

Abordagem histórica da radioatividade nos livros didáticos de Química

Marcos Antônio Barros

Docente Associado do Departamento de Licenciatura em Física UEPB
Docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática -UEPB

Ubiratan Leal de Oliveira¹

Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática -UEPB

Recebido em 19 de março de 2025

Aceito em 11 de novembro de 2025

Resumo:

A literatura tem nos apontado que a inserção de elementos de História da Ciência (HC), no ensino de Ciências, tem se mostrado promissora. Suas possibilidades e potencialidades têm sido registradas por vários estudiosos como uma ferramenta importante para superar as lacunas existentes no processo de didatização e, conseqüentemente, para uma divulgação científica mais proeminente, utilizando-se da principal fonte de pesquisa dos alunos e professores - o livro didático. Grosso modo, esse deve proporcionar sentido e significância para a Ciência. Com base nisso e valendo-se da pesquisa historiográfica, além da análise de conteúdo, este estudo apresenta como os livros didáticos de Química, utilizados no Ensino Médio, abordam o tema da Radioatividade. Nossos resultados corroboram com dados já apresentados por outros autores (Leite, 2002; Vidal e Porto, 2012), mostrando-nos uma tímida verbalização dos aspectos historiográficos, e, ainda, que, quando o fazem, disseminam inadequações ou erros conceitual e/ou histórico, com informações inexatas ou falsas, aspectos históricos soltos e sem uma cronologia dos fatos. Feito assim, não permitem um entendimento nem favorecem uma reflexão criteriosa sobre a evolução do fenômeno aqui analisado, de modo a contribuir para uma melhor compreensão da natureza da Ciência (NDC), ou para introduzir o assunto de forma dinâmica, articulada, histórica, contextualizada e não neutra.

Palavras-chave: Ensino de Química, radioatividade, História da Ciência, livro didático, natureza da ciência.

Historical approach to radioactivity in chemistry textbooks

Abstract:

The literature has shown us that the inclusion of elements of History of Science (HOS) in science education has proven promising. Its possibilities and potential have been recorded by several scholars as an important tool to overcome the existing gaps in the didactic process and, consequently, for a more prominent scientific dissemination, using the main research source of students and teachers - the textbook. Broadly speaking, this should provide meaning and significance for science. Based on this and using historiographical research, in addition to content analysis, this study presents how chemistry textbooks, used in high school, approach the topic of Radioactivity. Our results corroborate data already presented by other authors (Leite, 2002; Vidal e Porto, 2012), showing us a timid verbalization of historiographical aspects, and that, when they do, they disseminate inadequacies or conceptual and/or historical errors, with inaccurate or false information, lose historical aspects without a chronology of facts. Thus, they do not allow understanding nor favor a careful reflection on the evolution of the phenomenon analyzed here, to contribute to a better understanding of the nature of Science (NOS), or to introduce the subject in a dynamic, articulated, historical, contextualized and non-neutral way.

Keywords: Chemistry teaching, radioactivity, History of Science, textbook, nature of science.

Dissertação de mestrado:
<http://tede.bc.uepb.edu.br/jspui/handle/tede/3481>

Enfoque histórico de la radiactividad en los libros de texto de Química

Resumen:

La literatura nos ha señalado que la inserción de elementos de Historia de la Ciencia (HC), en la enseñanza de Ciencias, se ha mostrado prometedora. Sus posibilidades y potencialidades han sido registradas por varios estudiosos como una herramienta importante para superar las lagunas existentes en el proceso de didactización y, consecuentemente, para una divulgación científica más prominente, utilizándose de la principal fuente de investigación de los alumnos y profesores - el libro de texto. A grandes rasgos, este debe proporcionar sentido y significación para la Ciencia. Con base en esto y valiéndose de la investigación historiográfica, además del análisis de contenido, este estudio presenta cómo los libros de texto de Química, utilizados en la Enseñanza Media, abordan el tema de la Radiactividad. Nuestros resultados corroboran con datos ya presentados por otros autores (Leite, 2002; Vidal e Porto, 2012), mostrándonos una tímida verbalización de los aspectos historiográficos, e, incluso, que, cuando lo hacen, diseminan inadecuaciones o errores conceptuales y/o históricos, con informaciones inexactas o falsas, aspectos históricos sueltos y sin una cronología de los hechos. Hecho así, no permiten un entendimiento ni favorecen una reflexión crítica sobre la evolución del fenómeno aquí analizado, de modo a contribuir para una mejor comprensión de la naturaleza de la Ciencia (NDC), o para introducir el asunto de forma dinámica, articulada, histórica, contextualizada y no neutra.

Palabras clave: Enseñanza de Química, radiactividad, Historia de la Ciencia, libro de texto, naturaleza de la ciencia.

INTRODUÇÃO

A utilização de metodologias alternativas que favoreçam e facilitem o ensino-aprendizagem da ciência tem sido, nos últimos anos, um dos principais focos dos estudiosos da área da educação. Apesar disso, algumas disciplinas, como a Química, por exemplo, “ainda são encaradas pelos alunos como uma disciplina complicada, difícil de ser entendida e com pouco ou nenhum paralelo com sua vivência ou com o fazer científico” (Callegario, 2015, p.23). Não raro, o que se faz, costumeiramente, é a explanação de conteúdos, mediante fórmulas, leis que regem determinados fenômenos e cálculos para “comprovar” toda a teoria. Logo, como maneira de garantir o aprendizado, ingenuamente, aplicam-se inúmeros problemas e exercícios massivos e repetitivos (Callegario, 2015).

Documentos oficiais que estruturam a nossa educação, como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o Ensino Básico, por exemplo, deixam explícita a importância de se contextualizar o ensino da Química. Segundo o documento, para interpretar o mundo, através das ferramentas ofertadas por essa ciência, é essencial que se explicita a dinamicidade dela. Assim, o conhecimento químico não deve ser entendido como um conjunto de conhecimentos isolados, prontos e acabados, mas sim uma construção da mente humana, em contínua

mudança (Brasil, 2018, p. 31). No entanto, não há nestes documentos um apelo ao uso da História da Ciência (HC) no ensino das Ciências, ao contrário, percebe-se uma forte incoerência na linha historiográfica em relação a sua inserção, segundo Guarnieri *et al* (2021).

Diante desse contexto, a incorporação de elementos da HC, no ensino de Ciências, tem se mostrado promissora, a fim de tornar o ensino mais estimulante e contribuir para desmontar concepções erradas acerca da prática científica (Martins, 2005; Matthews, 1995). Suas possibilidades e limitações têm sido apontadas por vários estudiosos.

Segundo Martins (2005, p. 22), os relatos históricos, quando estudados adequadamente, possibilitam perceber o processo social e gradativo de construção do conhecimento, “permitindo formar uma visão mais concreta e correta da real natureza da ciência, seus procedimentos e limitações”. É importante o aluno que compreender que o conhecimento não brota de forma acabada na mente de “grandes gênios”. Não raro, as teorias que aceitamos, atualmente, foram propostas de forma confusa, com muitas falhas e, muitas vezes, sem nenhum aporte observacional ou experimental e, apenas gradualmente, “as ideias vão sendo aperfeiçoadas, através de debates e críticas” (*ibid*, p. 22).

O livro didático, por outro lado, principal material, no qual o estudante e o professor buscam aporte científico e informações históricas, apresenta, normalmente, elementos isolados, informações que colocam cientistas, filósofos e estudiosos como pessoas de inteligência elevada, isoladas do restante do mundo, sendo a história de cada um desses contada individualmente. Além disso, as informações são restritas, tais como nome completo, data de nascimento e falecimento, o que, de fato, não contribui para caracterizar o ser humano implícito ao cientista. Transmite-se, ainda, que a ciência é algo predominantemente masculino, ideia essa evidentemente equivocada, segundo explicam Vidal e Porto (2012).

Não raro, também, as ideias são descritas de forma linear e direta, apenas como se o conhecimento tivesse evoluído e sido polido, sem ter havido nenhum tipo de contestação, o que é por muitos criticado (Bizzo, 1992). Ademais, os livros esquecem de demonstrar o contexto histórico, no qual o cientista estava inserido, se era uma época de guerra, de conflitos regionais ou mundiais, as condições de vida, dentre outros fatores.

A partir dessa premissa, este estudo, recorte de pesquisa de mestrado por um dos autores², tem como objetivo principal analisar a abordagem da radioatividade no contexto histórico da ciência em livros didáticos de Química, utilizados no Ensino Médio. Diante desse contexto, nos detivemos ao aspecto internalista da história da radioatividade, procurando priorizar alguns aspectos “teóricos” e “científicos”, em detrimento de outros, apesar de estarmos cientes de que contextos externalistas, como o social, econômico, político ou religioso, por exemplo, podem também ter grande influência no desenvolvimento das ideias científicas.

Este artigo encontra-se organizado em quatro seções, além da introdução. Para o referencial teórico, tomamos como referência o livro – Becquerel e a descoberta da radioatividade: uma análise crítica – do historiador Roberto de Andrade Martins (2012), o qual, de forma coerente e esclarecedora, nos fundamentou, conduzindo-nos a novas interpretações acerca da descoberta da radioatividade e suas nuances. Na seção da metodologia, evidenciamos uma pesquisa historiográfica, de caráter descritivo, realizada nos moldes de uma abordagem qualitativa, em que foram analisados seis livros didáticos de Química, direcionados aos estudantes do Ensino Médio, tomando como base as análises realizadas por Leite (2002) e por Vidal e Porto (2012) em seus trabalhos de pesquisas. Nossos resultados apontam para uma HC linear e direta, limitando-se a perfis históricos dos cientistas, sem uma caracterização dos fenômenos estudados, além de inadequações históricas e conceituais.

REFERENCIAL TEÓRICO

Os trabalhos de Becquerel: um breve resumo³

Não raro, relatos simplistas afirmam, normalmente, que Becquerel colocou sal de urânio em uma placa fotográfica envolto em papel preto, o expôs à luz solar, por várias horas, e observou um escurecimento distinto da placa quando foi desenvolto. Becquerel acreditou,

² Dissertação de mestrado: - Abordagem da radioatividade nos livros didáticos de química do PNLD 2015-2018

³ A leitura cuidadosa do livro de Roberto Martins nos permitiu escrever a fundamentação teórica da nossa dissertação, a partir da qual nos foi possível reconstruir o contexto histórico dos primeiros estudos da radioatividade da matéria; da descoberta dos raios X, que motivaram, em muito, as pesquisas neste campo; a conjectura de Poincaré, sua influência sobre os trabalhos de Becquerel; os estudos desse último e

segundo tal versão, que os raios penetrantes eram resultado da fluorescência e sua exposição ao sol era, portanto, crucial.

Uma semana depois, quando ele repetiu o experimento, num dia nublado, percebeu que o sal de urânio, ainda, emitia os raios, também emitidos por outros sais de urânio e era mais forte no urânio metálico. Os ditos raios foram, originalmente, referidos como "raios de urânio" e aparentavam ser de natureza diferente da dos raios X. Credita-se, a partir disso, a Becquerel a descoberta da radioatividade da matéria. Uma análise mais cuidadosa, entretanto, mostra que esta é uma versão simplista e que, dificilmente, se poderia afirmar que Becquerel descobriu a radioatividade; e aquilo que ele, de fato, descobriu, não foi devido ao acaso. Nesse sentido, entendemos que a relação entre os raios X e a luminescência, embora equivocada, serviu como guia para os trabalhos de Becquerel. As suas principais investigações científicas foram sobre os fenômenos ópticos, especialmente a fosforescência. O físico francês realizou suas pesquisas, utilizando a maioria das substâncias luminescentes, dentre elas, compostos de urânio, colecionadas por seu pai Alexandre-Edmond Becquerel (1852-1908).

Antoine-Henri Becquerel, filho de Alexandre-Edmond, nasceu em 1852 e iniciou sua carreira científica, seguindo os passos do pai. Segundo explica o professor Roberto Martins, seu principal campo de investigação foi fenômenos ópticos, especialmente fluorescência. Na época, os compostos de urânio eram considerados interessantes para pesquisas, envolvendo a luminescência, pelo menos por duas razões especiais: havia muitas substâncias fosforescentes diferentes que continham urânio e sua fosforescência era excepcionalmente forte. Em linhas gerais, os principais resultados de Becquerel foram semelhantes aos obtidos por Charles Henri e Gaston Henri Niewenglowiski. Becquerel conhecia os trabalhos anteriores desses pesquisadores e reproduziu, sem grande alteração, o experimento do segundo. Apenas testou uma nova substância – o sulfato duplo de uranila e potássio – confirmando, também nesse caso, a hipótese de Poincaré. O diferencial de Becquerel, portanto, foi o uso do sulfato duplo de uranila e potássio. Visto anacronicamente, isso foi o que o tornou famoso e distinguiu o seu trabalho do de seus coetâneos (Martins, 2012, p. 104-133; Martins, 1990).

De acordo com algumas descrições, Becquerel deixa claro que a escolha de trabalhar com composto de urânio não foi ao acaso e que a opção por trabalhar com tais compostos

seus enganos, os trabalhos de Marie Curie e trabalhos posteriores. No entanto, neste artigo, fizemos um recorte dessa fundamentação, expondo aqui só o desenvolvimento dos trabalhos de Becquerel, de forma resumida.

está intimamente relacionada a certas séries harmônicas de faixas nos espectros dos sais de urânio, segundo explica o professor Roberto Martins (Martins, 2012, p.137).

Mais cedo, junto com seu pai Edmond Becquerel (que também era um professor do Museu de História Natural de Paris), o físico francês havia estudado os espectros de fluorescência de compostos de urânio e notou que as bandas espectrais obedeceram a uma regularidade notável (Kragh, 1990). Em 1885, ele acreditava que o estudo de tais substâncias especiais poderia elucidar os processos de absorção e emissão seletiva de radiação fluorescente e fosforescente (Martins, 2012, p. 137).

Em sua discussão acerca dos espectros peculiares dos compostos de urânio, Henri Becquerel se referiu à teoria vibratória de Eugen Lommel e à lei de Stokes. De acordo com essa última, os corpos fluorescentes podem emitir radiação. Entretanto, só podem emitir em um comprimento de onda maior que o da radiação excitante⁴. Muito embora, em meados do século XIX, a lei de Stokes tenha sido amplamente confirmada tanto por Stokes quanto pelo pai de Becquerel, no caso específico de certas substâncias, a regra não parecia ser mantida (Martins, 2012, p. 141).

Na época, a lei não era considerada absoluta e, segundo a teoria sugerida pelo físico alemão Eugen Lommel, a fluorescência anômala deveria ocorrer em substâncias que exibissem o tipo de espectros regulares que Becquerel observara em sais de urânio. Se essa foi realmente a sua linha de raciocínio, não é tão estranho que ele tenha escolhido compostos de urânio para sua pesquisa (Kragh, 1990).

Essas substâncias tinham uma propriedade especial: para todos os compostos de urânio, as faixas de absorção e emissão obedeciam a uma relação simples. Dito de outro modo: havia algumas faixas de emissão e absorção comuns e, por isso, a absorção parecia ser algum tipo de fenômeno de ressonância. Fora isto, Becquerel notou que a diferença entre as frequências médias de faixas sucessivas eram aproximadamente constantes. Ele interpreta o fato da seguinte forma:

As radiações absorvidas pelos compostos de urânio, que satisfazem uma lei comum, excitam em todos esses corpos os mesmos movimentos vibratórios luminosos, de diferentes períodos, que parecem ser harmônicos inferiores das radiações excitantes (Becquerel, 1885 *apud* Martins, 2012, p. 138).

⁴ De acordo com nosso conhecimento atual, a lei de Stokes é correta - segue-se da teoria quântica da radiação -, mas, na última parte do século XIX, houve muitos relatos de "fluorescência anômala", isto é, exceções à lei de Stokes (Kragh, 1990).

Uma análise mais aprofundada, especificamente, dos trabalhos de Becquerel, semelhante à realizada em Martins (2012), está fora das possibilidades do presente artigo. Entretanto, pode-se concluir que o pesquisador Francês foi guiado pela conjectura de Poincaré (que, do ponto de vista atual, está equivocada) e, a partir dela, iniciou suas pesquisas, considerando, possivelmente, os compostos de urânio, baseado na ideia da radioatividade como um tipo de “fosforescência invisível” (Martins, 2012 p. 146). Além disso, o uso do urânio por Becquerel justifica-se, porque ele parecia ser uma confirmação à lei de Stokes, uma lei cuja validade era motivo de controvérsia na época.

Becquerel, também, cometeu diversos erros experimentais e, até 1898, seu trabalho não foi submetido à repetição sistemática nem a críticas, sendo descrito nas revistas e aceito, simplesmente, como uma contribuição que não contrastava fortemente com outros fenômenos conhecidos e, por isso, não exigia qualquer análise mais aprofundada (*ibid*, 174).

Em resumo, os trabalhos de Becquerel não estabeleceram nem a natureza das radiações emitidas pelo urânio nem a natureza subatômica do processo. Seu trabalho, guiado pela conjectura, era apenas um dos muitos, da época, que apresentavam resultados de difícil interpretação. Vistas, em seu contexto, suas pesquisas não tiveram nem impacto nem fecundidade semelhantes à da descoberta dos raios X (Martins, 1990). Só quando Marie e Pierre Curie descobriram substâncias muito mais ativas do que o urânio, a radioatividade fez manchete e se tornou um fenômeno de grande importância para os físicos.

A radioatividade do tório foi anunciada na primavera de 1898, de forma independente, por Marie Curie e pelo alemão Gerhard Schmidt. Mais tarde, no mesmo ano, Marie e Pierre Curie descobriram, em minérios de urânio, dois elementos, até então desconhecidos, que propuseram nomear polônio e rádio. O rádio extraordinariamente ativo tornou a radioatividade conhecida pelo público em geral e iniciou uma nova e excitante fase no estudo dos raios de Becquerel. Aliás, os termos "radioactividade" e "substâncias radioativas" foram introduzidos pela primeira vez por Marie Curie no mesmo ano, em 1898. Durante os próximos anos, um número crescente de físicos na Europa e na América do Norte estudou a radioatividade, o que logo tornou-se uma das áreas de Física mais promissora.

METODOLOGIA

Natureza da pesquisa

Nossa pesquisa é *historiográfica*, de caráter *descritivo* e realizada aos moldes de uma *pesquisa qualitativa e descritiva*. Os dados recolhidos são em forma de palavras ou imagens e não de números. Os resultados escritos da investigação contêm citações, com base nos dados, para ilustrar e substanciar a apresentação. Esses incluem transcrições de entrevistas, notas de campo, fotografias, vídeos, documentos pessoais, memorandos e outros registros oficiais (Bogdan; Biklen, 1994, p. 48).

Em resumo, esse tipo de pesquisa é utilizado em casos como o nosso, em que se procura descrever, compreender de forma mais aprofundada ou explicar relações entre determinados fenômenos ou aspectos que não podem ser explorados através de um levantamento numérico ou um tratamento estatístico de dados, por exemplo (Gil, 2008, p. 51). Dentro dessa abordagem, utilizou-se a pesquisa *historiográfica*, a fim de buscar, na literatura, uma resposta para nossos questionamentos.

A pesquisa historiográfica requer alguns cuidados. A historiografia em si é, segundo o professor Roberto Martins, a produção dos historiadores, o produto primário de sua atividade. Ela é constituída, essencialmente, por textos escritos e reflete sobre os acontecimentos históricos, agrega-lhe um caráter discursivo novo. Além disso, ela procura desvendar aspectos da história, embora não seja uma mera descrição da realidade histórica (Martins, 2005).

Além disso, mesmo a historiografia sendo também “[...] uma atividade humana, dinâmica, que muda ao longo dos tempos, sofre modismos, incorpora diferentes valores e regionalismos”, devemos nos atentar para alguns princípios básicos, como por exemplo, o respeito pelo contexto histórico (Forato; Pietrocola; Martins, 2011). Nessa perspectiva, tivemos o cuidado de não interpretar o passado anacronicamente, isto é, com valores, ideias e crenças de outra época, ou mediante normas e padrões atuais, por exemplo. Esse é um dos equívocos para o qual o historiador deve se atentar, uma vez que uma leitura anacrônica de determinado material pode resultar, por exemplo, numa descrição tendenciosa, em que o pesquisador pode terminar por selecionar e descrever apenas os fatos que corroborem seu ponto de vista e ocultar outros que entrem em conflito (Martins, 2005).

Neste sentido, foram analisados seis livros didáticos de Química, direcionados ao estudante do ensino médio, denominados pela identificação LDQ1, LDQ2 [...], que significa “Livro Didático de Química” e a numeração é equivalente à sequência das coleções, conforme mostra o quadro 1 a seguir:

Quadro 1 – Livros selecionados para análise

CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO	REFERÊNCIAS
LDQ1	FONSECA, Martha Reis Marques da. Química1 : Ensino Médio / Marta Reis – 2.Ed. – São Paulo: Ática, 2021
LDQ2	FONSECA, Martha Reis Marques da. Química : Ensino Médio / Marta Reis – 2.Ed. – São Paulo: Ática, 2021
LDQ3	MORTIMER, Eduardo Fleury; MACHADO, Andréa Horta, Química do Ensino Médio – 3 ed. – São Paulo: Scipione, 2021.
LDQ4	NOVAIS, Vera Lúcia Duarte de; ANTUNES, Murilo Tissoni – Vivá : Química: Ensino Médio – Curitiba: Positivo, 2021.
LDQ5	BRUNI, Aline Thaís; NERY, Ana Luiza Petillo; GONCALVES, André Amaral; LISBOA, Julio Cezar Foschini; SANTINA, Kátia; BEZERRA, Lia Monguilhott; BIANCO, Paulo A. G.; LIEGEL, Rodrigo Marchiori; ÁVILA, Simone Garcia de; YDI, Simone Jaconetti; AOKI, Vera Lúcia Mitiko – Ser Protagonista – 3 ed. – São Paulo – Edições SM, 2021.
LDQ6	CISCATO, Carlos Alberto; PEREIRA, Luis Fernando; CHEMELLO, Emiliano; PROTI, Patrícia. Química 1. Ed. – São Paulo: Moderna, 2021. Volume 3

Fonte: Próprio autor.

Um referencial prático para a análise dos livros didáticos

O mecanismo de verificação, sugerido por Leite (2002) e utilizado por Vidal e Porto (2012), tem um caráter qualitativo acerca dos conteúdos históricos em livros didáticos de ciências como um todo. Em linhas gerais, a ferramenta de análise proposta por Leite (2002), estruturalmente, está organizada na forma de tabelas, que arranjam diversas categorias de análise. As tabelas desta ferramenta constituem, na expressão utilizada pela autora, “dimensões” de análise, as quais são, conforme Vidal e Porto (2012):

- Tipo e organização da informação histórica;

- Materiais utilizados para apresentar a informação histórica;
- Contextos aos quais a informação histórica é relacionada;
- Estatuto do conteúdo histórico;
- Atividades de aprendizagem que abrangem a história da ciência; consistência interna do livro (no que se refere à informação histórica);
- Bibliografia em história da ciência e
- Exatidão e precisão da informação histórica.

Segundo detalham os autores citados, nas três primeiras dimensões, a ênfase maior é dada à informação inserida no texto: Como ela aparece? Quais são os aspectos abordados? Quais personagens envolvidos? Como se dá o processo de transformação das ideias científicas (evolução da Ciência).

Assim, na subdivisão “Tipo de evolução”, aparecem cinco categorias. Na primeira, “Menção”, a abordagem é superficial, não havendo discussão da descoberta ou ideia científica. Na segunda, caracteriza-se que o livro se limita a uma “Descrição” da descoberta ou ideia, sem relacioná-la a outras ideias em uma perspectiva de transformação histórica. Quando ideias, que se sucederam historicamente, são mencionadas ou descritas em um mesmo trecho, mas nenhuma relação entre elas é explicitada, caracteriza-se a categoria “Períodos discretos”. Se a sucessão de ideias sugere apenas que uma acarretou a outra, tem-se a “Evolução linear”. Finalmente, se a transformação das ideias for associada a debates, contradições e controvérsias, considera-se como uma ocorrência de “Evolução real”.

Na subdivisão “Responsável”, as mudanças nas ideias científicas são categorizadas conforme são atribuídas a indivíduos isoladamente, a dois ou mais cientistas trabalhando em conjunto e citados nominalmente ou ainda a uma comunidade científica (neste caso, quando o texto não indica nomes, mas apenas atribuições genéricas como “os cientistas descobriram”, “os químicos sabiam”, etc.).

Na segunda dimensão de análise, temos os materiais utilizados no livro para apresentar o conteúdo de História da Ciência. As categorias consideradas foram: imagens de cientistas; imagens de equipamentos, máquinas etc.; textos originais (fontes primárias); textos escritos pelo próprio autor do livro didático; fontes secundárias produzidas por outros autores; experimentos históricos e outros.

A *terceira dimensão* se refere à contextualização das ocorrências em História da Ciência, isto é, se o conteúdo histórico estava inserido em algum dos seguintes contextos: científico, tecnológico, social, político e (ou) religioso.

Já a *quarta dimensão* de análise diz respeito ao estatuto da informação histórica contida no texto. Assim, se procurou observar se as referências à História da Ciência integravam o corpo principal do texto ou se ocorriam em seções ou atividades consideradas complementares – sendo, assim, categorizadas como fundamentais ou complementares.

A *quinta dimensão* avalia atividades de aprendizagem (exercícios, por exemplo) que incluem alguma referência à História da Ciência. A simples leitura de um texto de caráter histórico não foi considerada aqui como uma atividade: é preciso que algum outro tipo de engajamento do aluno estivesse envolvido, para que a ocorrência fosse computada nesta dimensão.

A *sexta dimensão*, intitulada “Consistência interna do livro”, refere-se à maneira como as ocorrências em História da Ciência se encontram distribuídas: se concentradas em apenas um ou poucos capítulos, se na maioria dos capítulos, ou se presentes ao longo de todo o texto.

Na *sétima dimensão*, referente à bibliografia, foram categorizados os diferentes tipos de livros indicados como referências, considerados como: livros de História da Ciência; livros de Ciência que abordam a História da Ciência ou livros de áreas afins (por exemplo: história geral, filosofia ou sociologia da ciência e divulgação da ciência).

Finalmente, a *oitava* e última dimensão, “Exatidão e precisão da informação histórica”, não se traduz na construção de tabelas, mas requer a análise qualitativa das ocorrências.

Além disso, para complementar essa análise qualitativa, procuramos analisar as ocorrências classificadas nas categorias “Descrição”, “Períodos discretos”, “Evolução linear” e “Evolução real”, utilizando outros critérios, não presentes no instrumento proposto por Leite (2002). A classificação, de acordo com essas categorias complementares, foi limitada apenas a essas ocorrências, pelo fato de que representam ocorrências mais elaboradas do que a simples “Menção” a uma ideia ou descoberta científica.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A seguir, faz-se a explanação dos resultados das análises dos seis livros didáticos, com resultados divididos em 8 dimensões.

Vida dos personagens

Como se pôde observar em todos os livros didáticos, nos capítulos em que o conteúdo de radioatividade é abordado, sempre se busca fazer um traçado histórico acerca da vida dos personagens:

Quadro 2 – Traçado histórico presente nas coleções de LD

	LDQ1	LDQ2	LDQ3	LDQ4	LDQ5	LDQ6
Dados Biográficos	5	4	12	8	20	10
Características Pessoais	-	-	-	-	-	-
Episódio/ Curiosidades	-	-	-	-	-	-

Fonte: Próprio autor

O LDQ1 chama bastante a atenção, por apresentar traços bem definidos da História da Ciência, embora seja um livro didático para o ensino médio, ele apresenta informações que são extremamente coerentes, não ficando limitado, exclusivamente, às datas de nascimento e falecimento. Ele faz citações⁵, por meio de uma narrativa mais concisa de fatos significativos atrelados à história da radioatividade, ou seja, observamos uma história que não está sendo meramente descritiva, pois os eventos estão concatenados, prendendo a atenção do leitor que fica na ânsia de saber a culminância dos episódios. Além disso, o LDQ1 encerra o parágrafo afirmando que Becquerel não conseguiu “enxergar” a Radioatividade como fenômeno novo e que fizera uma associação aos conhecimentos outrora já descobertos (fosforescência e fluorescência), ao invés de buscar mostrar, através de outros experimentos, do que se tratava. Isso é uma surpresa interessante, pois é comum observar uma indefinição quanto à

⁵ O artigo citado, “Como Becquerel não descobriu a radioatividade”, publicado no **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. Florianópolis: Ed. Da UFSC, n. 7. 27-45, jun. 1990.

descoberta deste fenômeno ou, até mesmo, atribuí-la a Becquerel, como ainda ocorre no LDQ3 e no LDQ5.

O LDQ3 cita:

Ao repetir as experiências anteriores, Becquerel deparou com um problema que lhe revelaria algo ainda mais interessante. Como o Sol não apareceu em Paris por alguns dias, ele colocou as amostras de urânio sobre as chapas fotográficas envoltas em papel opaco à luz, dentro de uma gaveta escura. Quando revelou as chapas fotográficas, no lugar de imagens muito deficientes, como esperava, encontrou silhuetas muito nítidas do sal de urânio (fig. 6.p.144). Imediatamente, deu-se conta de que havia descoberto algo muito importante: o sal de urânio emitia raios capazes de penetrar no papel negro, tivesse ou não sido exposto previamente à luz do sol. Estava descoberta a Radioatividade. Ao contrário dos raios X, os “raios de Becquerel” não causaram grande furor na época. A ideia de Becquerel sobre a natureza desses raios era a de que eles estavam associados à fluorescência emitida pelas substâncias (LDQ3, p.144).

Já o LDQ5 inicia o tópico “A descoberta da radioatividade e suas leis”:

A radioatividade natural foi percebida pela primeira vez em 1896, por Antoine-Henri Becquerel (1852-1908), quando estudava o comportamento de alguns cristais fosforescentes depositados sobre uma chapa fotográfica, após serem irradiados por luz solar (LDQ5, p.247).

No parágrafo seguinte, ele afirma, ainda, que “o termo radioatividade foi criado por Marie Curie, cientista que dividiu com o marido, Pierre Curie (1859-1906) e Becquerel, o prêmio Nobel de Física pelas pesquisas sobre a radioatividade espontânea” (LDQ5, p. 247).

O termo Radioatividade foi, deveras, criado por Marie Curie, mas este fato só se deu, após ela ter feito pesquisas e descobrir alguns elementos (Polônio e Rádio), junto com seu marido Pierre Curie, e atribuir o fenômeno à natureza dos elementos, como sendo uma propriedade do átomo.

É importante salientar que o LDQ1 e o LDQ2 pertencem à mesma coleção e apresentam o assunto de radioatividade segregado. No LDQ1, é apresentada a história da radioatividade, para introduzir o assunto modelos atômicos, enquanto o LDQ2 adentra, efetivamente, no conteúdo da radioatividade, explicando como o fenômeno ocorre no núcleo. O LDQ5 é o que apresenta o maior número de citações de datas de nascimento e morte: são vinte citações, o que se dá devido à abordagem do conteúdo por meio de uma explanação completa.

Características dos personagens

Após a análise dos livros didáticos, percebe-se que esses poucos se preocupam em apresentar informações que possam ser relevantes de modo a caracterizar os cientistas como pessoas comuns, praticamente não se observa nada que tange a esta questão. Os LDQ1 e LDQ2 reforçam a genialidade de alguns dos cientistas, agregando valor ao esforço que parece ter sido exacerbado, a saber:

De acordo com os dados históricos, **Röntgen ficou sete semanas fechado em seu laboratório refazendo os experimentos** com raios X até ter certeza de que havia descoberto um novo fenômeno. Só então comunicou sua descoberta ao meio científico (LDQ1, p. 143) (**grifos nossos**).

É notória a ênfase que se tem sobre o fato de Röntgen ter ficado sete semanas fechado, experimentando com os raios X, para poder se certificar do fenômeno que, logo a seguir, seria descrito pelo casal Curie. É afirmado, ainda, que o casal Curie teve um importante apoio do Governo austríaco, ao ganhar uma tonelada de pechblenda, proveniente das minas de Joachimstal, localizadas na República Tcheca.

Passaram **três meses envolvidos num trabalho árduo, quebrando** o minério, **fervendo** os pedaços, **filtrando** os resíduos, **lutando** contra os gases asfixiantes que eram liberados em cada etapa, até que em julho desse mesmo ano anunciaram que havia conseguido isolar da pechblenda um metal que, na tabela periódica, seria vizinho do bismuto (Polônio) em homenagem ao País de nascimento de Marie, a Polônia (p.144) (**grifos nossos**).

Sem dúvidas, estes trechos destacados fazem com que tudo pareça ter sido muito mais difícil do que realmente possa ter sido, mas deve-se claro e, tão somente, considerar que todo o empenho pode ter passado despercebido, pelo fato de estarem imbuídos de um sentimento de conquista pelo que poderia resultar, ao testarem a natureza dos raios de Becquerel, como de fato aconteceu. O LDQ3 apresenta uma citação escrita por Marie:

Nós estávamos, nesta época, inteiramente absorvidos pelo novo domínio que tínhamos pela frente, graças a uma descoberta um tanto inesperada. Nos sentíamos muito felizes, **apesar de nossas condições de trabalho**. Nosso dia se esvaía no laboratório, e muitas vezes acontecia de almoçarmos ali mesmo. No nosso **hangar tão pobre reinava uma grande tranquilidade** [...] nós vivíamos com uma preocupação única, **como num sonho** (Curie, 1899, p. 145 **grifos nossos**).

Entendemos, neste trecho, que, mesmo sob condições adversas, é possível buscar motivação para alcançarmos um objetivo, ou seja, entendemos que esta premissa pode ser utilizada como estratégia para tentar fazer o aluno pensar, raciocinar como um cientista,

inserindo-o num meio de pesquisa, para que este venha aguçar a criatividade e desenvolver um senso crítico, considerando todo o aparato em derredor.

Ademais os LDQ4, LDQ5 e LDQ6 trazem ciência de que Marie criou o termo Radioatividade e que eles, Marie Curie, Pierre Curie e Henry Becquerel dividiram um prêmio Nobel de Física, em 1903, pelas pesquisas com a radioatividade espontânea e que, em 1911, Marie Curie ganhou outro prêmio Nobel de Química pela descoberta dos elementos Rádio e Polônio. O LDQ6 faz questão de frisar um tema bastante importante e de relevância primordial, que é o fato de Marie ter sido a primeira mulher a receber um prêmio Nobel, além de ter sido a primeira pessoa a receber dois prêmios Nobel em áreas distintas.

Abordagem das ideias/descobertas

Quadro 3 – Abordagem das ideias científicas nos livros didáticos de Química

Abordagem das ideias / descobertas	LDQ1	LDQ2	LDQ3	LDQ4	LDQ5	LDQ6
Menção a uma ideia científica	3	2	1	3	2	2
Descrição de uma ideia científica	5	0	2	-	-	-

Fonte: Próprio autor

Conforme descrito por Vidal e Porto (2012), a menção a uma ideia científica é feita, quando essa é apenas citada sem maiores explicações. É possível encontrar menções a ideias científicas em todos os LDQs. Ao contrário da menção científica, que apenas cita o fenômeno descoberto, a descrição da ideia científica passa a dar mais sentido, pois relata o evento científico originado em todos os seus detalhes mais relevantes, inserindo-o em um contexto social, científico, tecnológico ou religioso, mostrando como foi desenvolvida a teoria e como tudo chegou a ser, de fato, o que é ou como é. A descrição da ideia só é encontrada em 2 dos 6 LDQs.

No LDQ1, observamos uma descrição científica da seguinte maneira:

O que desencadeou a descoberta da radioatividade foi outra descoberta, a dos raios X, feita em 1895 por Wilhelm Kornrad Röntgen (1845-1923) durante experimentos com a ampola de Crookes.

A história registra que Röntgen estava em seu laboratório à noite, com as luzes apagadas, e sua ampola de Crookes estava coberta com papel-cartão preto. A certa distância da ampola havia, por acaso, uma tela feita de papel tratado com uma substância fluorescente, o platinocianeto de bário, $\text{Ba}_2[\text{Pt}(\text{CN})_6]$. Ao ligar a ampola, ele observou que a tela revestida de platinocianeto de bário começou a brilhar, emitindo luz.

Surpreso com o fenômeno, Röntgen fez vários testes: virou a tela, expondo o lado sem o revestimento da substância fluorescente, mas a tela continuava a brilhar. Então colocou objetos entre a ampola e a tela, observando que todos pareciam transparentes. Porém, ao colocar sua mão entre a tela e a ampola, teve uma grande surpresa: os ossos de sua mão apareciam transparentes. Mas assim que a ampola de Crookes era desligada, o brilho emitido pelo platinocianeto de bário cessava.

Röntgen concluiu que alguns raios penetrantes originados do choque entre os raios catódicos e as paredes de vidro da ampola cruzaram o ar e atingiram o platinocianeto de bário, tornando-o fluorescente.

Inicialmente chamou-os de raios Röntgen e mais tarde de raios X (LDQ1, p. 143).

No início, o LDQ1 faz menção a um evento científico que é a descoberta da Radioatividade, afirmando que o seu êxito só foi possível por conta do conhecimento sobre os Raios X e, logo em seguida, faz toda uma descrição, para mostrar como se deu a descoberta dos Raios X. Frente a esta apresentação, é de grande valia que o professor faça e desperte, no aluno, uma reflexão sobre toda a descrição e todas as circunstâncias envolvidas nestas descobertas. No LDQ2, que pertence à mesma coleção do LDQ1, observamos uma menção a uma ideia científica que denota a descoberta de partículas, mas que não enriquece e nem aguça o senso crítico, para tentar avaliar as condições inerentes a todos os eventos, ou seja, a informação vem pronta e acabada sem condições de questionamentos.

Evolução da Ciência

Vidal e Porto (2012), seguindo Leite (2002), consideram que um período discreto não faz um concatenamento explícito entre duas ou mais ideias científicas ocorridas em períodos distintos. Nesta análise, entendemos que o período discreto é, apenas, uma citação de um momento, para reforçar uma ideia científica ou dar um caráter histórico a um determinado conteúdo, no caso a radioatividade. Já a evolução linear e direta apresenta diversos eventos científicos, sendo abordados de forma sequencial cronológica, dando a conotação de um evento que teve uma dependência do anterior. Por sua vez, a evolução real tem por objetivo contar a história com todas as suas facetas, fazendo interrupções, retomadas de ideias, expondo controvérsias, dificuldades enfrentadas num movimento que Vidal e Porto (2012) denominam “idas e voltas”.

O LDQ1 não apresenta uma menção à evolução real da História da Ciência e não cita períodos discretos, ele faz uma menção a desenvolvimento linear e direto. O LDQ2, pertencente à mesma coleção do LDQ1, faz apenas uma menção a um período discreto, relacionando a emissão de partículas às leis estabelecidas por Ernest Rutherford em 1903. Já o LDQ3 segue o mesmo perfil do LDQ1, não menciona períodos discretos nem evolução real, apenas uma evolução linear, seguindo uma cronologia dos fatos.

De todos os materiais didáticos analisados neste trabalho, chamamos atenção especial para o LDQ4 que menciona um período discreto e faz uma abordagem real do desenvolvimento da radioatividade.

Quem faz a Ciência?

Nos livros didáticos, a ciência pode ser caracterizada por ter sido desenvolvida, em grupos de cientistas ou envolvendo uma comunidade científica inteira.

Quadro 4 – Informações referentes a quem faz a ciência nos LDQs analisados

Quem faz a ciência	LDQ1	LDQ2	LDQ3	LDQ4	LDQ5	LDQ6
Personagens Individuais	3	4	6	3	5	7
Grupos de Personagens	1	1	1	0	0	3
Comunidade Científica	1	0	1	0	0	0

Fonte: Próprio Autor.

No LDQ1, faz-se uma abordagem individual, mostrando a relevância de cada personagem:

O que desencadeou a descoberta da radioatividade foi outra descoberta, a dos raios X, feita em 1895 por Wilhelm Kornrad Röntgen (1845-1923) durante experimentos com a ampola de Crookes.

Interessado no fenômeno, o físico francês Jules Henri Poincaré (1854-1912) **lançou** a hipótese da reciprocidade: “Se os raios X podem tornar certas substâncias fluorescentes, então as substâncias fluorescentes devem emitir raios X”.

Antoine Henri Becquerel (1852-1908), colega de Poincaré, tinha interesse pelos fenômenos da fluorescência e **resolve testar** essa hipótese (LDQ1, p.143, **grifos nossos**).

Muito embora cada citação seja alusiva a um personagem específico, é notória a importância do trabalho de um para o desenvolvimento do trabalho do outro. Observa-se que todas as referências são feitas no plural (“constatarem”, “denominaram”), mostrando sempre que eles trabalharam juntos por muito tempo. Não obstante, este livro fecha parte de radioatividade de forma bastante elogiável, mostrando que todos os esforços foram coletivos e não exclusivos de Becquerel. Já o LDQ faz uma alusão discreta a um pequeno grupo de cientistas, contudo, à comunidade científica não é feita menção.

No LDQ3, tem-se uma rápida explanação sobre a relevância dos trabalhos de Henri Poincaré (1854-1912), em que a sua proposição despertou a curiosidade de outros cientistas. Entretanto, o interesse de Poincaré já havia sido despertado anteriormente pela descoberta dos raios X.

No LDQ4 temos uma descrição da história da radioatividade, citando os envolvidos de forma individual, colocando cada um no seu respectivo lugar. Não dá ênfase mais a um ou outro. Ele cita Henri Becquerel (1852-1908), cita Wilhelm Conrad Röntgen (1843-1923), ainda adiante, comenta acerca do casal Curie, relatando todo o trajeto para a descoberta de determinados elementos e citando-os, o *Polônio* e o *Rádio*.

O LDQ5, ao citar os responsáveis pelos feitos da ciência, coloca Becquerel como o indivíduo que, pela primeira vez, percebeu o fenômeno, levando os leitores a entender Becquerel como o descobridor da radioatividade, além de citar Marie Curie como sendo a responsável por denominar o fenômeno.

O LDQ6 faz um rápido histórico sobre a descoberta da radioatividade, utilizando-se do termo **breve**, porém se configura como uma abordagem das mais completas, pois, por exemplo, é o único livro que cita Benjamin Franklin (1706-1790), fazendo uma introdução ao conteúdo que fora analisado e experimentado cerca de 125 anos depois. Além disso, este LD ainda faz uma abordagem mais ampla delineando a história da fissão nuclear.

Materiais utilizados para apresentar a informação histórica

Quadro 5 - Materiais utilizados para apresentar a informação histórica

Materiais Apresentados	LDQ1	LDQ2	LDQ3	LDQ4	LDQ5	LDQ6
Imagens dos personagens	3	1	3	2	1	1
Imagens de Equipamentos	1	1	-	-	-	1
Documentos / textos originais	-	-	1	-	-	-
Descrição de experimentos históricos	2	-	-	1	-	1
Fontes secundárias	-	-	-	-	-	-
Outros (selos, cédulas, poesias, etc)	-	-	-	1	-	-

Fonte: Próprio autor.

Observa-se, na análise dos livros didáticos, que a abordagem histórica é reforçada na utilização de imagens dos personagens. No LDQ1, observam-se apenas três imagens de cientistas e, numa delas, apresenta-se o laboratório. Os experimentos descritos são mostrados em imagens representativas, de forma bem proveitosa, mostrando o que foi feito e qual foi o resultado obtido.

O LDQ2 não tem uma preocupação em apresentar informações, imagens, documentos, para dar sustentação à história. Contudo, ele apresenta apenas uma foto de um cientista e uma imagem de um equipamento chamado *Contador Geiger*, mostrando como se dá o seu funcionamento. No LDQ3, encontramos, assim como nos demais, poucos registros de imagens, apenas 3 personagens são expostos na forma de fotos e uma imagem da chapa fotográfica revelada por Becquerel. Uma curiosidade é que o LDQ3 utiliza uma mesma imagem que o LDQ1, no entanto, observa-se que a imagem foi cortada no LDQ1.

O LDQ4 introduz o assunto de radioatividade com uma propaganda de 1918 exclusiva para mulheres, faz uma recontagem de todos os eventos, mas exalta a descoberta de dois elementos pelo casal Curie, expressa num Selo da República Centro-Africana de 1977, homenagem a Marie Skłodowska Curie e a seu Marido, Pierre Curie. Ele mostra, mais adiante, o experimento de Rutherford que culminou com a sua descoberta.

O LDQ4 apresenta duas fotos com 3 mulheres, entretanto, não são meramente fotos representativas para tentar enriquecer o conteúdo histórico do capítulo. Estas fotos têm um significado muito além do contexto, reforçam a participação feminina no desenvolvimento da ciência, mais especificamente no assunto de radioatividade. Entendemos que essa é uma discussão veementemente pertinente, a ser levantada em sala de aula.

O LDQ5 é insuficiente nesta dimensão, apresenta apenas uma única foto de um cientista cuja contribuição foi mais voltada para reescrever a tabela periódica dos elementos, sendo o único a ser homenageado em vida.

Por fim, o LDQ6 apresenta uma representação da ampola de Crookes, bem como imagens do que vem a ser essa, funcionando e desligada, além de apresentar uma foto do Casal Curie, em um laboratório, no período em que testavam os raios de Becquerel. Quanto ao experimento de Rutherford, é feita uma descrição discreta, dando ênfase apenas aos resultados.

Contextos aos quais a informação histórica está relacionada

Quadro 6 – Informações históricas presentes nas coleções de Química analisadas

Contexto da informação histórica	LDQ1	LDQ2	LDQ3	LDQ4	LDQ5	LDQ6
Científico	1	1	1	1	1	1
Tecnológico	1	1	-	-	-	-
Social	1	-	-	4	-	-
Político	1	-	-	1	-	-
Religioso	-	-	-	-	-	-

Fonte: Próprio autor (2022)

Pela análise dos LDs, observa-se que todas as informações históricas estão inseridas dentro de um contexto científico, o que é comum e natural. Vale salientar que este não é o único contexto, questões políticas, sociais, religiosos, também, apresentam uma relevância e influenciam o desenvolvimento da ciência.

Apenas o LDQ1 e o LDQ4 fazem uma discretíssima explanação acerca do contexto político e de suas contribuições para o desenvolvimento da ciência. No LDQ1 e no LDQ4, é possível encontrar uma pequena menção quanto à questão social, em que são mencionadas

as condições sociais nas quais alguns dos personagens, em cheque, viviam, mostrando, assim, que, mesmo sob todas as diversidades existentes em uma época, pode, sim, pela força de vontade, haver superação e obter um avanço científico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, analisamos, de forma qualitativa, a abordagem histórica da radioatividade presentes nos livros de Química, buscando atender ao objetivo geral proposto. Em sua maioria, esses apresentam a história da Radioatividade com um perfil de evolução linear e direta, seguindo uma cronologia de eventos sequenciados, que dão a entender que um evento se deu em função de outro que o antecederia.

Algumas das obras fazem, exclusivamente, citações de datas de nascimento e falecimento, limitando-se, ainda, a fotos dos cientistas, em relação à História da Ciência. Algumas inadequações foram encontradas, a exemplo de como os cientistas são apresentados, pois alguns são endeusados, divergindo de Callegario (2015), que diz que a HC pode humanizar as ciências e aproximá-las dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade, no entanto, nenhum dos livros apresentaram contextos necessários para estas aproximações. Além disso, a HC deveria ser utilizada para tornar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, permitindo, deste modo, o desenvolvimento do pensamento crítico. Mais uma vez, vemos como um ponto negativo a falta de reflexão e problematização, apresentando, portanto, apenas uma recontagem discreta de eventos.

Não obstante, é indiscutível que o professor precisa estar preparado para lidar com estas nuances e, com isso, é importante que a sua formação seja contínua, para que possa conseguir interpretar as informações apresentadas e poder orientar os alunos sobre o caminho mais sensato. Afinal, é possível trabalhar estes materiais, seja qual obra for, no contexto do ensino da radioatividade, pois, no tocante ao conteúdo, ao fenômeno em si, todos atingem o objetivo de sua adequada abordagem. Ou seja, o professor terá a grande responsabilidade de guiar e orientar os estudantes.

Para se conseguir um grau de contextualização do conteúdo ensinado, de como será aprendido, para se obter sucesso na relação ensino-aprendizagem, entendemos que se deve

fazer um aprofundamento, em todos os aspectos envolvidos na vida cotidiana dos personagens de cada época, para, somente assim, tentar enxergar a ciência com um olhar humanizado e como sendo positivo.

Ao analisar os livros didáticos, observamos que estes apresentam algumas inadequações, conforme salientado por Martins (2005). Todos os materiais, ao citarem os personagens e eventos, fazem questão de explicitar as datas, as quais colocam os cientistas em um momento da história com uma descoberta pronta, sem evidenciar e expressar o percurso metodológico, social, tecnológico e científico para se chegar ao feito realizado.

O nome precedido do ano de nascimento e de falecimento não contribui de forma alguma para o entendimento da história que está sendo recontada. Sob um viés cronológico, apenas recoloca o cientista em uma linha de tempo para dar prosseguimento a uma história. Fatos soltos são inseridos, conforme o conteúdo vai demandando, e não há fatos ou menções que possam favorecer uma reflexão, nem estabelecem uma conexão com a vida dos personagens e a vida dos estudantes de hoje, algo que pudesse tentar igualá-los num mesmo patamar.

O contexto vivido, que foi influência para se chegar a tais descobertas, os erros que foram cometidos, as falhas nos experimentos, os trabalhos aproveitados, dentre outros fatores, não são postos, de forma a mostrar para o aluno que existe uma grande possibilidade de ele seguir um percurso, mesmo que árduo, e se tornar um cientista.

Por fim, pode ser observada, nos livros didáticos analisados, uma linearidade no desenvolvimento da ciência. Isso distorce verdades, criando interpretações inconsistentes e atribuindo méritos para uns e deméritos para outros. Os livros didáticos analisados apresentam, ainda, muitas fotos de cientistas. Alguns apresentam imagens de experimentos ou equipamentos, até selos comemorativos, entretanto, nota-se uma falta de critério e de reflexão necessária para a utilização destes materiais.

REFERÊNCIAS:

Bizzo, N. M. V. História da ciência e ensino: onde terminam os paralelos possíveis? **Em Aberto**, Brasília, v. 11, n. 55, p. 29-35, 1992.

Bogdan, R.; Biklen, S. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Tradução Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Porto: Porto Editora, 1994.

Brasil, Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**: Ensino Médio. Brasília: MEC/ Secretaria de Educação Básica, 2018.

Callegario, Laís J., *et al.* A História da Ciência no Ensino de Química: Uma Revisão. **Revista Virtual de Química** 7.3 977-991, 2015

Curie, Marie Sklodowska. **Les rayons de Becquerel et le polonium**. Revue Générale des Sciences, v. 10, p. 41-50, 1899.

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: pp. 27-59, 2011.

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

Guarnieri, P. *et al.* História e filosofia da ciência na educação básica: reflexões a partir da Base Nacional Comum Curricular. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v.14, n. 2, p. 331-356, 2021.

Leite, L. History of Science in Science Education: Development and Validation of a Checklist for Analysing the Historical Content of Science Textbooks. **Science & Education** 11: 333-359, 2002.

Kragh, H. **An introduction to the historiography of science**. Cambridge: New York, 1990.

Martins, L. A-C. P. História da ciência: objetos, métodos e problemas. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 2, pp. 305-317, 2005

Martins, R. A. Sobre o papel da história da ciência no ensino. **Boletim da Sociedade Brasileira de História da Ciência**, v. 9, p. 3-5, 1990.

Martins, R. A. Ciência versus historiografia: os diferentes níveis discursivos nas obras sobre história da ciência. *In*: Alfonsogoldfarb, Ana Maria; Beltran, Maria Helena Roxo (eds.). **Escrevendo a História da Ciência**: tendências, propostas e discussões historiográficas. São Paulo: EDUC / Livraria de Física / FAPESP, 2012. p. 115-145

Martins, R. A. Introdução: a História das Ciências e seus usos na educação. *In*: Silva, C. C. (Org.). **Estudos de História e Filosofia das Ciências**: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Livraria da Física, 2016.

Martins, R. A. **Becquerel e a descoberta da radioatividade**: uma análise crítica. Campina Grande: EDUEPB/Livraria da Física, 2012.

Matthews, Michael S. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.

Vidal, Paulo Henrique Oliveira; Porto, Paulo Alves. "A história da ciência nos livros didáticos de química do PNLEM 2007. **Ciência & Educação** (Bauru) 18.2, 2012. p. 291-308.



Este trabalho está licenciado com uma Licença [Creative Commons - Atribuição 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).