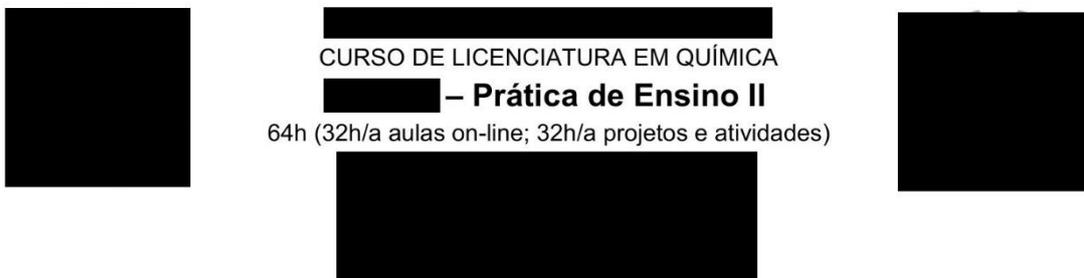
SCHMIEDECKE, W.G; PORTO, P. A. A história da ciência e a divulgação científica na TV: subsídios teóricos para uma abordagem crítica dessa aproximação no ensino de ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 15, n. 3, p. 627-643, 2015.

SOUZA, G. A. P; GHIDINI, A. R; SANTOS, A. L; SOUZA, A. A. Elaboração de Materiais Didáticos: Possibilidades na Formação de Professores de Química. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 4, n. 1, p. 47-58, 2018.

TRINDADE, L. S. P.; RODRIGUES, S. P.; SAITO, F.; BELTRAN, M. H. R. História da Ciência e Ensino: alguns desafios. In: BELTRAN, M. H. R.; SAITO, F.; TRINDADE, L. S. P. (orgs.). História da Ciência: tópicos atuais. São Paulo: Editora Livraria da Física, p. 119-133, 2010.

VIDAL, P. H. O; PORTO, P. A. A história da ciência nos livros didáticos de química do PNLEM 2007. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 18, p. 291-308, 2012.

ANEXO A – PLANO DE ENSINO



Ementa

Uso de analogias no ensino de ciências e no ensino de química. Modelos e modelagem. Historiografia e história da ciência. Introdução à natureza da ciência.

Objetivos

- Compreender o papel de analogias no ensino: seu significado, objetivos e limitações;
- Compreender o papel de modelos científicos no ensino: seu significado; objetivos e limitações;
- Refletir sobre a importância de introduzir abordagens históricas na Educação Básica;
- Reconhecer diferentes padrões historiográficos de abordar a História da Ciência/Química no ensino;
- Promover discussões sobre a Natureza da Ciência articuladas com os estudos de casos apresentados em sala de aula.

O [Redacted] tem por objetivo ofertar atividades pedagógicas domiciliares aos estudantes enquanto perdurar a suspensão das aulas presenciais na [Redacted] devido ao COVID-19. A disciplina de Prática de Ensino II será ofertada, excepcionalmente, na modalidade a distância durante o 2º Semestre de 2021.

Plano de Ensino 2º Semestre 2021

Aula	Data	Assunto	Descrição
1	30/Ago.	Apresentação da disciplina	Aula on-line: Apresentação da disciplina – ementa; objetivos; cronograma de aulas; atividades e projetos da disciplina; e critérios de frequência e avaliação. Atividade 1: Pesquisar exemplos de analogias presentes na mídia (jornais, revistas, sites, entre outros) e em

materiais didáticos. Uma analogia deverá ser não-científica e a outra deverá ser científica.

2	6/Set.	Analogias na linguagem comum e na Ciência	Aula on-line: Discussão sobre o que é uma analogia, seu uso na linguagem comum e na Ciência; e discussão sobre as analogias pesquisadas pelos estudantes na Atividade 1.
3	13/Set.	Analogias no Ensino de Química	Aula on-line: Discussão sobre o uso de analogias no Ensino de Ciências e, especialmente, no Ensino de Química: razões, benefícios e limitações.
4	20/Set.	Analogias em livros didáticos de Química	Atividade 2: Análise de analogias presentes em livros didáticos de Química para avaliar suas características, adequação e esclarecimentos sobre suas limitações no ensino de um conteúdo químico.
5	27/Set.	Modelos na Ciência I	Aula on-line: Discussão sobre o que é um modelo científico e seu uso na Ciência; Orientações para o Projeto 1: Elaboração de um modelo didático concreto para explicar um conteúdo químico.
6	4/Out.	Modelos na Ciência II	Atividade 3: Assistir o vídeo "Modelos em Ciência" (Parte 1 e 2) e preencher o questionário.
7	11/Out.	Modelos no Ensino de Química	Aula on-line: Discussão sobre o uso de modelos no Ensino de Química: razões, benefícios e limitações.
8	18/Out.	A História da Ciência no Ensino de Química	Aula on-line: Discussão sobre a importância de introduzir abordagens históricas no Ensino de Química; e uso da História da Ciência para promover melhores sobre a Natureza da Ciência em estudantes do nível básico.
9	25/Out.	História da Ciência: conhecendo como um historiador trabalha	Aula on-line: Discussão sobre o trabalho do historiador da ciência (princípios, objetivos, métodos e produtos) e sobre a escrita em História da ciência. Orientações para o Projeto 2: Elaboração de um texto didático em História da Química para o Ensino Médio. Serão apresentados diferentes casos históricos, acompanhados de materiais de leitura, para a produção do material.
10	1/Nov.	Introdução ao Caso histórico: Lavoisier e a teoria do oxigênio	Atividade 4: Assistir ao vídeo sobre a história de Lavoisier e preencher o questionário. Esta atividade ficará sob responsabilidade do prof. [REDACTED]
11	8/Nov.	Caso histórico: Lavoisier e a teoria do oxigênio	Aula on-line: Apresentação do caso histórico abordando o contexto social e científico da época, biografia de Lavoisier e o processo de produção na teoria do oxigênio para explicar a combustão.
-	15/Nov.	Não haverá aula	Feriado de 15 de novembro: Dia da Proclamação da República.

12	22/Nov.	Lavoisier em livros didáticos de Química	Atividade 5: Análise de livros didáticos de Química para o Ensino Médio com o objetivo de avaliar como Lavoisier e sua obra é comunicada.
13	29/Nov.	Caso histórico: Obtenção do sódio e potássio metálico por Humphry Davy	Aula on-line: Apresentação do caso histórico abordando o contexto social e científico da época, biografia de Humphry Davy e o processo de obtenção do sódio e potássio metálico. Esta aula ficará sob responsabilidade do prof. [REDACTED]
14	6/Dez.	Orientações para o uso da História da Ciência em sala de aula	Aula on-line: Discussão sobre o planejamento, estratégias e recursos didáticos para ensinar a História da Ciência no Ensino Médio.
15	13/Dez.	Avaliação da Disciplina	Questionário on-line: A avaliação terá dois objetivos – 1) Avaliar as contribuições da disciplina para desenvolver melhores compreensões sobre o uso de analogias, modelos e da História da Ciência no Ensino de Química; e 2) Abertura para comentários, críticas e sugestões para o aprimoramento da disciplina e do docente.

Metodologia, estratégias e recursos didáticos

As seguintes metodologias e estratégias de ensino serão utilizadas durante o [REDACTED]

- Aulas on-line via **google meet** no horário oficial da disciplina, segunda-feira, às 19h. Todos os encontros ocorrerão no link: [REDACTED] Após cada aula on-line, esta será disponibilizada no **Youtube**;

- Realização de atividades individuais ou em grupo tais como: *realização de pesquisas; leitura e interpretação de textos; e análise de vídeos e materiais didáticos*;

- Desenvolvimento de projetos voltados à produção de materiais didáticos.

Os seguintes recursos didáticos serão utilizados ao longo da disciplina: artigos científicos; livros didáticos; e arquivos multimídia (apresentação em PowerPoint, imagens e vídeos).

Frequência e Avaliação

A frequência na disciplina será atribuída a partir da entrega das atividades e projetos solicitados no SIGAA. Dessa maneira, cada **atividade** ou **projeto não** entregue resultará em 2 (duas) faltas na disciplina.

A nota final da disciplina consistirá na média aritmética das seguintes produções:

Nota final = Atividades (1, 2, 3, 4 e 5) + Projeto 1 + Projeto 2

3

Nota para aprovação na disciplina $\geq 6,0$.

Frequência para aprovação na disciplina $\geq 75\%$

IMPORTANTE: Para obter a aprovação na disciplina por frequência, é preciso entregar no mínimo 5 atividades e/ou projetos.

Data limite para a divulgação das notas da disciplina: **22 de dezembro de 2021**.

Bibliografia

BELTRAN, M. H. R.; SAITO, F. TRINDADE, L. S. P. **História da Ciência para formação de professores**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.

COLINVAUX, D. **Modelos e Educação em Ciências**. Rio de Janeiro: Editora Ravil, 1998.

DANTAS, D.; SILVA JÚNIOR, O. J.; FARIAS, R. F. **Ensino de Química: o uso de analogias**. Campinas: Átomo, 2017.

FREITAS-REIS, I. **Estratégias para a inserção da história da ciência no ensino: um compromisso com os conhecimentos básicos de química**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2015.

NARDI, R.; ALMEIDA, M. J. P. M. **Analogias, leituras e modelos no Ensino de Ciências: a sala de aula em estudo**. São Paulo: Editora Escrituras, 2006.

Artigos de revistas da área de Ensino de Ciências: *Química Nova na Escola*; *Ciência & Educação*; *Investigações em Ensino de Ciências*; *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*; *Alexandria*; e *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*. Artigos de revistas da área de História da Ciência: *Revista Brasileira de História da Ciência*; e *História da Ciência e Ensino: construindo interfaces*.

ANEXO B – ORIENTAÇÕES PARA O PROJETO

Orientações para o Projeto 2 – Texto Didático em História da Química para o Ensino Médio

Projeto 2

O objetivo do Projeto 2 é escrever um **texto didático** em **História da Química** para estudantes do **Ensino Médio**. Serão disponibilizados 7 (sete) temas. Escolha um dos temas para escrever o texto didático. Cada tema será acompanhado de **materiais de leitura** para auxiliarem na escrita do texto didático. A listagem de todos os possíveis temas será disponibilizada no **SIGAA** e os materiais estarão no **Google Drive**. A seguir são apresentadas orientações sobre como texto didático deverá ser produzido.

Orientações Gerais

- O Projeto 2 poderá ser feito individualmente ou em grupos de no máximo 3 estudantes.
- O texto didático deverá ter no **máximo 15 páginas**.
- É OBRIGATÓRIO utilizar os **materiais de leitura** na escrita do texto didático disponíveis no SIGAA. **Não serão aceitos** textos didáticos escritos a partir de informações retiradas de sites da internet.
- Serão disponibilizados no SIGAA alguns textos didáticos produzidos pela **turma de 2020**. Esses materiais podem ser utilizados como **inspiração** para a escrita do texto didático.

➤ O texto didático deverá ser enviado no **formato “pdf”**. O formato “pdf” garante que a formatação final será mantida.

Orientações para a produção do texto didático

➤ O texto precisará se preocupar com a **apresentação estética e visual** do caso histórico. Por exemplo, utilize cores, fontes, tamanhos de letras, e outros recursos para destacar o texto; utilize também ilustrações, fotografias ou pinturas para retratar os cientistas do caso histórico, os equipamentos e experimentos feitos pelos cientistas, entre outras imagens que podem contribuir para retratar a época estudada.

IMPORTANTE: Não é necessário incluir todas essas possibilidades, são apenas sugestões para **enriquecer a apresentação estética e visual** do caso histórico. Você pode incluir outros recursos estéticos no seu texto para despertar e atrair a atenção dos estudantes!

➤ A **linguagem** utilizada no texto deve ser **adequada aos estudantes do Ensino Médio**. Além de escrever de uma maneira simples e compreensível, é importante considerar também que existem “palavras”, “termos”, “conceitos” e/ou “assuntos” novos aos estudantes. Tudo o que for novo deve ser explicado e “traduzido” aos estudantes. Para isso, você pode estabelecer relações com assuntos conhecidos ou vivenciados no cotidiano dos estudantes ou utilizar analogias para explicar coisas novas e desconhecidas aos estudantes.

➤ O texto didático deverá abordar:

1) O **contexto da época** em que se desenvolveram as pesquisas relatadas no caso histórico. As seguintes questões podem orientar esta etapa: *Existiam estudos anteriores sobre o tema ou pesquisas que influenciaram a pesquisa dos personagens? O que se sabia na época sobre o assunto ANTES do personagem iniciar suas pesquisas? A pesquisa foi influenciada por demandas da sociedade? Em qual época ocorreram as pesquisas desenvolvidas pelo personagem central do caso?*

2) Breve **biografia** do personagem ou personagens do caso. As seguintes questões podem orientar esta etapa: *Quando e onde nasceu? Como se tornou cientista? Enfrentou dificuldades para se tornar cientista? Qual a sua formação? O que pesquisou ao longo da vida? Recebeu prêmios por suas pesquisas?*

3) Descrição do **processo de produção das ideias científicas** nas quais o personagem ou personagens participaram. As seguintes questões podem orientar esta etapa: *O que motivou o personagem a realizar a pesquisa? Como ele/ela desenvolveu sua pesquisa? Trabalhou e/ou foi influenciado por outros cientistas? Suas ideias foram mudando ao longo do tempo? Recebeu críticas de outros cientistas em relação às suas novas ideias? Quais foram contribuições e consequências das pesquisas realizadas pelo personagem ou personagens?*

4) Descrever o que os estudantes do Ensino Médio podem aprender com o caso histórico. As seguintes questões podem orientar esta etapa: *Qual conteúdo químico pode ser aprendido com o caso? O que o caso histórico nos ensina sobre esse conteúdo químico? O caso histórico permite compreender como a ciência se desenvolve e como o cientista trabalha? Se sim, quais aspectos são aprendidos sobre a ciência e o trabalho do cientista?*

IMPORTANTE: Não é necessário abordar todas essas questões, são apenas sugestões para enriquecer o desenvolvimento do conteúdo do caso histórico. Cada caso histórico apresenta as suas particularidades e, por esse motivo, existem questões que não são serão abordadas no caso. Você pode incluir outras informações que julgar importantes e interessantes.

➤ Inclua na última página do texto didático as **referências bibliográficas consultadas** (artigos, livros, *sites* da internet, etc.).

A TEORIA ATÔMICA DE DALTON

Projeto 2 - QLI003

? . O ÁTOMO

Entender a matéria e o que a constitui está entre as primeiras especulações filosóficas e graças a isso surgiram, ao longo das pesquisas, diversas concepções sobre o tema. Em Eléia por exemplo, representada por Parmênides e Zenão, surgiu uma escola de pensamento em que, preocupados com o estudo do mundo material, não acreditavam na existência do movimento, já que se esse existisse, corpos diferentes poderiam ocupar o mesmo lugar no espaço, o que, para os preceitos de até hoje, é irreal. Em diversas partes do mundo, surgiram concepções sobre do que se obtinha todas as coisas, indo do ocidente ao oriente, mas considerando a vida e teoria de Dalton, serão tratados nesse projeto, os pensamentos e ideias ocidentais para explicar o átomo e ajudar Dalton a chegar em suas próprias pesquisas.



Figura 1- Escavação na área de Vélia (Eleia), Itália

. OS ESTUDIOSOS

Muito se acredita, se vê e se pesquisa, mesmo em áreas distintas, como matemática e filosofia, pode se haver, vinda de uma só pessoa, a vontade de conhecer e se aprofundar em algo, não é diferente com a química. Não existir internet ou um registro datado previamente, não impede a vontade de aprender e foi assim com a matéria, muitos a estudaram e cada um possuía sua própria concepção sobre.

Leucipo de Abdera, nascido em Mileto, em oposição aos eleatas, citados anteriormente, acreditava nos sentidos experenciados pelos



Figura 3- Leucipo de Abdera

humanos que condiziam com a existência do movimento dos corpos e com a incontinuidade da matéria. Tal matéria se constitui de partículas chamadas átomos ou "indivisíveis", como cunhado por Leucipo ou Demócrito.

Demócrito de Abdera (460~360 a.C.) acreditava nas

transformações, nada é criado ou destruído, fato explicitado mais tarde por Lavoisier, para ele cada corpo tinha sua própria constituição de átomos, que apresentavam por si peso e eram inquebráveis.



Figura 2- Demócrito de Abdera



Figura 4- Aristóteles

Aristóteles (384~322 a.C.), em contestação à Leucipo e Demócrito, acreditava que a teoria atômica exemplificada não explicava a mudança nas

substâncias, já que havendo um tipo de átomo em cada substância, não há a possibilidade de mudança na transformação.

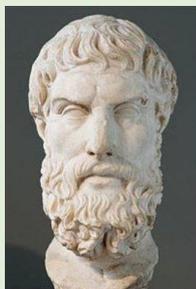


Figura 5- Epicuro de Samos

Epicuro de Samos (341~270 a.C.) apoiava também a confiança nos sentidos, admitindo que tudo experienciado pelos sentidos como tato, olfato, paladar e visão (que é possível a partir da emissão dos átomos dos objetos é correlacionado com o movimento dos

átomos.

Para Lucrecio (~94 a.C.), levando em conta o contexto do período, possuindo a teoria atômica em seu meio e tempo como herege, ela é citada em um verso de seu livro *De Rerum Natura*.

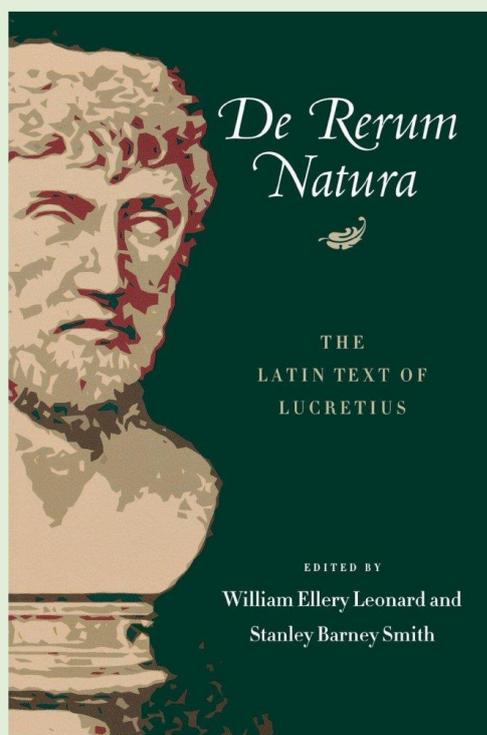


Figura 6- Capa do livro *De Rerum Natura*

Tantas outras teorias surgiram no decorrer do tempo, coerentes ou não com as descobertas mais recentes, mas a primeira teoria atômica funcional partiu de John Dalton.

JOHN DALTON



(1766~1844)

Dalton, nascido em um lugarejo em Eaglesfield, filho de pais humildes, apesar de autodidata para tantos temas, não chegou a cursar uma universidade e na realidade começou a trabalhar jovem, com 12 anos criou uma pequena escola que inicialmente funcionava em um paiol e posteriormente em um salão de reunião dos Quakers (seita cristã fundada na Inglaterra e seguida por seus pais) e mesmo após seu fim, em 1780, Dalton permaneceu estudando grego, latim, francês e filosofia natural. Escreveu em jornais, estudou zoologia, botânica e descobriu como seu maior interesse, a meteorologia, que o guiou às questões da composição atmosférica e da solubilidade dos gases em água.

O primeiro estudo dos gases levou a teoria sobre a mistura dos gases, que influenciado por Newton, acreditava que os gases na atmosfera apenas se misturavam, sem presença de ligações químicas, posteriormente levando à afamada lei das pressões parciais.

Preocupado em validar suas ideias sobre os gases constituintes da atmosfera, Dalton seguiu pesquisando sobre e em 1803 foram exibidos pela primeira vez os símbolos atômicos e nesse momento Dalton já se assegurava sobre alguns princípios, como: a matéria é constituída por partículas últimas ou átomos, os átomos são indivisíveis e não podem ser criados nem destruídos, todos os átomos de um mesmo elemento são idênticos e apresentam o mesmo peso e de elementos diferentes têm pesos diferentes, os compostos são formados por um número fixo de átomos de seus elementos constituintes, etc.

. A TEORIA ATÔMICA DE DALTON

John Dalton tem seu nome frequentemente lembrado no estudo da química pela venerável influência que teve em diversas pesquisas, influenciado por pensamentos newtonianos, foi pioneiro no conceito de massas atômicas relativas.

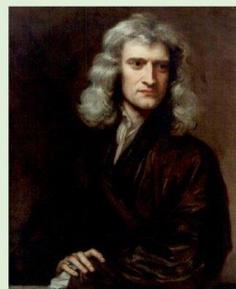


Figura 7- Isaac Newton

Na época de Newton, é datada a existência de apenas um fluído gasoso, o ar comum, mas com o passar do tempo e do desenvolvimento de estudos, foi descoberta e estudada a composição da atmosfera por mais de um gás e a primeira explicação citada por Dalton, foi através de uma variação de um modelo newtoniano sobre o assunto, onde cada gás se comportaria como um fluído elástico newtoniano, ignorando os outros gases componentes da mistura.

A primeira teoria das misturas gasosas parecia explicar como os gases estavam dispostos na composição da atmosfera, exemplificando que

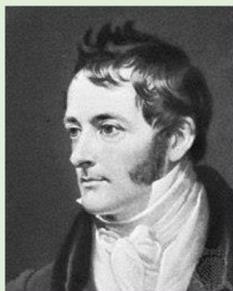


Figura 8- William Henry

átomos iguais não poderiam se encontrar próximos e se repeliriam, sendo o contrário para átomos distintos, que se atrairiam, e a partir dessa primeira teoria, William Henry (1774~1836) pode entender a relação entre a pressão exercida por gases e a solubilidade desses em um líquido.

Visando determinar massas atômicas relativas, Dalton desenvolveu um modelo que explicasse as combinações químicas e permitisse a previsão de fórmulas para compostos e a partir da quantidade de átomos combinados seriam implicados tipos de geometrias, que visariam diminuir forças repulsivas. Vê-se assim, a justificativa teórica para a adoção da regra da máxima simplicidade.

De posse de valores determinantes nas proporções de reações, obtidos, por exemplo, por Lavoisier, e das massas atômicas relativas, Dalton estabeleceu uma relação mediada a partir da regra da máxima simplicidade, onde um átomo de oxigênio se combinaria com um átomo de hidrogênio, formando um "átomo composto" de água, que o permitiu explicar também várias proporções em massa na síntese dos óxidos de nitrogênio e posteriormente de hidrocarbonetos.

. INCONSISTÊNCIAS E INFLUÊNCIAS

1. GAY-LUSSAC (1778~1850)



Figura 9- Louis Joseph Gay-Lussac

Em 1809, Gay-Lussac publicou dois trabalhos cruciais sobre sua lei da combinação gasosa, como citado em seu livro "Assim, parece-me óbvio que todos os gases que atuam um sobre o outro, sempre se combinam em relações simples e, de fato, vimos em todos os exemplos anteriores que a razão de combinação é de 1 para 1 de 1 para 2 ou de 1 a 3". Em 1810, após leitura e compreensão da teoria da combinação gasosa, Dalton lançou a segunda parte do seu primeiro volume, *A new system of chemical philosophy*, onde reagia absolutamente contra as leis de volumétricas publicadas no ano anterior por Gay-Lussac. Dalton sabia dos erros em sua teoria e utilizava valores convenientes para a aceitação de sua pesquisa, que era contestada pela pesquisa de Gay-Lussac.

Para Dalton, átomos se combinavam em proporções simples, assim como os volumes dos gases e a pesquisa de Gay-Lussac o trazia grandes problemas, já que invalidava sua teoria da mistura dos gases, já que essa é baseada no fato de que diferentes gases possuem átomos de diferentes tamanhos.

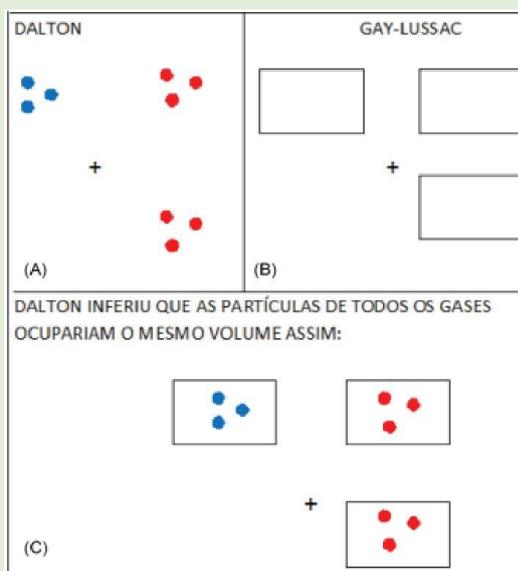


Figura 10- A contra-argumentação de Dalton a Gay-Lussac

O caso da água, também empregava como equivocada a teoria de Dalton, visto que para Gay-Lussac, dois volumes de hidrogênio reagindo com um volume de oxigênio, formam dois volumes de vapor d'água e para Dalton, o átomo era indivisível.

2. AVOGADRO

Lorenzo Romano Amedeo Carlo Avogadro (1776~1856), influenciado pelos trabalhos de Gay-Lussac e Dalton, publicou em

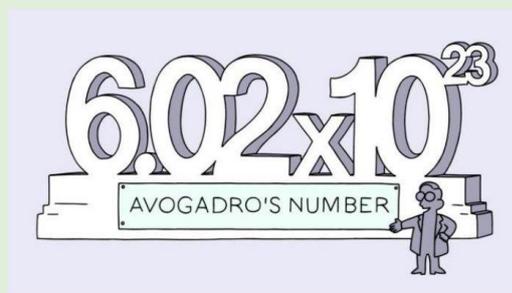


Figura 11- A constante de Avogadro

1811 um importante trabalho para a história da química, onde, após constatar que não poderia inferir que todos os gases possuem o mesmo volume e tentando conciliar as ideias de Gay-Lussac e Dalton, Avogadro criou o conceito de molécula diatômica, que se trata das partículas simples dos gases.

A partir do estudo das moléculas disponibilizado por Avogadro, consegue-se assumir a existência do mesmo número de partículas por volume em diferentes gases, sendo possível determinar o

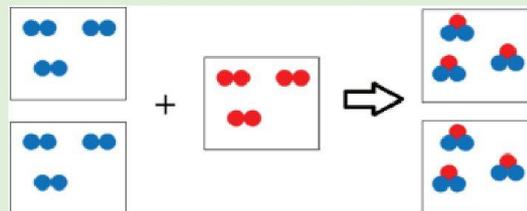


Figura 12- A reinterpretação do modelo de Dalton, por Avogadro

número de partículas componentes de uma molécula de substância formada, e sendo possível, através dele, a resolução das inconsistências na determinação de pesos atômicos e aceitação na inexistência de átomos individuais.

A recusa de ideias e teorias nunca é deixada de lado e não foi diferente com o lançamento das pesquisas de Avogadro, já que além de baseadas em Dalton, confrontavam um importante químico do momento, Jöns Jacob Berzelius (1779~1848), que possuía a teoria dualista sobre os átomos, que ao admitir apenas a combinação de cargas opostas, inviabilizava a concepção diatômica de Avogadro.

Mesmo com a realização de um congresso sobre questões químicas em 1860, as ideias de Avogadro não foram aceitas, sendo consideradas apenas no início do século XX, quando Jean Baptiste Perrin (1870~1942) utilizou a constante de Avogadro para suas pesquisas e lançou seu livro *Les atomes*, que comprovava a constante por meio de 13 diferentes métodos e em 1911, o átomo passou a ter, de fato, a maior aceitação da comunidade científica, já que o diâmetro dos átomos e o número de partículas de um certo volume já podiam ser determinados.

Das tantas pesquisas, teorias e ideias, mesmo que nem sempre exatas, deve-se colocar em pauta o seu auxílio no hoje e no desenvolvimento do futuro, o ato de questionar as situações e estudá-las auxilia na construção de novas pesquisas, com Dalton não se fez diferente, a partir de suas ideias, o ponto pé crucial para análise dos átomos foi dado, permitindo concepções e melhorias futuras, por tal razão começa-se o estudo do tema com John Dalton.

Estudar se torna revolucionário em momentos de obscuridade, pensar não deve se limitar a um momento ou situação específica, o gatilho para compreender as mudanças, tanto na química, como aprendido aqui sobre o início do pensamento do átomo, quanto na filosofia, é a pesquisa.

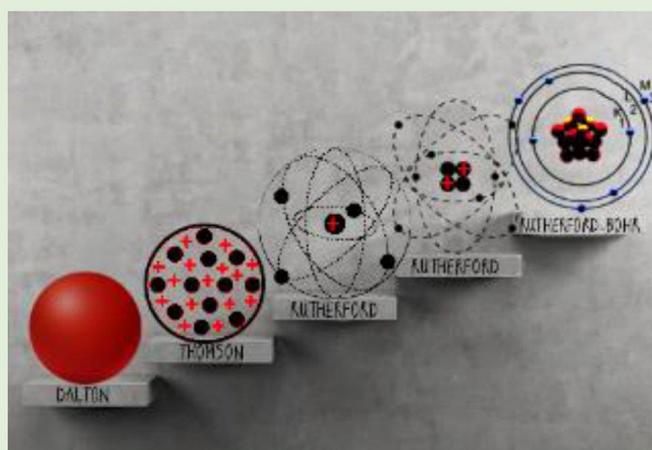


Figura 13- A evolução do modelo atômico

REFERÊNCIAS

LOBATO, César de B.; A História Da Ciência Como "Remédio" No Ensino De Química: Episódio - Estudo Sobre A Invenção Da Teoria Atômico-Molecular Moderna. 2020. Disponível em: <[AG2020-0023.pdf \(sbq.org.br\)](#)>. Acesso em 17 de dezembro de 2021.

VIANA, Hélio Elael Bonini; PORTO, Paulo Alves; O processo de elaboração da teoria atômica de John Dalton. *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola*. 2007.

FIGUEIRAS, Carlos Alerto L.; Duzentos anos da teoria atômica de Dalton. *QUÍMICA NOVA NA ESCOLA*. 2004



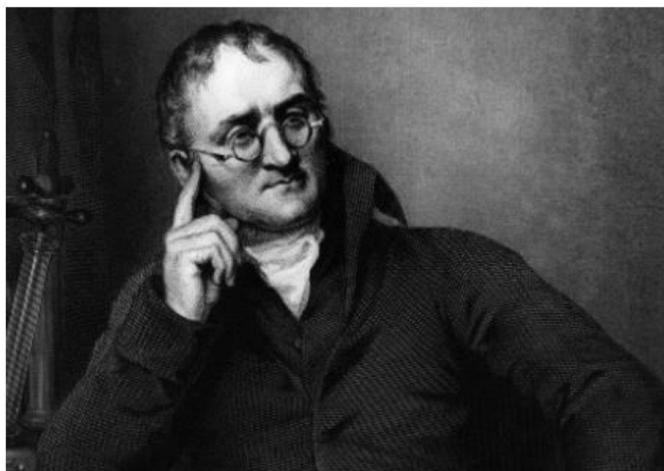
BONS ESTUDOS...

ANEXO D – TD-2



Turma: 01

A teoria atômica de Dalton



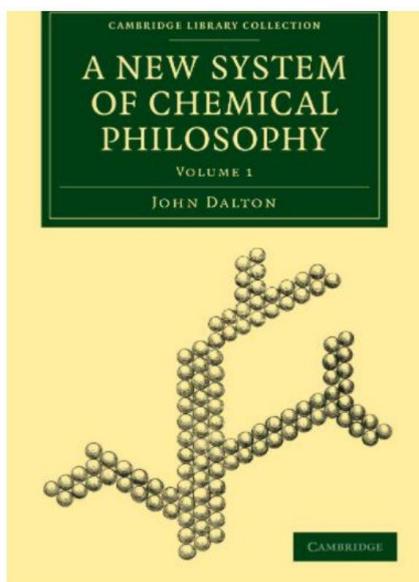
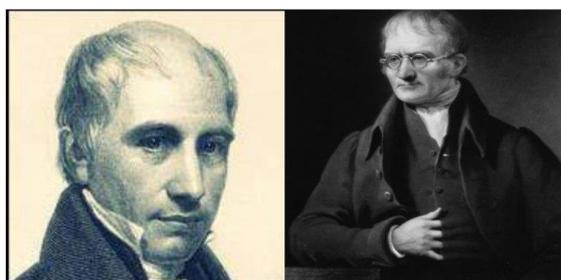
John Dalton nasceu em 1766, em Eaglesfield, um lugarejo do norte da Inglaterra, filho de um modesto tecelão. A família pertencia à religião *Quaker*, que foi uma forte influência para John e à qual ele permaneceu ligado por toda a vida. Sua educação formal não chegou ao nível universitário, mas ele sempre demonstrou muita determinação e grande predileção por matemática. Sua aptidão nos estudos sempre foi extraordinária, e ele se tornou um autodidata em muitos assuntos. A necessidade de ajudar a família fez com que desde cedo o jovem Dalton começasse a trabalhar naquilo que sabia fazer: ensinar. Aos 12 anos de idade criou uma escola, que funcionava de início num paiol, sendo depois transferida para o salão de reuniões dos *Quakers*. A escola teve duração efêmera, pois funcionou só até 1780. John Dalton faleceu na cidade de Manchester, em 1844. Seu maior legado como cientista foi o desenvolvimento da primeira teoria atômica. Foi por meio de vários experimentos relacionados com a mistura de gases e do conhecimento dos trabalhos propostos por Lavoisier que surgiu a teoria atômica de Dalton em 1808.

A proposição de uma teoria atômica quantitativa, realizada por Dalton no início do século XIX, influenciou profundamente o desenvolvimento posterior da química, por isso, seu nome é frequentemente lembrado em livros didáticos de química. Entretanto, nem sempre se encontram descritos adequadamente os motivos que justificariam a importância de seu trabalho para a química moderna.

Ideias sobre a constituição da matéria (o átomo) surgiram na Grécia antiga, por volta de 450 a.C., a partir, principalmente, de Demócrito e Leucipo. No entanto, o átomo só recebeu de fato um caráter científico a partir da chamada **teoria atômica de Dalton**. A **teoria atômica de Dalton** foi fundamental para o

desenvolvimento do conhecimento atômico, pois serviu de base para que outros cientistas conhecessem o átomo e suas características.

A primeira comunicação oral de Dalton a respeito de sua teoria foi lida por ele na Sociedade Literária e Filosófica de Manchester em 21 de outubro de 1803. Sua publicação deveu-se inicialmente a seu amigo Thomas Thomson (1773-1852) que, após ouvi-la do autor em 1804, decidiu apresentá-la, com o devido crédito, em seu livro *System of Chemistry*, publicado em 1807. Thomson, em sua detalhada descrição da teoria de Dalton, usa a palavra **átomo** e também os símbolos inventados por ele para representar os átomos de sua teoria. Esta veio a ser publicada pelo próprio Dalton em sua obra principal, saída à luz a partir de 1808, o *New System of Chemical Philosophy*. As três partes do livro foram publicadas, respectivamente, em 1808, 1810 e 1827.



Postulados da teoria atômica de Dalton

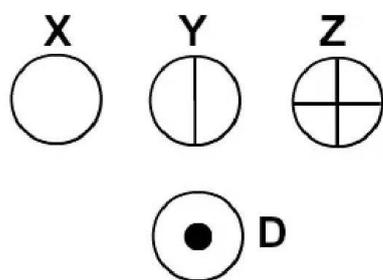
A teoria atômica de Dalton foi baseada em experimentos, mas nenhum desses experimentos conseguiu revelar o átomo claramente. Por isso, Dalton denominava o átomo como a menor parte da matéria.

A teoria de Dalton apresenta muito mais postulados do que comprovações. Veja alguns deles:

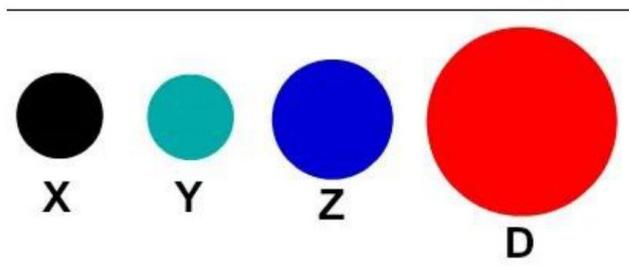
- Os átomos são maciços e apresentam forma esférica (semelhantes a uma bola de bilhar);
- Os átomos são indivisíveis;
- Os átomos são indestrutíveis;
- Um elemento químico é um conjunto de átomos com as mesmas propriedades (tamanho e massa);
- Os átomos de diferentes elementos químicos apresentam propriedades diferentes uns dos outros;
- O peso relativo de dois átomos pode ser utilizado para diferenciá-los;
- Uma substância química composta é formada pela mesma combinação de diferentes tipos de átomos;
- Substâncias químicas diferentes são formadas pela combinação de átomos diferentes.



Dalton nomeou o seu modelo atômico de bola de bilhar e, por isso, passou a representar os átomos dos elementos conhecidos em sua época por meio de símbolos esféricos.



Cada representação atômica que apresenta um detalhe específico indica um elemento químico diferente. Didaticamente os livros e exercícios de nível fundamental e médio representam os átomos apenas por esferas com cores diferentes.



Referências

ALBERTO, Carlos L. Filgueiras. Duzentos Anos da Teoria Atômica de Dalton.

ELAEL, Hélio B. Viana e ALVES, Paulo Porto. O processo de elaboração da teoria atômica de John Dalton.

<https://brasilecola.uol.com.br/quimica/teoria-atmica-dalton.htm>

A Descoberta do DNA

O DNA é o material genético que contém a informação crucial para a hereditariedade. A descoberta da sua estrutura representa um marco para a humanidade, que se iniciou com a descoberta das leis da hereditariedade por Mendel contribuindo para avanços significativos no melhoramento de organismos vivos e no entendimento de processos biológicos.

Os primeiros conceitos de genética, foram publicados em 1865, desenvolvidos por um monge austríaco, Gregor Mendel (1822-1884), que deduziu que algumas características são herdadas, por meio da realização de experimentos com o cruzamento de diversas variedades de ervilhas e análise de gerações de descendentes. Os experimentos duraram quase uma década, permitindo criar uma hipótese para a explicação de seus experimentos, dando assim início ao princípio básico da hereditariedade.

Entretanto seus resultados só foram reconhecidos em 1900, quando ocorreu a “redescoberta de Mendel”; o biólogo holandês Hugo De Vries (1848-1935) e seus colaboradores estabeleceram as leis da hereditariedade.

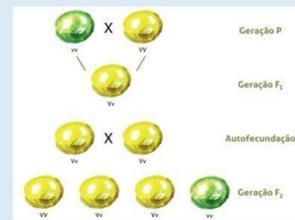


Figura 1: a direita Gregor Mendel e a esquerda Hugo De Vries.

Estudos do DNA:

Johann Friedrich Miescher (1844-1895) – o bioquímico alemão identificou uma nova substância ácida, proveniente dos núcleos das células dos glóbulos brancos presentes no pus, assim denominou-a como nucleína, onde acabou não tendo tanta repercussão na época, assim como Mendel.

Mendel fazendo uso dos experimentos com ervilhas de uma planta que possuía em seu jardim, pode estabelecer pela 1ª vez os padrões de hereditariedade de algumas características existentes em ervilheiras, mostrando que obedeciam a regras estatísticas simples.



Por meio desse experimento, Mendel elaborou três leis, sendo:

1ª- Lei da Uniformidade

-ao cruzar dois indivíduos puros (homozigoto), todos os filhos- descendentes serão iguais (uniformes) em todas as suas características.

2ª- Lei de Segregação de Caracteres

-afirma que durante a formação dos gametas, os alelos (fatores hereditários) são separados (segregados), de modo que a prole adquira um alelo de cada parente.

3ª- Lei da Separação Independente

-durante a formação de gametas, os caracteres para diferentes características são herdados independentemente um do outro.



Figura 2: Johann F. Miescher

Após não haver mais dúvidas sobre a existência da nucleína, a comunidade acadêmica começou a especular sobre sua função. Assim, utilizando o espermatozoides de salmão como amostra, Miescher foi capaz de catalogar os principais elementos da nucleína. Sendo eles: Carbono(C), Nitrogênio(N), Oxigênio(O) Hidrogênio(H) e Fosforo(P).

Walther Flemming (1843-1905) – Em 1882 o anatomista alemão, a primeira sugestão apontando o DNA como repositório do material genético de uma célula veio de seu trabalho; por meio de seus trabalhos ele descobriu a mitose e o comportamento dos cromossomos durante a divisão celular.

Porém essa descoberta não tornou o DNA como candidato de carregar a informação genética.

- Sua descoberta mais tarde seria conhecida como DNA;
- Sua descoberta provocou um certo ceticismo na comunidade acadêmica;
- Suas descobertas deram início a uma corrida para o desenvolvimento estrutural dos Ácidos Nucleicos.



Figura 3: Experimento

Richard Altmann (1852-1900) – Em 1889 confirmou a natureza ácida do material encontrado por Miescher e o denominou de ácido Nucléico.

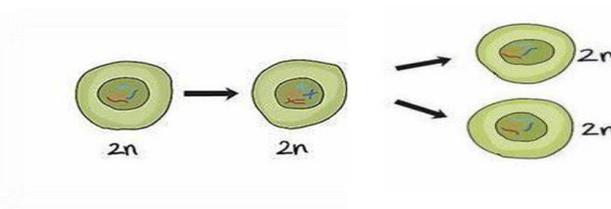


Figura 4: Processo de Mitose



Figura 5: Formas Químicas

Phoebus Aaron Theodor Levene (1869-1940) e Walter Jacobs (1883-1967)

– Em 1909, possibilitaram determinar a organização das moléculas de fosfato, do e das bases nitrogenadas (adenina, guanina, citosina e timina) como sendo a unidade fundamental do ácido, o nucleotídeo. Concluíram que o componente básico dos ácidos nucleicos era um composto que se constituía numa base nitrogenada ligada a uma pentose, e esta por sua vez, ligada a um fosfato. Esta unidade foi chamada de nucleotídeo.

Um ácido nucléico seria então uma molécula composta por vários nucleotídeos unidos entre si (um polinucleotídeo).

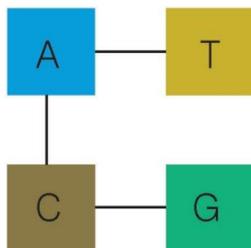


Figura 7: A teoria do tetranucleotídeo foi introduzida por Phoebus Aaron T. Levene, juntamente com inúmeras importantes contribuições de seu trabalho na caracterização química do DNA

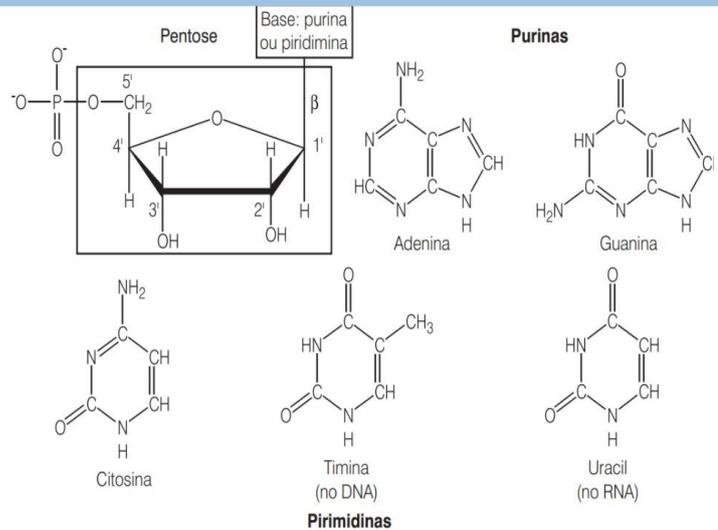


Figura 6: As unidades do DNA são formadas por um nucleotídeo que é composto por um açúcar (pentose) e uma base nitrogenada. Essa base nitrogenada pode ser de dois tipos, uma purina ou uma pirimidina. A

O trabalho de Phoebus A.T. Levene fez contribuições importantes, propôs a “teoria do tetranucleotídeo”, por essa teoria, o DNA seria composto por repetições constantes desses quatros nucleotídeos.

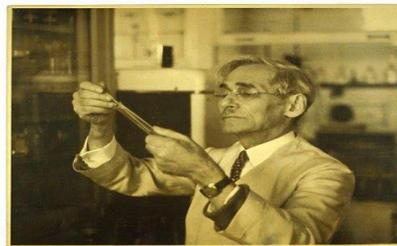


Figura 8: Phoebus Aaron Theodor Levene

Wilhelm L. Johannsen (1857-1927) – Definiu para as unidades trabalhadas por Mendel o nome "gene".

Thomas Hunt Morgan (1866-1945) - trabalhando com a mosca da fruta, (*Drosophila melanogaster*), mostrou pela primeira vez que os genes estão arranjados de forma linear nos cromossomos

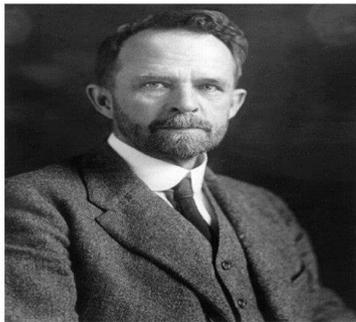


Figura 9: Thomas Hunt Morgan

Para explicar determinadas características herdadas exclusivamente pelos machos, formulou a hipótese segundo a qual certos caracteres hereditários presentes no cromossomo X das fêmeas eram "limitados pelo sexo" (atualmente se usa o termo "caracteres ligados ao sexo"). Para descrever as unidades ou fatores hereditários do cromossomo X, Morgan adotou o termo gene, e concluiu que os genes se distribuíam de forma linear nos cromossomos.

Frederick Griffith (1879-1947) – Usando extratos químicos converteu inócuas bactérias de pneumonia.

O famoso experimento de Griffith de 1928 mostrou que as bactérias podem mudar sua função (o que fazem) e forma (como se parecem), temos então o processo de transformação, em que nas bactérias a transformação era célula sendo alterada devido ao material genético/DNA exógeno/fora da célula.

Griffith usou duas cepas de bactérias (*Streptococcus pneumoniae*), que infectam camundongos, o experimento envolveu a injeção dessas duas cepas de bactérias em camundongos.

Figura 10: Frederick Griffith

A cepa de bactérias rugosas não matou os camundongos, mas a cepa lisa sim.

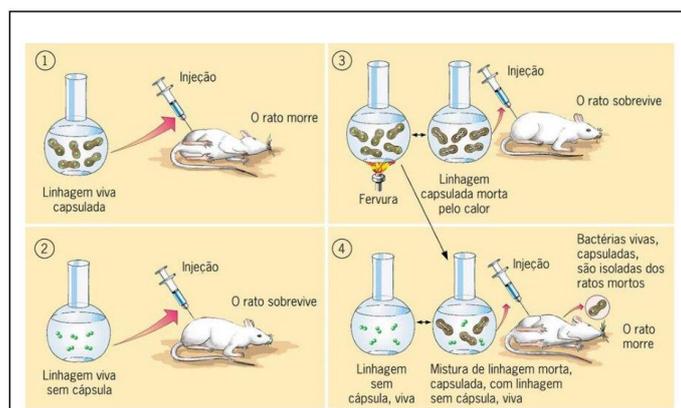


Figura 11: Experimento

Oswald T. Avery, Maclyn MacCarty, e Colin MacLeón

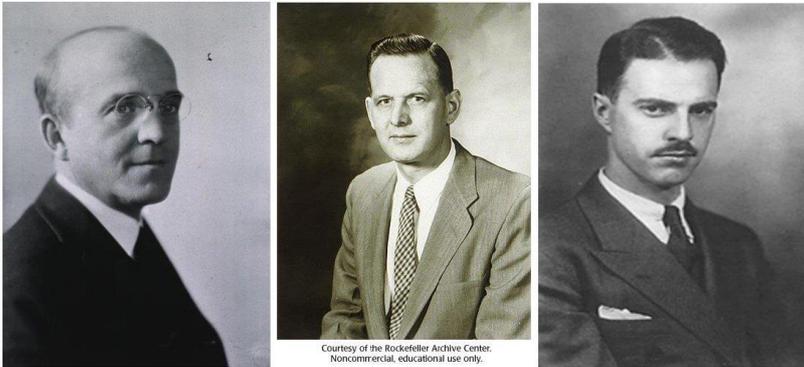
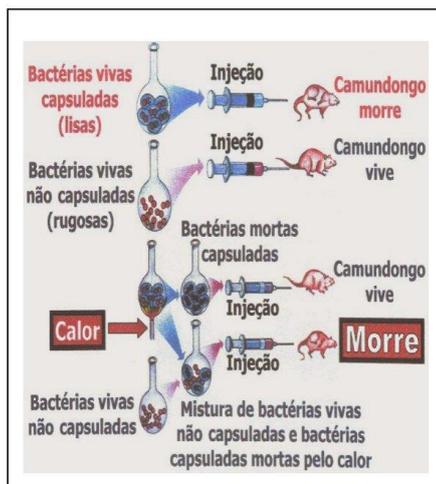


Figura 12: Da esquerda para a direita, temos Oswald T. Avery, :Maclyn MacCarty e Colin MacLeón

Baseados nas observações de Griffith, demonstraram ser o DNA a molécula responsável pelo princípio transformante.



Este experimento serviu para suportar sua teoria de que o DNA era material hereditário das bactérias, ao invés de serem as proteínas, e que essas poderiam ser análogas aos genes e/ou aos vírus.

Figura 13: Experimento

Prole: Conjunto de pessoas que descendem de um indivíduo ou de um casal; descendência.

Inócua: Que é inofensiva; que não é perigosa; que não causa dano nem prejuízos: medida inócua; cobra inócua.



ANEXO F – TD-4



A descoberta da radioatividade por Marie Curie

Certamente em algum momento de sua vida você aluno já ouviu falar sobre radioatividade, e nesse breve resumo poderá ver como ela foi criada, quem teve a ideia de investigá-la e como chegamos a sua fase mais atualizada.

Agora, se você nunca ouviu a palavra, tenho certeza de que já viu como funciona uma lâmpada fluorescente (fig 1.0) em sua casa, e saiba que nela temos um pouco de radiação que vai para a nossa pele. Ficou curioso, então nos acompanhe nessa leitura!

(fig 1)



Antes de saber como a radioatividade surgiu vamos entender todos os acontecimentos por trás desse assunto.

A descoberta do Raio X

Por volta de 1895, Wilhelm Conrad Röntgen (1845-1923) descobriu a existência de um novo tipo de “raios”. Esses raios atravessavam materiais opacos à luz (os raios catódicos), e eram emitidos através de tubos de vácuo percorridos por cargas elétricas. Com isso, devido aos estudos feitos com esse tipo de raio, Röntgen os chamou de Raio X.

A primeira radiografia realizada no mundo. É possível visualizar um anel no dedo anular. Essa radiografia é mostrada junto com Röntgen



(fig.2)

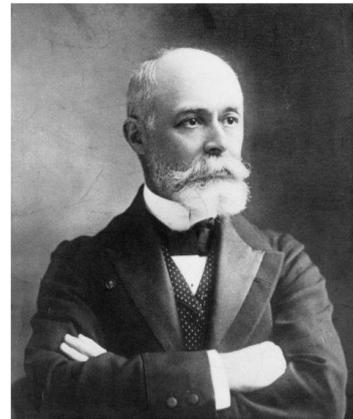
A Hiper Fosforescência



(fig.3) Fosforescência

Após a descoberta de Röntgen, outros cientistas estudaram mais a respeito desse Raio X. Então, foi nesse momento que surge Henri Becquerel (1852-1908), no qual estudava uma substância fosforescente. Ele percebeu que a fosforescência emite radiações semelhantes aos raios X.

(fig.4) Henri Becquerel

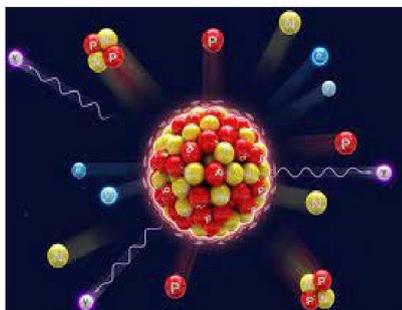


Após aprofundar ainda mais seus estudos acerca da radiação ele descobriu que a radiação do urânio era de natureza eletromagnética, semelhante à luz (refração, reflexão, polarização) e que a emissão diminuía lentamente no escuro, como uma fosforescência invisível de longa duração. Assim, surgiu o fenômeno o nome de hiper fosforescência ou como ele gostava de dizer “raios de urânio”

Os Efeitos Elétricos da Radiação

Após alguns anos da descoberta do raio x observou-se que a nova radiação era capaz de descarregar eletroscópios e que isso ocorria porque o ar

atingido pelos raios X se tornava condutor de eletricidade. Com isso, surge o Joseph John Thomson explicando o fenômeno da maneira que conhecemos hoje, pois



Thomson fez um estudo e entendeu que os raios X rompem as moléculas neutras do ar e produzem íons positivos e negativos, capazes de conduzir a eletricidade. Entretanto, esses íons de sinais opostos se atraem e por isso o ar se comporta como um isolante pouco tempo depois que acaba a ação dos raios X sobre ele. (fig.6)

Devido a semelhança entre os raios X e os raios emitidos pelo urânio, Becquerel também investigou se seus raios tornavam o ar condutor, e confirmou essa nova semelhança. Após isso, vários cientistas estudaram o fenômeno e logo se destacou Ernest Rutherford, pois ele descreveu a ionização produzida pelos raios X.

Georges Sagnac

Imagem 5



Georges Sagnac(1869-1928) foi um francês que estudou as descargas elétricas produzidas pelo raio X. Segundo Sagnac, ao estudar os metais atingidos pelos raios X notou a emissão de raios secundários, que tinham características de serem mais absorvidos que os raios X incidentes. Esses raios secundários (ou raios S) produziam forte ionização do ar. Já os raios X podiam atravessar vários metros de ar. Entretanto, a absorção dos raios secundários era 100 vezes maior do que a dos raios X incidentes. E isso, não era um simples espalhamento da radiação e sim de um fenômeno semelhante à fluorescência. Sagnac notou que uma fina placa metálica atingida por raios X emitia raios secundários para os dois lados. E indicou que embora a placa só absorvesse uma fração dos raios X, transformando-os em raios S, esses raios produziam fortes efeitos em chapas fotográficas, painéis fluorescentes e eletroscópios. Essa transformação de raios X em raios S dependia do material. Ao

comparar o ar, a água, o alumínio, o cobre, o zinco e o chumbo, Sagnac notou que os raios secundários eram menos penetrantes, isto é, havia uma maior transformação dos raios X. Os raios secundários produzidos pelo zinco e pelo chumbo eram menos penetrantes do que os raios X emitidos por qualquer tubo.

Com isso, esse trabalho de Sagnac teve forte influência sobre os Curie.

Gerhard Carl Nathaniel Schmidt

Gerhard Carl Nathaniel Schmidt (1865-1949) contribuiu também para os estudos acerca da radioatividade. Ele percebeu que os materiais fosforescentes comuns não ionizam o ar e, por isso, não emitem raios X. Assim, havia substâncias que emitem radiações penetrantes não produziam nenhum efeito sobre a condutividade do ar. Entretanto, no caso do urânio todos os seus compostos emitem essas radiações. Schmidt procurou outras substâncias parecidas com os efeitos do urânio e encontrou que o tório também emitia radiações penetrantes, capazes de ionizar o ar e de penetrar através de papel opaco, sensibilizando placas fotográficas. Com isso Schmidt conseguiu explicar as radiações do urânio de efeitos espúrios e descobriu a emissão de radiação pelo tório. O método elétrico foi útil, e ele somado a outros fatores levaram à descoberta do polônio e do rádio.

Marie Skłodowska Curie

Por volta de 1897 havia muitos estudos acerca do urânio. Sabia-se até então dos raios de urânio e o aumento da intensidade após a exposição à luz. Devido a isso, todos achavam que esses raios eram um tipo de radiação ultravioleta. Então foi por volta de 1898 que dois cientistas da química, entre eles Marie Skłodowska Curie, resolveram pesquisar materiais diferentes do urânio, mas que poderiam emitir radiações do mesmo tipo. Com isso, foi descoberto um elemento que emitia radiações semelhantes ao urânio, ele era o tório. Com as descobertas feitas sobre o tório, Marie Curie impulsionou a ciência, pois foi descoberto que os fenômenos acontecidos com o urânio não eram isolados e ela nomeia esses fenômenos de Radioatividade.

Um pouco da biografia de Marie

Marie Curie, nossa estrela principal na descoberta dos radioativos tem uma história de superação e conquistas.

No ano de 1897 nascia em Varsóvia Marie Curie, conhecida pela sua família como Manye. Filha de um casal que se importava com a educação de seus filhos cresceu em um meio acadêmico, seu pai Wladyslaw Sklodowski foi aluno na Universidade de São Petersburgo, e lá se formou em matemática e física, era um poliglota e anos depois se tornou diretor da instituição. Imagem 6

Sua mãe, Bronislawa Sklodowski, era diretora da melhor escola de meninas de Varsóvia. Como uma criança prodígio, ela aprendeu a ler com quatro anos, mas ainda em sua infância teve uma perda que abalou a sua família, sua mãe e sua irmã mais velha morreram de doenças muito comuns e sem tratamentos na época. Seu pai uma coluna em sua casa criou os filhos baseados na educação de qualidade, e se mostrou forte defendendo seus ideais, isso aconteceu quando o governo russo proibiu nas escolas laboratórios, e ele como um bom cientista levou seus equipamentos e instruiu seus filhos como usá-los. Como influência nas vidas de seus filhos ele instruiu que todos estudassem e Marie seguiu a mesma formação de seu pai, mas para isso acontecer teve um longo caminho. Na Polônia era proibido a educação universitária para mulheres, então ela e sua irmã fizeram um pacto de que se ajudariam nesse processo estudantil e se mudariam para Paris, que estava passando pelo momento pré Belle Époque. Marie, conseguiu ir atrás de seus sonhos com a ajuda da irmã e do pai e foi para a cidade luz, ingressou na Faculté de Sciences da Universidade de Paris no ano de 1891, se mostrava uma aluna dedicada e em dois anos como melhor da turma recebeu o diploma de Licença em Ciências Físicas. Como tinha um desempenho espetacular, recebeu uma bolsa de estudos e em um ano tirou o certificado de Licenciatura em Matemática, e em anos depois restituiu o valor que foi investido nela.





Władysław Skłodowski e suas filhas (a partir da esquerda) Marie, Bronisława, Helena, 1890. (Domínio público).
Imagem 7

Carreira Científica:

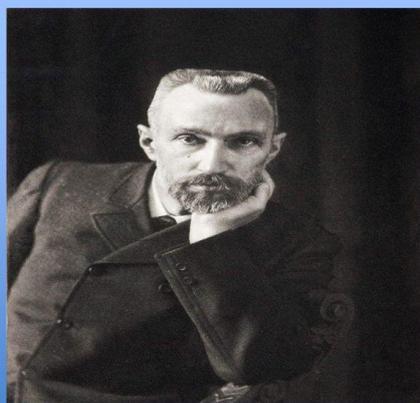
Sua carreira se iniciou quando Marie começou a investigar propriedades magnéticas do aço, e procurando um lugar para fazer seus experimentos, ela conheceu um físico chamado Pierre Curie, que tinha uma situação financeira muito boa, e que vinha de experimentos de sucessos com a parceria com o seu irmão Jacques Curie. Mal sabia ela que essa parceria se tornaria em um casamento, Pierre era amoroso e conquistou Marie após uma viagem que ambos fizeram a Varsóvia.

Pierre trabalhava com seu irmão em uma pesquisa sobre piezoelectricidade, ou seja, a capacidade de alguns cristais de gerar eletricidade por pressão mecânica. O trabalho dos dois irmãos levou também à invenção de um aparelho de muita utilidade prática, o eletrômetro, capaz de medir com precisão pequenas quantidades de corrente elétrica usando o efeito piezoelétrico. Esse aparelho foi posteriormente de fundamental importância no estudo da radioatividade. A piezoelectricidade encontra hoje uma série de aplicações, que vão desde a ignição de isqueiros por faísca elétrica, microfones, alarmes antifurto a instrumentos científicos de precisão. Pierre e seu irmão pouco tempo após

suas pesquisas se separaram, e ele sozinho continuou estudando cristais, mas mesmo com todo esse trabalho ele não era reconhecido na França.

Nesse período Marie foi influenciada pelos estudos de Henri Becquerel, Wilhelm Conrad Röntgen e Henri Poincaré. Becquerel descobriu que os sais de urânio escondidos por meses da luz liberam raios, como os raios X estudados por Röntgen, e a nossa célebre química ficou entusiasmada com o assunto e começou a sua jornada pelos processos radioativos.

Imagem 8



Pierre Curie

Nascido no dia 15 de maio de 1859 na cidade de Paris, Pierre veio ao mundo.

Criado em uma família de médicos, ele teve uma educação caseira, como seu pai como professor, mas mesmo tendo esse ensinamento, aos 16 anos ele já era bacharel em ciências, e licenciado em ciências físicas pela Sorbonne. Aos 36 anos conheceu a jovem Marie com quem se casou e teve duas filhas, juntos conquistaram um Nobel de Física.

Primeiro experimento:

O seu primeiro passo foi saber se havia mais elementos além do urânio que tinham essa propriedade de radiação, abandonando a ideia de hiperfluorescência, não se poderia calcular pela medida elétrica os efeitos na condutividade do ar que foram revelados pelo eletroscópio de folha de ouro? Então como seu esposo Pierre tinha um equipamento que fora criado em parceria com seu irmão, que era extremamente sensível para medir correntes fracas. Curie o usou para testar tanto substâncias puras quanto vários minerais. uma câmara de ionização, um eletrômetro e um quartzo, Marie começou a estudar o poder de ionização dos raios urânios, que eletrificam o ar que os circundava, através de medidas

precisas da corrente elétrica gerada. Demonstrou também que as atividades compostas de urânio, que podia ser medida com precisão, eram proporcionais à quantidade de urânio contida no material e que essa atividade não era afetada por fatores externos como luz ou temperatura. Ela acreditava que em breve seria capaz de demonstrar que essa radiação era uma propriedade atômica. Pouco tempo depois encerrou seu trabalho com urânio, e descobriu que compostos de tório também tinham a propriedade dos raios espontâneos, percebendo que o fenômeno não era algo somente do urânio, resolveu nomeá-lo de radioatividade.



Imagem 9

Após achar essa semelhança entre os elementos, ela resolveu fazer uma pesquisa mais detalhada, e descobriu que os minerais que continham tório e urânio eram radioativos, começou então a pesquisar as atividades dos minerais. E para seu espanto descobriu que a radioatividade era muito maior do que ela pensava, com isso ela foi forçada a concluir de que esses minerais devem conter uma quantidade muito pequena de uma substância radioativa ainda mais potente que o urânio e o tório, um novo elemento químico (SKLODOWSKA-CURIE, 1898). E ao ver essa descoberta Pierre larga seus trabalhos e começa a investir seu tempo nos projetos de sua esposa. Eles não sabiam que essa substância era tão pequena e que teriam que minerar muitas terras.

Mas em 1898 anunciaram em um artigo a descoberta do polônio.

"Acreditamos que a substância que extraímos da pechblenda contém um metal ainda não observado, relacionado ao bismuto por suas propriedades. Se a existência desse novo metal for confirmada, propomos chamá-lo de polônio, do nome do país de origem de um de nós" (CURIE, SKLODOWSKA CURIE, 1898).

E no mesmo ano eles descobriram e revelaram uma nova substância, o rádio:

"As diversas razões que acabamos de enumerar nos levam a crer que a nova substância radioativa contém um novo elemento que propomos chamar de rádio" (CURIE, SKLODOWSKA CURIE, BÉMONT, 1898)

Essas descobertas causaram alvoroços no meio físico e químico da época, trazendo dúvidas e questionamentos de processos que já eram conhecidos e, também, inaugurou um novo ramo da física, que teve repercussões imediatas no meio médico. Pois começaram a usar essa radiação de maneira direta em tumores, ganhando o nome curioterapia. Mas o processo de provar essas novas substâncias não foi fácil, ela demorou 45 meses para conseguir separar sais de rádio, e medir o seu peso. E em 1903 ela defendeu a sua tese doutorado, " Pesquisas sobre Substâncias Radioativas na Sorbonne", em uma sala completamente lotada por físicos e químicos, tornando-se a primeira mulher na Europa a ter um doutorado. Ela também foi a primeira mulher a participar de uma palestra da Royal Institution , na Inglaterra , onde seu marido foi palestrante.

Primeiro Nobel:

Em dezembro de 1903 a Academia Real das Ciências da Suécia conferiu a Henri Becquerel, Pierre Curie e Marie Curie o Prêmio Nobel de Física, "em reconhecimento aos serviços extraordinários que eles prestaram por suas pesquisas conjuntas sobre o fenômeno da radiação descoberto pelo Professor Henri Becquerel". E com esse prêmio Marie Curie se tornou a primeira mulher a ganhar um Nobel.

Após três anos do primeiro Nobel Marie perdeu seu melhor ajudante, Pierre que seria nomeado professor de Sorbonne, faleceu com 47 anos. Marie passou por diversos problemas sociais depois da viuvez precoce, mas com 38 anos de idade se tornou a primeira mulher a dar aulas em uma instituição de nível superior;

Como já foi falado ela passou por machismo, xenofobia e preconceitos diversos, porém mesmo passando por esses problemas de cabeça erguida em 1911 Marie sozinha ganha o segundo Nobel.

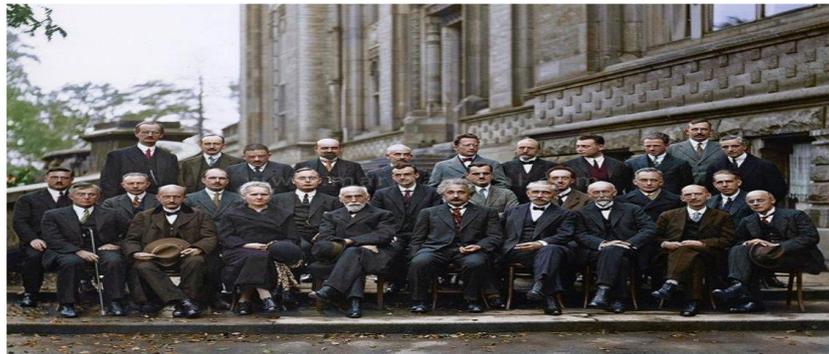
Segundo Nobel:

Em 1911 Marie sozinha recebeu o segundo Nobel, mas dessa vez em uma categoria diferente da anterior, agora ela foi premiada na área da química, "Em reconhecimento aos seus serviços para o avanço da química pela descoberta dos elementos rádio e polônia, através do isolamento do rádio e do estudo da natureza e compostos desse elemento notável".

Ela se tornou a primeira e única pessoa a receber dois Nobel em áreas científicas diferentes.

Vida Social:

Marie foi a primeira mulher convidada para participar de um encontro em Solvay, que era um encontro custeado por um químico para os químicos.



Participantes da 5ª Conferência Solvay sobre Mecânica Quântica, 1927. Eles são, entre outros: Albert Einstein, Marie Curie e Niels Bohr. 17 dos 29 participantes foram ou se tornaram vencedores do Prêmio Nobel. (Solvay Group). (fig.5)

(fig.7)



Nessa foto temos Marie Curie e Albert Einstein, que era amigo e fã de Marie.

Após burburinhos sobre a vida sentimental de Marie, Einstein lhe enviou a seguinte carta:

“Sinto-me compelido a lhe dizer o quanto admiro seu intelecto, seu ímpeto e sua honestidade. Considero-me um homem de sorte por tê-la conhecido pessoalmente em Bruxelas.” O físico prossegue, desta vez se referindo diretamente aos escândalos: “Não ria de mim por estar lhe escrevendo sem ter nada muito sábio a dizer. Mas estou tão indignado com a forma pela qual você está sendo tratada publicamente, que preciso dar vazão a este sentimento.” Ele faz ainda uma referência direta ao relacionamento dela com Langevin e os descreve como “pessoas reais com as quais é um privilégio manter contato”.

A carta foi encontrada por acaso pelo astrônomo David Grinspoon num arquivo de textos pessoais e correspondência de Einstein.

Sua morte:

Após anos de trabalho árduo, Marie começou a passar por problemas de saúde. Primeiro ela teve que operar uma catarata que estava nos dois olhos, ela também sofreu com a exposição ao rádio, ele afetou as suas mãos causando lesões terríveis. Foi obrigada a ir morar em uma casa de repouso, e pouco tempo depois foi levada a um sanatório. E em 4 de julho de 1934 após uma história de conquistas e realizações, mãe de duas filhas e única pessoa do mundo a ganhar dois Nobel, faleceu Marie Curie, no hospital Haute-Savoie em Sancellemoz na França.

Sua obra no mundo atual:

Ela foi uma influência na vida de sua filha que também foi ganhadora de um Nobel em química. Mas não para por aí, sua história e seu nome foi, e ainda é muito usado em instituições, escolas e universidades na França. Ela também foi inspiração para novos minerais radioativos descobertos que levaram seu nome, como: Curita, Sklodowski e Cuprosklodowskite.

Até hoje a sociedade europeia tem um trabalho de bolsas que oferece a jovens cientistas oportunidades de trabalhar em países diferentes ao de seu nascimento.

E se tem um ensinamento que Marie nos deixa é que: Devemos querer virar o jogo diante das adversidades da vida, não devemos nos contentar com o que a sociedade espera de nós, e sim querer mudanças, ir à luta, e ao mesmo tempo inspirar novas pessoas.

E especialmente para as meninas, Marie nos mostra que podemos ser o que queremos: química, física, mãe, esposa e excelentes filhas e irmãs.

Referências:

Fig.1 Disponível em: <<https://ozli.online/tudo-que-voce-precisa-saber-sobre-a-lampada-eletronica-compacta/>>

Fig. 2 Disponível em: <<https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/raios-x.htm> >

Fig.3 Disponível em: <<https://www.telesilkonline.com.br/corante-fosforescente-em-po>>

Fig. 4 Disponível em: <https://www.google.com/search?q=henri+becquerel&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjnuLn2zPD0AhUIr5UCHRnxBAYQ_AUoAXoECAIQAw&biw=1536&bih=722&dpr=1.25#imgrc=nlxQxh5lvLdtZM >

Fig.5 Disponível em: <<https://twitter.com/astromiaum/status/1382793143414894594>>

Fig.6 Disponível em: <https://www.google.com/search?q=efeitos+eletricos+da+radia%C3%A7%C3%A3o&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjMmoDWgfD0AhWwr5UCHWqOCqCQ_AUoAXoECAEQAw&biw=1536&bih=722&dpr=1.25#imgrc=J88d3BxLUCI3cM>

Fig.7 Disponível em: <<https://canaltech.com.br/ciencia/quem-foi-marie-curie-cientista-que-ganhara-filme-em-2020-assista-ao-trailer-149963/>>

Imagem 5 Disponível em: <https://www.google.com/search?q=george+sagnac&tbm=isch&ved=2ahUKEwjY47HXgfD0AhV0CrkGHTITAtlQ2-cCegQIABAA&oq=george+sagnac&gs_lcp=CgNpbWcQAzoFCAAQgAQ6CAgAELEDEIMBOggIABCABBCxAzoLCAAQgAQQsQMqgwE6BAgAEEM6BAgAEBM6CAgAEAUQHhATOggIABAIEB4QE1CrrwRY1d8EYMHjBGgBcAB4A4ABxAGIAaAkkgeENS4zOJgBAKABAaoBC2d3cy13aXotaW1nsAEAwAEB&scient=img&ei=fDm_Ydi1IPSU5OUPuaakA0&bih=722&biw=1536#imgrc=hfvPvxyHqV7-nM>

imagem 6 Disponível em: <https://www.google.com/search?q=Carl+nathaniel+Schmidt&tbm=isch&ved=2ahUKEwjPrNuXg_D0AhUzMLkGHaC3C6YQ2->

[cCegQIABAA&oq=Carl+nathaniel+Schmidt&gs_lcp=CgNpbWcQA1DOB1jOB2CrCWgAcAB4AIABalgBxgGSAQMxLjGYAQCgAQGqAQtn3Mtd2l6LWltZ8ABAQ&sclient=img&ei=Dzu_YY_pNLPg5OUPoO-usAo&bih=722&biw=1536&hl=pt-BR#imgsrc=rKQEunqiXzCMjM](https://www.google.com/search?q=Carl+nathaniel+Schmidt&gs_lcp=CgNpbWcQA1DOB1jOB2CrCWgAcAB4AIABalgBxgGSAQMxLjGYAQCgAQGqAQtn3Mtd2l6LWltZ8ABAQ&sclient=img&ei=Dzu_YY_pNLPg5OUPoO-usAo&bih=722&biw=1536&hl=pt-BR#imgsrc=rKQEunqiXzCMjM)>

Imagem 7 Disponível em: < <https://socientifica.com.br/marie-curie-ensinou-mulheres-secretamente-quando-eram-proibidas/>>

Imagem 8 Disponível em: <https://stringfixer.com/pt/Pierre_Curie>

Imagem 9 Disponível em: <<https://maneirasimples.wordpress.com/2013/03/21/marie-curie-uma-mulher-a-frente-do-seu-tempo/>>

ANEXO G – TD-5

[REDACTED]
QUÍMICA LICENCIATURA

[REDACTED]
Projeto 2

Tema: O processo de elaboração da teoria atômica de Dalton

[REDACTED]
2021

Sobre a teoria e os pensamentos da história de John Dalton e de seus contribuidores.

- *A teoria atômica de Dalton*

A teoria atômica de Dalton, um dos marcos da Química do século XIX, surgiu e foi publicada ao longo da primeira década daquele século.

Por isso o presente artigo faz uma breve resenha de aspectos das teorias filosóficas que precederam a elaboração daltoniana e procura mostrar o encadeamento que levou ao aparecimento da obra do químico inglês.

- *Constituição da matéria :*

Diferentes hipóteses a respeito da constituição da matéria a partir de partículas discretas surgiram na Índia antiga, por exemplo, e especula-se se poderia ter ocorrido alguma forma de intercâmbio intelectual com os gregos nesse campo.

Tanto no bramanismo como no budismo e no jainismo desenvolveram-se concepções de organização da matéria antes da era cristã.

No entanto, como este artigo trata da tradição ocidental, culminando na obra de John Dalton, esse aspecto do atomismo não será aqui abordado.

movimento não existe: o pretense deslocamento de uma flecha no ar é um engano de nossos sentidos e pode ser decomposto em quadros estáticos, como numa película cinematográfica.

Leucipo de Abdera (ativo em meados do século V a.C.), em oposição aos eleatas, acreditava na evidência dos sentidos e, conseqüentemente, na realidade do movimento dos corpos.

Os primeiros princípios de que se constitui a matéria são partículas fundamentais, os “átomos” (discute-se se o nome “átomos”, ou “indivisíveis”, teria sido cunhado por Leucipo ou por Demócrito).

Demócrito de Abdera (~460-370 a.C.) é tradicionalmente considerado um elaborador das ideias de Leucipo, embora não se tenha certeza da autoria das contribuições de cada um, uma vez que o que se conhece deles provém quase totalmente de citações de pósteros, como Aristóteles, que os citaram para deles discordarem.



Leucipo de Abdera Fonte:

<<https://www.google.com.br/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fpt.wikipedia.org%2Fwiki%2FLeucipo&psig=AOvVaw0SiyCJn71PxOyRvNwU-WZo&ust=1640053232034000&source=images&cd=vfe&ved=0CAsQjRxqFwoTCNihwtuo8fQCFQAAAAdAAAAABAD>>

Teorias e pensamentos, propostos pelos pensadores contribuintes.

- Demócrito acreditava que os átomos, em adição às características já assinaladas, também eram inquebráveis, tinham peso e participavam da constituição de todos os corpos, os quais tinham cada qual seu tipo de átomo.
 - A principal objeção de Aristóteles à teoria atômica de Leucipo e Demócrito é sua incapacidade de explicar a mudança nas substâncias, as transformações químicas, como diríamos hoje.
 - Filosofia epicurista revive o atomismo, ao admitir que toda sensação é um movimento de átomos resultando do contato entre corpos materiais.
 - A visão, por outro lado, é explicada da mesma maneira, supondo que ela depende de que átomos dos objetos vistos sejam emitidos por esses objetos e venham até nossos olhos.
 - Durante a Idade Média e o Renascimento, todavia, o materialismo da teoria atômica e a oposição de Aristóteles, elevado à condição de principal filósofo das universidades e da cristandade ocidental, tornaram a teoria inaceitável, chegando a ser considerada herética. Invenção do barômetro pelo discípulo de Galileo, Evangelista Torricelli (1608-1647), mostrou que, ao se inverter um tubo cheio de mercúrio sobre uma cuba contendo o mesmo metal, a coluna de mercúrio só permanece até um certo ponto, que depende da pressão atmosférica local.
 - Acima da coluna há vácuo (na realidade, vapor de mercúrio em equilíbrio com o líquido, o que não se conhecia no século XVII). O universo está pleno de matéria e o movimento é uma realidade, transmitindo-se por contato entre vórtices que se comunicam ao longo do espaço.
 - Esses vórtices, ou turbilhões, seriam devidos ao movimento de um material hipotético e muito sutil que permearia todo o universo, denominado “éter”.
 - Como sacerdote católico, Gassendi não podia admitir o atomismo ateu dos gregos e sim um sistema que necessitava de Deus como criador e autor da força que anima e regula o mundo.
 - Na Inglaterra, Robert Boyle (1627- 1691) procurou conciliar o atomismo com sua própria experiência de químico, preferindo, todavia, falar de “corpúsculos” constituintes dos corpos, em vez de fenômenos que não são oriundos apenas de trocas entre as características aristotélicas da matéria.
-

Sobre os feitos e história de John Dalton

- *Quem é?*

John Dalton (1766-1844) nasceu em Eaglesfield, um lugarejo do norte da Inglaterra, filho de um modesto tecelão. A família pertencia à religião Quaker, que foi uma forte influência para John e à qual ele permaneceu ligado por toda a vida.

Dalton não chegou ao nível universitário em sua educação formal porém ele sempre demonstrou muita determinação e grande predileção por Matemática. Sua aptidão nos estudos foi sempre extraordinária, e ele se tornou um autodidata em muitos assuntos.

- *Atuação dele:*

Dalton não chegou ao nível universitário em sua educação formal porém ele sempre demonstrou muita determinação e grande predileção por Matemática. Sua aptidão nos estudos foi sempre extraordinária, e ele se tornou um autodidata em muitos assuntos.

Sendo assim Dalton buscou trabalhar com algo que ele se sentia à vontade desse modo aos 12 anos de idade ele criou uma escola que não durou muito funcionando somente até 1780 . Ao mesmo tempo, Dalton continuou a estudar e veio a tornar-se versado em grego, latim, francês e filosofia natural. Em 1781, John e seu irmão Jonathan foram convidados a se tornarem assistentes na escola de Kendal, onde lecionaram Matemática e línguas antigas e modernas. A partir de 1785, com a aposentadoria do mestre escola, seu primo George Bewley, os dois irmãos assumiram a direção da escola. De 1784 a 1794, John Dalton escreveu em jornais, estudou Zoologia e Botânica, passou a manter um diário de observações meteorológicas e a lecionar cursos de filosofia natural, incluindo-se aí a química dos gases.



John Dalton em gravura de 1823. Fonte: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3f/Dalton_John_desk.jpg>

Teorias e Leis descobertas por John Dalton

- Dalton tinha grande paixão por meteorologia, e essa paixão fez com que Dalton focasse seus estudos para saber mais sobre os gases (focando principalmente nos que constituíam a atmosfera). Sendo assim os primeiros estudos de Dalton sobre os gases o fizeram chegar na teoria da mistura de gases, pois naquela época sabia-se que a atmosfera era constituída

por nitrogênio oxigênio, gás carbônico e vapor da água porém não se sabia como era feita a relação desses mesmos gases. Curiosamente, a composição do ar era praticamente constante, como mostravam as abundantes observações de Dalton realizadas em lugares os mais distantes entre si.

- Dalton, sob a influência de Newton, acreditava que o gás da atmosfera formasse somente uma mistura, porém Dalton se debateu com a questão do por que os gases não se encontram em ordem decrescente de peso (os gases mais pesados nas camadas inferiores da atmosfera) e com essa questão em mente Dalton elaborou a lei das pressões parciais.

Lei das pressões parciais

Quando dois fluidos elásticos, denominados A e B, são misturados, não há qualquer repulsão mútua entre suas partículas, isto é, só A repele A, ou só B repele B. Consequentemente, a pressão ou peso total sobre qualquer partícula se deve apenas àquelas de sua própria espécie.

- Primeiro aparecimento de seus símbolos atômicos e fórmulas atômicas

Dalton continuou sua pesquisa, enveredando pelo caminho da natureza da dissolução dos gases em água e do problema de determinar o peso relativo de diferentes gases em relação a outros. Dando assim um início a sua teoria atômica.

Seus apontamentos de setembro de 1803 mostram pela primeira vez os símbolos atômicos, fórmulas atômicas e pesos relativos do que ele ainda chamava de “partículas últimas”. Como o vapor d’água tem densidade menor que o oxigênio, embora contenha oxigênio, então ele decidiu rejeitar a comparação dos pesos relativos das partículas últimas com a densidade dos gases. Então ele decidiu obter os pesos relativos a partir das proporções em que essas partículas se combinavam, e desse modo as considerações dessa natureza ocasionou na formação de mais uma lei, a das proporções múltiplas.

ELEMENTS			
Hydrogen	1	Strontian	46
Azote	5	Barytes	68
Carbon	5	Iron	50
Oxygen	7	Zinc	56
Phosphorus	9	Copper	56
Sulphur	13	Lead	90
Magnesia	20	Silver	190
Lime	24	Gold	190
Soda	28	Platina	190
Potash	42	Mercury	167

Símbolos criados por Dalton para os elementos e seus compostos. Fonte: < <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRAZ1QLw8r0j3zbmou013UzK9r-wo7Ne7i2A&usqp=CAU> >

Lei das proporções múltiplas

Em compostos diferentes formados pelos mesmos elementos, há uma razão simples entre o peso fixo de um elemento e os pesos variáveis do outro.

Princípios e Bases para a criação de sua teoria atômica

Em 1803 John Dalton já mantinha os seguintes princípios que foram de certa forma a base para a criação de sua teoria atômica.

Sendo esses princípios:

- A matéria é constituída por partículas últimas ou átomos;
- Os átomos são indivisíveis e não podem ser criados nem destruídos (Princípio de Conservação da Matéria - Lavoisier);
- Todos os átomos de um mesmo elemento são idênticos e apresentam o mesmo peso;
- Átomos de elementos diferentes têm pesos diferentes;
- Os compostos são formados por um número fixo de átomos de seus elementos constituintes (Lei das Proporções Fixas -Proust);
- Se existir mais de um composto formado por dois elementos diferentes, os números dos átomos de cada elemento nos compostos guardam entre si uma razão de números inteiros (Lei das Proporções Múltiplas -Dalton)
- O peso1 do átomo de um elemento é constante em seus compostos - se a reagir com b para formar ab e c reagir com d para formar cd, então se ab reagir com cd os produtos serão ad e cb (Lei das Proporções Recíprocas - Richter).

Sobre a teoria atômica

- *Início*

A primeira comunicação oral realizada sobre a teoria atômica de Dalton, foi feita em 21 de outubro de 1803, na Sociedade Literária e Filosófica de Manchester, por ele próprio. Recebeu grande ajuda e apoio por parte de Thomson (1773-1852), que a apresentou, apontando os créditos de John, em seu livro *System of Chemistry*, publicado em 1807.

Thomson, em pauta, fez uma descrição muito detalhada do que lhe foi ressaltado da teoria de Dalton. Ele usou a palavra átomo e símbolos para representar os átomos da teoria. Então em 1808, o próprio Dalton publicou-a em seu livro "*New System of Chemical Philosophy*". Ele foi ousado indo demasiadamente além do que Antoine Lavoisier nem conseguia especular.

- *Conceito*

Sinteticamente, ele estabeleceu relação entre os pesos relativos das unidades fundamentais dos elementos químicos com as combinações que estes apresentavam em seus compostos. De tal modo que, as partículas de hidrogênio, oxigênio e dentre outras, existentes em qualquer composto desses elementos, seriam iguais em peso, tamanho ou forma. Exemplo uma partícula de água seria igual a qualquer outra partícula de água. As partículas constituintes das substâncias simples, contendo apenas um tipo de elemento, foram chamadas de "partículas últimas", e são os nossos átomos.

Então no livro "Novo Sistema", afirmou que gases diferentes não podem ter partículas do mesmo tamanho.

Se medidas iguais dos gases azótico (nitrogênio) e oxigenoso (oxigênio) fossem misturadas, e pudessem rapidamente unir-se quimicamente, seriam formadas cerca de duas medidas de gás nitroso (óxido nítrico), pesando o mesmo que as duas medidas originais; mas o número de partículas últimas só poderia ser no máximo a metade daquele que existia antes da união. Diferentes

Espécie química	Pesos atômicos (sic)	
	1805	1808
Hidrogênio	1	1
Azoto	4,2	5
Carbono	4,3	5
Amônia	5,2	6
Oxigênio	5,5	7
Água	6,5	8
Fósforo	7,2	9
Hidrogênio fosforetado (PH ₃)	8,2	-
Gás nitroso (NO)	9,3	12
Éter	9,6	-
Oxido gasoso de carbono (CO)	9,8	12
Oxido nitroso (N ₂ O)	13,7	17
Enxofre	14,4	13
Ácido nítrico (NO ₂)	15,2	19
Hidrogênio sulfuretado (H ₂ S)	15,4	16
Ácido carbônico (CO ₂)	15,3	19
Álcool	15,1	16
Ácido sulfuroso (SO ₂)	19,9	-
Ácido sulfúrico (SO ₃)	25,4	34
Hidrogênio carburetado da água estagnada (CH ₄)	6,3	7
Gás olefiante (C ₂ H ₂)	5,3	6

fluidos elásticos (gases) não têm, portanto, o mesmo número de partículas, seja no mesmo volume, seja no mesmo peso. (Dalton, 1808)

Sobre seus pensamentos e afirmações:

Ao longo de seu estudos Dalton fez diversas afirmações. Ele colocou em sua primeira tabela a respeito sobre os pesos das partículas de corpos gasosos dentre outros determinados números e valores que num ponto de vista atual eram muito primitivos, o que refletia da falta de informações da época. Contudo em *New System of Chemical Philosoph* há a apresentação de uma nova tabela que então conseguiu a proposta.

Todas unidades dessas substâncias são colocadas como átomos, desde que o conceito de moléculas ainda não era conhecido.

Alguns pontos relevantes e considerações finais:

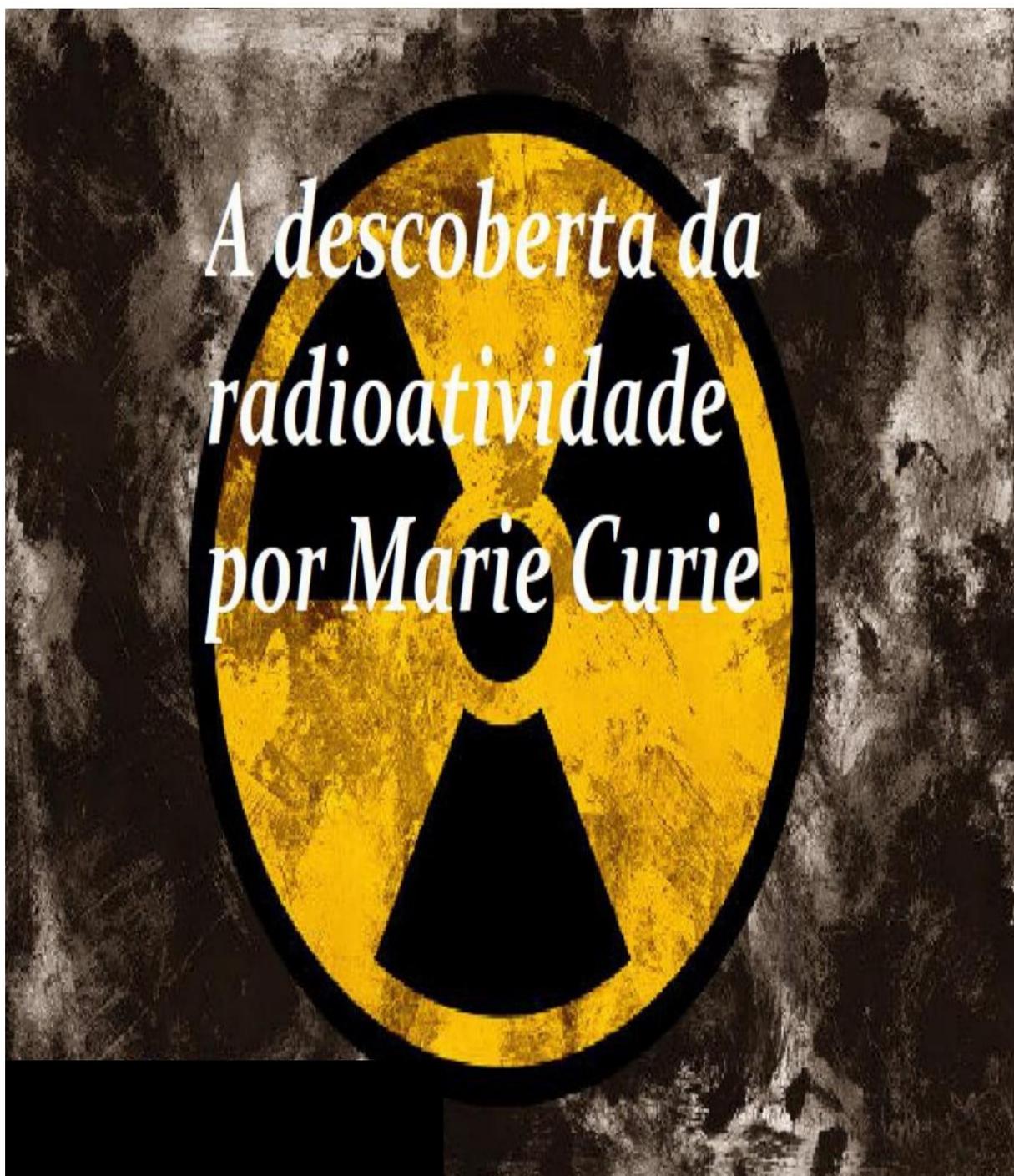
- Dalton demonstrou como diferentes átomos tinham a possibilidade de se combinarem para formar substâncias compostas. Para isso, usou seu complicado sistema de notação.
- A Teoria Atômica, não teve uma aceitação pronta e universal.
- A determinação experimental dos pesos atômicos permaneceu precária por muito tempo.
- Em 1816, Dalton foi feito correspondente do *Institut de France*.
- Em 1822, foi eleito membro da *Royal Society*.
- Em 1830, sucedeu Humphry Davy (1778-1829) como um dos oito associados estrangeiros de *Institut de France*.
- A teoria atômica de Dalton é um dos marcos fundamentais da Química do século XIX.

○ Hydrogen 1	⊕ Strontian 46
⊖ Hydrogen 1	⊗ Barytes 68
○ Hydrogen 1	⊖ Iron 50
○ Oxygen 7	⊖ Zinc 56
⊖ Phospon 9	⊖ Copper 56
⊕ Sulphur 15	⊖ Lead 90
⊖ Magnesia 26	⊖ Silver 190
⊖ Lima 24	⊖ Gold 190
⊖ Soda 28	⊖ Platina 190
⊖ Potash 42	⊖ Mercury 167

Fonte: <<https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2020/04/11-cientistas-e-suas-diferentes-formas-de-representar-tabela-periodica.html>>

Referências bibliográficas

Foram utilizados os textos proporcionados pelo professor



A descoberta da radioatividade por Marie Curie

1-Introdução:

Todos sabem que a radioatividade é um fenômeno pelo qual os núcleos atômicos sofrem transformações e assim emitem radiação, mas vocês sabem quem foi Marie Curie e qual foi a sua contribuição para a descoberta da radioatividade? E quem ajudou nessa descoberta? E nisso que vamos descobrir neste capítulo.



Quem foi Marie Curie:

Marie Curie nasceu em 7 de novembro de 1867, em Varsóvia, capital da Polônia. Sua mãe Bronislawa Sklodowski era professora e católica fanática além de ser diretora de uma das melhores escolas para meninas de Varsóvia, já seu pai Wladislaw Sklodowski foi professor de matemática e física e depois diretor de escola como a sua mulher. Marie Curie teve 4 irmãos, sendo 3 deles mulheres



e um homem, Zofia que nasceu em 1862, Bronislawa 1865, Helena 1866 e Józef 1863.



A vida de Marie não foi fácil, ela perdeu sua mãe e uma das suas irmãs precocemente, Bonislawa morreu por conta da tuberculose em 1878 e sua irmã Zofia morreu de tifo (doença infecciosa causada pela picada da pulga ou piolho pela bactéria *Rickettsia prowazekii*)

em 1876, e com isso seu pai teve que criar ela e seus 3 irmãos sozinho e com o pouco salário que ganhava na época, além disso Marie perdeu sua fé completamente após esses acontecimentos. O pai de Marie teve grande influência na sua vida e na de seus irmãos, ele sempre queria que eles tivessem a par do que acontecia no mundo, no quesito de avanços físicos e químicos, e quando proibiram o uso de laboratórios nas escolas, ele fez questão de trazer o laboratório de física para a sua casa e ensinou eles a usá-lo. Seu filho Józef pode educar-se na Polônia e assim se formou médico, Já Marie e sua irmã Bronislawa não conseguiram ter acesso à educação superior pois era inacessível a mulheres na época, e assim se juntaram apesar das dificuldades financeiras na época para estudar na França.

Bronislawa foi a primeira a se mudar para Paris e começou a estudar medicina além de ser sustentada por sua irmã, que aos 17 anos Marie se tornou governanta para ajudá-la financeiramente. Depois foi Marie



que mudou para Paris com ajuda financeira de seu pai em 1891 e se instalou inicialmente na casa de sua irmã e começou a estudar na famosa Universidade da França chamada Sorbonne, e depois de algum tempo mudou-se para um apartamento em no Quartier latin, onde levou uma vida simples de muitas dificuldades financeiras. Sua passagem na universidade de Sorbonne fez perceber que seus conhecimentos sobre matemática e física estavam muito atrasados

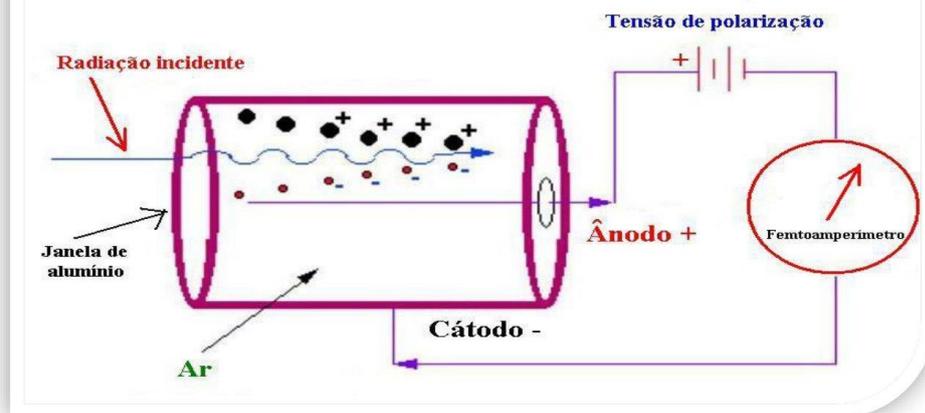
outros universitários, mas sua determinação, teimosia e perfeccionismo fizeram alcançar o primeiro lugar da turma e o diploma de bacharelado em ciências físicas em 1893. Marie graças ao recebimento uma bolsa de estudos polonesa, a Alexandrovitch scholarship ficou mais um ano em Paris, e com isso conseguiu o segundo lugar e o diploma de bacharel em ciências matemáticas. Sua carreira científica começou pela investigação de propriedades magnéticas encomendada pela Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale (Sociedade de Incentivos para a Indústria Nacional.)

Marie e a radioatividade

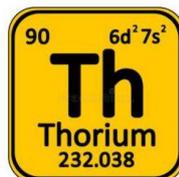
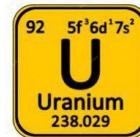
O tório

No início de 1898 Marie Sklodowska Curie na França e Gerhardt Carl Schmidt na Alemanha tiveram a ideia de procurar novos elementos radioativos diferente do urânio e que emitissem radiação do mesmo tipo, e assim em 1898 descobriram o tório e publicaram essa descoberta e que este elemento emitia radiações como o urânio. Essa descoberta foi feita através do uso de uma câmara de ionização, onde se observava a corrente elétrica produzida no ar entre duas placas eletrizadas quando colocava um material radioativo entre elas.

Câmara de Ionização



Notava também que a radiação emitida por ele era observada em todos outros que ele fazia parte, como ocorria com o urânio e seus componentes, além de produzir efeitos fotográficos um pouco mais penetrantes que o urânio. Notava também que a radiação emitida por ele era observada em todos outros que ele fazia parte, como ocorria com o urânio e seus componentes, além de produzir efeitos fotográficos um pouco mais penetrantes que o urânio.

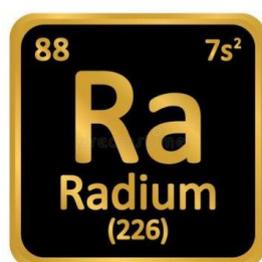
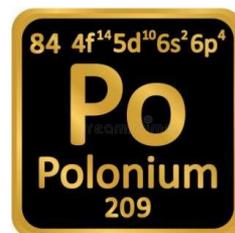


Enquanto isso Marie estudou vários tipos de minerais e substâncias químicas puras e notou que todos minerais de tório e urânio emitiam radiação e notou-se também algo a mais, que o tório e urânio eram elementos com peso atômico maior do que todos já descoberto até ali e se questionavam a causa pela qual a radiação permanecia por uma enorme quantidade de tempo, pois parecia uma energia infinita, e que o material não seria capaz de liberar tudo aquilo. Marie supõe que todo o espaço é coberto por uma radiação muito penetrante e que era impossível ver, e assim os materiais mais pesados absorviam essas radiações e liberavam elas de uma maneira que dava para se observar. Com isso a descoberta do tório deu um novo rumo para as pesquisas, pois percebia que não era um fenômeno único, onde era feito por um

elemento apenas, mas sim seria mais geral, assim Marie propõe o nome de Radioatividade.

Os elementos polônio e rádio

Alguns meses depois da descoberta do tório Marie e Pierre que era seu marido apresentaram um trabalho de extrema importância onde sugerem não muito convicto que pechblenda (**mineral óxido de urânio**) continha outro material radioativo presente, sendo ele desconhecido até ali. Com isso Marie se empenha em tentar isolar a substância ali presente e depois de um tempo procurando e fazendo vários experimentos na pechblenda Marie chega ao material unido ao bismuto e assim não conseguindo separá-lo mais com os métodos que eles usavam na época. Com isso chegaram ao resultado que o material mesmo unido ao bismuto era 400 vezes mais ativo que o urânio puro e dão a ideia de chamá-lo de polônio. Além disso em um artigo escrito por Marie após o trabalho relativo do polônio, ela defende a ideia de que a radioatividade é uma propriedade atômica.



Em 1898 na última reunião na Academia de ciências eles apresentam algumas pistas de um novo elemento radioativo onde suas propriedades eram parecidas com a do bário, tirado da pechblenda onde ele era 900 vezes mais ativo que urânio, mas mais uma vez não era possível separá-lo do metal conhecido. Com essa descoberta eles propõem o nome de rádio por ser mais radioativo que todos já descobertos até ali.

O que sabia da radioatividade até neste momento?

A radioatividade até o momento não sabia quase nada sobre, nem que ela podia levar a transformação de um elemento químico em outro, apenas deram um nome sem saber o que estava por trás e a complexidade deste fenômeno que demos o nome de radioatividade.

Descobertas importantes vindas antes de Marie Curie

Raios X



Vale a pena falar um pouco das descobertas anteriores que ajudaram nas pesquisas e que os resultados de Marie não chegariam muito longe sem elas, primeira delas foi a descoberta dos raios X, que primeiramente foi descoberto a existência de novos "raios "(coisas que espalham em linhas retas) por Wilhelm Conrad Röntgen no final de 1895 e que foi divulgado em 1896, esses raios tratavam também de uma radiação penetrante capaz de atravessar materiais opacos a luz e a outras radiações conhecidas na época, e que eram emitidos por tubos de alto vácuo quando eram percorridos por uma descarga elétrica, descobriu-se também suas principais características, eram elas a produção de luminescência em matérias fluorescentes, sensibilidades nas chapas fotográficas, não era visível a olho nu e que não parecia sofrer refração, reflexão e nem polarização.

Essa descoberta repercutiu muito na época e rapidamente esse campo foi desenvolvido cada vez mais pela comunidade científica, e levou a procura de outras radiações desconhecidas e outros processos de emissão de raio X, além disso os cientistas da época foram guiados por uma hipótese levantada por Henri Poincaré em 20 de janeiro de 1896, onde ele levantou a hipótese de que a luminescência estaria relacionada a emissão dos raios X. Seguindo essa hipótese os cientistas Charles Henry e Gaston Niewenglowski descobriram que algumas substancias fosforescentes comuns emitiam radiação penetrantes semelhantes aos raios X, são eles o sulfeto de cálcio e sulfeto de zinco. E com isso vagalumes, bactérias luminescentes e giz e muitas outras substancias foram testados e descobriam que emitiam radiação penetrante, alguns deles muito fraco, mas emitiam.

A Hiperfosforescência

Foi em um dos trabalhos de Henri Becquerel que ele descobriu uma substância fosforescente em que o sulfato duplo de uranila e potássio produziam características semelhantes ao dos raios X, mas tanto Henri e Thompson acreditavam que os compostos de urânio estudados emitiam radiação semelhante a radiação ultravioleta, mas com maior penetração. As observações feitas mostraram que a radiação emitida pelo urânio eram mais fortes após colocar ele no sol. Depois de um ano de estudos sobre a radiação do urânio sem muitos resultados interessantes Becquerel se desinteressou sobre o assunto e começou a dedicar a novos temas de estudos.

Referências:

As primeiras investigações sobre elementos radioativos disponível em:

<https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1ZgMASJcz0Ko0IPbhmpypzEG5d-XJqda3>

A descoberta da radioatividade disponível em:

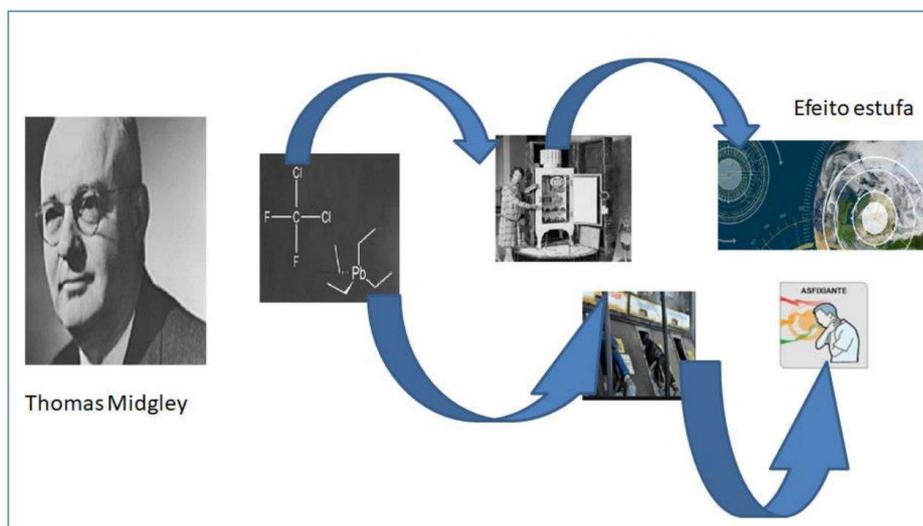
<https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1ZgMASJcz0Ko0IPbhmpypzEG5d-XJqda3>

Bibliografia de Marie Curie disponível em:

<https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1ZgMASJcz0Ko0IPbhmpypzEG5d-XJqda3>

ANEXO I – TD-7

A produção do tetraetilchumbo e dos CFC's por Thomas Midgley Jr.



I

Introdução

Thomas Midgley Jr.(Figura 1) nasceu em 18 de maio de 1889, em Beaver Falls, Pensilvânia. Sua intenção era ajudar a humanidade - mas duas de suas maiores invenções foram ameaças ao globo terrestre e a saúde da humanidade. Suas invenções estão presentes até hoje como o tetraetil de chumbo na melhoria da gasolina e os compostos de clorofluorocarbonos. No final de sua vida ele foi morto por sua última invenção.



Figura 1. Thomas Midgley

Thomas Midgley Jr. nasceu em uma família de inventores, principalmente na área de pneus de automóveis. Ele cresceu em Columbus, Ohio, e se formou em 1911 como mecânico engenheiro da famosa Universidade Cornell. Durante seu tempo em Cornell, ele desenvolveu um grande interesse pela experimentação que foi tão característico durante toda a sua vida futura.

Em 1916, Midgley começou a trabalhar na General Motors sob a direção de Charles Kettering. Um problema prático significativo que ele enfrentou na General Motors foi o chamado de "batida" dos motores de combustão. Midgley descobriu que este motor barulhento bateu poderia ser interrompido adicionando certos compostos químicos à gasolina. Tal compostos são chamados de aditivos. Nesse período na General Motors, uma variedade de aditivos foram testados, mas posteriormente descartado por vários motivos. Por exemplo, teste de anilina como chumbo aditivo de combustível a odores nocivos dos gases de escape do carro. A imagem a

seguir mostra Thomas Midgley Jr. experimentando um motor no Dayton Research Laboratories, uma subsidiária da General Motors.

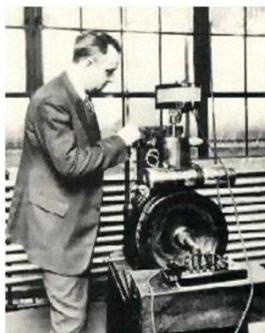


Figura 2. Midgley realizando seus experimentos

Em 1921, Thomas Midgley Jr. descobriu que o chumbo tetraetila (ou TEL) atua como um excelente agente anti-detonação na gasolina e leva a um desempenho muito melhor de motores de combustão. Foi ele quem inventou a gasolina com chumbo. Em dezembro

Em 1922, Midgley recebeu a Medalha Nichols da American Chemical Society para o "Uso de compostos anti-detonação em combustíveis para motores". Um grande problema com esta invenção, no entanto, era a conhecida alta toxicidade do chumbo. A fórmula química de tetraetila de chumbo é $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$.

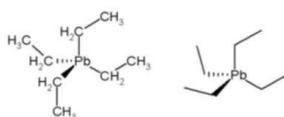


Figura 3. Representação da molécula de tetraetila de chumbo.

Em resumo, Thomas Midgley Jr. fez duas invenções que tiveram um impacto trágico sobre a comunidade da Terra. Midgley era uma pessoa muito estimada foi considerado um herói nacional americano. Ele possuía dois títulos honorários, em 1941 como membro da Sociedade Química, no qual deu a ele seu maior prêmio, a Medalha Sacerdotal. Em 1944 ele foi eleito presidente da American Chemical Society. Porém seu legado foi visto como uma ameaça a atmosfera terrestre.

Em 1940, aos 51 anos, Midgley contraiu poliomielite, que o deixou muito debilitado. Mesmo diante do desafio da doença e suas condições, criou um elaborado sistema de cordas e roldanas para ajudara levantar da cama. Porém esse sistema foi a causa de sua própria morte, devido ao seu estrangulamento aos 55 anos, que ocorreu em 2 de novembro de 1944, em Worthington, Ohio.

Midgley: a indústria da refrigeração e os CFCs

No começo do século XX, os fluidos utilizados em refrigeradores (eletrodomésticos) eram causadores de graves acidentes, como explosões e intoxicações, assim havia a necessidade de um fluido mais seguro para a população, e versátil que poderia ser utilizado sem prejudicar o ambiente.

Midgley e Henne se tornaram parceiros e em 1930, compararam algumas substâncias que pudessem ser refrigerantes

+30°C, que era o intervalo adequado, além de baixa inflamabilidade, porém faltava os estudos de toxicidade.

Alguns estudos foram importantes como a Tabela 2, que demonstra as características tóxicas de alguns gases.

Gás	Provoca a morte de animais em um curto intervalo de tempo (%)	Oferece risco à vida no intervalo de 30 a 60 minutos (%)	Concentração máxima em que não oferece risco à vida por horas (%)
Amônia	0,5 a 1,0	0,25 a 0,45	0,01
Cloreto de metila	15 a 30	2 a 4	0,05 a 0,1
Dióxido de carbono	30	6 a 8	2 a 3
Diclorodifluorometano	Não alcançável	80	40

Tabela 2. Característica de toxicidade de substâncias possíveis para serem utilizadas como fluidos refrigeradores.

Em 1930, ao apresentar o resultado de suas pesquisas que culminaram na preparação dos CFCs como fluidos para refrigeração (os quais ganharam o nome comercial de freons), Midgley fez uma demonstração de grande apelo para a platéia que assistia a sua fala na cidade de Atlanta:

A nomenclatura dos CFCs foram baseadas no número de átomos de carbono, flúor, existentes nas moléculas como, por exemplo, CFCl_3 , passou a ser popularmente conhecido como CFC- 11 ou fréon -11, o CF_2Cl_2 foi reconhecido como CFC-12 ou fréon -12.



Fonte: Destruição da camada de ozônio pelos CFCs. CFC - Mundo Educação (uol.com.br)

Figura 4. Uso de fluidos refrigerados em geladeiras

Agente anti-detonação

Um dos desafios de Midgley foi criar um aditivo antidetonante, que tivesse um bom custo benefício para a população. Uma hipótese foi surgida após observação de uma planta nativa da América do Norte, que tinha característica de se desenvolver sob a neve, pensava na possibilidade de a planta absorver o calor da luz do sol, assim analogicamente, deduzia que uma substância vermelha era capaz de absorver a chama do motor para que houvesse uma queima regular da gasolina, tal hipótese foi denominada de “trailing arbutus”

Essa idéia foi chamada, posteriormente, de “hipótese do trailing arbutus” Seguindo essa linha de raciocínio, o iodo – que apresenta coloração avermelhada em solução orgânica – foi testado, e suas propriedades atenderam às expectativas: o iodo se comportava como antidetonante. Testou vários corantes vermelhos em querosene, porém sem sucesso.

Midgley seguindo o mesmo pensamento que a coloração vermelha anteriormente, observou que o iodeto de metila (coloração vermelha) apresentava propriedades antidetonantes, porém era oxidante do motor de combustível.

Afim, de descobrir o melhor detonante, foram anos de pesquisas e várias tentativas, outra tentativa de custo baixo foi a anilina, porém seu odor desagradável e a ação corrosiva de metais, não permitiram seus avanços. Até chegar a formulação do tetraetil de chumbo, foi utilizado características dos elementos da tabela periódica, como os compostos do grupo nitrogênio e carbono.

Substâncias e o Meio Ambiente

No decorrer de décadas, sempre o homem foi inventor de várias substâncias, porém nem todas foram benéficas ao homem, muitas trouxeram tragédias por falta de segurança química, como o acontecimento de Minamata (caso de envenenamento por mercúrio) e a intoxicação de seres vivos por agrotóxicos, como o DDT (Dicloro-Difenil-Tricloroetano). Midgley Jr também foi um descobridor dos refrigeradores

Percebeu-se então que novas substâncias, liberadas no ambiente, poderiam interferir na saúde da população configurando-se como agentes causadores de riscos. Na época várias revistas científicas e até mesmo de educação abordaram sobre os CFCs (Figura 5).

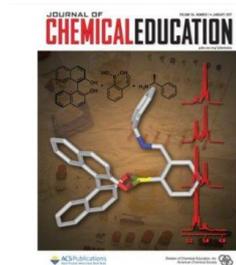
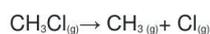
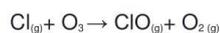


Figura. 5. Revista Chemical education

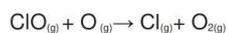
A reação de degradação do ozônio ocorre primeiro pela decomposição das moléculas de CFCs por meio da radiação solar na estratosfera:

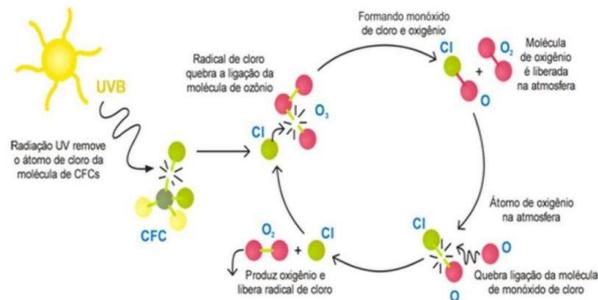


Em seguida, os átomos de cloro liberados reagem com o ozônio, conforme a equação a seguir:



Desse modo, os átomos de cloro terão um efeito devastador, pois esse ClO formado reagirá novamente com os átomos livres de oxigênio, formando mais átomos de cloro, que reagirão com o oxigênio e assim por diante.





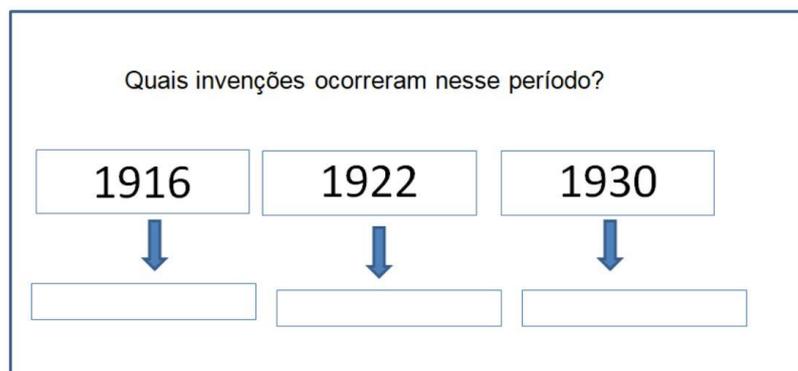
Fonte:MMA, 2015.

Figura. Mecanismo da destruição da camada de ozônio

Midgley morreu três décadas antes da degradação da camada de ozônio e dos gases de efeito estufa e seus efeitos dos CFCs na atmosfera tornaram-se amplamente conhecidos. No ano de 1974, o americano os cientistas Mario Molina e Frank Rowland alertaram contra o surgimento da ameaça global de CFCs. O Protocolo de Montreal foi assinado em 1987 e em março de 1988 a DuPont concordou em reduzir e eliminar a produção de CFC. A produção mundial de CFCs foi totalmente eliminada em 2005.

A outra produção e famosa de Midgley foi o tetraetil de chumbo, no qual também provocou grandes tragédias na população, mesmo sabendo que o chumbo era um agente tóxico, foi influenciador para esta substância ser produzida em grande escala. Porém, na época não foi avaliado a saúde ocupacional desses trabalhadores que manipulavam combustível, e assim ocorreram muitas mortes e casos de intoxicação.

Exercícios



Referências

Convenção de Viena e Protocolo de Montreal. 2015. Disponível em: www.mma.gov.br/clima/proteção-da-camada-de-ozonio/convenção-de-viena-e-protocolo-de-montreal Acesso em: 06 set. MMA.

Edelmann, F.T. The life and legacy of Thomas Midgley Jr. Papers and Proceedings of the Royal Society of Tasmania, vol. 150, no. 1 , pp. 45-49 , 2016 , doi: [10.26749/rstpp.150.1.45](https://doi.org/10.26749/rstpp.150.1.45).

Viana, H. E. B.; Porto, P. A. O desenvolvimento de novas substâncias na primeira metade do século XX: o caso de Thomas Midgley, Jr. *Circumscribere: International Journal for the History of Science* v.12, p.16, 2012.

Viana, H. E.B. Ascensão e queda dos CFCs: uma análise de periódicos científicos e de livros didáticos de química ambiental. Tese apresentada ao Instituto de Química da Universidade de São Paulo para obtenção do Título de Doutor em Química. São Paulo, 2013

ANEXO J – TD-8

**SÍNTESE DA
AMÔNIA**

The graphic includes several key elements related to the synthesis of ammonia:

- Portrait of Fritz Haber:** Located in the upper left, representing the scientist who developed the Haber-Bosch process.
- Chemical Structure of Ammonia:** A Lewis structure of NH_3 is shown at the top center, with a lone pair on the nitrogen atom.
- Nobel Prize Medal:** A circular medal in the upper right commemorates Fritz Haber's 1918 Nobel Prize in Chemistry.
- Ball-and-Stick Models:** Two 3D ball-and-stick models of ammonia molecules are shown at the bottom left.
- Orange Spheres:** A circular cluster of orange spheres at the bottom center likely represents a catalyst or a component of the reaction process.
- Portrait of a Woman:** A portrait of an elderly woman in the bottom right corner, possibly representing a researcher or educator in the field.





Introdução

Já parou para pensar em como descobertas científicas são feitas, como são influenciadas, com o que elas contribuem e quem são os/as cientistas por trás das descobertas? Convido vocês a embarcarem em uma viagem no tempo, para conhecer a história da **Síntese da Amônia**, em qual época foi desenvolvida e conhecer mais o cientista responsável pela sua síntese, Fritz Haber. Também será abordado as contribuições da síntese da amônia e um pouco sobre Johanna Liesbeth Kubelka Döbereiner, pesquisadora brasileira que anos depois de Fritz Haber, desenvolveu pesquisas sobre o ciclo do nitrogênio, em especial a Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN).

Fritz Haber (1868 - 1953)



Fritz Haber nasceu em 9 de dezembro de 1868, na atual Wrocław (Polônia), anteriormente conhecida como Breslau (Prússia).

Logo após cursar o ensino médio, Haber foi estudar Química na Universidade de Berlim, em seguida vai para Heidelberg e em 1889 retorna a Berlim, matriculando-se na Universidade Técnica de Charlottenburg, estudando com Carl Liebermann (1824-1914), que também o orientou em seu doutorado (Química Orgânica), obtido em 1891.

Apesar de ter trabalhado em indústrias químicas e até mesmo no comércio de tintas e corantes de sua família, Haber decide seguir carreira acadêmica, após lecionar como assistente em um período letivo no Instituto de Tecnologia de Zurich (Suíça), assumindo posição de assistente em Química Orgânica na Universidade de Jena. Na cidade de Jena, apesar de ser de família judia, ele decide se converter ao protestantismo, sendo batizado em 1892. Em 1894, vai para a Universidade Técnica de Karlsruhe, passando a se dedicar à Físico-química. Em 1898 publica seu primeiro livro Fundamentos da Eletroquímica Técnica Sobre Uma Base Teórica e em 1905, Termodinâmica de Reações Gasosas Técnicas, livro importante para a área de estudo.

Em 1901 casou-se com **Clara Immerwahr**, com quem teve um filho. Clara foi a primeira mulher a doutorar-se (em Química) na Universidade de Breslau.

Fritz Haber tinha um grande interesse nos estudos dos gases e passou a se dedicar um de seus estudos para a sintetizar a amônia. Em 2 de julho 1909, em conjunto com seu assistente Robert Le Rossignol, Haber demonstra a produção da amônia, a partir de hidrogênio e nitrogênio, utilizando ósmio como catalisador.



Clara Immerwahr (1870 - 1915)

Então, em 1911 assume uma cadeira na prestigiada Universidade de Berlim. Fritz, assim como outros cientistas, não poupou esforços para desenvolver produtos bélicos para Alemanha na 1ª Guerra Mundial (1914-1918).



Seu interesse na guerra e em gases levou a criação de armas químicas. Haber, como Capitão Honorário do Exército, planejou e comandou o primeiro ataque com gás cloro em Ypres na Bélgica, em 22 de abril de 1915. Milhares de cilindros contendo cloro foram abertos na direção das trincheiras francesas.

Clara discordava do uso de gases venenosos como arma de guerra, então pediu à seu marido que parecesse com as pesquisas na área. Entretanto, Haber decidiu continuar com seus trabalhos, ignorando o pedido de sua esposa. Por desgosto em ver a situação, Clara cometeu suicídio utilizando a arma do seu marido.

Mesmo após a morte da esposa, ele embarca para outro ataque químico na linha de frente do exército alemão.

No final da 1ª Guerra Mundial, Haber e outros cientistas que contribuíram com as armas bélicas, foram considerados como criminosos de guerra, fugindo para a Suécia e retornando anos depois para a Alemanha.



Embora tenha contribuído para a Alemanha na 1ª Guerra, em 1933 ele foge novamente do seu amado país por ter origem judaica, devido à ascensão de Hitler na Alemanha e seu objetivo em retirar pessoas que para ele não eram consideradas alemãs, como os judeus.



Imagens dos ataques químicos na 1ª Guerra Mundial



Prêmio Nobel

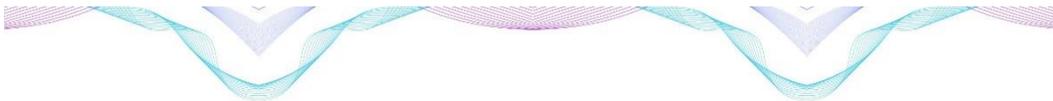
Apesar do seu interesse bélico, Haber era um cientista que atuou em vários campos, podendo destacar seus trabalhos com o **eletrodo de vidro para medir acidez de soluções**, o **ciclo de Haber-Born**, **mecanismos de reações**, além da **síntese da amônia**.

Foi devido à síntese da amônia que em 1918 foi concedido à Fritz Haber o **Prêmio Nobel de Química**. Entretanto, foi entregue somente em 1920, devido aos protestos em relação a sua participação na 1ª Guerra Mundial.

A Síntese da Amônia e sua importância

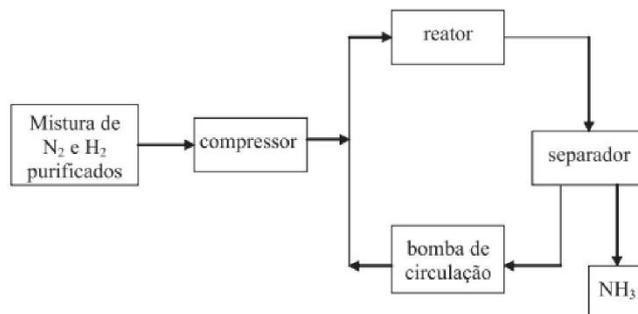
Afinal, o que tem de tão importante na Síntese da Amônia que Fritz Haber recebeu o Prêmio Nobel em Química, apesar das suas contribuições com armas químicas na 1ª Guerra Mundial?

Primeiramente, desde de o início dos estudos dos gases, por volta de 1730, havia-se o interesse em entender o gás nitrogênio e suas fontes. Entretanto, somente na metade do século XIX começou-se a observar o potencial do nitrogênio em plantações de leguminosas como feijões e ervilhas, e como o teor maior de **N** (nitrogênio) é proporcional com o aumento da produção agrícola.



Mesmo entendendo a importância do nitrogênio e os primeiros fertilizantes comercializados em 1845, pouco se sabia sobre o ciclo do Nitrogênio e sua fixação nas raízes das plantas e já existiam várias tentativas em sintetizá-lo.

Somente em 1906, Fritz Haber e seu assistente Le Rosussignol conseguiram sintetizar a amônia utilizando H (hidrogênio), N (nitrogênio) e o metal de transição Os (Ósmio) como catalisador.



Esquema do aparelho de Haber e Le Roussignol para síntese da amônia

Para aprimorar em escala industrial e encontrar possíveis catalizadores com custo menor, Carl Bosch melhorou o sistema de produção, criando em conjunto com Haber uma máquina capaz de aumentar a produção de amônia, conhecida como **Síntese de Haber Bosch**.

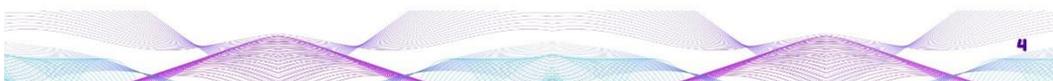


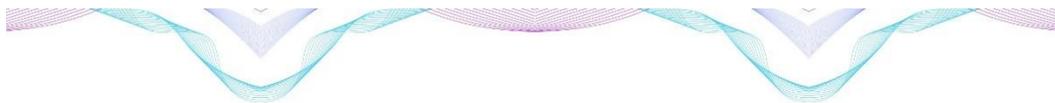
Síntese de Haber Bosch



Carl Bosch (1874 - 1940)

A criação da síntese da amônia e sua escala industrial, mudou a história, uma vez que a principal fonte da amônia era natural, obtida pelo depósitos de salitre (NaNO_3) que estava escasso pelo uso não só de fertilizantes, mas também para criação de bombas TNT. Assim, com sua pesquisa científica, Fritz Haber pode contribuir para o aumento de produção agrícola e conseqüentemente, reduziu a chances de uma escassez de alimentos que provavelmente iria acontecer sem o uso de fertilizantes e o esgotamento dos depósitos de salitre para fornecer amônia para a produção de fertilizantes.





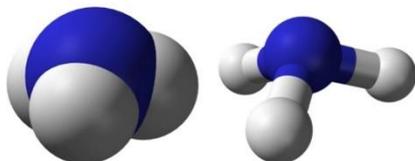
Atualmente, a amônia é utilizada para além da fabricação de fertilizantes e explosivos, como ilustra o infográfico abaixo.



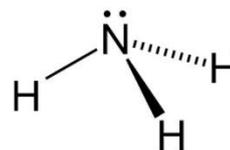
A Estrutura Química do Nitrogênio e da Amônia

O nitrogênio, representado pela letra **N**, encontra-se na tabela periódica, possui número atômico 7 e massa molar relativa 14,007, é o principal componente de nossa atmosfera, cerca de 78,0%.

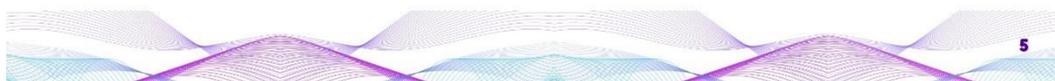
A Amônia (NH₃), é formada por ligações covalentes entre o N e o H (hidrogênio), formando uma estrutura piramidal, conforme imagens abaixo.



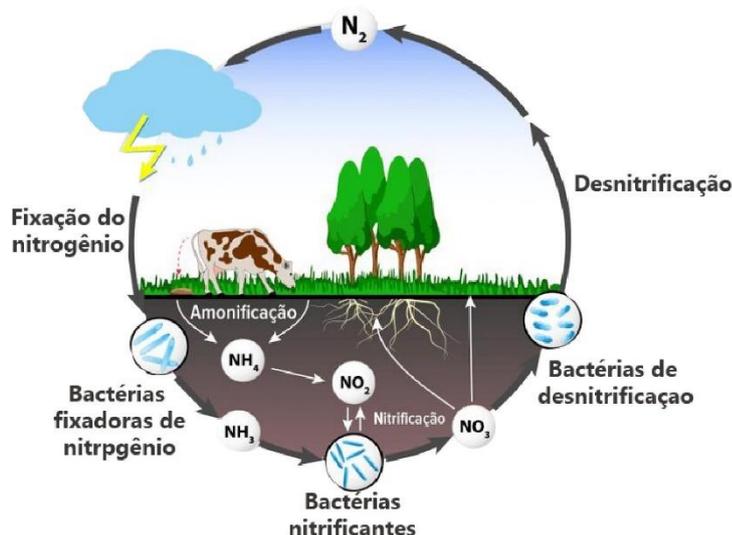
Ambas figuras representam a estrutura da amônia em 3D



Estrutura de Lewis da Amônia



Abaixo, podemos ver o Ciclo do Nitrogênio que ocorre de forma natural.



Johanna Döbereiner é naturalizada brasileira, nasceu em Aussig, Checoslováquia, numa região cuja língua era o alemão. Após o final da 2ª Guerra Mundial, ocorreu a expulsão de pessoas que falavam alemão em vários territórios, entre eles na Checoslováquia.

Johanna chegou ao Brasil em 1951 e começou a trabalhar no Laboratório de Microbiologia de Solos do antigo DNPEA, do Ministério da Agricultura. Entre 1963 e 1969, quando poucos cientistas acreditavam que a fixação biológica de nitrogênio (FBN) poderia competir com fertilizantes minerais, Johanna Döbereiner iniciou um programa de pesquisas sobre os aspectos limitantes da fixação biológica de nitrogênio (FBN) em leguminosas tropicais.

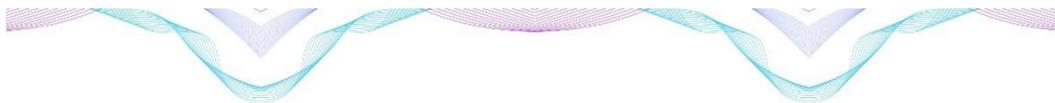


Johanna Döbereiner (1924 - 2000)

O programa brasileiro de melhoramento da soja, iniciado em 1964, foi influenciado – como tantas outras pesquisas nas regiões tropicais – pelos trabalhos de Johanna Döbereiner, tendo representado, na época, uma quebra de paradigma.



Em 1997, ela foi indicada para o Prêmio Nobel de Química pelos seus trabalhos envolvendo fixação biológica de nitrogênio (FBN)



Referências

ARAÚJO, Mariana Corrêa. O Nobel de Fritz Haber e suas contribuições ao ensino de ciências, 2012.

ARAÚJO, Mariana Corrêa; BALDINATO, José Otávio. A síntese de amônia: uma proposta de estudo histórico para a formação de professores de química vinculada ao Prêmio Nobel de Fritz Haber. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**, v. 11, p. 91-129, 2015.

CHAGAS, Aécio Pereira. A síntese da amônia: alguns aspectos históricos. **Química nova**, v. 30, p. 240-247, 2007.

