

Análise da abordagem histórica sobre a tabela periódica no material pedagógico digital

João Pedro Mardegan Ribeiro

Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil. Email: jpedromardegan@gmail.com

Resumo: Este artigo tem como objetivo realizar uma pesquisa qualitativa do tipo análise documental acerca de como elementos da história e filosofia da ciência, no contexto da tabela periódica, são trabalhados no material digital de uso obrigatório por professores das escolas públicas do estado de São Paulo. Para tanto, foram analisados todos os slides dos materiais digitais disponibilizados por meio do Repositório Digital do Centro de Mídias do Estado de São Paulo, nas disciplinas das áreas das ciências da natureza. Os resultados apontaram que há pouco espaço para discussão sobre a tabela periódica nos materiais disponíveis, o que fragiliza seu ensino, além de que as tentativas de abordagem de questões históricas são escassas e pouco articulam com aspectos de natureza das ciências. Concluindo, então, que para que contextualizações acerca da origem e evolução da tabela periódica sejam realmente trabalhadas nas aulas, os professores necessitam fazer complementações a este material.

Palavras-chave: ensino de ciências, currículo digital, tabela periódica, história e filosofia da ciência.

Title: Analysis of the historical approach to the periodic table in the pedagogical material

Abstract: This article aims to conduct qualitative research, specifically a document analysis, examining how elements of the history and philosophy of science, within the context of the periodic table, are addressed in the mandatory digital materials used by public school teachers in the state of São Paulo. To this end, all the slides of the digital materials made available through the Digital Repository of the Media Center of the State of São Paulo, in the disciplines of the natural sciences, were analyzed. The results indicated that there is little space for discussion about the periodic table in the available materials, which weakens its teaching, in addition to the fact that attempts to address historical issues are scarce and do not articulate much with aspects of the nature of science. Therefore, it is concluded that for contextualizations about the origin and evolution of the periodic table to be truly worked on in classes, teachers must supplement this material.

Keywords: science teaching, digital curriculum, periodic table, history and philosophy of science.

Introdução

Com o avanço do desenvolvimento científico, tecnológico e cultural, as sociedades, como um todo, passaram a ter, em mãos, uma grande diversidade de produtos e materiais. Com isso, como evidencia Tolentino,

Rocha-Filho e Chagas (1997), o impulso classificatório, que sempre esteve, historicamente, muito presente ao longo do tempo, cujo objetivo principal era classificar materiais e objetos conforme suas características, necessitou de adquirir novos padrões, visto que havia muita diferença entre as condições encontradas nas localidades.

A exemplo disso, o botânico Carl Von Linné, em sua obra *Genera Plantarum*, publicada em 1737, fez uma junção de inúmeros de seus estudos de campo, empregando descrições padronizadas acerca de 935 gêneros botânicos. Outro exemplo é a obra *Discours sur les Révolutions de la Surface du Globe*, escrita por Leopold G. Cuvier, cujo objetivo era sistematizar conhecimentos, produzidos até aquele momento, das produções científicas em Geologia. Tolentino, Rocha-Filho e Chagas (1997) destacam também, no que se refere à química, Antoine L. Lavoisier que divulgou em 1789 a obra *Traité Élémentaire de Chimie*, que revolucionou os saberes da época, isso porque essa obra marcou uma transição entre os conhecimentos não metodizados e os saberes químicos metódicos.

Ou seja, com o passar dos séculos, a comunidade científica foi buscando padronizações, isso porque, conforme é posto por Leite e Porto (2015), o objetivo desta sistematização era organizar o conhecimento existente até o momento, estabelecendo leis e princípios para legitimar a ciência moderna, afastando-a do empirismo.

Uma das maiores sistematizações científicas, e amplamente utilizada e divulgada, é a Tabela Periódica. Para César, Reis e Aliane (2015), a Tabela Periódica pode ser considerada um dos mais valiosos instrumentos de trabalho na área de Química e de seu ensino, além de ser fundamental na compreensão e desenvolvimento do pensamento químico.

Ainda, é evidente que a Tabela Periódica é uma das ferramentas mais importantes no campo das ciências da natureza, principalmente nas áreas de Química e Ciências dos Materiais, isso porque organiza e sistematiza informações acerca dos elementos químicos. Ao organizar os elementos químicos conhecidos até o momento, conforme suas propriedades físicas e químicas, facilita a compreensão e estudo dos átomos e seus comportamentos. Ainda, baseada na ordem crescente de número atômico e configuração eletrônica a Tabela Periódica permite realizar previsões das propriedades dos elementos, tais como ligações, condutividade e reatividade. Logo, dada a relevância da Tabela Periódica, é importante que esta seja discutida e trabalhada no contexto da formação inicial dos jovens na educação básica.

Atualmente, a Secretaria da Educação do Estado de São Paulo disponibiliza materiais digitais, na forma de slides, que devem ser utilizados pelos professores nas aulas. Estes materiais são aulas prontas sobre os conteúdos curriculares propostos pelo Currículo Paulista, que é o normativo que estabelece competências e habilidades que devem ser desenvolvidas e trabalhadas com os estudantes nas escolas públicas do estado de São Paulo. Esses materiais têm substituído os livros didáticos nas salas, isso porque os conteúdos abordados nos slides são aqueles que são cobrados nas provas paulistas bimestrais e também no exame do Saresp (Sistema de Avaliação do Rendimento Escolar), ao final do ano. Assim, o objetivo deste trabalho é analisar como a Tabela Periódica, e sua abordagem histórica, é

trabalhada no material digital do estado, visto que este material é o guia dos professores e deve, obrigatoriamente, ser trabalhado em sala de aula.

É importante destacar também que não há uma lei ou normativa que determine essa obrigatoriedade, mas faz parte das atribuições da coordenação pedagógica das escolas fiscalizar se os docentes estão usando o material digital, ou seja, por meio de diretrizes internas administrativas que tratam de impor o uso sistemático de materiais digitais e slides padronizados, que estes acabam sendo obrigatórios.

História e Filosofia da ciência no ensino de ciências

É inegável que a ciência exerce um papel fundamental na sociedade; é através desta que há possibilidade do desenvolvimento humano e a melhoria da qualidade de vida, e de todos os aspectos aos quais se investiga, bem como auxilia na compreensão do mundo ao nosso redor. É por meio da ciência que inovações tecnológicas transformam nossas vidas, como nas áreas da saúde, os aparelhos de comunicação e informação, a energia, infraestrutura, entre outras. Assim, é importante que toda a sociedade compreenda algumas questões fundamentais da ciência, que são essenciais no nosso dia a dia (Zarbin, 2022).

Assim, adentra o ensino das ciências, que, conforme indica Sasseron (2018), tem por objetivo fornecer aos estudantes uma compreensão do mundo natural, o desenvolvimento do pensamento crítico e analítico, mas também a formação de cidadãos informados e com conhecimentos que os permitam atuar de forma responsável na sociedade. Neste contexto, deve estar presente, além dos conteúdos conceituais, discussões inerentes à História e Filosofia da Ciência, isso porque esta auxilia na compreensão de como o conhecimento científico evoluiu ao longo do tempo, tal como moldou nossa visão de mundo.

Ainda, a História e Filosofia da Ciência contribui para a compreensão do progresso humano, para conexões com o contexto ao qual as investigações, conhecimentos e produtos foram criados, o reconhecimento de contribuições de inúmeros cientistas e grupos de pesquisa no desenvolvimento de conhecimentos científicos, favorece a inspiração e o aprendizado com os erros, o desenvolvimento do pensamento crítico, o impacto ético e social e a valorização da ciência como construção coletiva.

Além disso, Matthews (1994) destaca que ao trabalhar com a História e Filosofia da Ciência no ensino de ciências possibilita fazer uma humanização das ciências, bem como aproximá-la de questões éticas, culturais e políticas. Ainda, é possível contribuir na construção de uma epistemologia da ciência mais autêntica e dinâmica, e situar a construção dos saberes científicos mediante os seus contextos de produção.

Obregón (1996) destaca que a História da Ciência é uma ferramenta que pode ser usada tanto na construção de trabalhos científicos quanto nas práticas de ensino das ciências, isso porque, ao discutir elementos da História da Ciência, possibilita o desenvolvimento da capacidade crítica e reflexiva, e atitudes de atenção a informações e curiosidade, que movem o pensamento científico.

Para Silva et al. (2008), a História da Ciência é capaz de fazer uma apresentação das ciências como um processo em que pessoas comuns interagem com saberes científicos, e que há contextos de produção e debates, não como saberes prontos e acabados, mas que são transformados. Ainda segundo as autoras, a História da Ciência, ao ser trabalhada no contexto do Ensino das Ciências, evidencia a ciência como uma construção humana, que cresce, desenvolve, expande, e está diretamente envolvida e influenciada por motivações humanas e suas aspirações de qualquer natureza, desde materiais, bem como intelectuais.

Além disso, segundo Boas et al. (2013), ao trabalhar com a História da Ciência, é possível dialogar sobre a natureza da ciência, ou seja, aquilo que a ciência é e como funciona, já que nestes momentos se debruça sobre como a ciência se desenvolveu ao longo do tempo, destacando a ciência como uma atividade humana e socialmente construída. Deste modo, é evidente que trabalhar com a História da Ciência no contexto do ensino das Ciências da Natureza traz inúmeros benefícios formativos.

Mas, nas últimas décadas, inúmeras pesquisas no campo da Educação em Ciências passaram a defender que a utilização exclusiva da História da Ciência não é suficiente para promover uma compreensão mais ampla sobre a produção do conhecimento científico. Deste modo, consolidou-se o emprego da História e Filosofia da Ciência como referência no ensino das ciências da natureza, já que possibilitam uma compreensão mais profunda da ciência, ao evidenciarem não apenas a sucessão cronológica das descobertas e acontecimentos históricos, mas também aspectos epistemológicos, filosóficos, culturais, sociais e políticos que permeiam a construção dos conhecimentos científicos. Sendo assim, a utilização da História e Filosofia da Ciência possibilita uma compreensão de que a ciência é uma atividade humana, dinâmica e historicamente situada, desenvolvida por meio de debates, controvérsias, consensos provisórios e constantes reformulações (Matthews, 1994; Martins, 2006; Forato, Pietricola, Martins, 2011).

Além disso, a adoção da História e Filosofia da Ciência no Ensino das Ciências está diretamente associada à promoção de discussões sobre a Natureza da Ciência, compreendida como um conjunto de conhecimentos acerca de como a ciência produz, valida, comunica e transforma seus conhecimentos. Ainda, Lederman (2013) destaca que a compreensão da Natureza da Ciência implica o reconhecimento de que o conhecimento científico possui caráter provisório, é fundamentado em evidências empíricas, envolve criatividade e imaginação na elaboração de modelos explicativos, é influenciado por fatores culturais, sociais e históricos, e que é resultado do trabalho coletivo da comunidade científica. Com isso, pode-se dizer que o diálogo acerca da História e Filosofia da Ciência favorece que se tenha uma superação de visões simplificadas da ciência, que é frequentemente apresentada como um conjunto de verdades absolutas, neutras e produzidas exclusivamente por cientistas considerados gênios isolados.

No ensino das ciências, essa abordagem configura-se como um importante instrumento no favorecimento da compreensão acerca da evolução dos conceitos químicos e das transformações ocorridas ao longo

do desenvolvimento da ciência. Sobre isso, Leite e Porto (2015) destacam que a inserção de episódios históricos permite que se tenha a compreensão de que os conceitos atualmente consolidados foram construídos gradualmente, em meio a interpretações distintas, limitações experimentais, bem como intensos debates científicos e a validação por pares. Com isso, é notório que conteúdos tradicionalmente considerados mais abstratos, como os modelos atômicos, as ligações químicas, a radioatividade e, até mesmo, a Tabela Periódica, deixam de ser apresentados apenas como conhecimentos acabados e passam a evidenciar o processo de construção do pensamento científico, contribuindo para uma aprendizagem mais significativa e contextualizada das ciências.

Nesse sentido, a própria construção da Tabela Periódica é um exemplo representativo da contribuição da História e Filosofia da Ciência no ensino das ciências. Frequentemente atribuída apenas aos trabalhos de Dmitri Mendeleev, sua elaboração foi resultado de um longo processo histórico que envolveu inúmeros pesquisadores, diferentes propostas de classificação, controvérsias acerca dos pesos atômicos, debates em eventos científicos internacionais e sucessivos aperfeiçoamentos decorrentes da produção de novas evidências experimentais.

Com isso, pode-se dizer que o estudo histórico da Tabela Periódica possibilita abrir espaço para discussões de aspectos centrais da Natureza da Ciência, evidenciando a ciência como uma construção humana e coletiva do conhecimento, bem como o caráter provisório das explicações científicas, a influência dos contextos históricos sobre as investigações e o papel das evidências na aceitação ou rejeição das teorias científicas. Assim, a abordagem da Tabela Periódica, fundamentada na História e Filosofia da Ciência, transcende a simples apresentação cronológica de fatos históricos, favorecendo uma compreensão mais crítica acerca da própria produção do conhecimento científico.

Breve história da tabela periódica

Tolentino, Rocha-Filho e Chagas (1997) destacam que antes da publicação da obra *Traité Élémentaire de Chimie*, em 1789, por Antoine Lavoisier, que revolucionou o campo das ciências químicas, filósofos gregos como Aristóteles (384 a.C. – 322 a.C.) e também Empédocles (495 a.C. - 430 a.C.) já dialogavam sobre a natureza fundamental da matéria, propondo, por exemplo, elementos como ar, terra, fogo e água. Já Lavoisier definiu como elemento, substâncias simples que não poderiam ser decompostas. No século XIX, o químico, físico e meteorologista John Dalton conceituou elemento como um conjunto de átomos com o mesmo número atômico. Essas contribuições só foram possíveis porque as sociedades científicas da época estavam se debruçando sobre as teóricas atômicas.

Em 1804, Dalton fez uma primeira organização dos elementos descobertos até o presente momento. Em sua pesquisa, que havia presença de vinte elementos, ele atribuiu pesos atômicos a estes elementos, além de ter afirmado que os átomos do mesmo elemento eram iguais. Pouco tempo depois, em 1811, o físico e advogado Amadeo Avogadro, apoiando-se nas pesquisas de Dalton e de outros pesquisadores, como Joseph L. Gay Lussac introduziu no campo científico a existência de moléculas, articulando-a ao

momento histórico no qual a Teoria Atômica e Molecular estava em pauta (Kisfaludy, Queirós e Nunes, 2020).

Outro a se debruçar sobre a elaboração de regras de organização dos elementos foi o químico alemão Johann Wolfgang Dobereiner. Segundo Rosa (2012), em 1829, o químico apresentou o conceito de tríade, com a existência de grupos de três elementos com propriedades químicas semelhantes, além de considerar que, em cada uma das tríades, o peso atômico do átomo central era aproximadamente a média aritmética daqueles dos extremos. Ainda segundo o pesquisador, devido ao baixo número de tríades propostas, e a confusão entre peso atômico e molecular, não houve muita aceitação da ideia no campo científico, mas alguns outros cientistas investigaram a ideia, como por exemplo, o químico francês Antoine Jérôme Balard, que é o responsável pela descoberta do Bromo, afirmou que este elemento formaria uma tríade com o Cloro e o Iodo.

Neste período histórico, muitos outros pesquisadores e centros de pesquisa estavam investigando tanto sistemas de classificação quanto teorias atômicas. Em relação às descobertas e investigações do sistema periódico, destacaram-se ainda os pesquisadores: o químico alemão Max von Pettenkofer, o químico francês Jean-Baptiste Dumas, o químico e médico suíço Germain Henry Hess, o físico e químico alemão Walther Nernst, e o químico britânico William Odling (Rouvray, 2004).

Em destaque especial, segundo Tolentino, Rocha-Filho e Chagas (1997), a Jean-Baptiste Dumas que estabeleceu relações numéricas entre os pesos atômicos de algumas famílias de elementos, publicando esses resultados entre os anos de 1858 e 1859, e também, William Odling, responsável pelo desenvolvimento de um trabalho ao qual fez uma discussão sobre uma classificação de 13 grupos, muitos deles em tríades, publicou em 1857, além de que, após sete anos, este mesmo pesquisador desenvolveu um sistema baseado em pesos atômicos crescentes.

Ainda, é notório destacar que na primeira metade do século XIX, houve por parte de muitos cientistas discussões, muitas vezes divergentes, acerca dos pesos atômicos e os pesos equivalentes. Com isso, segundo Tolentino, Rocha-Filho e Chagas (1997), uma forma encontrada, a época, foi debater esse assunto em eventos científicos. Assim, o fim dessa discussão iniciou-se em 1860, com a realização do Congresso de Karlsruhe, na Alemanha. Este evento foi o primeiro congresso científico internacional na área de Química, e estiveram presentes aproximadamente 140 químicos de várias partes do mundo.

Ainda segundo os autores, neste contexto das pesquisas sobre os pesos atômicos, houve também a presença do francês mineralogista Alexandre-Emile Béguyer de Chancourtois, que, ao elaborar um sistema de organização, dispôs os elementos conhecidos até aquele momento, na forma de uma espiral cilíndrica com inclinação de 45°, ordenados de forma crescente, que ele denominou de números característicos, e a essa disposição, ele chamou de Parafuso Telúrico. Ele deu esse nome devido ao fato do elemento Telúrio estar localizado em uma posição intermediária na disposição cilíndrica. Este trabalho, na época em que foi divulgado, não teve muita repercussão e aceitação, uma vez que havia dificuldade em sua visualização por conta da estrutura tridimensional. Contudo, este trabalho

foi muito importante no contexto do reconhecimento da periodicidade dos elementos.

Em 1863, o químico britânico Newlands notou que as propriedades elementares dos elementos químicos se repetiam a cada oito elementos quando os elementos eram listados por peso atômico relativo, assim, difundiu a ideia das oitavas. Com isso, ele construiu a sua Tabela Periódica, no formato das oitavas, e para suprir as dificuldades encontradas, alguns dos elementos foram postos na mesma caixa (Scerri, 2019).

Em 1864, o também químico britânico William Odling fez um sistema de classificação dos elementos químicos. O químico organizou, segundo Tolentino, Rocha-Filho e Chagas (1997), um sistema de classificação dos elementos, fazendo a união destes em grupos com propriedades semelhantes de seus compostos, como a capacidade calorífica atômica, além de seguir a ordem crescente de seus pesos atômicos. Esta forma de organização proposta por Odling foi bem aceita na comunidade científica na época, e é considerada uma das formas pioneiras de classificação periódica.

Em 1868, o cientista alemão Julius Lothar Meyer, com interesse de pesquisa nas relações atômicas, calculou o que chamou de volume atômico. Além disso, dois anos mais tarde, em 1870, divulgou dados de uma pesquisa em que fez uso de um sistema de coordenadas ortogonais para descrever valores dos volumes atômicos em função dos pesos. Todavia, conforme salienta Santos (2022), houve falhas em partes da teoria proposta pelo cientista, como, por exemplo, a falha na previsão de novos elementos.

Já no ano de 1869, o químico russo Dmitri Mendeleev organizou os 63 elementos conhecidos à época de acordo com seus pesos atômicos, bem como as propriedades físicas e químicas. Ainda, em seu sistema de organização, ele deixou lacunas para os elementos ainda não descobertos, e fez previsões em relação a suas propriedades. Essas lacunas, segundo Lima, Barbosa e Figueiras (2019), foram importantes para a descoberta de novos elementos, como por exemplo o gálio, de nome provisório eka-alumínio, com peso atômico 68, e depois de descoberto pelo químico francês Paul-Émile Lecoq em 1875, descobriu peso atômico de 69,9, como também o eka-silício, com previsão, por Mendeleev, de ter peso atômico 72, que, ao ser descoberto pelo químico alemão Clemens Alexander Winkler, em 1886, descobriu e o identificou com peso atômico 72,3.

Contudo, nas posições do Telúrio e do Iodo, Mendeleiev teve conclusões equivocadas. Em seu sistema de classificação, as propriedades desses elementos indicavam a ordem Telúrio e depois o Iodo, todavia, os pesos atômicos desses elementos indicavam uma posição contrária. O químico justificou essa mudança de ordem, devido ao que ele acreditava ser erros na determinação dos pesos atômicos desses elementos, e que, fazendo as devidas correções, a posição adotada por ele estaria correta. Certo período depois, com os trabalhos divulgados por Theodore W. Richards e Frederick Soddy, que caracterizaram a existência de isótopos, e também os de Henry Gwyn Jeffreys Moseley, essa questão foi explicada (Tolentino, Rocha-Filho, Chagas, 1997).

Mendeleiev é considerado um dos principais nomes da Tabela Periódica, isso porque publicou em sua obra *Princípios da Química* em 1869, uma forma de organização dos elementos químicos que é considerada uma das principais obras sobre a Tabela Periódica. Mas, o químico, para além da Tabela Periódica, contribuiu com outros conhecimentos para o campo científico, tais como: a) reformulou alguns conceitos fundamentais, associando elementos a átomos e as substâncias simples a moléculas, ancorado em trabalhos de cientistas como Canizzaro, Avogrado, Gerhardt e Laurent; b) Ampliou as ideias propostas por Lavoisier, difundindo as ideias de relação entre corpo simples e composto para elemento e substância simples; c) enunciou a lei periódica, em que fez a descoberta de propriedades de elementos que se repetiam periodicamente quando organizados em ordem crescente de peso atômico. Além disso, ele foi reconhecido internacionalmente com o recebimento da Medalha Davy, em 1882, da Royal Society, por suas descobertas sobre as relações periódicas dos pesos atômicos.

Com a consolidação da proposta de Mendeleev, a Tabela Periódica passou por sucessivos aprimoramentos, decorrentes tanto da descoberta de novos elementos quanto do avanço dos estudos sobre a estrutura da matéria. Embora a organização inicial estivesse baseada na massa atômica relativa dos elementos, algumas inconsistências permaneciam na disposição de determinados grupos. Segundo destaca Scerri (2019) essas limitações foram superadas a partir dos estudos de Henry Moseley, que, em 1913, demonstrou experimentalmente que as propriedades periódicas dos elementos estão relacionadas ao seu número atômico, e não à massa atômica. Além disso, Oki (2002) destaca que essa descoberta levou à reformulação da Lei Periódica e ao estabelecimento da organização da Tabela Periódica em ordem crescente de número atômico, critério que permanece vigente na Química contemporânea. Dessa forma, a evolução da Tabela Periódica evidencia que o conhecimento científico é construído de maneira dinâmica e coletiva, sendo continuamente aperfeiçoado à medida que novas evidências experimentais e interpretações teóricas são produzidas.

Percorso metodológico

A presente pesquisa é qualitativa e do tipo análise documental, já que se debruça em analisar conteúdos presentes em um documento oficial do contexto educacional do estado de São Paulo. Para Sá-Silva, Almeida e Guindani (2009), este tipo de pesquisa visa compreender e analisar documentos dos mais variados tipos, buscando informações concretas, atuando como um instrumento que fornece compreensões detalhadas e profundas acerca dos fatos investigados.

Deste modo, o presente estudo busca compreender como o assunto Tabela Periódica, bem como os elementos históricos que permeiam sua origem, evolução e aplicação, são trabalhados no material digital da Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, utilizado, de forma obrigatória, desde 2023. Esse material deve ser utilizado por todos os professores e também pelos estudantes, já que as provas oficiais ao final do bimestre (Prova Paulista) e ao final do ano (Saresp) são feitas conforme este material. Este recurso didático, então, exerce forte influência no

cotidiano escolar, já que é o atual guia dos professores, estudantes e gestores na mediação da aprendizagem.

Para tanto, foram analisados os materiais disponibilizados para uso nos quatro bimestres do ano escolar para a disciplina Ciências Físicas e Biológicas, para estudantes do 6º ano 9º ano do Ensino Fundamental, e Física, Química e Biologia para estudantes da 1ª, 2ª e 3ª série do Ensino Médio. Todos estes estão disponíveis no Repositório do Centro de Mídias do Governo do Estado, que é acessível para estudantes e professores. Os slides foram analisados conforme os critérios de análise presentes na tabela 1.

O Anexo 1 é uma adaptação dos critérios de análise dos livros didáticos propostos por Leite e Porto (2015). Estes pesquisadores fizeram um estudo sobre como livros didáticos, voltados ao ensino superior, trabalhavam o conteúdo Tabela Periódica e os elementos históricos associados, no contexto do ensino de Química. Dada a relevância e importância dos critérios de análise, para o presente estudo foram feitas adaptações às propostas dos pesquisadores, considerando o contexto desta pesquisa, que é a etapa básica de formação. Assim, a tabela 1 ilustra os critérios adotados, as descrições e a justificativa para a inclusão de cada critério.

Além disso, foi feita uma análise da presença da História da Ciência na Base Nacional Comum Curricular (Ministério da Educação Brasil, 2018), bem como no Currículo Paulista (2020), que são os documentos que orientam, respectivamente, a nível nacional, e a nível estadual, a formação das matrizes curriculares e o que deve ser trabalhado nas escolas públicas brasileiras e paulistas, para compreender como estes documentos articulam os conteúdos a serem trabalhados sobre a História e Filosofia da Ciência.

Resultados e discussão

Presença da História e Filosofia da Ciência na BNCC e no Currículo Paulista

Ao realizar a leitura da BNCC, bem como do Currículo Paulista, nota-se que ambos os documentos apresentam referências à História e Filosofia da Ciência, porém de maneira limitada, pontual e insuficiente para garantir sua efetiva inserção na prática docente e no dia a dia escolar.

Em relação à BNCC, Guarnieri (2022) destaca que há 31 excertos presentes na Base que dialogam sobre a História e Filosofia da Ciência, sendo que 14 destes pertencem à seção geral, e a maioria dos trechos está concentrada em referências genéricas às competências, e não em orientações para o ensino dos conteúdos científicos. Além disso, nota-se que a Base menciona a ciência sobre influências sociais, culturais, políticas e econômicas, o que aproxima o documento da perspectiva da História e Filosofia da Ciência, uma vez que compreende a ciência como uma construção humana e histórica (Silva, et al. 2008).

Contudo, diversos aspectos fundamentais da História e Filosofia da Ciência não aparecem, como, por exemplo, as rupturas e permanências na construção do conhecimento científico, visão diacrônica da ciência, a participação de outras áreas do conhecimento, bem como o desenvolvimento do processo científico em vez de apenas seus produtos. Ou seja, no documento não há orientações de que as práticas de ensino

explorem como o conhecimento científico foi produzido, privilegiando, portanto, os conhecimentos consolidados em vez de sua construção histórica.

Ressalta-se também que, no que concerne ao Currículo Paulista, este segue a estrutura da Base e não faz ampliação de forma significativa da presença da História e Filosofia da Ciência. Assim, embora existam algumas competências que permitam aos professores desenvolverem discussões que abrem margem a discussões históricas, essas oportunidades aparecem de maneira pontual e não são retornadas ao longo do documento. No Currículo Paulista, ainda se nota que há competências que podem favorecer a utilização da História e Filosofia da Ciência; contudo, essa perspectiva não é desenvolvida de forma sistemática ao longo do material. Com isso, é evidente que faltam orientações concretas sobre como incorporá-la ao ensino dos conteúdos específicos.

Conforme indica Guarnieri (2022), os professores são confrontados com competências que envolvem abordagens da História e Filosofia da Ciência, no entanto, não apresentam continuidade, e sim, momentos breves e pontuais, o que dificulta que a História e Filosofia da Ciência esteja realmente presente em salas de aula, uma vez que conteúdos mais conceituais sobressaem no dia a dia escolar. Além disso, em pesquisa feita por Guarnieri (2022), a autora destaca que, devido à presença de avaliações externas, aos materiais oficiais do estado e às formações que são oferecidas pela Secretaria, a História e Filosofia da Ciência aparece ocasionalmente nas aulas, uma vez que há prevalectimento de discussões dos conceitos científicos, para que os jovens estejam preparados para a realização destes exames.

Assim, nota-se que tanto a BNCC quanto o Currículo Paulista abrem espaço para o trabalho com elementos da História e Filosofia da Ciência, porém esse espaço é insuficiente, fragmentado e pouco explícito. Ainda, devido à ausência de orientações claras e consistentes, faz com que a implementação da História e Filosofia da Ciência na sala de aula dependa quase que exclusivamente dos docentes.

Com isso, é evidente que, conforme as análises, há uma contradição entre o discurso curricular e as possibilidades efetivas de implementação da História e Filosofia da Ciência no ensino das ciências. Assim, embora os documentos curriculares reconheçam que a ciência constitui uma construção humana influenciada por fatores econômicos, culturais, sociais e históricos, tais pressupostos permanecem restritos ao campo das competências gerais e não se traduzem em orientações didáticas para o desenvolvimento dos conteúdos específicos. Além disso, conforme argumentam Matthews (1994) e Forato, Pietricola e Martins (2011), a inserção de elementos da História e Filosofia da Ciência exige que episódios históricos sejam articulados à construção dos conceitos científicos, permitindo que os estudantes compreendam como as hipóteses e ideias são elaboradas, debatidas, reformuladas e aceitas pela comunidade científica. Dessa maneira, a reduzida presença de orientações específicas nos documentos curriculares dificulta que os professores desenvolvam discussões sistemáticas acerca da Natureza da Ciência, fazendo com que as

abordagens históricas dependam quase exclusivamente das iniciativas dos professores.

Posição e presença de discussões sobre a Tabela Periódica no material digital

Discussões sobre a Tabela Periódica aparecem pela primeira vez no Material Digital da Secretaria Estadual de Educação de São Paulo, no componente curricular Ciências, para estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental, no 1º Bimestre. No conjunto de 28 slides que devem ser trabalhados com os estudantes, apenas dois abordam discussões que permeiam a Tabela Periódica. Estes slides estão no começo do bimestre, momento em que são discutidos assuntos como átomo, estados físicos da matéria, temperatura de fusão e ebulição e a organização dos elementos. Ao longo do ano letivo, após esta pequena abordagem, não é trabalhado mais sobre a Tabela Periódica no material digital. Na figura 1 há um recorte de um dos slides que discute sobre a Tabela Periódica no componente Ciências.

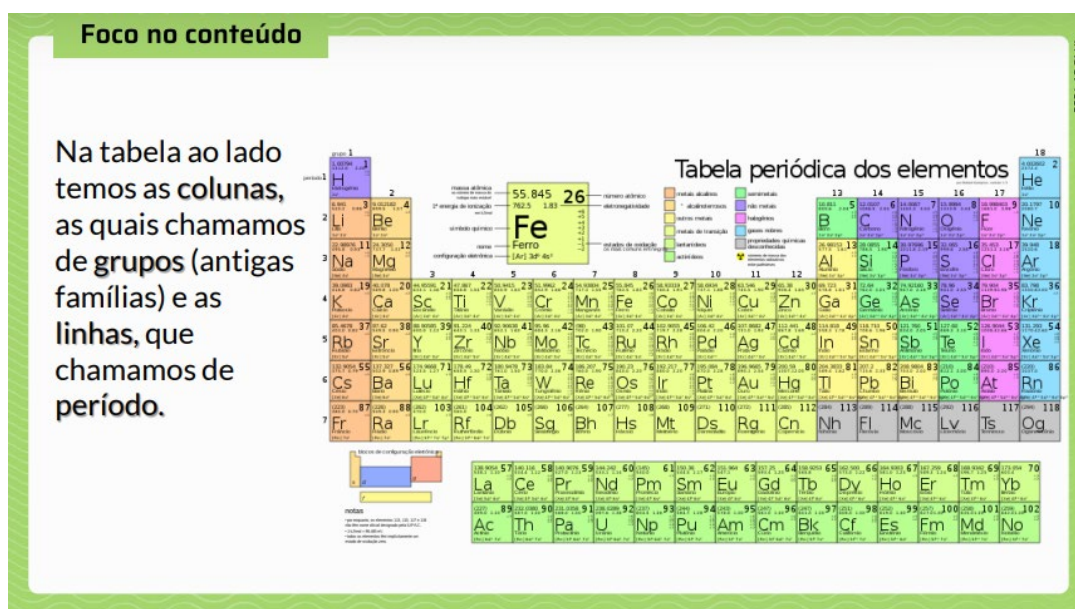


Figura 1. Recorte de um slide do material digital do componente Ciências.
Fonte: Repositório Digital – Seduc/SP (2024).

Por meio da figura 1 é possível visualizar que no componente Ciências inicia-se discussões acerca do formato da Tabela Periódica, bem como sua composição.

Depois de trabalhar no componente Ciências no 1º bimestre, discussões sobre a Tabela Periódica aparecem no ano seguinte, no componente curricular Química. Mas só no final do ano, no 4º bimestre. Dos 14 slides que devem ser trabalhados, 3 deles versam sobre a Tabela Periódica, e são apresentados no começo do bimestre, momento em que são discutidos sobre a formação do universo e como os átomos constituem a matéria. Não foram encontradas abordagens sobre a Tabela Periódica nos componentes Física e Biologia. A figura 2 ilustra um recorte do Material Digital do componente Química que versa sobre a Tabela Periódica.

Foco no conteúdo

GRUPO

PERÍODO

número atômico — Z
símbolo químico — Be
nome — Berílio
massa atômica — 9,0122

Elaborado especialmente para o curso.

Figura 2. Recorte de um slide do material digital do componente Química. Fonte: Repositório Digital – Seduc/SP (2024).

Na figura 2 é possível visualizar que há discussões, assim como no 9º ano, de assuntos acerca da estrutura e composição da Tabela Periódica no componente Química no Ensino Médio.

Assim, discussões sobre a Tabela Periódica estão presentes nos dois ciclos finais de formação obrigatória, no ensino fundamental, no componente ciências, e no ensino médio, no componente química. Todavia, há pouco espaço para discussões sobre a Tabela Periódica no currículo, isso porque a Tabela Periódica só é trabalhada em um bimestre no 9º ano e em um bimestre na 1ª série, e em poucos momentos (slides). Momentos esses não capazes de contemplar toda a discussão necessária para o entendimento da Tabela Periódica e de seus aportes históricos.

Pode-se dizer que a reduzida carga destinada à Tabela Periódica revela que há uma concepção curricular voltada prioritariamente para a apresentação de conceitos e classificações, em detrimento da compreensão de sua construção histórica e epistemológica. Tal organização tende a reforçar uma visão utilitarista da Tabela Periódica como um instrumento de consulta, deixando, portanto, para um segundo plano seu papel como um dos principais marcos da consolidação da ciência moderna. Na perspectiva da História e Filosofia da Ciência, conforme Matthews (1994) e Lederman (2013), a evolução deste sistema classificatório constitui uma oportunidade privilegiada para que se tenham discussões acerca da construção coletiva dos conhecimentos científicos, que é, de fato, um aspecto essencial para o desenvolvimento de concepções mais adequadas acerca da Natureza da Ciência.

Além disso, essas considerações são coerentes com a pesquisa divulgada por Gonzaga, Miranda e Ferreira (2019). Para os autores, no contexto da educação básica, os materiais didáticos trabalham o conteúdo Tabela Periódica de forma pouco expressiva, muitas vezes colocadas como curiosidades e de forma resumida, deixando de ser abordado como um conteúdo importante.

Apresentação de elementos da História da Ciência, e percurso histórico anterior a Mendeleev

No material destinado aos estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental, não é trabalhado um percurso histórico da construção da Tabela Periódica, como tão pouco pesquisadores que auxiliaram na construção dos saberes científicos à época, anteriormente a Mendeleev. Em apenas um momento rápido, é dito que a Tabela Periódica foi constituída devido à necessidade de organizar os elementos químicos que já eram conhecidos, e que muitos cientistas tentaram organizar, mas não são citados quais e o como. Só citam que o alemão Julius Lothar Meyer e Dmitri Mendeleev conseguiram desenvolver uma tabela organizada. Ou seja, nesta etapa não é trabalhado com elementos históricos e nem de natureza da ciência, somente é dito rapidamente que precisavam organizar, e Mendeleev o fez.

Já no material destinado aos estudantes da 1ª série do Ensino Médio, a abordagem inicial se diferencia. Há um slide que levanta alguns elementos históricos pré-Mendeleev, apresentando os nomes de pesquisadores e suas contribuições. No material são apresentadas as ideias de Tríades, desenvolvidas por Johann Wolfgang Dobereiner, por volta de 1829; são apresentadas as ideias de Alexandre de Chancourtois, Parafuso Telúrico, que fez a organização de elementos em ordem crescente de massa atômica em uma espiral, em 1862; e anteriormente a Mendeleev, é apresentada a ideia de John Alexander Reina Newlands, em 1865, que formulou a Lei das Oitavas, em que houve a organização dos elementos em colunas verticais de sete. Todavia, apesar de citar os pesquisadores, os anos e quais foram suas contribuições científicas, os contextos da produção dos saberes não são explorados no material.

Assim, é evidente que essa abordagem histórica é frágil e precária. Na primeira vez em que é apresentada aos estudantes a Tabela Periódica, no 9º ano do Ensino Fundamental, é contada de forma ahistórica, somente é falado da necessidade de organização e quem a fez. Já no Ensino Médio são apresentados alguns pesquisadores antes de Mendeleev que se debruçaram sobre a organização dos elementos, todavia, sem relacionar a elementos de História e Filosofia da Ciência, ou seja, sem levantar questões sociais, culturais e políticas. Dificultando assim, a construção de concepções de natureza da ciência do estudante, e promovendo ideias de que há picos de genialidade, e que a construção de saberes científicos é para poucos.

Neste cenário, sob a perspectiva da História e Filosofia da Ciência, a ausência de contextualizações históricas favorece uma narrativa linear e heroica acerca do desenvolvimento científico, centrada em poucos personagens consolidados e responsáveis pelas grandes descobertas. Essa forma de apresentação reforça o que defende Allchin (2013) como “pseudo-história”, caracterizada pela simplificação dos acontecimentos históricos e pela desconsideração das controvérsias, das limitações experimentais e das contribuições coletivas que marcaram a evolução do conhecimento científico. E, no que se refere à Tabela Periódica, essa simplificação impede que os estudantes compreendam que sua construção resultou de décadas de investigações conduzidas por diferentes pesquisadores, cujas propostas contribuíram gradativamente para o estabelecimento da Lei Periódica.

Na pesquisa de Mehlecke et al. (2012), os autores destacam que, em geral, os materiais didáticos trabalham com o assunto Tabela Periódica como um produto final, pronto e acabado, sem a utilização do processo histórico da origem da tabela para levantar discussões sobre sua criação. Assim, é evidente que o uso de elementos da História e Filosofia da Ciência é pouco utilizado no ensino, e ainda há uma desvalorização por parte de quem elabora os materiais didáticos destinados à educação básica.

Presença do trabalho de Meyer

Em relação ao trabalho de Meyer, este não é citado no material digital. O químico alemão Julius Lothar Meyer somente tem seu nome citado em um dos materiais destinados aos estudantes do 9º ano, e de forma breve. No material é dito que havia necessidade de organizar os elementos químicos conhecidos, e somente Mendeleev e Meyer conseguiram tal feito, afirmando também que no trabalho dos pesquisadores a massa atômica, consequência dos elementos, resultava na propriedade denominada periodicidade.

Ainda, a pouca visibilidade conferida aos estudos de Meyer evidencia que há um processo recorrente na historiografia escolar na área das ciências, em que determinadas contribuições científicas acabavam sendo obscurecidas em favor de narrativas centradas em personagens considerados mais representativos. Contudo, a valorização exclusiva de Mendeleev reduz a complexidade histórica da construção da Tabela Periódica e dificulta que os estudantes compreendam que o avanço científico ocorre de maneira colaborativa e cumulativa. Assim, de modo convergente com o que destacam Porto e Leite (2015), a compreensão das aproximações, bem como as diferenças entre os trabalhos de Meyer e Mendeleev, possibilita discutir critérios de aceitação científica, circulação do conhecimento e validação das teorias, que são aspectos centrais da Natureza da Ciência.

No trabalho de Porto e Leite (2015), os pesquisadores atestaram também que, ao analisar livros didáticos voltados ao ensino superior de química, ou livros que teoricamente são usados para formar professores de química, alguns deles, ao trabalhar com os elementos da história da Tabela Periódica, não citam as pesquisas e percepções de Meyer. Ou seja, o conhecimento de trabalhos desenvolvidos por Meyer também está se fazendo ausente na formação inicial dos professores, ou seja, não há visibilidade ao trabalho deste pesquisador.

Discussão de problemas na Tabela Periódica proposta por Mendeleev: previsão de novos elementos

Não é citado em nenhum momento do material problemas em relação à Tabela Periódica inicialmente proposta. No entanto, no material destinado aos estudantes da 1ª série do Ensino Médio, um dos slides começa evidenciando que no ano de 1869 houve a publicação do trabalho de Dmitri Mendeleev que revolucionou a forma de organização dos elementos, organizando-os por meio de massa atômica em colunas horizontais e verticais, respeitando as propriedades periódicas dos elementos. Contudo, afirma que a tabela precisou de ajustes, e estes ajustes foram feitos em 1913 por Henry Moseley, que fez um ajuste na tabela proposta por Mendeleev, ordenando os elementos por número atômico, mas mantendo a

estrutura em colunas verticais e horizontais, fazendo, também, agrupamentos de elementos com características semelhantes. Esta propriedade ficou conhecida como Lei Periódica. É citado também que, em 2016, houve uma atualização da Tabela Periódica, acrescentando os elementos 113, 115, 117 e 118, que são, respectivamente, Nihônio (Nh), Moscóvio (Mc), Tennesso (Ts) e Oganesson (Og).

Já no material destinado aos estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental, um dos materiais afirma que, assim como os modelos atômicos foram se desenvolvendo ao longo do tempo, a Tabela Periódica também, e que, diferentemente da tabela proposta por Mendeleev em 1869, a atual tabela contém 118 elementos químicos, naturais e sintéticos, e organizados em linhas e colunas. Assim, citar a necessidade de ajustes e mudanças na organização possibilita que discussões sobre a própria construção do saber científico sejam feitas em sala de aula, garantindo um maior espaço para a compreensão de que a ciência necessita de estudos constantes, bem como aprimoramentos.

Já em relação à previsão de novos elementos, no material para estudantes da 1ª série não é discutido em nenhum momento sobre essa questão e para os estudantes do 9º ano, esse assunto é apresentado aos estudantes. Ao discutir sobre as características da Tabela Periódica, em um dos momentos é falado que, nas concepções de Mendeleev, os espaços em branco de sua tabela eram para elementos ainda não descobertos, ou seja, os espaços em branco eram destinados a novas espécies químicas, previstas devido à localização que poderiam estar na tabela. Essa questão da previsão tornou-se questionamento para os estudantes responderem e refletirem, já que foi apresentada no material digital na forma de pergunta, indagando sobre a importância da tabela e desses espaços para a identificação de novos elementos.

Para Porto e Leite (2015), na maioria dos livros didáticos para o ensino superior, há discussões sobre as previsões acerca das propriedades dos elementos feitas por Mendeleev. Ou seja, essa discussão se faz presente nos livros voltados à formação inicial do professor, o que lhe oportuniza que estes tenham conhecimento sobre este fato histórico. Assim, no material digital, no contexto do 9º ano do Ensino Fundamental, momento em que pela primeira vez os estudantes vão discutir sobre a Tabela Periódica em sala, eles têm conhecimento das previsões feitas por Mendeleev, e os espaços em branco. Desse modo, evidencia-se a presença de discussões sobre o raciocínio dedutivo na construção de saberes das ciências.

Apesar de o material ressaltar a previsão de novos elementos feita por Mendeleev, essa questão ainda se restringe ao aspecto descritivo, sem adentrar em seu significado epistemológico. A previsão de elementos ainda desconhecidos constitui um dos episódios históricos mais relevantes da ciência, uma vez que evidencia que teorias científicas também possuem caráter explicativo e preditivo. Sob essa perspectiva, a utilização desse episódio em sala de aula permite discutir com os estudantes como hipóteses científicas podem ser corroboradas por evidências produzidas posteriormente, fortalecendo concepções sobre o caráter provisório e dinâmico da ciência, conforme discutem Lederman (2013) e Matthews (1994).

Forma de apresentação da tabela

No material destinado aos estudantes do ensino fundamental, as discussões sobre a Tabela Periódica começam em um slide chamado Organização dos elementos químicos, e são apresentadas aos estudantes tabelas comuns, como a tabela de um campeonato de futebol e uma tabela sobre propriedades bioquímicas de alguns alimentos. Depois desse diálogo sobre a importância das tabelas, é introduzida a importância da organização dos elementos químicos, e o nome de dois cientistas que, segundo o material, conseguiram fazer essa organização, que foram Mendeleev e Meyer.

Posteriormente, é discutido sobre a organização feita por Mendeleev na forma de tabela, de 63 elementos químicos, e quais eram as características desta tabela, citando, por exemplo, a massa atômica, organizada de modo crescente, o agrupamento de espécies químicas que tinham características semelhantes, e a sequência de massa (periodicidade). Neste momento, também é apresentada a tabela original com os 63 elementos. Logo em sequência, é discutido sobre as adições e mudanças na tabela e como ela se encontra hoje. Nos próximos slides, a tabela atual é desmembrada e cada parte dela é explicada, explanando sobre os grupos e os símbolos.

Já para o Ensino Médio, a primeira aparição da Tabela Periódica é ela em sua versão final. E depois, fazendo uma associação entre a tabela e a distribuição eletrônica. A ideia deste slide era discutir sobre a formação do Universo e as relações com a Tabela Periódica. No próximo material, o nome já é Tabela Periódica, e é neste momento que os três pesquisadores Dobereiner, Chancourtois e Newlands são citados, e que foi inspirado nas ideias desses pesquisadores que foi construída, por Mendeleev, a Tabela Periódica. Em sequência, é discutido sobre as adaptações da Tabela Periódica e os incrementos nela e posteriormente são trabalhadas as propriedades da tabela, discutindo assuntos como períodos, grupos e distribuição eletrônica. Também é abordada a classificação dos elementos e suas localizações na tabela, e algumas propriedades periódicas como raio atômico, eletronegatividade e afinidade eletrônica.

Assim, é evidente que o assunto Tabela Periódica é discutido de forma breve no material digital. A tabela é uma das ferramentas mais importantes no contexto da química, mas não é prioridade no material destinado às escolas estaduais de São Paulo. Ainda, é notório que elementos da História da Ciência que permeia os estudos e a construção da Tabela Periódica não são apresentados no material, somente breves narrativas, o que pode fragilizar a compreensão da construção dessa importante ferramenta e dificultar a compreensão da natureza das ciências pelos estudantes.

Ainda, os resultados indicam que o material digital prioriza o ensino da Tabela Periódica como um instrumento de organização e classificação dos elementos químicos, enfatizando aspectos estruturais, nomenclaturas, propriedades periódicas e distribuição eletrônica. Embora tais conteúdos sejam fundamentais para a aprendizagem das ciências, a reduzida exploração de elementos históricos limita a compreensão da Tabela Periódica como resultado de um longo processo de construção científica. Sob a perspectiva da História e Filosofia da Ciência, compreender apenas o produto final da atividade científica não é suficiente para favorecer

concepções adequadas acerca da Natureza da Ciência, uma vez que os estudantes deixam de conhecer os debates, as controvérsias, os erros, as reformulações e as influências socioculturais que acompanharam o desenvolvimento desse importante sistema classificatório (Forato, Pietricola, Martins, 2011; Allchin, 2013). Assim, a análise realizada indica que o material digital reproduz uma abordagem predominantemente conceitual e conteudista, oferecendo poucas oportunidades para que a História da Química seja utilizada como elemento articulador da aprendizagem e da alfabetização científica.

Conclusões

Com base nas discussões e resultados apresentados, é evidente que as questões históricas, ao que permeava a construção da Tabela Periódica, tiveram pouco espaço no material digital destinado às escolas do estado de São Paulo. Além disso, quando há uma tentativa de discutir elementos históricos, só são apresentados nomes de cientistas e brevemente suas pesquisas, sem considerar e apresentar as conjunturas políticas, econômicas e sociais que contextualizam o momento de produção da pesquisa.

Além disso, o uso da Tabela Periódica está presente no cotidiano de grande parte das pesquisas nas áreas das ciências da natureza e materiais, e nos estudos da Química, mas, conforme indica esta pesquisa, ela tem pouco espaço no contexto escolar. Sobre isso, Porto e Leite (2015) destacam que essa baixa presença e importância dada à Tabela Periódica e a abordagem histórica nos materiais didáticos, podem reforçar ideias errôneas acerca das atividades científicas entre estudantes e professores.

Assim, uma das formas sugeridas para superar essa defasagem imposta pelos materiais didáticos em trabalhar com elementos de História E Filosofia da Ciência no contexto do ensino sobre a Tabela Periódica na educação básica seria a complementação por professores com outros materiais em suas aulas no momento de trabalhar com esse conteúdo. Destarte, o material digital estudado fragiliza questões históricas e de natureza da ciência, favorece com que compreensões iverídicas de como a constituição dos saberes científicos são construídos, e cabe ao professor mediar esse processo para que um real saber dos procedimentos científicos possam ser apropriados pelos estudantes.

Referências

Allchin, D. (2013). *Teaching the Nature of Science: Perspectives & Resources*. Saint Paul, MN: SHiPS Education Press.

Boas, A.V., Silva, M.R., Passos, M.M., Arruda, S.M. (2013). História da ciência e natureza da ciência: debates e consensos. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 30 (2), 287-322. DOI: <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2013v30n2p287>.

César, E. T., Reis, R.C., Aliane, C. S. M. (2015). Tabela periódica interativa. *Química Nova na Escola*, 37 (3), 180-186. DOI: <https://doi.org/10.5935/0104-8899.20150037>.

Forato, M.H.S., Pietrocolo, M., Martins, R.A. (2011). Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 28 (1), 27-59. DOI: <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2011v28n1p27>.

Gonzaga, G.R., Miranda, J.C., Ferreira, M.P. (2019). Ensino do tema tabela periódica na educação básica. *Research, Society and Development*, 9(2), 1-17. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i1.1657>.

Guarnieri, P.V. (2022). *Concepções dos professores de Ciências da Natureza a respeito do Currículo Paulista em relação à História e Filosofia da Ciência no Ensino Médio*. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência). Bauru: Universidade Estadual Paulista. Recuperado de: <https://repositorio.unesp.br/entities/publication/15974d09-9ab7-4374-8e25-99bb9c17afd0>.

Kisfaludy, A.B.D.S., Queirós, W.P., Nunes, R.C. (2020). Uma tradução comentada do artigo de Amedeo Avogadro de 1811, "Tentativa de determinar as massas relativas das moléculas elementares de corpos, e as proporções nas quais eles entram nessas combinações". *Revista Brasileira de História da Ciência*, 13 (2), 335-346. DOI: <https://doi.org/10.53727/rbhc.v13i2.440>.

Lederman, N. G. (2013). *Nature of science: Past, present, and future*. In: Handbook of Research on science education. Oxfordshire: Routledge, 831-879. Recuperado de: <https://doi.org/10.4324/9780203824696>.

Leite, H.S., Porto, P. A. (2015). Análise da abordagem histórica para a tabela periódica em livros de química geral para o ensino superior usados no Brasil no século XX. *Química Nova*, 38 (4), 580-587. DOI: <https://doi.org/10.5935/0100-4042.20150064>.

Lima, G.M., Barbosa, L.C. A., Filgueiras, C. A. L. (2019). Origens e consequências da tabela periódica, a mais concisa enciclopédia criada pelo ser humano. *Química Nova*, 42 (10), 1125-1145. DOI: <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170436>.

Martins, R.A. (2006). Introdução: a história das ciências e seus usos na educação. In: *Estudos de História e Filosofia das Ciências: subsídios para aplicação no ensino*. São Paulo: Livraria da Física, 18-30.

Matthews, M. (1994). Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: la aproximación actual. *Enseñanza de las ciencias*, Barcelona, 12 (2), 255-77. Recuperado de: <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21364>.

Mehlecke, C. M., Eichler, M.L., Salgado, T.D.M., Del Pino, J.C. (2012). A abordagem histórica acerca da produção e da recepção da tabela periódica em livros didáticos brasileiros para o ensino médio. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 11 (3), 521-545. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5645619>.

Ministério da Educação Brasil. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: <https://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 4 ago. 2026.

Obregón, D. (1996). Ciencia e historia de las ciencias. In: *Historia social de la ciencia en Colombia, Tomo X*. Bogotá: Colciencias, 543-556.

Oki, M.C.M. (2002). O conceito de elemento da antiguidade à modernidade. *Química Nova na Escola*, 16 (1), 21-25. Recuperado de: <https://qnesc.sbq.org.br/edicao.php?idEdicao=34>.

Rosa, C.A.P. (2012). *História da ciência: Vol. II, Tomo II - O pensamento científico e a ciência do século XIX*. Brasília: FUNAG. Recuperado de: https://funag.gov.br/loja/download/1021-Historia_da_Ciencia_-_Vol.II_Tomo_II_-O_Pensamento_Cientifico_e_a_Ciencia_do_Sec._XIX.pdf.

Rouvray, D.H. (2004). Elements in the history of the Periodic Table. *Endeavour*, 28 (2), 69-74. DOI: 10.1016/j.endeavour.2004.04.006.

Sá-Silva, J. R., Almeida, C. D., Guindani, J. F. (2009). Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas. *Revista Brasileira de História e Ciências Sociais*, 1 (1), 1-15. DOI: <https://doi.org/10.63595/rbhcs.v1i1.10351>.

Santos, F.J.M. (2022). A evolução e História da tabela periódica. Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura em Química). Bom Jesus das Selvas: Universidade Federal do Maranhão. Recuperado em: <https://monografias.ufma.br/jspui/bitstream/123456789/5127/1/FranciscOJORGEMARTINSSANTOS.pdf>.

São Paulo (Estado), Secretaria da Educação. (2020). Currículo Paulista: Educação Infantil e Ensino Fundamental. São Paulo: Seduc-SP. Disponível em: Currículo Paulista – Educação Infantil e Ensino Fundamental. Recuperado de: https://efape.educacao.sp.gov.br/curriculopaulista/wp-content/uploads/2023/02/Curriculo_Paulista-etapas-Educa%C3%A7%C3%A3o-Infantil-e-Ensino-Fundamental-ISBN.pdf.

São Paulo (Estado), Secretaria da Educação. (2020). Currículo Paulista: Etapa do Ensino Médio. São Paulo: Seduc-SP. Disponível em: Currículo Paulista – Ensino Médio. Recuperado de: <https://efape.educacao.sp.gov.br/curriculopaulista/ensino-medio/>.

São Paulo (Estado), Secretaria da Educação (2024). Repositório Digital. São Paulo: Seduc-SP. Recuperado de: <https://repositorio.educacao.sp.gov.br/>.

Sasseron, L.H. (2018). Ensino de ciências por investigação e o desenvolvimento de práticas: uma mirada para a base nacional comum curricular. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 18 (3), 1061-1085. DOI: <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec20181831061>.

Scerri, E. (2019). The periodic table: its story and its significance. Oxford University Press. DOI: <https://doi.org/10.1093/oso/9780190914363.001.0001>.

Silva, C. P., Figueirôa, S.F.D.M., Newerla, V.B., Mendes, M.I.P. (2008). Subsídios para o uso da história das ciências no ensino: exemplos extraídos das geociências. *Ciência & Educação*, 14(3), 497-517. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132008000300009>.

Tolentino, M., Rocha-Filho, R. C., Chagas, A.P. (1997). Alguns aspectos históricos da classificação periódica dos elementos químicos. *Química nova*, 20(1), 103-117. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40421997000100014>.

Zarbin, A.J.G. (2022). Ciência para uma sociedade melhor: a ciência é um dos motores que transformam a sociedade e produz um mundo melhor. *Ciência e Cultura*, 74 (4), 01-06. DOI: <https://doi.org/10.5935/2317-6660.20220056>.

Anexo 1. Critérios de análise do material digital. Adaptado de Leite e Porto (2015).

Critério de análise	Descrição	Justificativa
Posição e presença de discussões sobre a Tabela Periódica no material digital.	Identificar em quais etapas de escolarização aparecem as discussões; em quais bimestres e quais etapas: início, meio ou fim.	Identificar em quais séries e bimestres possibilitam compreender a relevância dada, pelo material digital, à importância da Tabela Periódica para o campo das ciências.
Apresentação de elementos da História da Ciência, e percurso histórico anterior a Mendeleev.	Identificar se é adotado um percurso histórico pré-Mendeleev sobre classificações, averiguando se há menção aos nomes dos autores e contextos da produção dos saberes.	Trabalhar com a História da Ciência favorece a compreensão sobre aspectos de natureza da ciência, ou seja, que a ciência surge de investigações, mediadas também pelo contexto social. Então, é importante compreender se no material digital, este histórico, se presente, apresenta ideias do processo de construção do conhecimento científico ancoradas em seus momentos históricos/culturais/sociais, ou se apresenta pesquisadores somente com picos de genialidade.
Presença do trabalho de Meyer.	Identificar se as ideias ou os trabalhos de Julius Lothar Meyer são apresentadas.	Os trabalhos de Meyer foram publicados em períodos próximos aos de Mendeleev, assim é importante compreender se essa visão de que as comunidades internacionais estavam produzindo pesquisa sobre o tema em outros países também é discutida.
Discussão de problemas na Tabela Periódica proposta por Mendeleev; previsão de novos elementos.	Identificar se são apresentados os problemas na Tabela Periódica original, e em caso de apresentação, como é feito; Identificar se são apresentadas as previsões feitas por Mendeleev, e a relevância dada para tais fenômenos.	Apresentar discussões dos processos históricos envolvidos, bem como problemas na tabela original, possibilitam levantar um contraponto a concepções de que a ciência surge ao acaso, e possibilitam discutir que ao longo do tempo há melhoramentos e aprofundamentos. Algumas das previsões feitas por Mendeleev foram confirmadas; este fato é exemplo de raciocínio dedutivo na construção de saberes químicos.
Forma de apresentação da tabela.	Identificar quais as formas em que a Tabela Periódica é apresentada; se já é apresentada sua versão final ou as construídas e aprimoradas ao longo do tempo.	Entender como a Tabela Periódica é apresentada compreende um papel substancial para averiguar a importância que é dada a elementos históricos e de natureza da ciência, já que evidencia a construção gradual do conhecimento científico.