

INSTITUTO FEDERAL DE CIÊNCIA, EDUCAÇÃO E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA
CÂMPUS ARARANGUÁ

LICENCIATURA EM FÍSICA

Cristina Spolti Lorenzetti

UM RESGATE HISTÓRICO DA TABELA PERIÓDICA E DISCUSSÕES RELATIVAS À
NATUREZA DA CIÊNCIA: UMA INTERFACE ENTRE A DIVULGAÇÃO E A
EDUCAÇÃO CIENTÍFICA

ARARANGUÁ
2021

INSTITUTO FEDERAL DE CIÊNCIA, EDUCAÇÃO E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA
CÂMPUS ARARANGUÁ

LICENCIATURA EM FÍSICA

Cristina Spolti Lorenzetti

UM RESGATE HISTÓRICO DA TABELA PERIÓDICA E DISCUSSÕES RELATIVAS À
NATUREZA DA CIÊNCIA: UMA INTERFACE ENTRE A DIVULGAÇÃO E A
EDUCAÇÃO CIENTÍFICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de
Licenciatura em Física do Instituto Federal de Santa
Catarina – Câmpus Araranguá como parte das exigências
para obtenção do título em Licenciada em Física.

Orientador: Prof. Dr. Felipe Damasio
Coorientadora: Profa. Dra. Anabel Cardoso Raicik

ARARANGUÁ
2021

UM RESGATE HISTÓRICO DA TABELA PERIÓDICA E DISCUSSÕES RELATIVAS À
NATUREZA DA CIÊNCIA: UMA INTERFACE ENTRE A DIVULGAÇÃO E A
EDUCAÇÃO CIENTÍFICA

Cristina Spolti Lorenzetti

Araranguá, 20 de dezembro de 2021.

Este trabalho foi julgado adequado para a obtenção da graduação e aprovado na sua forma final pela comissão avaliadora abaixo indicada.

Letícia Jorge – Mestra

Mônica Knöpker – Doutora

Dedico este trabalho a todas as professoras e os professores que estruturam e lutam pela
Educação brasileira.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer à minha família. Aos meus pais pelos ensinamentos que não construímos no ambiente escolar e, especialmente, à minha mãe por todo o carinho, paciência e atenção dedicados a mim. Às minhas irmãs por serem tão companheiras e sempre acreditarem no meu potencial e também aos meus cunhados pelos conselhos e pelo apoio durante essa jornada. Aos meus sobrinhos e sobrinha por toda a alegria e o amor que me proporcionam. Um agradecimento especial também aos meus tios e prima que me receberam e me deram suporte de forma tão acolhedora, zelando pelo meu bem-estar.

Um agradecimento mais que especial à minha orientadora, Anabel Cardoso Raicik, pelas inúmeras reuniões, correções, discussões, leituras orientadas... enfim por toda a paciência e tempo dedicados à minha formação como Licenciada em Física e futura pesquisadora na área de Educação Científica. Obrigada por auxiliar-me na construção deste, que é mais que um TCC, é um projeto de vida!

Também agradeço ao meu orientador, Felipe Damasio, pelos inúmeros aprendizados e discussões e também pela oportunidade de realizar pesquisas e implementar projetos no IFScience. Obrigada pelas diversas experiências que a sua orientação no IFScience me proporcionou!

Registro também o meu agradecimento aos docentes e demais servidores do IFSC que me acompanharam durante a graduação. Deixo o meu “muito obrigada” especial para as pedagogas, Mônica e Mirtes, e ao pedagogo, César, que me guiaram nessa jornada que foi entender-me e tornar-me *professora*. Os meus primeiros passos na docência após a graduação serão dados com as lentes construídas junto a vocês! Nesse sentido, agradeço também ao professor Israel pelo ano de orientação no PIBID, foi em suas aulas que tive minhas primeiras experiências docentes, nas quais eu comecei a observar as nuances tão ricas dessa profissão.

Gostaria de agradecer aos meus colegas de instituição que tornaram momentos difíceis muito mais agradáveis de ultrapassar. Aos meus colegas do grupo de pesquisa IFScience, por toda a parceria e também aos colegas do grupo de pesquisa Apeiron, por todas as discussões, aprendizados e reflexões! Enfim, a todas as amigas, em especial à Bianca, por todo o apoio, companheirismo e as risadas infundáveis que auxiliaram na passagem de tantos momentos difíceis.

Por fim, gostaria de agradecer a todas as educadoras e os educadores que lutam pela Educação e pela Ciência no Brasil.

In this latter sense [which refer to phenomena as yet but imperfectly known] scientific contemplation varies much with times and persons, it bears the stamp of creative power, and comprehends the highest branch of scientific progress.

D. I. Mendeleev, Principles of Chemistry, 1891

A ciência do dia se entrelaça com a da noite em uma inseparável mescla de luzes.

L. O. Q. Peduzzi e A. C. Raicik, 2020

RESUMO

A Tabela Periódica (TP) é um objeto científico bastante conhecido e disseminado em materiais de Divulgação Científica (DC), mas com escassas discussões contextuais e epistemológicas. Dmitri Ivanovic Mendeleev (1834-1907), conhecido como quem a propôs, não foi o primeiro a pensar uma sistematização para os elementos químicos. Além disso, existem proficuas discussões *sobre* ciência que podem ser realizadas em detrimento de uma narrativa simplista do “sonho de Mendeleev”. Assim, este trabalho objetiva analisar e desenvolver materiais de DC que comportem considerações históricas acerca da TP e de discussões relativas à Natureza da Ciência, mediante a articulação da História e Filosofia da Ciência contemporânea e de princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, para o ensino de ciências. Estruturado na forma de artigos, o trabalho conta com uma revisão bibliográfica sobre DC do último decênio (2010-2020), um breve resgate histórico sobre a TP, uma análise de segmentos de um livro de DC e a produção de um material de DC coerente com os referenciais utilizados.

Palavras-chave: Educação Científica. Natureza da Ciência. História e Filosofia da Ciência. Tabela Periódica. Divulgação Científica.

ABSTRACT

The Periodic Table (PT) is a well-known scientific object and disseminated in Scientific Divulgence materials (SD) materials, but with few contextual and epistemological discussions. Dmitri Ivanovic Mendeleev (1834-1907) was not the first to think about the chemical elements systematization. Furthermore, there are fruitful discussions *about* science that can be carried out in detriment of a simplistic narrative of 'Mendeleev's dream'. Thus, this work aims to analyze and develop SD materials that include historical considerations about PT and discussions related to the Nature of Science, through the articulation with the contemporary History and Philosophy of Science and principles of the Meaningful Learning for science teaching. Structured in the form of articles, the work will include a bibliographic review on SD of the last decade (2010-2020), a brief historical review of PT, an analysis of segments of the SD book and the production of SD materials consistent with the references used.

Keywords: Scientific Education. Nature of Science. History and Philosophy of Science. Periodic Table. Scientific Divulgence.

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO.....	12
	OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS.....	21
	A CONSTRUÇÃO DE UM TCC NA FORMA DE ARTIGOS: UMA BREVE PONDERAÇÃO.....	22
	REFERÊNCIAS.....	24
1	DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA: PARA QUÊ? PARA QUEM? – PENSANDO SOBRE A HISTÓRIA, FILOSOFIA E NATUREZA DA CIÊNCIA EM UMA REVISÃO NA ÁREA DE EDUCAÇÃO CIENTÍFICA NO BRASIL. 29	
1.1	INTRODUÇÃO.....	29
1.2	DESENVOLVENDO UM LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO: ASPECTOS METODOLÓGICOS E PRINCIPAIS RESULTADOS.....	34
1.3	DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA: PARA QUÊ E PARA QUEM?.....	39
1.4	DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA: INTERLOCUÇÕES COM HFC E/OU NDC E AS QUESTÕES DE PARA QUE E PARA QUEM.....	42
1.5	DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA: INTERLOCUÇÕES COM A HFC E/OU NDC	46
1.6	CONSIDERAÇÕES FINAIS E DESDOBRAMENTOS.....	48
	REFERÊNCIAS.....	53
2	O ANO INTERNACIONAL DA TABELA PERIÓDICA E UM SUCINTO RESGATE DE SUA HISTÓRIA: IMPLICAÇÕES PARA A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA POR MEIO DA DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA.....	59
2.1	INTRODUÇÃO.....	59
2.2	HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO DESENVOLVIMENTO DA TABELA PERIÓDICA: UMA SUCINTA REFLEXÃO.....	61
2.3	A DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA E A TABELA PERIÓDICA.....	70
2.4	DISCUTINDO A EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA TABELA PERIÓDICA NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA POR MEIO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA.....	73
2.5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	77
	REFERÊNCIAS.....	79

3	ANÁLISE DE UM MATERIAL DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA À LUZ DE ASPECTOS DA NATUREZA DA CIÊNCIA: A CONSTRUÇÃO DA TABELA PERIÓDICA.....	82
3.1	INTRODUÇÃO.....	82
3.2	NATUREZA DA CIÊNCIA, TABELA PERIÓDICA E <i>O SONHO DE MENDELEEV</i>	86
3.3	UMA ANÁLISE DE SEGMENTOS DA OBRA <i>O SONHO DE MENDELEIEV</i> À LUZ DE ASSERÇÕES RELATIVAS À NDC.....	88
3.4	DISCUSSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	102
	REFERÊNCIAS.....	105
4	POTENCIALIDADES DIDÁTICAS DA DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA: A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL NO ÂMBITO DE UM VÍDEO HISTÓRICO-EPISTEMOLÓGICO ACERCA DA TABELA PERIÓDICA.....	111
4.1	INTRODUÇÃO.....	111
4.2	TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL..	115
4.3	SOCIALIZANDO A TABELA PERIÓDICA: O DESENVOLVIMENTO DE UM VÍDEO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA À LUZ DA DIFERENCIAÇÃO PROGRESSIVA E DA RECONCILIAÇÃO INTEGRADORA.....	118
4.4	A ESTRUTURA E A DESCRIÇÃO DO VÍDEO.....	119
4.5	POTENCIALIDADES DO VÍDEO QUANDO USADO EM CONTEXTO DE ENSINO FORMAL, NÃO FORMAL E INFORMAL.....	130
4.6	DISCUSSÕES RECONCILIADORAS.....	132
	REFERÊNCIAS.....	134
	CONSIDERAÇÕES FINAIS: A ESPIRAL DA PESQUISA.....	139
	REFERÊNCIAS.....	142

INTRODUÇÃO

Desde os últimos séculos, com a crescente dependência, cada vez mais explícita, da sociedade com a Ciência e Tecnologia e a percepção de que é possível alcançar avanços econômicos e de Estado a partir delas, a preocupação, em geral, com o entendimento da ciência aumentou (SILVA, 2006). Com a pandemia de Covid-19, declarada em 11 de março de 2020 (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2020), foi possível observar em tempo real o crescimento do número de acessos aos meios de Divulgação Científica (DC) e a importância deles para a conscientização da população sobre o momento em que a humanidade estava (e continua) passando. Oliveira (2020), por exemplo, ao fazer uma reflexão sobre a ideia de progresso e modernidade, destaca a importância de fazer com que informações que contribuam para entendimento do momento histórico que se vive cheguem até a população, auxiliando na percepção dos problemas que a humanidade vem enfrentando por conta de suas próprias ações de extravagância.

Nesse contexto, a DC representa um importante meio de obtenção de informações e, por vezes, construção de conhecimentos. Surge então a pergunta “o que é a Divulgação Científica?”. A resposta a esse questionamento se mostra complexa e inacabada. Silva (2006) ressalta os diferentes objetivos ao se divulgar a ciência e os distintos resultados que se alcança com isso; efeito de uma “multiplicidade de textualização do conhecimento científico” (SILVA, 2006, p. 53). Bueno (2010) discute as diferentes linguagens ao comunicar a ciência e diferencia a comunicação científica — feita para um público mais especializado — da Divulgação Científica — que é voltada para um público mais leigo e/ou geral (amplo). Para Rendeiro, Araújo e Gonçalves (2017), a comunicação científica a que Bueno (2010) se refere, poderia ser descrita como disseminação; e, junto à Divulgação Científica — que além de possuir um caráter informativo, em alguns casos, também possui um objetivo educacional — encontra-se o jornalismo científico.

Valério e Bazzo (2006) destacam o importante papel da DC no que tange ao ensino de ciências quando adequada (e/ou adaptada) a esse objetivo. Apesar de ser relevante para a Educação Científica, a DC apresenta ainda muitas incógnitas em sua abrangência e limitações. Dentre elas, como fazer a adaptação de materiais de DC para o ensino, quais materiais são adequados, quais interlocuções entre referenciais de ensino e de DC podem ser feitas, entre outros.

Além disso, a maneira como a DC vem sendo desenvolvida ao longo dos anos vem se modificando, à medida que a própria relação da ciência com a sociedade também se transforma (SILVA, 2006; SILVEIRA; SANDRINI, 2014). A exemplo da preocupação que se tem ao pensar os processos metodológicos de ensino, é encontrado um significativo número de trabalhos que auxiliam na produção e na implementação de materiais de DC para um público geral, como manuais que fornecem dicas de comunicação e disseminação de conhecimentos científicos (DICKSON *et al.* 2004; VIEIRA, 2006). Entretanto, ao contrário de vigilâncias epistemológicas, historiográficas e pedagógicas que muitos trabalhos voltados para o ensino apresentam (e necessitam), manuais de DC, em geral, mostram-se como uma “fórmula a ser seguida”, ignorando, em parte ou por completo, o contexto de cada público-alvo e as particularidades do conhecimento que se está sendo abordado.

Um exemplo disso é o *Pequeno Manual de Divulgação Científica* (VIEIRA, 2006), no qual o autor sugere o tipo de linguagem a ser utilizada, bem como a necessidade de apresentar biograficamente um cientista e os objetivos de sua pesquisa. Sem entrar no mérito de seu entendimento historiográfico, Vieira (2006) indica a realização de uma “contextualização histórica”, em adição ao uso de analogias e exemplos, quando a abordagem for acerca de uma teoria. No *Guia de Divulgação Científica* (DICKSON *et al.*, 2004), um outro exemplo, são reunidos materiais com “dicas nos campos da divulgação científica”. Nesse guia, salienta-se sua pretensão de ser “[...] útil para divulgadores e pessoas interessadas no tema” (p. 9). À luz dos capítulos da obra, é possível perceber exemplos dessas “dicas”: “Como aproximar os jovens da ciência?”, “Como faço para editar um artigo de ciência?” e “Como escrevo relatos sintéticos sobre questões relacionadas à ciência para formuladores de políticas?”.

Importa frisar, no que tange aos exemplos supracitados, que materiais dessa natureza precisam ser vistos com cautela, apesar de serem úteis, parcialmente, ao iniciante em divulgação científica. A superficialidade com que tratam, normalmente, aspectos *de e sobre* a ciência traz à tona a necessidade de reflexões e vigilâncias de cunho epistemológico e historiográfico, principalmente, quando se visa articular a divulgação científica com o contexto escolar.

Ao que se refere às publicações em periódicos que analisam ou descrevem experiências utilizando materiais e/ou ações de divulgação científica em sala de aula, percebe-se um significativo número de trabalhos que relacionam a DC a questões metodológicas de ensino (VIEIRA, 2010; CORREIA; BOLFE; SAUERWEIN, 2016; BORIM; ROCHA, 2017;

SILVA; ZANOTELLO, 2017; LIMA; GIORDAN, 2018; PARRA; KASSEBOEHMER, 2018; MICELI; ROCHA, 2019; ALMEIDA, 2020). Essa preocupação com o *como fazer* ou se apropriar da DC, quer com direcionamento ao ensino ou não, é bastante relevante visto o papel que essa forma de comunicação e construção de conhecimento desempenha na sociedade.

No entanto, pensar o próprio objeto da divulgação, qual seja: a ciência, é essencial, considerando que essas narrativas e perspectivas do empreendimento científico atingem um número significativo de pessoas de diferentes gerações. A preocupação com o tipo de narrativa disseminada pela DC aos alunos da Educação Básica, por exemplo, pode ser justificada pelo mesmo zelo que se deve ter com o ensino de ciências. Isso porque, dependendo das concepções que esses jovens construirão de ciência, a criticidade e a visão de mundo deles será mais ou menos afetada, eles poderão ser mais ou menos vulneráveis a opiniões autoritárias e “verdades absolutas”. Já a divulgação que atinge o público que não frequenta mais ao ensino formal, além de estar sujeito às possibilidades anteriores, possui ainda o agravante de que essas pessoas podem não ter a quem recorrer para verificar as informações encontradas ou discutir suas perspectivas, como um professor. Além disso, por mais que não fique evidente, professores e divulgadores carregam em suas falas perspectivas epistemológicas sobre ciência e, segundo Arthury (2010, p. 16): “ignorar esta influência na educação é um passo perigoso rumo a uma metodologia de ensino pueril, quando não pernicioso”. Destaca-se, então, a importância de não pensar apenas em *como fazer* ou se apropriar da DC, mas também refletir sobre *o que e para que* se divulga; especialmente no caso de contextos formais de ensino.

Um exemplo de objeto científico bastante conhecido e disseminado, mas com escassas discussões contextuais, históricas e epistemológicas, é a Tabela Periódica (TP). Esse é um instrumento simbólico nas aulas de ciências e, embora esteja principalmente ligada à disciplina de Química, também está presente nas aulas de Física. Geralmente, ela encontra-se fixada nas paredes de laboratórios ou em anexos de livros para ocasionais consultas. Nas aulas da Educação Básica, como aponta Leite (2019), a TP aparece em sequências didáticas como um mero “bônus” ao que foi construído durante a aula, muito comum na forma de jogos ou na finalização da sequência.

A pouca contextualização da TP acaba por minimizar a sua importância (BRITO; RODRÍGUEZ; NIAZ, 2005). Entretanto, o seu resgate histórico e epistemológico, a partir de

análises de seu processo de construção e com a ampla variedade de conceitos físicos e químicos que envolve, pode contribuir para um ensino cada vez mais reflexivo e contextual. Uma vez que, nas ciências, em geral é raro encontrar um instrumento que se assemelha a uma enciclopédia, mas que pode ser acomodado em uma lauda e permitir distintas implicações profícuas ao ensino.

A Organização das Nações Unidas (ONU), salientando a sua importância, decidiu homenageá-la, instituindo 2019 como o Ano Internacional da Tabela Periódica (AITP). Nesse mesmo ano também foi comemorado o centenário de criação da União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC¹) — instituição que regulamenta a padronização da simbologia instrumental da Química, responsável, inclusive, pelo arquétipo da TP. Essa data representa, ainda, o sesquicentenário da publicação da Tabela desenvolvida por Dmitri I. Mendeleev (1834-1907), químico russo que, usualmente, recebe o mérito pela sua construção (quando não sua *descoberta*²) em 1869.

Cabe destacar que a história da Tabela Periódica perpassa discussões filosóficas da própria constituição da matéria. Ela foi desenvolvida em meio a disputas teóricas e ambivalências de estudiosos que eram influenciados tanto pelos avanços científicos e instrumentais da primeira e segunda revolução industrial, quanto pelas amarras do *espírito positivista* da época. Importa ainda ressaltar a construção de tabelas anteriores à de Mendeleev — ou contemporâneas a ele, como foi o caso de Julius Lothar Meyer (1830-1835) — e a aceitação e críticas que receberam. Algumas delas, por exemplo, foram rejeitadas de imediato pelo formato que apresentavam ou pela linguagem utilizada. Essas implicações históricas e filosóficas — que sucintamente sinalizam a riqueza do episódio —, de certa forma, mostram parte do funcionamento do próprio empreendimento científico.

A TP não parou de evoluir depois de sua primeira publicação; ela continua em constante aperfeiçoamento. Depois de 1869, a disposição sistemática dos elementos mudou de orientação, foram aumentados seus grupos — que passaram por diversas modificações, conforme mais elementos eram identificados; a periodicidade das propriedades dos elementos químicos foram melhor explicadas ao passo que novas teorias atômicas eram desenvolvidas; ela aumentou e continua aumentando de tamanho a partir de novos elementos identificados ou sintetizados, bem como seus dados foram aperfeiçoados a partir de análises químicas mais

¹ Sigla referente à língua inglesa.

² Destaca-se o termo “descoberta” por entender-se que o ato de descobrir envolve mais que uma observação ou um mero insight. A descoberta de algo é um processo complexo que possui uma estrutura conceitual e epistemológica (RAICIK; PEDUZZI, 2015).

precisas, como a massa atômica, por exemplo. Inclusive, elementos superpesados sintetizados e recentemente adicionados à Tabela, como o oganessônio (Og, $Z=118$), são potenciais modificadores da sua forma atual em razão de suas características nucleares. Nesse ponto, a Relatividade Especial de Albert Einstein e a Física Quântica se encontram, teorias ainda não coerentes entre si precisam ser utilizadas para resolver o problema das órbitas eletrônicas do Og (GARCIA, 2019). Isso quer dizer que há muita ciência contemporânea na TP.

Além desses desenvolvimentos contemporâneos, vale novamente frisar que a Tabela de Mendeleev não foi a única a ser pensada como sistematização para os elementos químicos conhecidos em meados do século XIX. Inclusive, muitas das relações que aparecem na TP publicada pelo russo abrangem estudos feitos anteriormente às suas pesquisas. As contribuições de outros estudiosos, como Johann Wolfgang Döbereiner, Alexandre Émile Béguyer de Chancourtois e John A. R. Newlands, ajudam a compreender como o próprio Mendeleev construiu a sua Tabela. O desenvolvimento — e consequente participação desses e outros estudiosos que se debruçaram frente à questão da sistematização dos elementos químicos — de encontros científicos, conferências, livros e a interlocução institucional comum entre eles permitem mostrar que de forma direta ou indireta, por vezes, eles estiveram em contato com as mesmas ideias e mentores. Isso auxilia a entender a influência que as diversas teorias da época tiveram na construção “da” (e das) TP (BRITO; RODRÍGUEZ; NIAZ, 2005).

Não obstante, existem estereótipos, idealizações, pseudo e quasi-histórias³ disseminadas sobre a história da TP, tanto no ensino com seus materiais didáticos, quanto na divulgação da ciência em geral, com materiais paradidáticos, por exemplo. Uma delas é a de que o Mendeleev a desenvolveu, sozinho, a partir de um sonho. A exemplo da anedota da maçã que fez nascer a Gravitação Universal caindo sobre a cabeça de Isaac Newton, essa narrativa do “sonho do Mendeleev” acaba ignorando diversos fatores relevantes da história da Tabela Periódica e sua natureza. Visões limitadas e equivocadas, como essa e tantas outras, simplificam o episódio histórico a ponto de fazê-lo perder a essência do próprio empreendimento científico: as ambiguidades, as disputas, as dificuldades e falhas, a subjetividade do processo criativo necessário para desenvolver uma forma de enxergar o

³ “Pseudo-história” é um termo cunhado pelo historiador da ciência M. Klein, que consiste em uma história simplificada para fins didáticos e que, por isso, acaba perdendo riqueza de detalhes e fidedignidade com o que realmente aconteceu (BALDINATO; PORTO, 2008). Já M. Whitaker cunhou o termo “quasi-história” para designar a história que, também para fins didáticos, é distorcida. Para isso, acontecimentos são escolhidos e realocados conforme a necessidade de fazer uma narrativa linear que exalte os *gênios* do empreendimento científico, tornando-se algo que não é mais a História da Ciência (BALDINATO; PORTO, 2008).

mundo e de justificar esse conhecimento. O que ocorre muitas vezes é a separação do processo de desenvolvimento do conhecimento científico (seu contexto da descoberta) e do seu produto (seu contexto da justificação)⁴ muitas vezes fruto de uma reconstrução que não evidencia a ciência como ela realmente é: uma mescla de rigidez racional e liberdade criativa (RAICIK; PEDUZZI, 2015; PEDUZZI; RAICIK, 2020).

Por certo, o ensino de ciências na contemporaneidade vem defendendo, há um tempo, a utilização da História e Filosofia da Ciência (HFC) (MATTHEWS, 1995; PEDUZZI, 2001; FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011; TEIXEIRA; GRECA; FREIRE, 2012; DAMASIO; PEDUZZI, 2016; JORGE, 2018; PEDUZZI; RAICIK, 2020; RAICIK, 2020). Além de uma melhor compreensão de conceitos, resgates histórico-epistemológicos permitem analisar a ciência de forma mais plural, dinâmica, em que os contextos acima citados — descoberta-justificativa — são vistos em concomitância. A HFC permite ainda que um mesmo objeto de pesquisa seja observado por diferentes perspectivas, sejam elas externas ou internas ao empreendimento científico. Aliás, discussões relativas à própria Natureza da Ciência (NdC) — que em termos gerais e mais abrangentes, pode ser entendida como “um arcabouço de saberes sobre as bases epistemológicas, filosóficas, históricas e culturais da ciência” (MOURA, 2014, p. 33) — podem ser viabilizadas por essa abordagem (GIL PÉREZ *et al.*, 2002; FORATO, PIETROCOLA, MARTINS, 2011; MOURA, 2014; RAICIK; PEDUZZI, 2016; RAICIK; PEDUZZI; ANGOTTI, 2017; PEDUZZI, RAICIK, 2020).

Matthews (1995), a título de exemplo, salienta que desde as primeiras décadas do século XX há sinalizações de políticas públicas voltadas para a inclusão da NdC no currículo e, conseqüentemente, nas salas de aula. Entretanto, há lacunas entre o currículo e o observado nas aulas de ciências. Os motivos que justificam isso são diversos, entre eles estão a formação não adequada de professores, os livros didáticos que não contemplam as pesquisas da área de Educação Científica, uma cultura e tempo escolares enrijecidos (MATTHEWS, 1995). Apesar

⁴ O contexto da descoberta e da justificativa foi explicitado no livro “Experiência e Predição” de Hans Reichenbach (1891-1953) publicado em 1938 (PEDUZZI; RAICIK, 2020). Reichenbach foi um positivista lógico que interpretava o contexto do desenvolvimento científico como próprio das ciências cognitivas e das disciplinas descritivas, já que naquele momento o estudioso estava sujeito a toda sorte de subjetividades. Para ele, a epistemologia deveria se preocupar somente com a publicação do conhecimento científico, pois esse produto da ciência já estaria livre de explicações não lógicas (RAICIK; PEDUZZI, 2015). Observando o conhecimento científico com os olhares do positivismo, essa separação é aceitável. Entretanto, principalmente a partir da década de 1950, filósofos da ciência, como Thomas Kuhn, Michel Polanyi e Paul Feyerabend, passaram a criticar essa perspectiva. Dentre os argumentos estavam o que o contexto da descoberta não poderia ser julgado como totalmente subjetivo, pois nas mais variadas situações de desenvolvimento científico era possível identificar estruturas lógicas, bem como o contexto da justificativa não poderia ser interpretado como livre de aspecto sub e intersubjetivos, já que, por exemplo, a escolha teórica poderia ser influenciada por fatores sociológicos (PEDUZZI, RAICIK, 2020).

disso, é notável os esforços nos últimos anos para a implementação (ou reflexão) efetiva da NdC no contexto escolar, de modo que abordagens envolvendo HFC e NdC se mostram profícuas, em termos teóricos e, principalmente, com implicações e propostas práticas.

Análises de materiais didáticos e de concepções de estudantes acerca da Tabela Periódica, como aqueles feitos por Mehlecke, Eichler, Salgado e Del Pino (2012) e Vianna, Cicuto e Pazinato (2019), evidenciam que os livros de Química/Ciências, normalmente, pouco discutem sobre a sua construção, dando enfoque somente à publicação de Mendeleev. Ademais, destacam que os estudantes, já imersos nessa pouca contextualização, observam a Tabela como um material de mera consulta, algumas vezes até mesmo como algo a se decorar. Assim, é quase inevitável que os alunos a vejam como algo feito por apenas *um cientista*, que já está acabado e, portanto, não está aberto a novos aperfeiçoamentos, como estudos atuais apontam (GARCIA, 2019).

Com efeito, uma visão restrita da Tabela Periódica, em relação tanto a sua história quanto ao seu contexto contemporâneo, não se limita aos materiais didáticos e aos estudantes. Narrativas não adequadas e limitadas de ciência, seja envolvendo a TP, quer outros episódios históricos, são encontradas em variados materiais de Divulgação Científica como livros, vídeos, postagens e até mesmo perspectivas narradas em museus e parques, que chegam até a sociedade que participa ou não do ensino formal (CARDOSO *et al.* 2015; SCHMIEDECKE; PORTO, 2015; RAICIK; PEDUZZI; ANGOTTI, 2017). Esses diferentes meios pelos quais a ciência é produzida, reproduzida e apropriada fazem parte do que se pode chamar *cultura científica* em uma perspectiva vogtiana.

Para Carlos Vogt (2011), o conceito de *cultura científica* abrange um “[...] conjunto de fatores, eventos e ações do homem nos processos sociais voltados para a produção, a difusão, o ensino e a divulgação do conhecimento científico” (p. 7). As culturas presentes nessa *cultura* particular são capazes de conectar os diferentes espaços institucionais e personagens que constroem conhecimento educacional e científico. Além disso, conectam aqueles que são os destinatários dessas ações, como os próprios cientistas (comunicação entre pares), os alunos dos mais variados níveis e a sociedade em geral. Assim, a socialização da ciência, na escola, em espaços não formais de ensino (como os museus), na própria divulgação mais ampla, pode ser vista no âmbito de uma cultura para a ciência⁵.

⁵ Para Vogt (2011), a cultura científica pode ser entendida a partir de, pelo menos, três sentidos: cultura da ciência (gerada pela ciência e própria dela); cultura pela ciência (por meio e a favor da ciência) e; cultura para a ciência (voltada para a produção e socialização da ciência).

A dinâmica dessa cultura científica pode ser melhor visualizada a partir de uma *espiral da cultura científica* (VOGT, 2012) (Figura 1). Essa espiral foi desenvolvida em um plano cartesiano, no qual são organizados nos quatro quadrantes parcelas da cultura científica, envolvendo desde a sua produção até a sua divulgação em diferentes meios: i) produção e difusão da ciência; ii) ensino de ciências e formação de cientistas; iii) ensino para ciência, e; iv) Divulgação Científica.

Figura 1: Quatro quadrantes da espiral da cultura científica



Fonte: Vogt, 2012.

Com a espiral da cultura científica, pode-se perceber como a ciência está presente em diferentes setores da sociedade desempenhando variadas funções. É também com ela que se pode vislumbrar uma alternativa para que o cidadão e o aluno em formação básica continuem fazendo parte da dinâmica da cultura científica sem estarem inseridos no próprio contexto de pesquisa científica, isto é, apropriando-se de materiais que socializam a ciência sem que eles sejam necessariamente um cientista (VOGT, 2003). Como destacam Fonseca e Oliveira (2015), a cultura científica na perspectiva de Vogt “é crítica e evolutiva” (p. 456). Isso quer dizer, entre outras coisas, que “as pessoas com tal formação, ou que incorporaram seus valores e perspectivas”, sejam elas estudantes, público jovem ou a sociedade mais ampla, “saberiam reconhecer as limitações da ciência e não se deixariam iludir sobre as mitificações que envolvem sua publicidade” (FONSECA; OLIVEIRA, 2015, p. 456). Cabe destacar que

Os eventos, como as feiras, os museus, os prêmios e as premiações, e os textos, as revistas, os jornais, enfim, a divulgação da ciência de uma forma geral, apresenta um papel de motivação e de mobilização da sociedade para o amor da ciência e do conhecimento, nos constituindo, não necessariamente como profissionais, mas como amadores da ciência, e têm em comum a característica de, na espiral da cultura

científica, se situarem no terceiro e no quarto quadrante, os do ensino para a ciência e o da divulgação científica, embora, na verdade, se distribuam por todos eles (Vogt, 2011, p. 13).

Por isso, torna-se importante propor ações e materiais de divulgação da ciência que não apenas divulguem o novo, mas mostrem suas origens, reflitam sobre o desenvolvimento do empreendimento científico, discutam sobre as teorias rivais que, de certa forma, foram deixadas para trás pela narrativa que conta a história da teoria que perpetuou. Essa ciência mais humana e contextual — menos solitária e recortada — pode se mostrar mais atrativa e palpável à medida que seu ar de superioridade vai sendo diluído por diferentes perspectivas epistemológicas.

Isso significa que divulgar a ciência ocupa um importante espaço na cultura científica. É prudente preocupar-se, então, com a maneira com que ela, a divulgação, é construída, quais narrativas carrega e se alcança o público-alvo a qual se destina. Isso, pois, os diferentes agentes (cientistas, professores, jornalistas, entre outros) que divulgam/socializam a ciência, possuem linguagens, objetivos e perspectivas *sobre* a ciência diferenciados. No âmbito deste trabalho, volta-se à Divulgação Científica com finalidades didáticas diversas; isto é, um olhar direcionado às interlocuções entre os quadrantes II, III e IV da espiral supracitada. É possível pensar a relação entre esses quadrantes a partir do avançar da espiral da cultura científica e do seu expandir: eles estão interligados e cada um deles contribui para as ações de cultura científica do outro.

Nesse sentido, quando se busca promover reflexões *sobre* a ciência, em diferentes níveis e formas de ensino, por meio da construção de ações e materiais de Divulgação Científica, e/ou em análise deles, por exemplo, deseja-se que a aprendizagem ocorra de forma significativa. Assim, princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel podem contribuir para alcançar esse objetivo.

Ausubel enfatiza algumas condições essenciais para que seja possível a ocorrência de uma aprendizagem significativa. A preocupação central que o educador deve apresentar é com o conhecimento prévio do indivíduo, ou seja, com os subsunçores presentes em sua estrutura cognitiva, nos quais o novo conhecimento/conceito ancorar-se-á (PAULO; SOUZA, 2011). Esse novo conhecimento que se pretende apresentar é significativo, possui significados; entretanto, cada sujeito o significará a sua própria maneira em sua estrutura cognitiva, dependendo diretamente dos subsunçores que possui. Por isso, quando se prepara um material

baseado nos princípios das TAS, pode-se chamá-lo de *potencialmente* significativo, já que não há formas de garantir que o sujeito, de fato, dará significado a esse conhecimento, ou seja, que haverá uma aprendizagem significativa (MOREIRA, 2012).

Depois de frisado o caráter central dos subsunçores para a teoria, destaca-se alguns princípios essenciais; por exemplo, a *diferenciação progressiva* e a *reconciliação integradora*. A primeira ocorre a partir da pormenorização de um conceito geral, isto é, percorre-se um caminho de especificações através de um conhecimento amplo até que se chegue em um conceito (uma ideia, uma noção) particular que se pretende discutir e significar. Isso auxilia na visão do todo e possivelmente na criação de um modelo mental funcional para esse conhecimento. Já a reconciliação integradora é fundamental para que as diferentes vias de saberes percorridas sejam vistas como parte de um mesmo percurso, ou seja, nesse momento o sujeito tem a oportunidade de fazer novas ligações (diga-se significações) do conhecimento discutido (MOREIRA, 2012). Na perspectiva da Divulgação Científica, esses princípios mostram-se pertinentes, especialmente quando levados em consideração no âmbito da produção/análise de materiais com objetivos didáticos e públicos específicos, já que eles podem contribuir a fim de que tais materiais sejam pensados para além de uma mera *transmissão* de informações.

Tendo em vista, então, os aspectos mencionados, pretende-se responder ao seguinte **problema de pesquisa**: Como a HFC e aspectos relativos à NdC podem contribuir para a análise e o desenvolvimento de materiais e ações de DC sobre a TP no âmbito da Educação Científica? A partir da articulação desses diferentes referenciais, buscar-se-á explorar suas potencialidades para o ensino de ciências, podendo assim trazer contribuições para as análises da(s) interface(s) entre a DC e a Educação Científica.

OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS

O **objetivo geral** deste trabalho é *analisar e desenvolver materiais de DC que comportem considerações históricas acerca da Tabela Periódica e discussões relativas à NdC, mediante a articulação da História e Filosofia da Ciência contemporânea⁶ e de princípios da TAS de Ausubel, tanto para estudantes de ensino médio quanto para*

⁶ Neste projeto entende-se por HFC contemporâneas teses filosóficas e historiográficas que surgem, aproximadamente, após a década de 1950 do século passado e que, entre suas divergências e/ou perspectivas, apresentam uma crítica ao positivismo lógico e à historiografia tradicional.

professores em formação (inicial e/ou continuada). Para tanto, concebeu-se cinco **objetivos específicos**:

1. Desenvolver um levantamento bibliográfico de trabalhos que tratem da DC em periódicos brasileiros específicos de Educação Científica no último decênio;
2. Elaborar um sucinto resgate histórico da TP;
3. Investigar aspectos relativos à NdC disseminados em segmentos do livro de DC “O sonho de Mendeleiev: a verdadeira história da química” (STRATHERN, 2002) acerca da história da TP;
4. Apresentar a relevância de princípios da TAS de Ausubel para o desenvolvimento de materiais e ações potencialmente significativas de DC, para uso em contexto de ensino, à luz de um entendimento vogtiano da relação entre as diferentes modalidades de ensino;
5. Produzir um material de Divulgação Científica voltado a estudantes de ensino médio e professores em formação, particularmente dos cursos de Física e Química, que comporte considerações históricas acerca da Tabela Periódica e discussões relativas à NdC.

A CONSTRUÇÃO DE UM TCC NA FORMA DE ARTIGOS: UMA BREVE PONDERAÇÃO

Este TCC está estruturado na forma de artigos, algo pouco usual na graduação. Isso é mais comum em dissertações de mestrado e teses de doutorado (CORDEIRO, 2016; DAMASIO, 2017; JORGE, 2018; RAICIK, 2019). O trabalho sendo construído assim, de acordo com Damasio (2017), auxilia na formação do pesquisador, nesse caso desde a graduação, a tornar sua pesquisa pública e submetê-la à crítica dos pares. Contudo, conforme Raicik (2019) salienta, existem desafios a serem enfrentados quando o trabalho é estruturado em formato de artigos, como a conexão lógica entre os capítulos, ao mesmo tempo que se faz necessário uma independência entre eles. Além disso, esse formato torna inevitável repetições de informações que são indispensáveis a cada um dos trabalhos. É possível analisar esse último aspecto sob uma perspectiva educacional, pois “no âmbito de princípios ausubelianos, isso pode, inclusive, promover a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa”

(RAICIK, 2019, p. 21). Dessa forma, a repetição, quando feita a partir desses princípios, pode facilitar a compreensão de conceitos e ideias pelo leitor do TCC em seu todo.

Nesse sentido, o TCC é composto por quatro artigos que se articulam a partir do objetivo geral do próprio trabalho e do anseio por responder ao problema de pesquisa. Por isso, ao longo de sua estrutura é possível perceber um caminho construído através de discussões sobre Divulgação e Educação Científica, HFC e NdC articulados ao episódio histórico da TP. Esses quatro capítulos juntos representam o propósito máximo deste trabalho. Entretanto, cada um dos artigos são independentes entre si, permitindo a sua leitura individual, bem como apresentam processos metodológicos distintos. Por isso, em cada um deles são descritas as estratégias utilizadas para o seu desenvolvimento.

O primeiro capítulo (artigo) do TCC (que já se encontra publicado⁷), intitulado *Divulgação Científica: Para Quê? Para Quem? — Pensando sobre a História, Filosofia e Natureza da Ciência em uma revisão na área de Educação Científica no Brasil*, apresenta um levantamento bibliográfico acerca da Divulgação Científica em periódicos brasileiros de ensino de ciências abrangendo o último decênio. A partir desse levantamento foi possível compreender como a DC tem sido discutida e construída, para quem se destina essa construção e qual a sua relação com a História, Filosofia e Natureza da Ciência quando de sua interlocução em perspectivas de ensino.

O Ano Internacional da Tabela Periódica e um sucinto resgate de sua história: implicações para a Educação Científica por meio da divulgação científica, corresponde ao segundo capítulo (artigo) do TCC (que já se encontra publicado⁸). Nele é realizado um resgate histórico de acontecimentos ocorridos, principalmente na segunda metade do século XIX, que tiveram influência direta e indireta na construção da Tabela Periódica por Mendeleev. Também são apresentados no artigo eventos promovidos pelo *IFScience* no âmbito do Ano Internacional da Tabela Periódica e da HC. A partir desses eventos, percebeu-se a necessidade de atentar-se a discussões voltadas também para a NdC.

⁷ LORENZETTI, C. S.; RAICIK, A. C.; DAMASIO, F. Divulgação Científica: Para quê? Para quem? — Pensando sobre a História, Filosofia e Natureza da Ciência em uma Revisão na Área de Educação Científica no Brasil. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 21, e29395, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2021u14871513>. Acesso em: 14 fev. 2022.

⁸ LORENZETTI, C. S.; DAMASIO, F.; RAICIK, A. O Ano Internacional da Tabela Periódica e um sucinto resgate de sua história: implicações para a Educação Científica por meio da Divulgação Científica. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 3, 2020. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/778>. Acesso em: 03 dez 2021.

No terceiro capítulo (artigo), intitulado *Análise de um material de divulgação científica à luz de aspectos da natureza da ciência: a construção da Tabela Periódica* (submetido para publicação), analisa-se segmentos do livro de Divulgação Científica “O sonho de Mendeleiev: a verdadeira história da química” (STRATHERN, 2002) com o intuito de exemplificar e/ou contraexemplificar aspectos relativos à Natureza da Ciência, à luz de algumas asserções apresentadas por Peduzzi e Raicik (2020), de modo a potencializar discussões sobre a ciência a partir do resgate histórico da obra. Por fim, mas não menos importante, apresenta-se implicações da análise desenvolvida para a Educação Científica e, principalmente, para o preparo de materiais de Divulgação Científica.

O quarto e último capítulo do TCC intitula-se *Potencialidades Didáticas da Divulgação Científica: a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel no âmbito de um vídeo histórico-epistemológico acerca da Tabela Periódica*. Nele discorre-se sobre o desenvolvimento e a estrutura de um vídeo de Divulgação Científica acerca da história da Tabela Periódica, com ênfase na narrativa do sonho de Mendeleev, e de aspectos relativos à NdC. Esse material, que foi elaborado para ser inserido em ações didáticas voltadas para estudantes do ensino médio e professores em formação (inicial ou continuada), é fundamentado educacionalmente em princípios ausubelianos. O trabalho também apresenta potencialidades do vídeo para as três modalidades de ensino: formal, não formal e informal⁹.

Por fim, em *Considerações finais: a espiral da pesquisa*, evidencia-se a resposta ao problema de pesquisa e o alcance dos objetivos específicos a partir dos artigos desenvolvidos. Além disso, apresenta-se implicações futuras da pesquisa desenvolvida.

REFERÊNCIAS

ARTHURY, L.H.M. **A cosmologia moderna à luz dos elementos da epistemologia de Lakatos**. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2010.

⁹ Os termos educação formal, não formal e informal foram diferenciados neste trabalho a fim de explorar as potencialidades do vídeo desenvolvido no capítulo 4 e de articular reflexões realizadas em outros capítulos com os quadrantes da espiral da cultura científica de Vogt. Como destaca Marandino (2017), existem na literatura diferentes perspectivas para a determinação das fronteiras entre esses três tipos de educação. A partir disso, considera-se, neste TCC, que o ponto central de distinção entre a educação formal, não formal e informal é o objetivo que cada uma delas carrega. Ainda que compartilhem públicos e/ou espaços, os objetivos das ações envolvendo a construção e a discussão de conhecimentos mostram-se, de alguma forma, dispares.

ALMEIDA, S. A. O texto de divulgação científica em uma aula sobre fermentação nos anos iniciais do ensino fundamental. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 13, n. 1, 2020.

BALDINATO, J. O.; PORTO, P. A. Variações da história da ciência no ensino de ciências. In: Mortimer, E. F. (Org.). ABRAPEC, Belo Horizonte. **Anais do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. 2008a. CD-ROM.

BORIM, D. C. D. E.; ROCHA, M. B. Análise do potencial didático do livro de ficção científica no ensino de ciências. **Revista Brasileira Educação de Ciência e Tecnologia**, v. 10, n. 2, 2017.

BRITO, A.; RODRÍGUEZ, M. A.; NIAZ, M. A reconstruction of development of the Periodic Table based on History and Phylosophy of Science and its implications for General Chemistry Textbooks. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 42, n. 1, 2005.

BUENO, W. C. Comunicação Científica e Divulgação Científica: aproximações e rupturas conceituais. **Informação & Informação**, v. 15, n. esp, 2010.

CARDOSO, D., NORONHA, A., WATANABE, G., GURGEL, I. Texto jornalístico sobre ciência: uma análise do discurso sobre a natureza da ciência. **Alexandria**, v. 8, n. 3, 2015.

CORDEIRO, M. D. **Ciência e valores na história da fissão nuclear**: potencialidades para a educação científica. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2016.

CORREIA, D.; BOLFE, M. A.; SAUERWEIN, I. P. S. O estudo das ondas sonoras por meio de uma atividade didática envolvendo leitura de um texto de divulgação científica. **Caderno Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 2, 2016.

DAMASIO, F.; PEDUZZI L.O. A formação de professores para um ensino subversivo visando uma aprendizagem significativa crítica: uma proposta por meio de episódios históricos de ciência. **Revista Labore em Ensino de Ciências**, Campo Grande, v. 1, n. 1, 2016.

DAMASIO, F. **A História da Ciência na Educação Científica**. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2017.

DICKSON D.; KEATING B.; MASSARANI L. **Guia de divulgação científica**. Rio de Janeiro: SciDev.Net: Brasília, DF: Secretaria de Ciência e Tecnologia para a Inclusão Social, 2004.

FONSECA, M. A.; OLIVEIRA, B. F. Variações sobre a cultura científica em quatro autores brasileiros. **História, Ciências, Saúde**, v. 22, n. 2, 2015.

FORATO, T. C. M.; PIETROCOLA, M.; MARTINS, R. A. Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28 n. 1, p. 27-59, 2011.

GARCIA, R. A encruzilhada da Tabela Periódica. **Revista Fapesp**, n. 277, 2019.

GIL PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, 2001.

JORGE, L. **Na formação de professores e cientistas, uma HQ sobre aspectos da NDC e imagens: encantar-se com os entre-(en)laces**. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2018.

LEITE, B. S. O Ano Internacional da Tabela Periódica e o Ensino de Química: das cartas ao digital. **Química Nova**, v. 46, n. 2, 2019.

LIMA, G. S.; GIORDAN, M. O movimento docente para o uso da Divulgação Científica em sala de aula: um modelo a partir da Teoria da Atividade. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 2, 2018.

MATTHEWS, M. R. História, Filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 12, n. 3, 1995.

MEHLECKE, C. M.; EICHLER, M. L.; SALGADO, T. D. M.; DEL PINO, J. C. 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**, v. 11, n. 3, 2011.

MICELI, B., ROCHA, M. Análise de textos de divulgação científica sobre genética inseridos em livros didáticos de biologia. **Alexandria**, v. 12, n. 2, 2019.

MOREIRA, M. A. O que é afinal aprendizagem significativa? **Qurrriculum**, n. 25, 2012.

MOURA, B. A. O que é a Natureza da Ciência e qual a sua relação com a História e Filosofia da Ciência? **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 7, n. 1, 2014.

OLIVEIRA, A. B. Modernidade, progresso, ciência e pandemia. **Em construção**, n. 8, 2020. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Director-General's opening remarks at the media briefing on COVID-19**, 2020. Disponível em: <https://www.who.int/director-general/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19---11-march-2020>. Acesso em: 21 nov. 2021.

PAULO, I. J. C.; SOUZA, C. M. S. G. **A teoria da aprendizagem significativa e seus desdobramentos na dinâmica de ensinar e aprender ciências**. Cuiabá: UAB/UFMT, 2011.

PEDUZZI, L. O. Q. Sobre a utilização didática da História da Ciência. In: PIETROCOLA, M. (Org.). **Ensino de física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001.

PEDUZZI, L. O. Q.; RAICIK, A. C. Sobre a Natureza da Ciência: asserções comentadas para uma articulação com a História da Ciência. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 25, n. 2, 2020.

PARRA, K. N.; KASSEBOEHMER, A. C. Palestras de Divulgação Científica de Química: contribuições para a crença na autoeficácia de estudantes do ensino médio. **Revista Brasileira de Pesquisa em Ensino em Ciências**, v. 18, n. 1, 2018.

RAICIK, A. C.; PEDUZZI, L. O. Q. Uma discussão acerca dos contextos da descoberta e da justificativa: a dinâmica entre hipótese e experimentação na ciência. **Revista Brasileira da História da Ciência**, v. 8, n. 1, 2015.

RAICIK, A. C.; PEDUZZI, L. O. Q. Um resgate histórico e filosófico dos estudos de Stephen Gray. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 16, n. 1, 2016.

RAICIK, A. C.; PEDUZZI, L. O. Q.; ANGOTTI, J. A. P. Uma análise da ilustração do *experimentum crucis* em materiais de Divulgação Científica. **Física na Escola**, v. 15, n. 2, 2017.

RAICIK, A. C. **Experimentos exploratórios e experimentos cruciais no âmbito de uma controvérsia científica**: o caso de Galvani e Volta e suas implicações para o ensino. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2019.

RAICIK, A. C. Galvani, Volta e os Experimentos Cruciais: a emblemática controvérsia da eletricidade animal. **Investigações no Ensino de Ciências**, v. 25, n. 1, 2020.

RENDEIRO, M. F. B.; ARAÚJO, C. P.; GONÇALVES, C. B. Divulgação Científica para o Ensino de Ciências. **Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, v. 10, n. 22, 2017.

SILVA, H. C. O que é Divulgação Científica? **Ciência & Ensino**, v. 1, n. 1, 2006.

SILVA, W. M.; ZANOTELLO, M. Discursos sobre Física Contemporânea no Ensino Médio a partir da leitura de textos de Divulgação Científica. **Revista Brasileira de Pesquisa em Ensino em Ciências**, v. 17, n. 1, 2017.

SILVEIRA, M. C.; SANDRINI, R. Divulgação Científica por meio de blogs: desafios e possibilidades para jornalistas e cientistas. **Intexto**, n. 31, 2014.

TEIXEIRA, E. S.; GRECA, I. M.; FREIRE JUNIOR; O. Uma revisão sistemática das pesquisas publicadas no Brasil sobre o uso didático de história e filosofia da ciência no ensino de física. In: PEDUZZI, L. O. Q.; MARTINS, A. F. P.; FERREIRA, J. M. H. (Org.). **Temas de história e filosofia da ciência no ensino**. Natal: EDUFRN, 2012. p. 9-40.

VALÉRIO, M.; BAZZO, W. A. O papel da Divulgação Científica em nossa sociedade de risco: em prol de uma nova ordem de relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 25, n. 1, 2006.

VIANNA, N. S.; CICUTO, C. A. T.; PAZINATO, M. S. Tabela Periódica: concepções de estudantes ao longo do Ensino Médio. **Química Nova na Escola**, v. 41, n. 4, 2019.

VIEIRA, C. L. **Pequeno manual de divulgação científica**: dicas para cientistas e divulgadores da Ciência. Rio de Janeiro: Instituto Ciência Hoje, 2006.

VIEIRA, R. M. B. A Ciência e a sua divulgação: implicações para o ensino de ciências. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 3, n. 3, 2010.

VOGT, C. A espiral da cultura científica, 2003. Disponível em: <http://www.comciencia.br/reportagens/cultura/cultura01.shtml>. Acesso em 28 de abril de 2021.

VOGT, C. De ciência, divulgação, futebol e bem-estar cultural. In: PORTO, C. de M.; BROTAS, A.M.P.; BORTOLIERO, S. T. (Org.). **Diálogos entre ciência e divulgação científica: leituras contemporâneas**. Salvador: EDUFBA, 2011.

VOGT, C. The spiral of scientific culture and cultural well-being: Brazil and Ibero-America. **Public Understanding of Science**, v. 21, n. 1, 2012.

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

1 DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA: PARA QUÊ? PARA QUEM? – PENSANDO SOBRE A HISTÓRIA, FILOSOFIA E NATUREZA DA CIÊNCIA EM UMA REVISÃO NA ÁREA DE EDUCAÇÃO CIENTÍFICA NO BRASIL¹⁰

Resumo: Este trabalho apresenta uma revisão bibliográfica sobre o tema *Divulgação Científica* em periódicos brasileiros de ensino de ciências no último decênio. Buscou-se, nos trabalhos, apontamentos e reflexões dos autores acerca das seguintes questões: i) *para quê* fazer ou se apropriar da Divulgação Científica; ii) *para quem* se destina essa divulgação; iii) aspectos da história e filosofia da ciência; iv) reflexões acerca de Natureza da Ciência. Foram identificados, inicialmente, um total de 99 artigos. Após um exame preliminar, com o desenvolvimento de categorias específicas, 36 deles foram objeto de uma análise pormenorizada. Uma das implicações dessa pesquisa sinaliza a necessidade de mais trabalhos e reflexões sobre aspectos metafísicos relativos à Divulgação Científica (questões de *para quê* e *para quem*) no âmbito de sua utilização no ensino e, inclusive e principalmente, acerca de sua relação com aspectos de História, Filosofia e Natureza da Ciência.

Palavras-chave: Divulgação científica. Revisão Bibliográfica. História e Filosofia da Ciência. Natureza da Ciência.

1.1 INTRODUÇÃO

Quando se trata de escolarização quase sempre a discussão se limita aos meios, não aos fins. Conforme coloca Postman (2002), nesse processo existem dois problemas a sanar: um chamado de engenharia de educação e um outro metafísico. A questão que trata da engenharia da educação é essencialmente técnica e a que aborda a metafísica refere-se ao *porquê* ensinar. Segundo esse autor, a primeira problemática trata das metodologias, equipamentos, materiais e propostas de sequências didáticas; preocupação em seu ponto de vista supervalorizada. Não é difícil perceber que ela ocupa grande parte da produção e das publicações da área da Educação Científica com o objetivo de orientar o professor a como proceder em um ambiente de ensino, de como e o que ensinar.

Apesar da questão de engenharia ser supervalorizada, a metafísica parece ainda mais relevante: Para que ensinar ciência? Qual o papel do professor da área de Educação Científica? Esses questionamentos parecem deixar desconfortáveis até mesmo profissionais

¹⁰ Artigo publicado com pequenas diferenças gráficas: LORENZETTI, C. S.; RAICIK, A. C.; DAMASIO, F. Divulgação Científica: Para quê? Para quem? — Pensando sobre a História, Filosofia e Natureza da Ciência em uma Revisão na Área de Educação Científica no Brasil. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 21, e29395, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2021u14871513>. Acesso em: 14 fev. 2022.

de Educação Científica experientes. O pesquisador e professor que se limita, pura e simplesmente, a questão da engenharia da educação pode estar preocupado em “transmitir conhecimento”; principalmente em qual a melhor maneira de fazer isso. Entretanto, ao refletir acerca de questões metafísicas, o professor pode enxergar-se como tendo um papel muito além de ensinar equações e leis, a saber: o de formar pessoas que possam se colocar diante da sociedade atual — marcada por mudanças drásticas e rápidas — sem ser subjugadas por ela. Isto é, alguém que não tem como preocupação ensinar uma ciência que, em princípio, transmite apenas “verdades”, produzida por pessoas especiais e que traz certezas por ser uma entidade isolada. O ponto que se coloca não é o de minimizar a relevância do “como fazer”, pelo contrário, é pensá-lo em concomitância com o *porquê* e *com o que* fazer. Em outras palavras, no âmbito da pesquisa em ensino de ciências, como enfatiza Moreira (2004), é preciso ter clareza que ela envolve a produção (e reflexão) de conhecimentos dentro de marcos teóricos educacional, epistemológico e metodológico, coerentes entre si.

A Divulgação Científica, como um campo que vem sendo e se consolidando como profícuo para o próprio ensino de ciências, pode abarcar questões estruturais semelhantes. Em tempos sombrios de negacionismo como o que assola a todos em plena pandemia de Covid-19, além de fértil, a divulgação torna-se um caminho necessário e ainda mais relevante. Por isso, importa pensar: para quem se destina essa divulgação? Em relação a questões essencialmente técnicas, analogamente à engenharia da educação, existem até mesmo manuais que orientam a forma como o divulgador científico deve proceder. Um exemplo é o *Pequeno Manual de Divulgação Científica* (VIEIRA, 2006); o autor sugere, além de uma linguagem mais acessível, sem equações ou jargões, que, quando se aborda um cientista, ele seja apresentado e, também, os objetivos com sua pesquisa. Já quando a abordagem for acerca de uma teoria, por exemplo, Vieira (2006) indica a necessidade de uma “contextualização histórica”, em adição ao uso de analogias e exemplos.

Outro caso de obras com uma preocupação puramente técnica na Divulgação Científica é o *Guia de divulgação científica* (DICKSON *et al.*, 2004). Esse material reúne um texto com “dicas nos campos da divulgação científica”. Nesse guia, salienta-se sua pretensão de ser “[...] útil para divulgadores e pessoas interessadas no tema” (p. 9). Exemplos dessas “dicas” estão em alguns dos títulos dos capítulos: “Como aproximar os jovens da ciência?”, “Como faço para editar um artigo de ciência?” e “Como escrevo relatos sintéticos sobre questões relacionadas à ciência para formuladores de políticas?”.

Cabe ressaltar que manuais e guias, como os citados, devem ser vistos com cautela, pois eles podem ser úteis, parcialmente, ao iniciante em Divulgação Científica, mas demandam reflexões e vigilâncias de cunho epistemológico e historiográfico, por exemplo, devido à superficialidade com que tratam aspectos *de* e *sobre* a ciência, não apenas, mas principalmente, quando pensa-se na Divulgação Científica em contexto escolar. De qualquer forma, esses materiais parecem indicar que, assim como ocorre na área da Educação Científica, questões análogas à engenharia da educação, isto é, mais técnicas pura e simplesmente, também são supervalorizadas nesse campo.

Carlos Vogt, linguista brasileiro expõe o seu conceito de cultura científica, que engloba diferentes culturas através/para/da ciência, para entender como diferentes empreendimentos ligados a ela estão articulados e como afetam e são afetados pela sociedade (VOGT; CERQUEIRA; KANASHIRO, 2008). A partir de uma espiral da cultura científica, interlocuções entre a Divulgação Científica presentes no ensino formal, não formal e informal tornam-se visíveis. O autor defende uma Divulgação Científica mais contextual, que aborde não apenas os produtos da ciência, mas também o fazer científico (VOGT, 2012).

Reconhece-se que, dentro da cultura científica, há diversos personagens que falam *de* e *sobre* ciência com diferentes objetivos. Esses sujeitos, sejam eles professores, cientistas, jornalistas, divulgadores, apresentam e são influenciados por visões epistemológicas; estando elas explícitas ou não. A Divulgação Científica busca uma exteriorização da ciência e, nesse sentido, prioritariamente, permitir que as pessoas leigas, sobretudo, possam entender, ainda que parcialmente, o mundo em que vivem (SILVA, 2006). Mas, como frisa Matthews (1995), uma discussão *de* ciência demanda uma reflexão filosófica sobre ela. Uma vez que a Divulgação Científica tem sido utilizada comumente com finalidades didáticas e, inclusive, produzida e promovida em e por espaços de ensino “ignorar esta influência [visões epistemológicas] na educação é um passo perigoso rumo a uma metodologia de ensino pueril, quando não pernicioso” (ARTHURY, 2010, p. 16).

É certo que o papel da divulgação vem evoluindo ao longo tempo e, nesse processo, o reconhecimento de que há transformação da linguagem científica para familiaridade de um público geral e/ou mais amplo e diversificado é um dos aspectos mais relevantes às problematizações relacionadas ao *porquê* e ao *como* divulgar a ciência em distintos espaços (ALBAGLI, 1996; MARANDINO *et al.*, 2003). Nesse sentido, Gouvêa (2015) ressalta que

As culturas científica e tecnológica são componentes da cultura contemporânea e, além disso, a cultura científica é legitimada para ser abordada na escola e compõe a educação científica, desta forma, os textos de divulgação da ciência têm legitimidade para circular nas salas de aula [e no contexto de ensino em geral] [...] No espaço, particularmente, das aulas de ciências, mas não só, os professores e estudantes trazem e discutem temas sobre a ciência. Com que olhar, porém, estes devem ler esses textos (livros, artigos, vídeos...)? (p. 35).

Pode-se e deve-se ir além de, simplesmente, divulgar conceitualmente a ciência, dissertando não apenas *de*, mas também *sobre* ela. A História e Filosofia da Ciência (HFC) além de poder contribuir para uma melhor compreensão de conceitos científicos, pode viabilizar reflexões acerca de Natureza da Ciência (NdC) (PEDUZZI, 2001; GIL PERÉZ *et al.*, 2001; MOURA, 2014; RAICIK; PEDUZZI, 2020). Dessa forma, questões relacionadas à sociologia, à filosofia e à história, assim como à cultura, à economia, aos costumes e à geografia dos locais onde o conhecimento científico é construído podem ser incorporadas ao ensino e à divulgação, permitindo que respostas, vínculos e reflexões mais robustos sejam dados, inclusive, a questões da metafísica.

No entanto, segundo Damasio e Peduzzi (2015), nem toda a abordagem de HFC pode ajudar em reflexões que permitem entender o empreendimento científico sem ser subjugado a acreditar em certezas, verdades, entidade isolada e na dicotomia certo-errado. Essa perspectiva ingênua de ciência é reforçada tanto no ensino formal, ao elevar personagens pontuais da história da ciência como gênios isolados “descobridores” de um vasto conhecimento, por exemplo, como pelos diferentes meios de Divulgação Científica ao reportarem notícias, por vezes sensacionalistas, de “grandes descobertas” (BUENO, 2010). Por isso é importante saber que tipo de abordagem se faz, ou se sugere fazer, de acordo com perspectivas filosóficas contemporâneas. Isso implica que os próprios materiais de Divulgação Científica, especialmente quando usados em sala de aula ou produzidos para ela, requerem cuidados historiográficos, uma vez que podem reforçar concepções inadequadas ou limitadas *sobre* a ciência (RAICIK; PEDUZZI; ANGOTTI, 2017). Mais uma vez, pode-se salientar a relevância de discussões concomitantes e complementares entre o *como*, o *porquê* e o *para quê* ensinar e divulgar a ciência.

Em outras palavras, isso significa reconhecer que discussões relativas a HFC e de NdC precisam ser incorporadas no desenvolvimento de materiais e ações de Divulgação Científica, pois ainda que visem um público leigo (ou geral e mais amplo) e possuam uma linguagem acessível, eles apresentam em suas entrelinhas visões de ciência e do trabalho científico. Como também na utilização de materiais de Divulgação Científica no ensino de ciências,

potencializando e promovendo discussões dessa natureza com a vigilância epistemológica necessária.

É inegável a proficuidade e sólidas relações entre a divulgação e o ensino de ciências e, inclusive, a Divulgação Científica *para* o ensino (RENDEIRO; ARAÚJO; GONÇALVES, 2017; GIORDAN; CUNHA, 2015; MARANDINO *et al.*, 2003; NASCIMENTO, 2008; BUENO, 2010; XAVIER; GONÇALVES, 2014; GOUVÊA, 2015; ALMEIDA, 2015). Isto é, aquela divulgação voltada para o ensino formal, marcada pela apropriação de materiais e/ou ações de DC por docentes, no âmbito de pesquisa ou não, objetivando uma formação mais integral e crítica ao abordar temas complementares aos já tradicionais, como uma ciência mais contextual e humana, na qual sejam discutidos aspectos de sua natureza.

Apesar disso, é preciso que professores e pesquisadores do campo do ensino de ciências

[...] estejam atentos para intervir positivamente nos processos de transferência de contextos tão diferentes como é o caso da mídia e da escola. Entender o gênero da divulgação científica e analisar criticamente as publicações da divulgação das Ciências antes de levá-las à sala de aula [ou a um contexto outro de ensino, seja formal, não formal ou informal] de forma a torná-las ferramentas didáticas é tarefa do professor [ou do professor-pesquisador], pois ele é o elemento fundamental do processo (CUNHA; GIORDAN, 2015, p. 83).

Nesse sentido, e voltando-se à Divulgação Científica com finalidades didáticas diversas, a pesquisa presente neste artigo objetiva identificar e analisar, em artigos de periódicos brasileiros específicos de Educação Científica, publicados no último decênio, quatro sentenças: i) se há e quais são as preocupações manifestadas pelos pesquisadores da área de ensino que escrevem acerca de Divulgação Científica em relação à questão metafísica, ou seja, *para quê* fazer ou se apropriar da Divulgação Científica?; ii) se os autores refletem *para quem* se destina ações ou interlocuções com a Divulgação Científica; iii) se eles utilizam ou discorrem acerca da história e filosofia da ciência e sob que perspectiva o fazem e; iv) se abordam reflexões acerca de Natureza da Ciência. Por fim, procura fazer uma análise de como os resultados encontrados podem fazer refletir a pesquisa e a produção de ações e materiais de Divulgação Científica no âmbito da Educação Científica, a partir da sua interlocução, sobretudo, com a HFC e a NdC.

1.2 DESENVOLVENDO UM LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO: ASPECTOS METODOLÓGICOS E PRINCIPAIS RESULTADOS

O levantamento das publicações para a análise foi desenvolvido nos *sites* de revistas brasileiras de Educação Científica com *qualis* A¹¹ em Ensino, no período do último decênio (2010-2020¹²), são elas: *Ciência & Educação* (C&E) (A1), *Ensaio: pesquisa em educação em ciências* (A1), *Revista Brasileira em Ensino de Física* (RBEF) (A1), *Alexandria* (A2), *Amazônia* (A2), *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* (CBEF) (A2), *Investigações em Ensino de Ciências* (IENCI) (A2), *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia* (RBECT) (A2) e *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências* (RBPEC) (A2). Também se optou por fazer a análise nos periódicos *A Física na Escola* (FnE) (B2) e *Química Nova na Escola* (QnE) (B1) pela relevância que apresentam no campo de pesquisa do ensino de Física e Química¹³ e também por serem as revistas com ênfase no ensino pertencentes à Sociedade Brasileira de Física (SBF) e à Sociedade Brasileira de Química (SBQ), respectivamente. Examinou-se, primeiramente, os títulos dos trabalhos, seus resumos e palavras-chave. Encontrou-se 99 trabalhos que apresentam os termos: Divulgação Científica, divulgação das ciências, divulgação da ciência, divulgação de ciências ou DC. A síntese quantitativa dos trabalhos encontrados inicialmente é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1: Síntese quantitativa dos artigos encontrados inicialmente; por ano e por revista

Ano	Nº artigos	Nº de artigos por revista										
		C&E	Ensaio	RBEF	Alexandria	Amazônia	CBEF	IENCI	RBECT	RBPEC	FnE	QnE
2010	11	2	2	x	x	x	1	2	1	2	1	x
2011	4	2	x	x	1	x	x	x	x	x	x	1
2012	10	1	1	1	2	x	2	x	1	1	x	1

¹¹ Na avaliação mais recente disponível na página da entidade quando esta revisão foi realizada.

¹² O ano de 2020 foi analisado em seu primeiro semestre, apenas.

¹³ O presente artigo faz parte de uma pesquisa mais ampla envolvendo, além de a Divulgação Científica e aspectos relativos à natureza da ciência, um resgate histórico da Tabela Periódica com interlocuções entre ensino de física e química, em particular.

2013	6	2	1	x	1	x	1	x	1	x	x	x
2014	8	2	x	1	2	x	1	x	1	1	x	x
2015	16	2	x	1	3	x	2	2	x	2	x	4
2016	6	1	x	x	2	x	1	x	x	1	x	1
2017	14	4	1	2	x	1	1	1	1	2	1	x
2018	10	2	x	2	x	1	1	x	1	3	x	x
2019	8	1	1	x	2	1	x	x	1	x	2	x
2020	6	x	1	x	x	x	1	1	1	x	x	2
Totais	99	19	7	7	13	3	11	6	8	12	4	9

Fonte: autoria própria.

Cabe ressaltar que se entende que o termo Divulgação Científica é polissêmico; aliás, pode-se encontrar variações de seu uso e mesmo em sua grafia. Bueno (2010), Silva (2006) e Rendeiro, Araújo e Gonçalves (2017), por exemplo, enfatizam que termos como comunicação da ciência, disseminação da ciência, jornalismo científico, utilizados por vezes como sinônimos de Divulgação Científica, não carregam, na prática, os mesmos objetivos e/ou públicos. Como explicita Gouvêa (2015), “ao longo da história da difusão de conhecimentos científicos no Brasil, fomos adotando diferentes denominações quanto à prática social de difundir conhecimento” (p. 18), como a popularização da ciência, a socialização das ciências, a própria cultura científica. Não obstante, por questões de recorte e limite do presente levantamento, eles não foram utilizados como descritores.

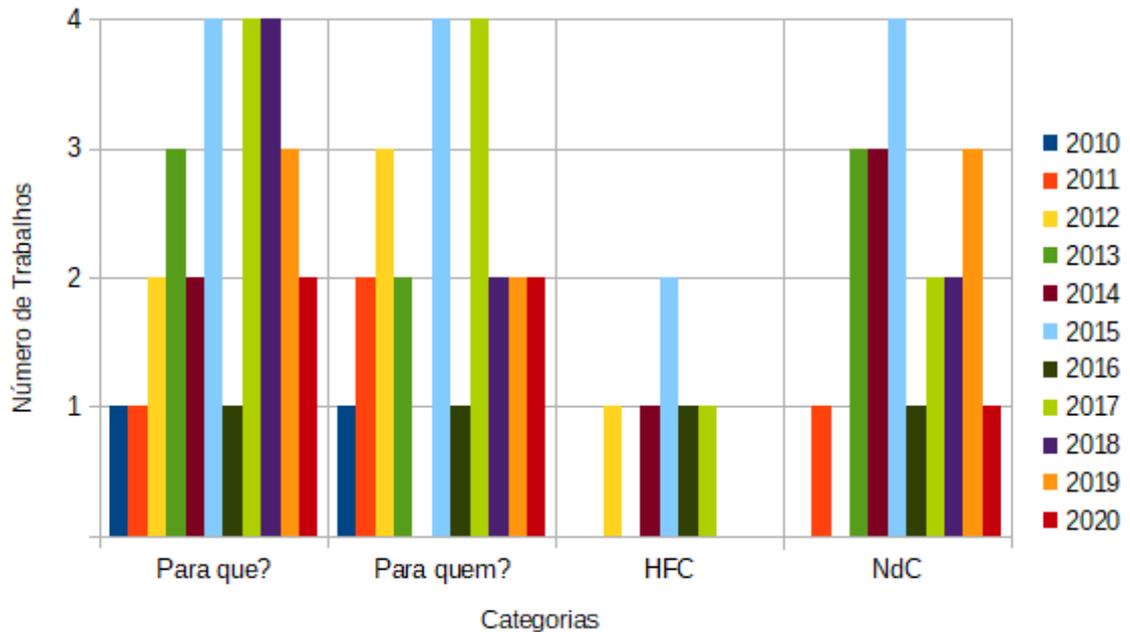
Após uma leitura minuciosa de cada um dos artigos selecionados previamente, procurou-se identificar quais trabalhos discutem explícita ou implicitamente: (i) *para quem produzir ou se apropriar da divulgação científica*; (ii) *o público-alvo da divulgação científica*; (iii) *a importância de incluir discussões de história e filosofia da ciência em materiais e atividades de divulgação científica*; e (iv) *questões acerca de natureza da ciência em concomitância com ações e materiais de divulgação científica*. Dessa forma, após a exclusão de trabalhos com a aplicação desses critérios, 36 deles passaram por uma análise ainda mais pormenorizada. A Tabela 2 sintetiza esses trabalhos, enquanto a Figura 1 apresenta a sua quantidade por categorias ao longo dos dez anos analisados.

Tabela 2: Trabalhos selecionados para análise pormenorizada, em ordem cronológica; por trabalho e critérios

Artigo	Critérios			
	Para que produzir ou se apropriar da divulgação científica	O público-alvo da divulgação científica	A importância de incluir na DC a HFC	Questões acerca de NdC em concomitância com a DC
Colombo Junior e Silva (2010)	✓	✓		
Carletti e Massarani (2011)		✓		
Kemper e Zimmermann (2011)	✓	✓		✓
Freire e Massarani (2012)		✓		
Passoni <i>et al.</i> (2012)	✓	✓		
Rocha (2012)	✓	✓		
Urias e Assis (2012)			✓	
Lobo e Martins (2013)	✓	✓		✓
Pauliv <i>et al.</i> (2013)	✓	✓		✓
Queiroz e Ferreira (2013)	✓			✓
Góes e Oliveira (2014)				✓
Reznik <i>et al.</i> (2014)	✓			✓
Sousa <i>et al.</i> (2014)	✓		✓	✓
Cardoso <i>et al.</i> (2015)		✓		✓
Fraga e Rosa (2015)	✓	✓		
Oliveira e Carvalho (2015)	✓			
Pena e Teixeira (2015)			✓	
Roxael, Diniz e Oliveira (2015)		✓		✓
Schmiedecke e Porto (2015)	✓		✓	✓

Watanabe e Kawamura (2015)	✓	✓		✓
Gomes, Silva e Machado (2016)	✓	✓	✓	✓
Caldas e Cristino (2017)	✓	✓		
Mota, Gontijo e Oliveira (2017)	✓	✓		✓
Pereira e Valle (2017)		✓		
Raicik, Peduzzi e Angotti (2017)	✓	✓	✓	
Watanabe e Kawamura (2017)	✓			✓
Batistele, Diniz e Oliveira (2018)	✓	✓		✓
Mori e Curvelo (2018)	✓	✓		
Santos e Cunha (2018)	✓			
Souza e Rocha (2018)	✓			✓
Busko (2019)	✓			✓
Costiche <i>et al.</i> (2019)	✓	✓		
Diniz e Rezende Junior (2019)		✓		✓
Miceli e Rocha (2019)	✓			✓
Almeida (2020)	✓	✓		
Watanabe, Munhoz e Kawamura (2020)	✓	✓		✓
Total	28	23	6	20

Fonte: autoria própria.

Figura 1: Número de trabalhos por categorias ao longo dos dez anos analisados

Fonte: autoria própria.

Além de uma caracterização geral dos trabalhos, conforme os quatro critérios acima estabelecidos, buscou-se analisar se os trabalhos trazem reflexões — e em que sentido o fazem — ao discutirem *para que* produzir ou se apropriar de materiais e ações de Divulgação Científica, se e o que sugerem ao discutirem *para quem* se destina essa divulgação, em que perspectiva se fundamentam ao estabelecerem uma relação com a HFC e que reflexões propõem ou promovem a partir da NdC.

Cabe ressaltar que apesar de terem sido classificados a partir do direcionamento dos quatro critérios supracitados, um mesmo artigo pode aparecer em mais de uma categoria, devido às sobreposições existentes entre elas. É comum que os trabalhos, sobretudo em suas considerações finais, apresentem reflexões e/ou desdobramentos que envolvam a Divulgação Científica nas distintas vertentes que conduziram este levantamento bibliográfico. Principalmente no que se refere a questões de *para quem* e *para quem* produzir ou se apropriar da Divulgação Científica a interlocução fica evidente; devido às particularidades em que essas discussões surgem, ligadas diretamente ao objetivo dos trabalhos em específico e a estudos de casos particulares. O mesmo ocorre, em alguns casos, com a HFC e a NdC, principalmente porque a história da ciência propicia, de forma profícua, a exemplificação ou contra exemplificação de aspectos *sobre* a ciência. Nesse sentido, a seguir, discorre-se sobre os 36

trabalhos a partir de novas três classificações/agrupamentos desenvolvidas a partir das superposições entre os 4 critérios acima elencados: i) os que discutem *para que e para quem*, mas não ponderam necessariamente acerca de aspectos de HFC e/ou NdC; ii) aqueles que apresentam interlocuções com a HFC e/ou NdC e também com questões de *para que e/ou para quem*; por fim iii) aqueles que se limitam a discussões envolvendo HFC e/ NdC, mas não discorrem explicitamente *para que e/ou para quem*.

1.3 DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA: PARA QUÊ E PARA QUEM?

Encontrou-se 13 trabalhos que discutem, de alguma forma, *para que e/ou para quem* produzir ou se apropriar da Divulgação Científica; seja via produção ou análises de materiais (didáticos ou não), quer na promoção de eventos que popularizem e/ou aproximam a ciência tanto para um público não-especialista em ciência, quanto para estudantes — mas que não estabelecem vínculos com a HFC e/ou NdC. Fraga e Rosa (2015) e Rocha (2012), dois desses trabalhos, argumentam que a Divulgação Científica permite uma aproximação entre o empreendimento científico e a sociedade; conseqüentemente, pode auxiliar na desconstrução de estereótipos acerca da ciência e na sua democratização. No primeiro caso, os autores analisam textos de Divulgação Científica publicados na revista *Ciência Hoje das Crianças* acerca de microbiologia, portanto as principais reflexões que estabelecem estão voltadas ao público infantil. Rocha (2012), por sua vez, ressalta a potencialidade que textos de Divulgação Científica podem apresentar ao serem inseridos no contexto escolar; dinamizando as aulas; trazendo atualização dos conteúdos de ciência, incentivando e aumentando o interesse dos alunos à prática de leitura desse gênero textual.

A importância de espaços não-formais de Divulgação Científica para que os estudantes da Educação Básica possam ter outras formas de construir conhecimentos relacionados à ciência foi constatada em Oliveira e Carvalho (2015), Colombo Junior e Silva (2010) e Santos e Cunha (2018). Nesse último artigo, a título de exemplo, os autores apresentaram uma revisão bibliográfica de trabalhos desenvolvidos a partir de visitas ao *Bosque da Ciência* — “um espaço dedicado à divulgação científica, educação e lazer, que abriga uma vegetação florestal, animais da fauna amazônica de vida livre e atrativos para a visita turística” (BOSQUE DA CIÊNCIA, 2020) — e evidenciaram que a maior parte

deles tratam do seu potencial educativo, mas como salientaram, a falta de um referencial construtivista que guie a dinâmica do parque é, ainda, uma lacuna.

Ações de Divulgação Científica diretamente educativas são encontradas em Passoni *et al.* (2012), Mori e Curvelo (2018), Caldas e Crispino (2017) e Costiche *et al.* (2019). Nesses casos, feiras de ciência, gincanas, oficinas, teatros, jogos educativos, materiais experimentais, jornal educativo e até palestras são promovidas e produzidas para aproximar a universidade e a Educação Básica oferecendo aos estudantes da graduação a oportunidade de vivência escolar. Assim, pesquisas feitas no meio acadêmico podem chegar a esse contexto, levando à escola experimentos e elementos de ciência de forma lúdica. Como frisam Caldas e Crispino (2017), palestras de divulgação promovidas para estudantes da Educação Básica podem influenciar, de maneira positiva, na escolha dos alunos por uma carreira científica.

Freire e Massarani (2012), Almeida (2020) e Carletti e Massarani (2011) preocupam-se, principalmente, com as particularidades que precisam estar presentes em Divulgação Científica para o público infantil. Estabelecendo reflexões explícitas com o ensino, Almeida (2020) analisa uma atividade desenvolvida com crianças do 4º ano do ensino fundamental; como a atividade é voltada para alunos de idade entre 9 e 10 anos, as discussões que promove restringem-se a esse público. A autora identifica ainda algumas limitações no uso do texto de Divulgação Científica que não foi desenvolvido especificamente para o contexto escolar, apontando principalmente que o objetivo da construção do texto não era sua utilização em sala de aula. Apesar disso, constatou que a interação das crianças com o material pode ajudar no letramento, ampliando os horizontes de compreensão da linguagem científica. Carletti e Massarani (2011), igualmente com clara interlocução com o processo de ensino-aprendizagem, realizaram uma pesquisa com crianças sobre as suas percepções acerca da Teoria da Evolução com o objetivo de obter dados para a criação de materiais de divulgação sobre esse assunto voltado àquele coletivo. Pereira e Valle (2017) traçaram um perfil dos visitantes do Centro de Pesquisa de História Natural e Arqueologia do Maranhão — um museu — e constataram que o seu público é composto majoritariamente por estudantes (de Educação Básica e Superior), seguido de professores, profissionais liberais, funcionários públicos e aposentados. De acordo com a pesquisa desenvolvida, “as visitas não seguem um padrão e variam de acordo com os visitantes”. Todavia, concluíram que o próprio discurso do museu havia sido “escolarizado”; apresentava tipicamente um discurso pedagógico semelhante àquele presente no ensino formal.

É possível perceber que devido ao objetivo de cada trabalho voltado diretamente à Educação Científica, em termos gerais, não há uma preocupação mais teórica e abrangente tanto acerca de objetivos relativos à própria Divulgação Científica e seu papel na sociedade, quanto de seus distintos públicos-alvo e suas atividades e materiais. Apesar de os periódicos analisados serem específicos de Educação Científica, isso não diminui a necessidade de pesquisadores da área de ensino se apropriarem de referenciais da Divulgação Científica ao promoverem uma interlocução produtiva entre esses campos de conhecimento. Como apontam Lima e Giordan (2015), o docente que pretende utilizar materiais (ou promover ações e eventos) de Divulgação Científica necessita se apropriar “dessa ferramenta cultural”. Não obstante, “esse processo de apropriação nem sempre ocorre; assim, existem casos de uso direto da DC em situações formais de ensino que, todavia, às vezes não produzem os resultados esperados” (p. 286).

Sobretudo pela Divulgação Científica estar relacionada, também e fortemente, à luz do que o presente levantamento constatou, ao ensino-aprendizagem da ciência, faz-se necessário pensar cada vez mais em fundamentações teóricas, apontamentos de benefícios e implicações da própria divulgação enquanto campo de pesquisa, quando busca-se relações a partir de suas ações potencialmente didáticas no ensino. A Divulgação Científica, assim como a própria ciência, modificou-se ao longo dos séculos (SILVA, 2007). Dessa forma, torna-se importante também o desenvolvimento de estudos sobre como são os comportamentos, as relações, as formas e perspectivas epistemológicas do público-alvo da Divulgação Científica; tanto no seu desenvolvimento primário quanto no seu uso em outros contextos. Isso para que os materiais e os meios pelos quais a ciência é disseminada não sejam anacrônicos e/ou estejam fora do alcance/cultura desse público. A partir das reflexões acerca da cultura científica, na qual a DC está inclusa, estabelecidas por Vogt (2012), por exemplo, torna-se mais adequado falar em culturas das divulgações científicas; pois há diferentes parâmetros que influenciam e que são influenciados pela ciência e a sua divulgação. Sendo assim, a busca por um “padrão” se mostra complexa e de certa forma inalcançável; é preciso analisar a Divulgação Científica de forma particular para diferentes objetivos e grupos, seja de forma teórica ou prática. E o conhecimento disso parece fundamental para que educadores se apropriem da divulgação em sua amplitude de ações e materiais.

Vogt (2012), ao evidenciar as relações entre ciência e sociedade, frisa a existência de mais de uma cultura dentro da cultura científica. Isso porque os diferentes agentes (cientistas,

professores, jornalistas e entre outros) que divulgam a ciência possuem linguagens, objetivos e perspectivas *sobre* a ciência diferenciados. Dentro do artifício analógico criado pelo autor — a espiral da cultura científica — as diferenças e os vínculos entre essas externalizações de conhecimento científico tornam-se aparentes. Vogt endossa a importância crescente da Divulgação Científica para a sociedade; uma divulgação que não apenas apresenta os resultados da ciência, mas que a discute em seus aspectos culturais, sociais e epistemológicos (VOGT; CERQUEIRA; KANASHIRO, 2008).

Nessa perspectiva, a Divulgação Científica seria muito pertinente também para o ensino, já que poderia auxiliar em discussões diferentes daquelas geralmente trazidas pelo livro didático. Poder-se-ia pensar em uma divulgação como potencializadora de um ensino que visa à formação de cidadãos mais críticos, que conhecem não apenas a ciência, mas a construção de seu conhecimento. Uma vez que

Existem diferentes razões para que professores das áreas de ciências considerem a possibilidade de trabalhar com textos e/ou outros recursos de divulgação científica em situações escolares, entretanto nem toda a divulgação é adequada e é preciso admitir a necessidade da seleção do que vai ser utilizado. Critérios de diferentes ordens são necessários para adotá-la como recurso didático, dentre os quais se destacam a reflexão sobre o que se pretende com o ensino e as características dos recursos selecionados (ALMEIDA, 2015, p. 43).

Por certo, apesar de o ensino de ciências e a Divulgação Científica, enquanto campos de pesquisas, possuírem objetivos distintos, em situações específicas e concretas eles não precisam ser excludentes e dicotômicos; pelo contrário. A Divulgação Científica se mostra cada vez mais útil em ações didáticas; quer em espaços formais, não formais ou informais de ensino. Nesse sentido, mais uma vez, salienta-se a relevância de educadores se apropriarem, conhecerem e se embasarem em questões metafísicas oriundas da área da divulgação com seus referenciais próprios.

1.4 DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA: INTERLOCUÇÕES COM HFC E/OU NDC E AS QUESTÕES DE PARA QUE E PARA QUEM

Identificou-se 20 trabalhos que articulam questões de HFC e/ou NdC com a Divulgação Científica e, inclusive, apresentam reflexões — em diferentes medidas — acerca de *para que* e/ou *para quem* produzir ou se apropriar dessa divulgação. Schmiedecke e Porto

(2015) e Raicik, Peduzzi e Angotti (2017) discutem aspectos relativos à HFC de forma teórica e exemplificativa. Os primeiros analisam dois programas televisivos, em que utilizaram como parâmetros a linguagem, os episódios históricos, a forma de retratar a vida dos cientistas e de apresentar as suas “descobertas”. Para fundamentar essas reflexões, selecionaram exemplos e discutiram como eles não eram adequados segundo a historiografia e a filosofia da ciência contemporâneas. Já os últimos contextualizam, em termos histórico e epistemológico, o *experimentum crucis* de Isaac Newton. Os autores investigam a noção de experimento crucial presente, ou não, em uma amostra de livros de Divulgação Científica. Em síntese, a análise desenvolvida reforça a importância do professor como contextualizador, reflexivo e crítico em relação aos materiais de Divulgação Científica, sobretudo quando levados para a sala de aula.

Roxael, Diniz e Oliveira (2015) discutem de forma teórica a NdC, bem como a exemplificaram com os objetos de análises dos seus temas. Isto é, trazem uma abordagem explícita do que entendem por NdC. Cardoso *et al.* (2015) e Diniz, Rezende e Junior (2019) apresentaram uma perspectiva mais voltada para o ensino, com análises de materiais de Divulgação Científica e sua potencialidade em gerar discussões de NdC em sala de aula. Gomes, Silva e Machado (2016) implementaram uma proposta didática com alunos do ensino superior, solicitando que lessem um texto de DC e transcrevessem alguns trechos com base em parâmetros elencados inicialmente, como a forma e conteúdo dos textos e seu possível potencial para o ensino. Eles destacam que alguns alunos chegaram a transcrever, simplesmente, nomes e datas como sendo conteúdos de HFC; indicativo de uma história puramente linear e descontextualizada. Os autores também solicitaram que transcrevessem trechos relativos à NdC; tanto alunos dos primeiros quanto dos últimos anos da graduação tiveram dificuldades em cumprir a tarefa, relatando que não tinham como desenvolvê-la, pois não sabiam nem o mesmo o significado de NdC.

A escassez de trabalhos que discutem a presença e a utilização de NdC em análises ou produções de materiais de DC ou em associação a eles pode ser encontrada em Batistele, Diniz e Oliveira (2018). Os autores salientam isso a partir de um levantamento de atividades didáticas que utilizam Divulgação Científica em sua construção. Apesar de a grande maioria das pesquisas apontar que os materiais eram adequados para realizar tais discussões em sala de aula, poucas se debruçaram a discutir isso teórica e fundamentadamente (BATISTELE; DINIZ; OLIVEIRA, 2018).

Busko (2019) apresenta uma discussão epistemológica, baseada na incomensurabilidade de Thomas Kuhn, fundamentada nas atuais discussões sobre NdC e ainda apresenta exemplos sobre como pode ser visualizada a incomensurabilidade na Divulgação Científica realizada por grupos de pesquisa rivais.

Pauliv *et al.* (2013) acaba sendo um caso isolado, em termos de artigos científicos, mas que exemplifica uma concepção equivocada e limitada da ciência que continua presente no ideário de muitos estudantes e leigos. Por mais que não trate de forma explícita discussões de NdC, aborda uma componente dela que está presente nas atuais discussões sobre a ciência: a não existência de *um único método científico*. Infeliz e lamentavelmente, os autores afirmam que “A interatividade com os estudantes durante as atividades desenvolvidas têm como base a concepção *do* método científico” (p. 230, grifo nosso), ou ainda que durante as atividades “é despertada a curiosidade no aluno, estimulando-o a usar o método científico na solução de problemas” (p. 231, grifo nosso). Assim, a perspectiva que foi apresentada pelos autores difere das reflexões presentes no âmbito da filosofia contemporânea e do constante esforço de pesquisadores e professores em propiciar uma aprendizagem significativa sobre a ciência; que não pode mais aceitar a ideia de *um* — em princípio único e infalível — método científico.

Ao agrupar os trabalhos nessa categoria, percebe-se que são poucos os que abordam a NdC em uma perspectiva mais fundamentada teoricamente, ainda mais com perspectivas de HFC. Destaca-se que seis artigos, devido aos seus objetivos, não visam discorrer teórica e aprofundadamente sobre questões relativas à interlocução entre NdC e DC; limitam-se a enfatizar pinceladamente, em suas implicações ou considerações finais, por exemplo, a relevância de discussões relativas à natureza da ciência e, sobretudo, a importância do professor, enquanto mediador, em termos epistemológicos e *sobre* a ciência, ao levar textos de divulgação para a sala de aula, como Kemper e Zimmermann (2011); Queiroz e Ferreira (2013); Lobo e Martins (2013); Souza e Rocha (2018); Miceli e Rocha (2013). É importante salientar, no entanto, que isso não desmerece os trabalhos em si, que atingem seus objetivos propostos. Tão somente, sinaliza a relevância de mais trabalhos estabelecerem de forma clara, explícita e pormenorizada essa relação.

Constatou-se também que seis artigos abordaram a NdC a partir de diferentes lentes, como a da sociologia da ciência, mas não citam a terminologia *Natureza da Ciência* propriamente: Sousa *et al.* (2014) (que também trouxe traços de reflexões em HFC); Reznik *et al.* (2014); Mota, Gontijo e Oliveira (2017); Watanabe e Kawamura (2015); Watanabe e

Kawamura (2017); Watanabe, Munhoz e Kawamura (2020). Mesmo não tratando sobre a NdC de forma direta, trabalhos como o de Kemper e Zimmermann (2011) abordam a importância da mediação do professor na ponderação de materiais de Divulgação Científica em sala aula, quanto às inadequações que podem apresentar, gerando debates com o objetivo de pensar *sobre* a ciência. Lobo e Martins (2013) refletem de forma semelhante, analisando o uso de textos de divulgação no ensino, ou seja, ressaltam a importância do professor para problematizar os materiais e realizar discussões.

A escassez de trabalhos que relacionam questões de *para que* e/ou *para quem* se destina o uso e a promoção de Divulgação Científica e a HFC é notória. No período aqui considerado apenas dois artigos trataram dessas questões de forma aprofundada: Schmiedecke e Porto (2015) e Raicik, Peduzzi e Angotti (2017). É bastante curioso que trabalhos que visam estabelecer interlocuções entre a Divulgação Científica e o seu uso no ensino não tratem de forma profícua e com profundidade questões relativas à HFC junto ao seu público-alvo ou seus propósitos. Já que, nesse sentido, a literatura voltada ao ensino de ciências tem destacado a significativa relevância desse campo de estudos nas últimas décadas (DAMASIO; PEDUZZI, 2018; FORATO; MARTINS; PIETROCOLA, 2011; MOREIRA, 2017; PEDUZZI, 2001). A sua interlocução com a área da Divulgação Científica, embora pouco explorada, parece promissora e relevante frente a uma visão cada vez mais crítica da ciência, que tanto se almeja e necessita.

Em síntese, a análise evidencia a importância da mediação de docentes, quando forem utilizados materiais de Divulgação Científica ou forem promovidas ações dessa natureza em atividades didáticas, no que se refere a discussões relativas à NdC e da própria HFC. Ponderando sobre a espiral da cultura científica de Vogt (2012) nesse sentido, essa mediação dos docentes torna-se necessária pelas características encontradas na produção e no fazer Divulgação Científica quando esta não está diretamente ligada ao ensino formal. Afinal, ambos podem possuir espaços, tempos, objetivos e personagens distintos na cultura científica.

Embora não esteja ligada necessariamente à área de ensino de ciências, levanta-se uma reflexão: quando os materiais de Divulgação Científica não trabalham explicitamente aspectos relativos à NdC, por exemplo, e apresentam conteúdos não adequados a uma perspectiva epistemológica contemporânea, quem mediará as discussões e reflexões quando o público for a população em geral e não os alunos? Nesse sentido, embora possa extrapolar o objetivo aqui levantado, destaca-se a importância da adequação dos materiais de Divulgação Científica, já

na sua produção, em termos históricos e epistemológicos, sobretudo. Há trabalhos que analisam esses materiais e suas inadequações depois de prontos, o que pode ser útil para professores que queiram incluir esses materiais e discussões em suas aulas. Entretanto, não se diminui da relevância da produção de Divulgação Científica com discussões sobre NdC para o público em geral já visando um público que, de certa forma, está voltado ao contexto formal de ensino (eventos e materiais dirigidos a estudantes em geral, a professores em formação inicial e continuada etc.).

1.5 DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA: INTERLOCUÇÕES COM A HFC E/OU NDC

Discussões que abordam a relação entre Divulgação Científica e HFC e/ou NdC em ações didáticas, mas não necessariamente envolvidas com questões relativas ao *para que* e/ou *para quem*, foram encontradas em 3 trabalhos. Urias e Assis (2012) analisaram dois livros de DC que tratam da vida de Albert Einstein. Os autores compararam o conteúdo dos livros, buscando semelhanças, diferenças e omissões na apresentação da vida do cientista. Com isso, a reflexão que fizeram está ligada com “que história” é retratada nesses materiais. Entretanto, essas discussões foram feitas de modo restrito ao conteúdo do livro, sem apresentar de forma clara a visão epistemológica dos autores. Pena e Teixeira (2013) investigaram e sistematizaram parâmetros para avaliar materiais (didáticos, paradidáticos, Divulgação Científica, artigos ou ensaios) com foco na abordagem da HFC. Ao que se refere a aspectos que podem servir de critérios para analisar livros de física, especificamente de Divulgação Científica, os autores salientam: “clareza e precisão na linguagem; evitar a mistificação da ciência; considerar o contexto da época; análise crítica de fontes primárias; e estudos históricos elaborados por profissionais especializados”. O trabalho de Góes e Oliveira (2014), por sua vez, discutiu a evolução dos estudos sobre o genoma humano e a euforia dos anos de 1990 associada à “solução de todos os problemas” celulares relacionados à genética humana. Ressaltaram como o mapeamento do genoma foi apenas a ponta do *iceberg* desses estudos e como ainda há muito trabalho a ser feito. Os autores não citaram a terminologia *Natureza da Ciência*, entretanto falaram das evoluções, expectativas e frustrações do empreendimento científico, algo que está intrinsecamente associado a ela.

Considerando o total de artigos selecionados, constata-se, mais uma vez, a escassez de trabalhos que relacionam a HFC com o uso de materiais de DC ou a promoção de ações dessa

natureza, em alguma medida ou perspectiva. Quando o fazem, são poucos os que se propõem ou objetivam desenvolver reflexões mais profundas e bem fundamentadas tanto em relação à HFC quanto em termos da DC. Essa análise, juntamente ao resultado do agrupamento anterior, especificamente relativo aos vínculos com a HFC, aponta para a necessidade de se pensar “qual história?” está sendo apresentada em materiais e ações de DC e como mediar o seu uso em termos histórico-filosóficos. Além disso, evidencia a indispensável construção de mais trabalhos que se preocupem com isso, tanto quando de seu uso no ensino, quanto no que se refere ao seu acesso a um público mais amplo.

Vale destacar que nos últimos anos é recorrente a preocupação pelo desenvolvimento de materiais, didáticos ou não, que apresentem uma vigilância epistemológica quando do resgate histórico da ciência, para não incorrerem em uma visão linear e ahistórica desse empreendimento; uma inadequação já bem conhecida (PEDUZZI, 2001). O meio científico-informativo do cidadão adulto, que não frequenta mais a escola, via de regra, é a Divulgação Científica e o jornalismo científico. Isso evidencia, também, a necessidade desses materiais atentarem para discussões epistemológicas e históricas, quando de sua construção para esse público. O desenvolvimento de materiais de Divulgação Científica com cuidados historiográficos e epistemológicos pode contribuir para uma visão mais crítica da própria ciência; visão que, na atualidade em que ela vive sua descrença, torna-se cada vez mais relevante e emergente. Narrativas inadequadas e centradas no senso comum podem se mostrar perigosas e enganosas, tendo a potencialidade de influenciar, tornar ingênua e acrítica a perspectiva de ciência de muitas pessoas (PEDUZZI, 2001).

Como não há, e quiçá é desejável, um consenso acerca de definições de Natureza da Ciência (RAICIK; PEDUZZI, 2020), não era de se esperar consensos nas relações feitas entre a DC e a NdC, ainda que essa divulgação esteja ligada, de alguma forma, às ações e usos no ensino. Como discutido anteriormente, alguns trabalhos apenas comentaram sobre a NdC, outros trouxeram perspectivas dos autores e análises sobre determinado assunto e alguns abordaram referenciais mais específicos para o estudo que estavam desenvolvendo, como as reflexões entre o empreendimento científico e a sociologia da ciência. Aqueles trabalhos que apresentaram uma discussão explícita e fundamentada sobre o assunto ainda são poucos, assemelhando-se muito ao pequeno número de artigos que estabeleceram vínculos com a HFC. Inclusive, frisa-se mais uma vez a sobreposição de trabalhos entre essas duas categorias. Isso pode ser um indicativo de que a HFC, realmente, pode promover proficuas discussões e

exemplificações de aspectos relativos à NdC. Torna-se cada vez mais importante que a HFC seja contextualizada, vista em sua amplitude, como uma forma de construir conceitos e não apenas com um anexo ao ensino; assim pode-se favorecer a elaboração de visões mais críticas sobre a NdC e própria história da ciência (CALLEGARIO *et al.*, 2015).

1.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E DESDOBRAMENTOS

O presente levantamento indicou (embora não tenha pretensão de generalidade) que, majoritariamente, há uma preocupação ou vínculos estabelecidos, nos artigos selecionados, entre a Divulgação Científica e mais de um critério elencado (para que, para quem, HFC, NdC), e ilustrado na Tabela 1.

No que diz respeito às preocupações em relação à questão metafísica, isto é, *para que* fazer ou se apropriar da Divulgação Científica, percebeu-se uma clara relação com reflexões de *para quem* ela se destina. Esse vínculo é extremamente positivo, pois ações e materiais de Divulgação Científica podem ser pensados e promovidos para distintos públicos; quer uma população mais geral, quer um coletivo com vínculo explícito com o ensino (estudantes, professores em formação inicial e/ou continuada, pesquisadores). Dos 13 trabalhos que discutem, de alguma forma, *para que* e/ou *para quem* produzir ou se apropriar de divulgação sem vínculos com a HFC e/ou NdC, oito deles apresentaram a relação entre o *para que* fazer ou se apropriar da Divulgação Científica e o *para quem* fazê-la (ALMEIDA, 2020; CALDAS; CRISTINO, 2017; COLOMBO JUNIOR; SILVA, 2010; COSTICHE *et al.*, 2019; FRAGA; ROSA, 2015; MORI; CURVELO, 2018; ROCHA, 2012; PASSONI *et al.*, 2012). Enquanto oito trabalhos evidenciaram interlocuções entre a questão *para que* e a HFC e/ou NdC (BUSKO, 2019; MICELI; ROCHA, 2019; QUEIROZ; FERREIRA, 2013; REZNIK *et al.*, 2014; SCHMIEDECKE; PORTO, 2015; SOUSA *et al.*, 2014; SOUZA; ROCHA, 2018; WATANABE; KAWAMURA, 2017). Apenas dois deles (OLIVEIRA; CARVALHO, 2015; SANTOS; CUNHA, 2018) discorreram de forma centralizada sobre essa preocupação metafísica. Constatou-se que os autores, ao discorrerem sobre o resgate e o uso da Divulgação Científica, apresentaram preocupações específicas em relação ao contexto educacional que estavam inseridos.

A exemplo dessa análise, os trabalhos que ostentaram discussões relacionadas ao público-alvo da Divulgação Científica abordaram outros assuntos em concomitância. Além

daqueles 8 supracitados que vincularam reflexões sucintas em torno de *para que* e *para quem* produzir ou se apropriar dessa divulgação, 11 artigos apresentaram, em alguma medida, discussões de *para quem* produzir ou se apropriar de materiais e ações de Divulgação Científica com questões relativas à HFC e/ou NdC (RAICIK; PEDUZZI; ANGOTTI, 2017; BATISTELE; DINIZ; OLIVEIRA, 2018; CARDOSO *et al.*, 2015; DINIZ; REZENDE JUNIOR, 2019; GOMES; SILVA; MACHADO, 2016; LOBO; MARTINS, 2013; MOTA; GONTIJO; OLIVEIRA, 2017; PAULIV *et al.*, 2013; ROXAEL; DINIZ; OLIVEIRA, 2015; WATANABE; KAWAMURA, 2015; WATANABE; MUNHOZ; KAWAMURA, 2020). Não obstante, eles também fazem essas reflexões voltadas para o caso específico envolvido em seus estudos; Carletti e Massarani (2011), Freire e Massarani (2012) e Pereira e Valle (2017) podem ser destacados por apresentarem, de forma mais específica, e com grau de pormenoridade, ponderações acerca do *para quem* a DC é destinada enquanto área de conhecimento. Discussões muito pertinentes foram feitas em trabalhos que abordaram as questões sociais da ciência com o seu público, como em Watanabe e Kawamura (2017) e Watanabe, Munhoz e Kawamura (2020). Nos trabalhos em que a Divulgação Científica é inserida diretamente no contexto da educação formal, seu público-alvo e seus objetivos são detalhados para essa situação. O que pode explicar a ausência de discussões mais amplas no sentido metafísico da Divulgação Científica e de seu público, mas que não exige o pesquisador em educação ou docente de entendê-la em seu estado primeiro de construção. É essencial entender o objetivo e para quem tal material/ação foi desenvolvido/a para poder adaptá-la ao novo propósito.

No levantamento, algo que chamou a atenção foi a escassez de trabalhos que analisaram e/ou exemplificaram episódios históricos, epistemologicamente fundamentados, envolvendo a DC. Cita-se que 4 artigos aparecem de forma concomitante entre as categorias, são eles Raicik, Peduzzi e Angotti (2017), Gomes, Silva e Machado (2016), Schmiedecke e Porto (2011) e Sousa *et al.* (2014). Destes, apenas Raicik, Peduzzi e Angotti (2017) e Schmiedecke e Porto (2011) desenvolveram discussões relativas à HFC, tratando de episódios históricos específicos e fundamentados filosoficamente. Pena e Teixeira (2011) e Urias e Assis (2012) utilizaram parâmetros mais operacionais para discutir a histórica da ciência, não adentrando especificamente em reflexões epistemológicas.

Ao que se refere especificamente aos vínculos com a NdC, salienta-se que aqueles artigos que a citam, mas não a fundamentam, geralmente trazem uma observação nas

considerações finais sobre a potencialidade de materiais de Divulgação Científica para a promoção de discussões *sobre* a ciência no ensino formal. Entretanto, eles carecem de comentários particulares sobre como, efetivamente, poderiam gerar tais discussões, a exemplo de Kemper e Zimmermann (2011), Queiroz e Ferreira (2013), Lobo e Martins (2013), Souza e Rocha (2018) e Miceli e Rocha (2013). Alguns artigos, por sua vez, não explicitam o termo NdC, mas abordam alguns de seus aspectos e acabam promovendo discussões mais profundas sobre eles, como Sousa *et al.* (2014), Reznik *et al.* (2014), Mota, Gontijo e Oliveira (2017), Watanabe e Kawamura (2015), Watanabe e Kawamura (2017), Watanabe, Munhoz e Kawamura (2020).

A literatura vem apontando, todavia, a necessidade e a proficuidade de discussões explícitas *sobre* a ciência no ensino de ciências (FORATO; PIETROCOLA; MARTINS; 2011; MATHEWS; 1995, MOURA; 2014, PEDUZZI; RAICIK, 2020). Não são suficientes discussões implícitas acerca da NdC, como percebe-se em muitos materiais, inclusive no âmbito da DC, para uma aprendizagem significativa do tema ou a sua operacionalização posterior. A título de exemplo, salienta-se a constatação de Gomes, Silva e Machado (2016) de que alunos de um curso de licenciatura, tanto de fases iniciais quanto finais, quando solicitados a transcrever trechos de materiais de Divulgação Científica que pudessem ser considerados relativos à natureza da ciência, não sabiam nem o seu significado. Embora a interlocução entre os trabalhos que tratam da DC com a NdC tenha sido apresentada em número considerável de artigos nesse levantamento (conforme tabela 1) apenas Schmiedecke e Porto (2011), Roxael, Diniz e Oliveira (2015), Busko (2019), Cardoso *et al.* (2015), Diniz, Rezende e Junior (2019), Batistele, Diniz e Oliveira (2018) apresentaram discussões explícitas sobre NdC.

O presente levantamento evidencia um número expressivo de trabalhos que discutem ou apresentam a apropriação da Divulgação Científica pelo ensino de ciências. Assim, torna-se possível, e quase inevitável, estabelecer uma interlocução entre as discussões epistemológicas realizadas nessas duas áreas. Apesar disso, percebe-se que quando os vínculos estão relacionados com a HFC e/ou a NdC, duas categorias-foco do presente artigo, há um longo caminho a ser percorrido. Callegario *et al.* (2015), por exemplo, publicaram uma revisão bibliográfica sobre a História da Ciência no ensino de Química, na qual ressaltam quão significativo é pensar, para além das metodologias de ensino, o *porquê* do que será construído com elas. Os autores destacam a importância da sua inserção na formação de

professores, desfazendo-se aos poucos de uma cultura histórica linear que permeia o ensino de ciências comumente, não só na química, mas nas ciências da natureza em geral (física, química, biologia). Aliás, a falta de material didático adequado envolvendo aspectos histórico-filosóficos na Educação Básica contribui para que alunos cheguem ao ensino superior sem condições mínimas para realizar reflexões sobre esse assunto (PENA; TEIXEIRA, 2013). Com isso, materiais de Divulgação Científica que utilizam aspectos de HFC e/ou NdC em sua construção podem ser oportunos não apenas para o seu público-alvo, que teria acesso a uma ciência mais contextual e humana, mas também para a própria Educação Científica, na qual esses materiais poderiam ser utilizados como fontes profícuas de discussões *sobre* a ciência. Afinal, “quando realizamos ações de divulgação, nosso objetivo é que o cidadão contemporâneo fique imerso na cultura científica, seja aculturado? Ou temos como objetivo que ele olhe criticamente para a cultura científica?” (GOUVÊA, 2015, p. 31). Entendendo, assim como o faz Vogt, que se visa problematizar essa cultura e reconhecendo, no âmbito de sua inserção no ensino, que o espaço de ensino é microssocial, reflexões concomitantes a asserções relativas à NdC podem ser promissoras e fundamentais em análises ou produções de materiais e ações de DC.

Em síntese, os resultados aqui encontrados auxiliam nas reflexões acerca de como tem sido debatidas questões que envolvam a HFC e a NdC no âmbito do uso de materiais e ações de Divulgação Científica em periódicos nacionais de Educação Científica, para além das próprias questões essenciais *para que e para quem* ela se destina. Um dos apontamentos que este levantamento traz é a necessidade do desenvolvimento de atividades (materiais, oficinas, vídeos, eventos etc.) de DC que estejam cada vez mais fundamentadas histórica e epistemologicamente. Com efeito, mas sem pretensão de generalidade, pode-se inferir que materiais de DC não adequados — em termos de uma historiografia ou filosofia contemporâneas, por exemplo — contribuem para uma visão restrita e inadequada da própria ciência.

O levantamento de materiais que discutem a Divulgação Científica no último decênio em periódicos de Educação Científica se faz importante em razão da necessidade de compreender a produção intelectual e as relações que estão sendo feitas na área, a fim de se desenvolver trabalhos que sejam mais pertinentes e coerentes com as lacunas existentes na literatura. Cabe ressaltar que a pesquisa aqui concebida faz parte de um projeto mais amplo de investigação, reflexão, produção e análise de materiais de Divulgação Científica que estejam

fundamentados histórica e epistemologicamente a partir da historiografia e filosofia da ciência contemporâneas e que possam ser utilizados como geradores de discussões *sobre* ciência na Educação Científica (LORENZETTI; DAMASIO; RAICIK, 2020a; LORENZETTI; DAMASIO; RAICIK, 2020b).

Salienta-se que os apontamentos aqui manifestos evidenciam a necessidade da produção de pesquisas que envolvam discussões explícitas e exemplificadas entre a DC e os aspectos de HFC e NdC e também da interlocução desses referenciais com a Educação Científica. Esses dados reiteram a importância de pensar a construção e a análise de textos, vídeos, podcasts, publicações em mídias sociais, exposições, entre outras atividades de DC, que discutam não somente *a* ciência, mas também *sobre* ela como forma de potencializar seu uso em contexto de ensino formal. Além disso, também torna-se importante entender quais aspectos da Divulgação Científica sofrem modificação/adaptação ao serem inseridos nesse nicho.

Aqui, correndo o risco do texto tornar-se repetitivo, reitera-se a importância de materiais fundamentados epistemologicamente, que não apresentem *a* ciência dogmática, perfeita e sobre-humana. Além disso, se faz importante a disposição de trabalhos aos educadores que reflitam e exemplifiquem inadequações em materiais de Divulgação Científica já existentes, a fim de facilitar a sua utilização em sala de aula. A introdução de um material inadequado, junto a uma discussão conduzida pelo professor a partir da historiografia e filosofia da ciência contemporâneas, também é capaz de gerar debates e pode auxiliar na construção de conhecimento de uma ciência mais humana, aproximando-se da compreensão do *modus operandi* do empreendimento científico, evitando idealizações.

Em *Sobre a Natureza da Ciência: asserções comentadas para uma articulação com a História da Ciência*, por exemplo, Peduzzi e Raicik (2020), ao apresentarem uma série de proposições comentadas acerca de vários aspectos relativos à Natureza da Ciência como uma abordagem profícua a sua discussão e reflexão no ensino, enfatizam, inclusive que

[...] as proposições e todo arcabouço reflexivo que carregam seus comentários e fundamentos podem subsidiar a análise epistemológica de filmes [...], vídeos/séries [...], hipermídias [...], documentos históricos, narrativas históricas [...] enfim, de qualquer produção, didática ou não, relacionada a divulgação da ciência e do trabalho científico, podendo levar a um posicionamento crítico, consciente, sobre as visões de ciência (explícitas ou nas entrelinhas) que essas obras trazem inevitavelmente consigo (p. 46).

Considerando os resultados encontrados e vislumbrando as carências expostas, este levantamento evidencia que o campo merece e permite aprofundamentos e a perspectiva de novos estudos. Entre uma das possibilidades que se mostram relevantes, encontra-se a análise de livros de Divulgação Científica que tratam da história da ciência, ou seja, a análise de *qual história* esses livros apresentam, à luz da natureza da ciência, por exemplo. Um episódio histórico que se mostra muito rico em detalhes — dentre tantos outros que poderiam ser citados — e que possui muitas nuances e personagens *esquecidos* é o da construção da Tabela Periódica. Atentando-se a isso e em virtude do exposto neste trabalho, o próximo passo do projeto desenvolvido pelos autores será a análise do livro “o sonho de Mendeleiev: a verdadeira história da química” (STRATHERN, 2002), buscando trazer reflexões e análises para a área a partir da potencialidade do livro, quando associado a discussões histórico-epistemológicas específicas, ao ensino de ciências.

REFERÊNCIAS

- ALBAGLI, S. Divulgação científica: informação científica para a cidadania? **Ciência da Informação**, v. 25, n. 3, 1996.
- ALMEIDA, S. A. O texto de divulgação científica em uma aula sobre fermentação nos anos iniciais do ensino fundamental. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 13, n. 1, 2020.
- ALMEIDA, M. J. P. M. Divulgação científica no ensino escolar: Possibilidades e limites. In: Giordan, M., & da Cunha, M. B. (Org.). **Divulgação Científica na sala de aula: Perspectivas e Possibilidades**. Ijuí: Editora Unijuí, 2015.
- ARTHURY, L.H.M. **A cosmologia moderna à luz dos elementos da epistemologia de Lakatos**. 2010. 133 f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.
- BATISTELE, M. C.; DINIZ, N. P.; OLIVEIRA, J. R. S. O uso de textos de divulgação científica em atividades didáticas: uma revisão. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 11, n. 3, 2018.
- BUENO, W. C. Comunicação Científica e Divulgação Científica: aproximações e rupturas conceituais. **Informação & Informação**, v. 15, n. esp, 2010.
- BUSKO, P. S. A incomensurabilidade na ciência e suas implicações na divulgação científica a partir da epistemologia de Thomas Kuhn. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 12, n. 3, 2019.

CALDAS, J.; CRISPINO, L. C. B. Divulgação científica na Amazônia: O Laboratório de Demonstrações da UFPA. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39 n. 2, 2017.

CALLEGARIO, L. J.; HYGINO, C. B.; ALVES, V. L. O.; LUNA, F. J.; LINHARES, M. P. A história da ciência no ensino de química: uma revisão. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 3, 2015.

CARDOSO, D.; NORONHA, A.; WATANABE, G.; GURGEL, I. Texto jornalístico sobre ciência: uma análise do discurso sobre a natureza da ciência. **Alexandria**, v. 8, n. 3, 2015.

CARLETTI, C.; MASSARANI, L. O que pensam crianças brasileiras sobre a teoria da evolução? **Alexandria**, v. 4, n. 2, 2011.

COLOMBO JUNIOR, P. D.; SILVA, C. C. Percepção da gravidade em uma intrigante visita à casa maluca do CDCC/USP. **A Física na Escola**, v. 11, n. 1, 2010.

COSTICHE, S. W. S.; KEMPER, D. C.; GOMES, A. K. S.; FRARE, A. L.; CEZARO, D. E. R.; FIRBINA, J.; ... , FRIEDRICH, F. C. Dramatização e experimentação como recursos didáticos para o ensino e divulgação das ciências naturais. **A Física na Escola**, v. 17, n. 1, 2019.

DAMASIO, F.; PEDUZZI, L.O.Q. Coerência e complementaridade entre a epistemologia de Paul Feyerabend e a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica no ensino de história da ciência. **Investigações em Ensino de Ciência**, v. 20, n. 3, 2015.

DAMASIO, F.; PEDUZZI, L. O. Q. Para que ensinar ciência no século XXI? - Reflexões a partir da Filosofia de Feyerabend e do ensino subversivo para uma Aprendizagem Significativa Crítica. **Ensaio**, v. 20, e2951, 2018.

DICKSON, D.; KEATING, B.; MASSARANI, L. **Guia de divulgação científica**. Rio de Janeiro: SciDev.Net: Brasília, DF: Secretaria de Ciência e Tecnologia para a Inclusão Social, 2004.

DINIZ, N. P.; REZENDE JUNIOR, M. Textos de divulgação científica da revista Ciência Hoje online: potencial para discussão de aspectos da natureza da ciência. **Alexandria**, v. 12, n. 2, 2019.

FORATO, T. C. M., PIETROCOLA, & M., MARTINS, R. A. Historiografia e Natureza da Ciência em sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 1, 2011.

FRAGA, F. B. F. F.; ROSA, R. T. D. Microbiologia na revista Ciência Hoje das Crianças: análise de textos de divulgação científica. **Ciência & Educação**, v. 21, n. 1, 2015.

FREIRE, A.; MASSARANI, L. A cobertura de ciência para crianças: um estudo de caso em dois jornais brasileiros. **Alexandria**, v. 5, n. 3, 2012.

GIL PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, 2001.

GÓES, A. C. S.; OLIVEIRA, B. V. X. Projeto Genoma Humano: um retrato da construção do conhecimento científico sob a ótica da revista Ciência Hoje. **Ciência & Educação**, v. 20, n. 3, 2014.

GOMES, V. B., SILVA, R. R., & MACHADO, P. F. L. Elaboração de textos de divulgação científica e sua avaliação por alunos de Licenciatura em Química. **Química Nova na Escola**, v. 38, n. 4, 2016.

GOUVÊA, G. A Divulgação Científica, da técnica e cidadania e a sala de aula. In: Giordan, M., & da Cunha, M. B. (Org.). **Divulgação Científica na sala de aula: Perspectivas e Possibilidades**. Ijuí: Editora Unijuí, 2015.

KEMPER, A.; ZIMMERMANN, E. Textos populares de divulgação científica como ferramenta didático-pedagógica: o caso da evolução biológica. **Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências**, v. 10, n. 3, 2011.

LOBO, M.; MARTINS, I. Representações Sobre Alimentação e Ciência em um Texto de Divulgação Científica: implicações para a educação em ciências. **Alexandria**, v. 6, n. 3, 2013.

LORENZETTI, C. S.; DAMASIO, F.; RAICIK, A. C. O episódio histórico do centenário eclipse de Sobral e suas implicações para o ensino de física por meio da divulgação científica. **Educar Mais**, v. 4, n. 2, 2020a.

LORENZETTI, C. S.; DAMASIO, F.; RAICIK, A. O Ano Internacional da Tabela Periódica e um sucinto resgate de sua história: implicações para a Educação Científica por meio da Divulgação Científica. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 3, 2020b.

MARANDINO, M.; DA SILVEIRA, R. E. M.; CHELINI, M. J.; FERNANDES, A. B.; RACHID, V.; MARTINS, L. C.; ..., FLORENTINO, H. A. A Educação Não Formal e a Divulgação Científica: o que pensa quem faz? **In: IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2003.

MATTHEWS, M. R. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 12, n. 3, 1995.

MICELI, B.; ROCHA, M. Análise de textos de divulgação científica sobre genética inseridos em livros didáticos de biologia. **Alexandria**, v. 12, n. 2, 2019.

MOREIRA, M. A. Grandes desafios para o ensino da Física na educação contemporânea. **Revista do Professor de Física**, v. 1, n. 1, 2017.

MOREIRA, M. A. Pesquisa básica em educação em ciências: uma visão pessoal. **Revista Chilena de Educación Científica**, v. 3, n. 1, 2004.

MORI, R. C.; CURVELO, A. A. A. S. Experimentoteca do Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC-USP) e o Ensino por Investigação: Compromissos Teóricos e Esforços Práticos. **Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências**, v. 18, n. 3, 2018.

MOTA, G. P. DOS R.; GONTIJO, G. B.; OLIVEIRA, J. R. S. de. A Revista “Pesquisa FAPESP” como Recurso para Abordagem da Sociologia da Ciência. **Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências**, v. 17, n. 3, 2017.

MOURA, B. A. O que é a Natureza da Ciência e qual a sua relação com a História e Filosofia da Ciência? **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 7, n. 1, 2014.

NASCIMENTO, T. G. Definições de divulgação científica por jornalistas, cientistas e educadores em ciências. **Ciência em Tela**, v. 1, n. 2, 2008.

OLIVEIRA, L. M.; CARVALHO, D. F. O método da lembrança estimulada como uma ferramenta de investigação sobre a visita escolar no museu de biodiversidade do cerrado. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 20, n. 3, 2015.

PASSONI L. C.; VEGA M. R. G.; GIACOMINI R.; BARRETO A. M. P.; SOARES J. S. C.; CRESPO L. C.; NEY M. R. G. Relatos de Experiências do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência no Curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual do Norte Fluminense. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 4, 2012.

PAULIV, V. E., CARVALHO, L. C., FELIPPE, C., BOBATO, R., & SEDOR, F. A. Programa “ciência vai à escola” - museu de ciências naturais da UFPR: construindo uma visão de ciência na educação básica. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 6, n. 2, 2013.

PEDUZZI, L. O. Q. Sobre a utilização didática da História da Ciência. In: Pietrocola, M. (Org.). **Ensino de física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001.

PEDUZZI, L. O. Q.; RAICIK, A. C. Sobre a Natureza da Ciência: asserções comentadas para uma articulação com a História da Ciência. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 25, n. 2, 2020.

PENA, F.; TEIXEIRA, E. Parâmetros para avaliar a produção literária em História e Filosofia da Ciência voltada para o ensino e divulgação das ideias da Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 30, n. 3, 2013.

PEREIRA, B. O.; VALLE, M. G. O discurso museológico e suas tipologias em um museu de história natural. **Ciência & Educação**, v. 23, n. 4, 2017.

POSTMAN, N. **O fim da educação** – redefinido o valor da escola. Rio de Janeiro: Graphia, 2002.

QUEIROZ, S. L.; FERREIRA, L. N. A. Traços de cientificidade, didaticidade e laicidade em artigos da revista ‘Ciência Hoje’ relacionados à química. **Ciência & Educação**, v. 19, n. 4, 2013.

RAICIK, A. C.; PEDUZZI, L. O. Q.; ANGOTTI, J. A. P. Uma análise da ilustração do *experimentum crucis* em materiais de Divulgação Científica. **Física na Escola**, v. 15, n. 2, 2017.

RENDEIRO, M. F. B., ARAÚJO, C. P., & GONÇALVES, C. B. Divulgação Científica para o Ensino de Ciências. **Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, v. 10, n. 22, 2017.

REZNIK, G.; MASSARANI, L.; RAMALHO, M.; AMORIM, L. Ciência na Televisão Pública: uma análise do telejornal Repórter Brasil. **Alexandria**, v. 7, n. 1, 2014.

ROCHA, M. B. O potencial didático dos textos de divulgação científica segundo professores de ciências. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 5, n. 2, 2012.

ROXAEL, F. R.; DINIZ, N. P.; OLIVEIRA, J. R. S. O trabalho do cientista nos *cartuns* Sidney Harris: um estudo sob a perspectiva da sociologia da ciência. **Química Nova na Escola**, v. 37, n. esp., 2015.

SANTOS, S. C. S.; CUNHA, M. A pesquisa em espaços de educação não formal em ciências na Região Norte: o caso do Bosque da Ciência. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 14, n. 32, 2018.

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

SILVA, H. C. O que é Divulgação Científica? **Ciência & Ensino**, v. 1, n. 1, 2006.

SOUSA, A. C. de; MUXFELDT, A. K.; JUSTINA, L. A. D; MEGLHIORATTI, F. A. A presença do tema Eugenia em uma revista de Divulgação Científica no período de 1990 a 2009. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 14, n. 1, 2014.

SOUZA, P. H. R.; ROCHA, M. B. O caráter híbrido dos textos de divulgação científica inseridos em livros didáticos. **Ciência & Educação**, v. 24, n. 4, 2018.

URIAS, G.; ASSIS, A. Análise de biografias de Einstein em dois livros de divulgação científica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. 2, 2012.

VIEIRA, C. L. **Pequeno manual de divulgação científica: dicas para cientistas e divulgadores da Ciência**. Rio de Janeiro: Instituto Ciência Hoje, 2006.

VOGT, C. The spiral of scientific culture and cultural well-being: Brazil and Ibero-America. **Public Understanding of Science**, v. 21, n. 1, 2012.

VOGT, C.; CERQUEIRA, N.; KANASHIRO, M. Divulgação e cultura científica. **ComCiência**, n. 100, editorial, 2008.

WATANABE G.; MUNHOZ M. G.; KAWAMURA M. R. Contribuições da sociologia para o estudo da divulgação científica na interface campo científico e espaço escolar: um olhar a partir do conceito de fronteira. **Revista Ensaio**, v. 22, e105811, 2020.

WATANABE, G.; KAWAMURA M. R. A divulgação científica e os físicos de partículas: a construção social de sentidos e objetivos. **Ciência e Educação**, v. 23, n. 2, 2017.

WATANABE, G.; KAWAMURA, M. Um sentido social para a divulgação científica: perspectivas educacionais em visitas a laboratórios científicos. **Alexandria**, v. 8, n. 1, 2015.

XAVIER, J. L. A.; GONÇALVES, C. B. A relação entre a divulgação científica e a escola. **Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, v. 7, n. 14, 2014.

2 O ANO INTERNACIONAL DA TABELA PERIÓDICA E UM SUCINTO RESGATE DE SUA HISTÓRIA: IMPLICAÇÕES PARA A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA POR MEIO DA DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA¹⁴

Resumo: A Tabela Periódica é, normalmente, vista pura e simplesmente como aquela derivada dos estudos de Mendeleev, sem contextualização e que se apresenta colada em paredes de laboratórios. Este artigo realiza uma sucinta reflexão histórica voltada para o século XIX e o desenvolvimento da Tabela Periódica, bem como enfatiza a relevância de estudos acerca da Divulgação Científica para Educação Científica. Além disso, apresenta um projeto de Divulgação Científica desenvolvido no âmbito do Ano Internacional da Tabela Periódica dos elementos químicos e do sesquicentenário da publicação da Tabela Periódica de Mendeleev, promovidos em 2019, que abordaram a contextualização histórica e o futuro da Tabela Periódica que pode envolver a Teoria da Relatividade Restrita.

Palavras-chave: Tabela Periódica. Mendeleev. História da Ciência. Divulgação Científica.

2.1 INTRODUÇÃO

O ano de 2019 foi escolhido pela ONU (Organização das Nações Unidas) como o Ano Internacional da Tabela Periódica dos elementos químicos. O motivo gerador dessa celebração se encontra no sesquicentenário da Tabela Periódica (TP) publicada por Dmitry Ivanovich Mendeleev em 1869 (LEITE, 2019). Além disso, 2019 também foi o ano em que a União de Química Pura e Aplicada (IUPAC) completou seu centenário.

Entretanto, não é apenas por conta de seu notável aniversário que a Tabela Periódica vem sendo comentada nos últimos anos. Em dezembro de 2015, foi anunciado, pela IUPAC e pela União de Física Pura e Aplicada (IUPAP), que a TP receberia novos elementos químicos que já vinham sendo estudados nos últimos anos e que foram reunidas evidências suficientes para serem, então, adicionados a TP (ZOLNERKEVIC, 2016). Um desses elementos, o oganessônio, tem chamado a atenção de cientistas por suas peculiaridades, de forma que pode

¹⁴ Artigo publicado com pequenas diferenças gráficas: LORENZETTI, C. S.; DAMASIO, F.; RAICIK, A. O Ano Internacional da Tabela Periódica e um sucinto resgate de sua história: implicações para a Educação Científica por meio da Divulgação Científica. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 3, 2020. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/778>. Acesso em: 03 dez 2021.

desencadear significativas e interessantes pesquisas, que podem envolver a Teoria da Relatividade Restrita (GARCIA, 2019).

Não obstante, como comenta Leite (2019), nas aulas de química a TP, ainda é utilizada de forma reducionista e pouco explorada, chegando-se a apresentá-la tão somente na forma de jogos para iniciar ou finalizar sequências didáticas. O resgate da história da TP e das recentes atualizações realizadas nela poderiam ser uma ferramenta profícua na Educação Científica. Ao se apresentar e discutir essa enciclopédia concisa como mais que uma reunião de elementos químicos em uma folha, isto é, como sendo uma construção histórica, pode-se promover uma Educação Científica mais crítica e reflexiva, em detrimento de um mero treinamento científico (DAMASIO; PEDUZZI, 2016).

Quando se fala em Tabela Periódica dos elementos químicos, o mais natural é referir-se àquela — derivada da construída por Mendeleev — que costuma ficar colada em paredes de laboratórios de química ou em cadernos e livros didáticos de estudantes do Ensino Médio. São omitidas, normalmente, inclusive em muitas sequências didáticas (LEITE, 2019), outras tabelas construídas antes de 1869. Os estudos e curiosidades sobre a natureza da matéria, por certo, não datam do século XIX (ROUVRAY, 2004). Desde os antigos gregos se busca respostas para a pergunta “Do que o mundo é feito?” (PEDUZZI, 2015). Embora não se pretenda, nem se faz necessário, um amplo resgate histórico dessa questão, reflexões envolvendo a história podem promover discussões acerca de concepções da própria Natureza da Ciência na Educação Científica, em distintos níveis.

No âmbito do presente trabalho, em termos histórico-epistemológicos, optou-se por realizar uma sucinta reflexão voltada para o século XIX e o desenvolvimento da Tabela Periódica de Mendeleev. Além disso, ao passo que enfatiza a relevância de estudos acerca da Divulgação Científica, o artigo apresenta e descreve atividades e materiais que foram produzidos e promovidos de eventos que ocorreram, em 2019, no Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), câmpus Araranguá.

Ressalta-se, portanto, que a Divulgação Científica, em articulação com a história e, inevitavelmente a epistemologia, pode oportunizar que alunos da Educação Básica ou pessoas que não tiveram contato com a história da Tabela Periódica e suas atualizações possam conhecê-la. Além disso, salienta-se que o tema pode ser tratado, também, no ensino superior como forma de situar historicamente os futuros professores e cientistas e promover discussões sobre a ciência nesse ambiente.

2.2 HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO DESENVOLVIMENTO DA TABELA PERIÓDICA: UMA SUCINTA REFLEXÃO

Em 1789, em seu “Tratado elementar de química”, Antonie-Laurent de Lavoisier (1743-1794) agrupava, em uma lista com 33 elementos, gases, metais, não metais e terrosos (LEITE, 2019). Alguns dos elementos que Lavoisier apontou em seu estudo foram posteriormente classificados como compostos e outros, como a luz, deixaram de integrar essa classificação. O certo é que 25 desses elementos ainda estão presentes na Tabela Periódica atualmente (PEDUZZI, 2015).

Johann Wolfgang Döbereiner (1780-1849), em 1817, também apresentou uma sistematização dos elementos químicos, seus estudos ficaram conhecidos como “Lei das Tríades” (BRITO; RODRÍGUEZ; NIAZ, 2005). Nessa classificação, quando os elementos eram agrupados em trios, de acordo com suas propriedades químicas, o peso do segundo elemento era aproximadamente a média dos pesos do primeiro e do terceiro. A grande dificuldade de Döbereiner, e dos que o seguiram na abordagem das tríades, foi estabelecer um princípio geral que refletisse tais relações numéricas (RAWSON, 2006).

Em 1862, Alexandre Émile Béguyer de Chancourtois (1820-1886) desenvolveu uma classificação tridimensional que nomeou de “Parafuso Telúrico”. Organizando os elementos em uma hélice em ordem crescente de seus pesos atômicos, De Chancourtois pode constatar uma repetição periódica das propriedades dos elementos em seu eixo vertical (LEITE, 2019). Por mais que de Chancortois tenha sido um dos primeiros estudiosos a apresentar os elementos químicos de forma que repetissem periodicamente suas características, o geólogo teve problemas com a difusão do seu trabalho em razão da dificuldade em representá-lo, pois, como supracitado, seu “Parafuso Telúrico” possuía estrutura tridimensional. Além disso, sua formação em geologia dificultou a disseminação de suas ideias em termos linguísticos, visto que ele utilizou uma linguagem voltada mais para a mineralogia do que para a química (TOLENTINO; ROCHA-FILHO; CHAGAS, 1997).

John A. R. Newlands (1837-1898) também desenvolveu uma classificação que reunia os elementos a partir das suas semelhanças nas propriedades em 11 grupos, em 1863. Tais semelhanças repetiam-se a cada oito elementos, o que levou a “Lei das oitavas” (TOLENTINO; ROCHA-FILHO; CHAGAS, 1997), em analogia às oitavas musicais, como

apontou o próprio Newlands. Em 1866, ao apresentar seu trabalho para a Chemical Society em Londres, ele foi questionado — de forma sarcástica — se teria organizado os elementos em ordem alfabética devido a sua correspondência com a música (LEITE, 2019). Por certo, o trabalho de Newlands não teve muito reconhecimento, “suas bases taxonômicas eram consideradas vagas ou confusas” (DMITRIEV, 2004, p. 268). Entretanto, em 1887, ele recebeu a medalha Davy of the Royal Society, em homenagem às suas pesquisas. Em 1864, William Odling (1829-1921) estabeleceu, de mesmo modo, um sistema de classificação, organizando os elementos em grupos de propriedades análogas e respeitando a ordem crescente dos pesos atômicos.

Embora esses estudiosos estivessem trabalhando independentemente em sistemas de classificação envolvendo periodicidade, e seus estudos tivessem originalidade e discernimento consideráveis (RAWSON, 2006), esses sistemas de classificação possuíam problemas e não davam conta de abranger todos os elementos conhecidos sem deixar lacunas (LEITE, 2019). Uma situação referente à época que é importante destacar — principalmente porque representa um dos pontos de ambivalência de Mendeleev — é a rivalidade entre os conceitos de peso atômico e peso equivalente (TOLENTINO; ROCHA-FILHO; CHAGAS, 1997). Com a teoria atômica de Dalton, o termo peso atômico ganhou força e espaço nas discussões, entretanto o século XIX foi todo permeado pelo “espírito positivista”, exigindo que conclusões fossem tiradas a partir da prática experimental (OKI, 2009; PEDUZZI, 2015). Em termos gerais, como a instrumentação da época não possibilitava a experimentação direta com os átomos, muitos pesquisadores não admitiam a sua existência. Não obstante, cabe destacar que um sistema de pesagem dos elementos, que permitia um manuseio mais experimental da situação — o peso equivalente — foi popularizado por William H. Wollaston (1766-1828) em 1814 (OKI, 2009).

Torna-se importante salientar, inclusive, que muitas nomenclaturas e conceitos eram usados de formas diferenciadas pelos pesquisadores, pois ainda não se tinha um padrão para defini-los. O congresso de Karlsruhe, que aconteceu em 1860 e reuniu 129 químicos, pode ser um exemplo das primeiras tentativas de adotar uma mesma forma de nomear e conceituar os conteúdos das pesquisas químicas (OKI, 2009). Entre os principais pontos de discussão do evento estavam a diferenciação entre as palavras átomo, molécula, equivalente e básico; uma revisão sobre os equivalentes e as fórmulas químicas, e; uma definição de nomenclatura padrão (OKI, 2009).

A título de exemplo, Stanislao Cannizzaro (1826-1910), um dos palestrantes no referido congresso, distribuiu cópias de um artigo de sua autoria sobre um novo sistema de pesos atômicos de forma que, além de outros estudiosos, receberam um exemplar Julius Lothar Meyer (1830-1895) e o próprio Mendeleev (KAJI, 2003). Com efeito, depois de ter entrado em contato com as ideias de Cannizzaro, Meyer buscou produzir tabelas dos elementos químicos de acordo com a sua valência. Em 1864, ele publicou uma tabela que possuía 28 dos 56 elementos conhecidos na época. Já em 1868, começou a trabalhar em uma Tabela Periódica que incluía todos os elementos conhecidos de acordo com a valência e, quando plotado um gráfico do volume atômico em relação ao peso atômico, podia-se perceber um padrão. Os trabalhos de Meyer relativos a essa tabela terminaram e foram publicados em 1870 (LEITE, 2019). Um ano antes, porém, Mendeleev também publicava uma Tabela Periódica.

Cabe, então, a indagação: por que a tabela de Mendeleev obteve reconhecimento na época e hoje atribuímos a ele a construção da Tabela Periódica? É importante destacar preliminarmente que, em relação as outras tabelas construídas até 1869, a tabela de Mendeleev possuía alguns diferenciais: previa a existência de elementos, deixando alguns espaços vazios; e, ao incluir todos os elementos conhecidos e deixando espaços para novos elementos, levava em consideração várias propriedades físicas e químicas, podendo inclusive antever quais seriam as propriedades dos elementos que seriam descobertos (TOLENTINO; ROCHA-FILHO; CHAGAS, 1997). Entretanto, esses não foram os únicos aspectos que contribuíram para o seu reconhecimento.

Em uma análise desenvolvida por Kaji (2003), ele frisa que os primeiros estudos de Mendeleev, quando ingressou no Instituto Pedagógico Principal de São Petersburgo (*Main Pedagogical Institute of St. Petersburg*), em 1850, já apontavam algumas habilidades e conhecimentos que viriam a ser úteis posteriormente na construção da Tabela Periódica. Suas primeiras publicações que tratam de análises químicas de minerais e sua primeira “tese” sobre isomorfismo podem indicar que Mendeleev já estava em contato com as similaridades das propriedades químicas dos componentes com os quais trabalhava (KAJI, 2003). Seus trabalhos posteriores sobre volumes específicos e estrutura de silicatos seguiram a mesma linha de pesquisa. Para esses estudos, Mendeleev utilizou o sistema de pesos atômicos de Auguste Laurent (1808-1853) e Charles Gerhardt (1816-1856) e a hipótese de Avogadro (KAJI, 2003).

Na década de 1860, a recém-criada Sociedade Química Russa — a qual Mendeleev fazia parte — estava incentivando o desenvolvimento de pesquisas no campo industrial e teórico com o intuito de obter avanços no campo da indústria (KAJI, 2003). Os professores eram então apoiados na escrita de livros, que em muitos casos ainda não tinham exemplares no idioma russo. Nesse sentido, em 1861, Mendeleev redigiu seu primeiro livro de química *Organic Chemistry*, no qual definiu o peso atômico conforme a descrição de Cannizzaro. O livro foi tão bem recebido que, no ano seguinte, ele ganhou um prêmio (Demidov) concedido pela Academia de Ciências de Petersburgo. Ainda naquela década, Mendeleev começou a escrever o livro *Principles of Chemistry* sobre Química Inorgânica; por certo, antes de escrevê-lo, ele já buscava por uma classificação na qual conseguisse sistematizar os elementos (KAJI, 2003).

Foi durante a escrita do *Principles* que Mendeleev desenvolveu as ideias que vieram acarretar na Tabela Periódica. Na primeira parte do livro foram feitas análises baseadas no princípio de valência, já na segunda parte, em um capítulo em que Mendeleev realizou uma comparação das propriedades físico-químicas dos metais alcalinos terrosos e alcalinos, ele utilizou os pesos atômicos como base para a análise (KAJI, 2003). Concomitante a escrita do livro e para a escrita do livro, ele estava desenvolvendo uma tabela que sistematizasse os elementos; como salientado anteriormente o desenvolvimento de tabelas não era inédito. Mendeleev terminou sua primeira tabela em 1869 e escreveu um artigo falando sobre ela e seu objetivo — que era o de mostrar a relação existente entre os pesos atômicos e as propriedades dos elementos. O artigo foi lido na Sociedade Química Russa em 6 de março daquele ano (KAJI, 2003).

É importante ressaltar que por ter estudado um tempo na Alemanha (BRITO; RODRÍGUEZ; NIAZ, 2005) e por fazer parte da Sociedade Química Russa, Mendeleev possuía contatos que o ajudavam a publicar traduções dos seus trabalhos em alemão (KAJI, 2003). Nesse sentido, seu primeiro artigo publicado acerca da Tabela Periódica em alemão foi enviado para um periódico da Alemanha pelo próprio Meyer (KAJI, 2003). Com efeito, Meyer quando publicou sua tabela em 1870, admitiu que seu sistema era muito semelhante ao de Mendeleev, exceto por aqueles pontos supracitados deste último que evidenciam alguns de seus ineditismos (TOLENTINO; ROCHA-FILHO; CHAGAS, 1997).

Cabe ressaltar que mesmo buscando entender a natureza dos átomos e das moléculas e adotando o sistema de pesos atômicos (referindo-se à teoria atômica) — que muitos tinham

apenas como hipotético, uma ferramenta para realizar a pesquisa já que não podiam averiguar diretamente — Mendeleev ainda falava em medida empírica dos pesos, referindo-se aos pesos equivalentes (NIAZ; RODRÍGUEZ; BRITO, 2004). Isto é, Mendeleev apresentava certa ambivalência de conceitos. Ademais, é importante localizá-lo entre teorias e concepções também desenvolvidas no século XIX. A título de exemplo, pode-se destacar que após aquele congresso de Karlsruhe, ele afeiçoou-se com o sistema de peso atômico de Cannizzaro chegando a escrever para o então seu professor que o sistema de Gerhardt apresentava inconsistências e que a proposição de Cannizzaro, que apontava uma multiatomicidade para os metais, parecia ser mais adequada (KAJI, 2003).

Além disso, é importante destacar que a Tabela Periódica não teve seu formato estagnado com a versão de Mendeleev, ela é um instrumento de pesquisa e estudo em constante revisão. O próprio Mendeleev realizou modificações ao longo dos anos. Uma delas se refere à criação de um oitavo grupo para o que ele chamava de elementos de transição; a necessidade da criação desse grupo veio com uma quebra na periodicidade das propriedades dos elementos, a partir do elemento ferro, quando organizados a partir do seu peso atômico (SCERRI, 2011). Com efeito, posteriormente, o grupo oito contendo os elementos de transição foi realocado ao corpo principal da Tabela Periódica. A incorporação dos recém-descobertos gases nobres, no final do século XIX, foi outra mudança que ocorreu no formato da Tabela Periódica — enquanto Mendeleev ainda estava vivo. Esses novos elementos, que ocuparam esse grupo, estavam de acordo com muitos estudos realizados anteriormente, incluindo do próprio Mendeleev, que propunham que periodicidade dos elementos se repetia em grupos de oito (SCERRI, 2011). Um dos químicos responsáveis pela modificação mencionada, incluindo os gases nobres na Tabela Periódica, foi Willian Ramsay (1852-1916).

No entanto, se olharmos para essa tabela já com a inclusão dos gases nobres (Figura 1), veremos que sua aparência ainda não se assemelha com a Tabela Periódica que geralmente encontramos nos livros didáticos e nos laboratórios. A Tabela Periódica começou a se assemelhar com a atual com as modificações feitas por Alfred Werner (1866-1919), que estudava a possibilidade de arranjar o que ele chamava de “bloco d” no meio da tabela, formando uma *série de transição*. Desse modo, a tabela construída por ele tinha um sentido diferente (Figura 2), como se ela tivesse recebido um “giro” em 90 graus (CONSTABLE, 2019).

discussões atuais que, juntamente e em semelhança à História e Filosofia da Ciência, dificilmente aparecem nos livros didáticos ou no ensino superior.

Como apontam Brito, Rodríguez e Niaz (2005), Mehlecke *et al.* (2012) e Leite (2019), por exemplo, discussões, ainda que sucintas, como as promovidas anteriormente, sobre o contexto do desenvolvimento da Tabela Periódica, são deixadas de lado — parcial ou inteiramente — em livros didáticos da Educação Básica e da Educação Superior. Nesse sentido, a História e Filosofia da Ciência tem se mostrado uma ferramenta muito útil para a realização de reflexões *de e sobre* ciência.

Peduzzi (2001) aponta para os perigos de ensinar a ciência sem a sua história, retratando uma ciência estática e pronta. Olhando para os acontecimentos que levaram ao desenvolvimento de um sistema periódico, quão dinâmico não se mostra o contexto científico do século XIX? Deixando de apontar quais conhecimentos Mendeleev já tinha em mãos quando desenvolveu sua primeira Tabela Periódica, quão “indutivista” pode parecer sua história de construção quando apresentada em função da teoria atômica do século XX? Tantas outras perguntas surgem ao passo que se conhece mais sua história e a maneira descontextualizada com que o tema é tratado no ensino.

Contudo, não é aconselhado olhar para a História e Filosofia da Ciência como a salvadora dos problemas do ensino de ciência, ou da Divulgação Científica; pode-se pensá-la como uma ferramenta profícua para refletir e promover aprendizagens potencialmente significativas no ensino. Por certo, ao utilizar a História, alguns cuidados devem ser tomados para não divulgar, como ressaltam Damasio e Peduzzi (2016), uma pseudo-história ou uma quase-história. No primeiro caso usa-se a história “de maneira equivocada no ensino de ciência, devido aos assuntos e temas selecionados e utilizados, e coloca como causa disso a distância entre a perceptiva de um cientista e de um historiador” (p. 15). No segundo caso a quase-história ocorre quando “há uma falsificação histórica com aspectos de história genuína” (p. 16). Os conceitos citados, pseudo-história e quase-história, poderiam reforçar ainda mais as narrativas de que dentro da ciência existe uma verdade absoluta, como também os estereótipos do cientista e das suas “descobertas” e do fazer ciência, o que não é desejado e precisa ser combatido.

Sobre as “descobertas”, a partir do trabalho de Raicik e Peduzzi 2016, a título de exemplo, é possível analisar o quão complexo pode ser o seu processo e, conseqüentemente, como é reducionista tratar o feito de Mendeleev como a “descoberta da Tabela Periódica”. A

Fonte: IUPAC.

Não apenas a História e Filosofia da Ciência pode ser utilizada para tratar da TP, mas também discussões atuais que vem ocorrendo referentes a sua constituição. Garcia (2019) e Zolnerkevic (2016) tratam da introdução de novos elementos superpesados na TP e a instabilidade que apresentam e, ademais, abordam os possíveis problemas que o oganessônio poderá causar nos diagramas da Tabela Periódica.

2.3 A DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA E A TABELA PERIÓDICA

O modo de produzir Divulgação Científica vem se modificando ao longo dos anos. Conquanto, autores têm reforçado a sua importância pela oportunidade de acesso à ciência (SILVEIRA; SANDRINI, 2014) e por promover uma formação de docentes mais preparados para realizar a atividade de divulgação (RODRIGUES; DAMASIO; CUNHA, 2013). Também para que os cidadãos possam ter acesso a informações que sejam úteis para a sociedade do século XXI, ajudando a formar pensadores críticos, que estão rodeados por tecnologias e fazem parte de nações nas quais os governos realizam constantemente decisões acerca da ciência do país (VALÉRIO; BAZZO, 2005).

Em Massarani *et al.* (2004) são reunidos textos chamados de “Guia de divulgação científica” que abordam a Divulgação Científica em diferentes aspectos, com o intuito de auxiliar e dar algumas dicas sobre o assunto. A maior parte dos textos presentes nesse guia são voltados para o público jornalístico. Em Vieira (2004) pode-se encontrar o “Pequeno manual de divulgação científica — Um resumo”. Nele é apresentada uma sequência de passos a serem seguidos para realizar a construção de um material de Divulgação Científica. Dentre as instruções dadas está a cautela com a linguagem; faz-se necessário torná-la acessível, sem equações ou jargões científicos e, quando necessário, adicionar notas de rodapé ou legendas, tomando a devida atenção para não causar reducionismos no que se deseja reportar. Outra sugestão se encontra na contextualização do tema em questão, caso se trate de cientista é recomendado que o apresente, dizendo onde nasceu, em que se graduou, quais eram seus objetivos com aquilo. Ademais, é aconselhado que se use muitas analogias e exemplos.

As sugestões presentes em Vieira (2004) podem ser úteis ao iniciante em Divulgação Científica, mas podem apresentar-se superficiais para aquele que busca algo a mais e devem

ser vistas com cautela. É possível ir além ao divulgar ciência, falar não apenas *de* ciência, mas também *sobre* ciência. Uma ferramenta que se mostra capaz de desenvolver discussões e reflexões sobre ciência é a própria História da Ciência, como mencionado. Ao resgatar um contexto sócio-histórico da ciência — envolvendo economia, filosofia, sociologia, cultura e aporte teórico da época, por exemplo — pode-se criar a chance de contribuir para educar cientificamente o cidadão que a lê, e não apenas informá-lo sobre determinado assunto. No ambiente escolar, essa Divulgação Científica contextualizada pode auxiliar para que o treinamento científico, que visa a “decoreba”, a listagem de equações e leis, dê espaço para uma Educação Científica que busque promover o pensamento crítico entre os alunos (DAMASIO; PEDUZZI, 2016).

O livro “O sonho de Mendeleiev: a verdadeira história da química”¹⁵ (STRATHERN, 2002) conta, por exemplo, a história da “criação” da Tabela Periódica. Construiu-se um mito em torno da figura de Mendeleev, em que muitas vezes chegam a retratar esse episódio histórico, pura e simplesmente, como fruto de um sonho do químico russo. Assim, acabam ignorando as pesquisas e construções que foram realizadas por ele e antes dele. Por mais que o livro traga o contexto anterior ao desenvolvimento da Tabela Periódica por Mendeleev, ele o faz de forma linear, como se a tabela estivesse sendo gestada por outros estudiosos e Mendeleev a colocou no mundo, em um episódio único e genioso, com o incremento — de caráter duvidoso e reducionista — de que a “versão final” da Tabela Periódica foi visualizada em um sonho. Peduzzi (2001) e Forato, Pietrocola e Martins (2011) ressaltam o perigo e o desserviço que os recortes e as anedotas da história podem trazer ao ensino de ciências, posto que essas narrativas reforçam a ideia de insight de um gênio, de grande descoberta e ciência linear, sem erros e sem defeitos.

Mehlecke *et al.* (2012), ao apresentarem uma pesquisa realizada em livros didáticos de química utilizados na Educação Básica brasileira, apontam que, quando esses materiais abordam a história da Tabela Periódica, o fazem em forma de recortes, aumentando os rótulos criados em torno desse episódio. Inclusive, os autores discutem como meros recortes “históricos” não possibilitam uma discussão e reflexão sobre o tema estudado, evidenciando ainda mais como a parte histórica da construção da TP é tratada, geralmente, de forma rasa.

Brito, Rodríguez e Niaz (2005) também desenvolvem uma análise em livros que, normalmente, são utilizados no ensino superior. Um dos critérios que foram utilizados para

¹⁵A grafia usual do nome do químico é Mendeleev, entretanto o livro traz *Mendeleiev*.

selecionar os livros que eles fariam as análises foi a adoção dos livros em diferentes países, ou seja, se eles possuem tradução para português, espanhol e italiano, por exemplo (o estudo foi publicado em inglês). Com isso, é possível trazer muitos dos aspectos discutidos no trabalho para a realidade brasileira. Os autores elencaram sete critérios — voltados para a HFC — para realizar a análise dos livros: (i) a importância da acomodação dos elementos na Tabela Periódica; (ii) a relevância da lei como evidência para apoiar a lei periódica; (iii) a pertinência relativa da acomodação e da previsão no desenvolvimento da Tabela Periódica; (iv) o papel das novas previsões; (v) a explicação da periodicidade na Tabela Periódica; (vi) as contribuições de Mendeleev: teoria ou lei empírica? (vii) o desenvolvimento da Tabela Periódica como uma sequência de princípios heurísticos. Os resultados obtidos evidenciam que os livros dão ênfase à importância da acomodação dos elementos na Tabela Periódica (critério i). A maior parte dos livros (75%) também deu importância para as previsões feitas por Mendeleev (previsões de elementos que ainda não haviam sido descobertos) (critério ii). Entretanto, poucos livros fizeram a discussão entre esses dois critérios (que no caso seria o critério iii). Com efeito, a reflexão entre essas duas componentes poderia mostrar como a aceitação de uma construção, como a Tabela Periódica, não depende de um ou outro fator, mas de toda uma rede de fatores. Poucos livros também se ocuparam em abordar as causas da periodicidade na Tabela Periódica, que muitas vezes já trata como consequência direta da teoria atômica do século XX — abordando números atômicos em vez de pesos atômicos.

Como discutido em Niaz, Rodríguez e Brito (2004), durante seus estudos e do processo de construção da Tabela Periódica, Mendeleev esteve em contato com ideias como a teoria atômica de Dalton, a lei das proporções múltiplas, a palestra de Cannizzaro no Congresso de Karlsruhe (1860), a ideia de pesos atômicos razoavelmente confiáveis, a valência e as pesquisas relacionadas às propriedades físicas e químicas dos elementos. Como buscou-se salientar, a partir do desenvolvimento desses estudos que antecederam a Tabela Periódica de Mendeleev e a maneira como ele lidou com as diferentes teorias que disputavam não somente o campo científico, mas também ideológico, é possível realizar uma discussão envolvendo a História e a Filosofia da Ciência, assim como refletir sobre aspectos acerca da Natureza da Ciência. Essas reflexões também poderia ser fomentadas por meio da Divulgação Científica.

Nesse sentido e à luz do exposto, a seguir descreve-se eventos realizados no IFSC, câmpus Araranguá, em homenagem ao AITP e ao sesquicentenário da Tabela Periódica. Esses

eventos contaram com a participação em uma rádio local, uma exposição da Tabela Periódica e de elementos químicos, a produção de material para divulgação, a realização de palestras e a impressão da Tabela Periódica em uma impressora 3D. Essas atividades promoveram uma discussão da história envolvida na construção da TP levando em consideração toda a abordagem da construção histórica da tabela atual feita neste artigo anteriormente.

2.4 DISCUTINDO A EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA TABELA PERIÓDICA NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA POR MEIO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

As ações desenvolvidas como eventos promovidos no IFSC podem ser divididas em seis etapas, que incluem as seguintes atividades realizadas: I. apropriação do tema, por meio da produção de um material de Divulgação Científica; II. exposição da Tabela Periódica; III. divulgação e conversa sobre a Tabela Periódica na Rádio Araranguá; IV. evento aberto ao público realizado nas dependências do IFSC; V. exposição de elementos químicos; e, VI. impressão da Tabela Periódica na impressora 3D.

Na etapa I, gravou-se um vídeo¹⁶ discutindo cinco assuntos geralmente não tratados sobre a TP na Educação Científica. Dentre eles estão: i) o mito do “sonho de Mendeleev”; ii) os problemas que a Tabela Periódica apresentava na sua primeira publicação; iii) a instabilidade dos novos elementos adicionados à TP, e o que impossibilita encontrá-los na natureza; iv) os últimos elementos adicionados à TP em 2015; e v) o caso do oganessônio, que possivelmente não obedece aos diagramas da Tabela Periódica por possuir um núcleo muito pesado.

Na etapa II, buscou-se simbolizar o AITP a partir da impressão de uma TP que, depois de montada, ocupou uma parede do IFSC (Figura 6). Na etapa III, falou-se sobre a história da Tabela Periódica e os novos elementos adicionados a ela, no programa de *Atualidades* na Rádio Araranguá (Figura 7). Procurou-se com isso divulgar para o público em geral os projetos realizados no Instituto, pois além da transmissão via rádio, o programa também é transmitido ao vivo via Facebook. Além disso, na oportunidade, divulgou-se o evento aberto ao público que aconteceria no IFSC.

Figura 6: Exposição da Tabela Periódica

¹⁶O vídeo se encontra disponível em: <https://youtu.be/KIFEPOGsSDY>. Acesso em: 11 nov. 2021.



Fonte: acervo dos autores.

Figura 7: Participação no programa da Rádio Araranguá



Fonte: acervo dos autores.

A etapa IV consistiu, então, na realização do evento, aberto ao público, no qual discutiu-se a TP (Figuras 8 e 9). Para isso, convidou-se turmas de ensino médio da rede estadual de Educação Básica da cidade sede do IFSC e de uma cidade próxima (aprox. 31 km) para participarem. Uma palestra foi ministrada, abordando a história da TP, desde de Lavoisier com sua primeira tabela (não periódica), passando por Johann Döbereiner e a Lei das Tríades, Chancourtois com sua tabela em espiral, John Newlands e a lei das oitavas, Julius Meyer que quase chegou aos resultados da TP antes de Mendeleev e finalmente a Tabela Periódica publicada por Mendeleev em 1869 (LEITE, 2019).

Figuras 8 e 9: Momento da palestra

Fonte: acervo dos autores.

Ainda na palestra, discutiu-se quais modificações foram realizadas para se chegar no formato atual da TP e também sobre os novos elementos adicionados em 2015, apresentando como se define quando um elemento deve ser adicionado à TP. Por fim, falou-se da questão do oganessônio e seu núcleo superpesado (GARCIA, 2019). Aproveitou-se essa fala sobre as mudanças que poderão acontecer na TP para discorrer sobre porque ainda não se sabe quais as propriedades de alguns desses elementos e, com isso, introduziu-se as ilhas de estabilidade e os números mágicos de Maria Goeppert-Mayer (ZOLNERKEVIC, 2016; CORDEIRO, 2017).

Na etapa V, levou-se o público para conhecer a exposição da TP (montada na etapa II, supracitada) em um ambiente externo e, então, realizou-se uma exibição com elementos químicos (Figura 10). Depois disso, os estudantes foram levados ao LAE²F, Laboratório de Experimentação em Ensino de Física localizado no IFSC — câmpus Araranguá, onde eles puderam presenciar a realização de alguns experimentos envolvendo diferentes áreas da física.

Figura 10: Exposição dos elementos químicos

Fonte: acervo dos autores.

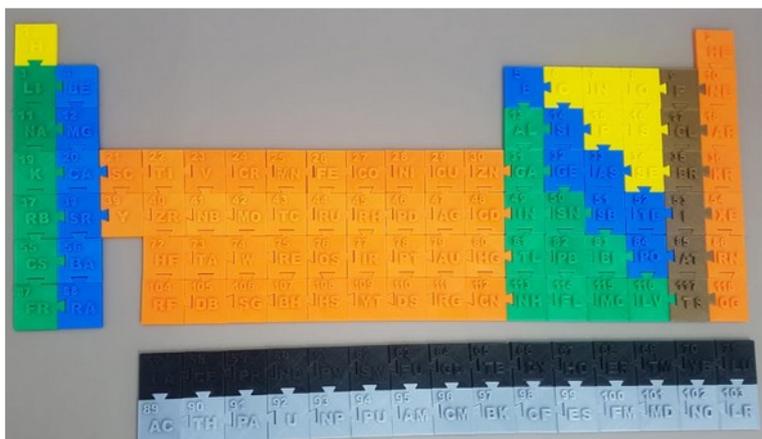
Finalmente na etapa VI efetivou-se a impressão de parte da Tabela Periódica em uma impressora 3D (Figuras 11 e 12). Pretende-se finalizar a impressão e deixá-la no acervo do IFScience, bem como possibilitar seu empréstimo para professores. Cabe ressaltar que a impressão de materiais didáticos já vem sendo estudada a algum tempo e apresenta potencial para ocupar um lugar de importância no desenvolvimento de práticas didáticas (AGUIAR; YONEZAWA, 2014; PALAIO; ALMEIDA; PATREZE, 2018). Por possuir um formato de quebra-cabeças, a Tabela Periódica impressa oportuniza, por exemplo, a sua utilização nos anos iniciais de forma lúdica, permitindo a exploração de alguns aspectos de sua construção. A própria impressão 3D pode potencializar tal utilização, já que ela chama a atenção com suas cores e formatos.

Figura 11: Impressora 3D utilizada



Fonte: acervo dos autores.

Figura 12: Tabela Periódica impressa



Fonte: acervo dos autores.

É importante ressaltar que a palestra realizada no evento foi promovida, também, em um curso de formação continuada de professores da rede estadual de educação da região da cidade sede do IFSC (Figura 13). A palestra foi filmada e disponibilizada no YouTube¹⁷. Salienta-se que ações como essa (tanto no que se refere ao evento promovido, quanto no tocante à divulgação da palestra) podem auxiliar para que conteúdos científicos, por meio de materiais de Divulgação Científica, cheguem até professores da Educação Básica que, conseqüentemente, podem utilizar a palestra e os materiais em sala de aula com os alunos.

Figura 13: Palestra realizada no curso de formação continuada de professores



Fonte: acervo dos autores.

2.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em face do exposto, conclui-se que a produção de materiais para a Divulgação Científica e a realização de eventos como os apresentados podem contribuir para a inserção da história da ciência em discussões nas quais, normalmente, ela não está presente. Além disso, esses ambientes são propícios para o debate sobre os novos rumos que tal estudo poderá tomar, nesse caso os rumos da Tabela Periódica.

A oportunidade de trazer professores e alunos da rede estadual para esses eventos é um bom caminho para ultrapassar cada vez mais os muros da Universidade, as suas portas já

¹⁷Disponível em: <https://youtu.be/KIFEPOGsSDY>. Acesso em: 11 nov. 2021.

estão abertas, porém criou-se uma cultura de formalidade dentro dessas instituições, que por muitas vezes acaba afastando a comunidade dos seus estudos.

A utilização da história da ciência tem se mostrado uma ótima ferramenta para realizar discussões *de e sobre* ciência no ensino (FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011). No caso da Tabela Periódica, não apenas o recorte da sua publicação em 1869, mas os problemas que apresentava, o caminho traçado e as inconsistências que vem apresentando hoje em dia também podem desencadear reflexões significativas (GARCIA, 2019; LEITE, 2019). Um resgate histórico do tema, associado a reflexões acerca de aspectos da natureza da ciência que promove, indica um caminho profícuo para discussões posteriores. O livro “O sonho de Mendeleiev: a verdadeira história da química” (STRATHERN, 2002), supracitado, por exemplo, indica diversas concepções não adequadas acerca da ciência e do trabalho de Mendeleev que podem ser exploradas, em trabalhos futuros, por meio da história e pensando em suas implicações para o ensino de ciências. Muitos materiais de Divulgação Científica visam disseminar a ciência para um público mais leigo, mas isso não os eximem de apresentar visões limitadas e passíveis de reflexões. Por certo,

Ter um melhor entendimento da ciência e seus processos implica em reconhecê-la não apenas como um corpo de conhecimento bem estruturado, mas como uma maneira de ver, pensar e entender o mundo e seus fenômenos, que influencia e é influenciada pelas tradições de conhecimento e de cultura onde ela é praticada (PEDUZZI; RAICIK, 2020, p. 3).

A Divulgação Científica tem um potencial de ocupar uma importante posição na educação dos cidadãos, tanto daqueles que ainda são alunos da Educação Básica ou Superior, quanto das demais pessoas que se interessam pelo assunto ou buscam saber mais (DAMASIO; PEDUZZI, 2016). Projetos como os do IFScience, grupo de pesquisa que promoveu as atividades aqui expostas, assim como os eventos apresentados em Lorenzetti, Damasio e Raicik (2020), proporcionam cada vez mais espaços para discussões *de e sobre* ciência, contribuindo para a Educação Científica dos cidadãos em detrimento do treinamento científico, que tem feito cada vez menos sentido na sociedade do século XXI (DAMASIO; PEDUZZI, 2016).

Ademais, ressalta-se a importância, que vem sendo enfatizada há décadas, de uma maior aproximação da História e Filosofia da Ciência no ensino. Este artigo, ao apresentar o evento promovido no IFSC – campus Araranguá, buscou evidenciar que reflexões sobre a

ciência, por meio da história, podem ser veiculadas com a Divulgação Científica e na produção de seus materiais.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, L. C. D.; YONEZAWA, W. M. Construção de instrumentos didáticos com impressoras 3D. **In: Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, IV**, Ponta Grossa, Brasil, 2014.

BRITO A.; RODRÍGUEZ, M. A.; NIAZ, M. A reconstruction of development of the Periodic Table based on History and Philosophy of Science and its implications for general chemistry textbooks. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 42, n. 1, 2005.

CONSTABLE, E. C. Evolution and understanding of the d-block elements in the periodic table. **Dalton Transactions**, v. 48, n. 26, 2019.

CORDEIRO, M. D. Mulheres na Física: um pouco de história. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 3, 2017.

DAMASIO, F.; PEDUZZI L.O. A formação de professores para um ensino subversivo visando uma aprendizagem significativa crítica: uma proposta por meio de episódios históricos de ciência. **Revista Labore em Ensino de Ciências**, v. 1, n. 1, 2016.

DMITRIEV, I. S. Scientific discovery in *statu nascendi*: The case of Dmitrii Mendeleev's. **Historical Studies in the Physical and Biological Sciences**, v. 34, n. 2, 2004.

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, 2011.

GARCIA, R. A. A encruzilhada da Tabela Periódica. **Revista Fapesp**, n. 277, 2019.

KAJI, M. Mendeleev's discovery of the periodic law: the origin and the reception. **Foundations of Chemistry**, v. 5, n. 1, 2003.

LEITE, B. S. O Ano Internacional da Tabela Periódica e o Ensino de Química: das cartas ao digital. **Química Nova**, v. 42, n. 6, 2019.

LORENZETTI, C. S.; DAMASIO, F.; RAICIK, A. C. O episódio histórico do centenário eclipse de Sobral e suas implicações para o ensino de física por meio da divulgação científica. **Educar Mais**, v. 4, n. 2, 2020.

MASSARANI L. *et al.* **Guia de divulgação científica**. Rio de Janeiro: SciDev.net, 2004.

MEHLECKE *et al.* 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**, v. 11, n. 3, 2012.

NAIAZ, M.; RODRÍGUEZ, M. A.; BRITO, A. An appraisal of Mendeleev's contribution to the development of the periodic table. **Studies in History and Philosophy of Science**, v. 35, n. 2, 2004.

OKI, M. C. M. Controvérsias sobre o atomismo no século XIX. **Química Nova**, v. 32, n. 4, 2009.

PALAIIO, S. C. S.; ALMEIDA, M. V. L.; PATREZE, C. M. Desenvolvimentos de modelos impressos em 3D para o ensino de ciências. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, v. 8, n. 3, 2018.

PEDUZZI, L. O. Q. Sobre a utilização didática da História da Ciência. In: PIETROCOLA, M. (Org.). **Ensino de física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001.

PEDUZZI, L. O. Q. **Do átomo grego ao átomo de Bohr**. Publicação interna. Florianópolis: Departamento de Física, Universidade Federal de Santa Catarina, (revisado em julho de 2019). 205 p., 2015. Disponível em: www.evolucaodosconceitosdafisica.ufsc.br

PEDUZZI, L. O.; RAICIK, A. C. Sobre a natureza da ciência: asserções comentadas para uma articulação com a história da ciência. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 25, n. 2, 2020.

RAICIK, A. C.; PEDUZZI, L. O. Q. A estrutura conceitual e epistemológica de uma descoberta científica: reflexões para o ensino de ciências. **Alexandria**, v. 9, n. 2, 2016.

RAICIK, A. C.; PEDUZZI, L. O. Q.; ANGOTTI, J. A. P. Uma análise da ilustração do experimentum crucis de Newton em materiais de divulgação científica. **Física na Escola**, v. 15, n. 2, 2017.

TOLENTINO, M.; ROCHA-FILHO, R. C.; CHAGAS, A. P. Alguns aspectos históricos da classificação periódica dos elementos químicos. **Química Nova**, v. 20, n. 1, 1997.

RAWSON, D. C. The process of discovery: Mendeleev and the periodic law, **Annals of Science**, v. 31, n. 3, 1974.

ROUVRAY, D. H. Elements in the history of the Periodic Table. **Endeavour**, v. 28, n. 2, 2004.

RODRIGUES, A. A.; DAMASIO, F.; CUNHA, S. L. S. Divulgação científica na formação docente: construindo e divulgando conhecimento por meio do rádio e da internet. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 8, n. 2, 2013.

SCERRI, E. R. The role of triads in the evolution of the Periodic Table: Past and Present. **Journal of Chemical Education**, v. 85, n. 4, 2008.

SCERRI, E. R. A review of research on the history and philosophy of the periodic table. **Journal of Science Education**, v. 12, n. 1, 2011.

SILVEIRA, M. C.; SANDRINI R. Divulgação científica por meio de blogs: desafios e possibilidades para jornalistas e cientistas. **Intexto**, n. 31, 2014.

STRATHERN, P. **O sonho de Mendeleiev**: a verdadeira história da química. Rio de Janeiro: Zahar, 2002.

VALÉRIO, M.; BAZZO, W. A. O papel da divulgação científica em nossa sociedade de risco: em prol de uma nova ordem de relações entre ciência, tecnologia e sociedade. **In: XXXIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA**, 2005, Campina Grande.

VIEIRA, C. L. **Pequeno manual de divulgação científica**: um resumo. In: MASSARANI L. *et al.* Guia de divulgação científica. Rio de Janeiro: SciDev.net, 2004.

ZOLNERKEVIC, I. À procura dos números mágicos. **Revista Fapesp**, v. 240, n. 2, 2016.

3 ANÁLISE DE UM MATERIAL DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA À LUZ DE ASPECTOS DA NATUREZA DA CIÊNCIA: A CONSTRUÇÃO DA TABELA PERIÓDICA¹⁸

Resumo: A Divulgação Científica vem se modificando ao longo do tempo, assim como a própria ciência e o seu ensino. Ela passou a ser produzida e pensada, inclusive, como um instrumento educativo, cujo papel também é o de contribuir e criar condições para uma formação mais crítica de diferentes sujeitos em relação à ciência. Entretanto, nem sempre ocorrem articulações entre os referenciais característicos do ensino de ciências e a própria Divulgação Científica, suas ações e materiais. Dessa forma, neste trabalho, foi realizada uma análise de segmentos de um livro de Divulgação Científica acerca da história da Tabela Periódica com o intuito de exemplificar e/ou contraexemplificar aspectos relativos à Natureza da Ciência. Espera-se contribuir para que educadores em ensino de ciências possam potencializar discussões sobre a ciência a partir do resgate histórico feito pela obra.

Palavras-chave: Natureza da Ciência. Divulgação Científica. Ensino de Ciências. Tabela Periódica.

3.1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos últimos anos, a ideia de que a Divulgação Científica se limita a dirigir informações científicas a um público não especializado foi se modificando (VOGT, 2008). No decorrer dos anos, ela passou a ser produzida e pensada, inclusive, como um instrumento educativo, cujo papel também é o de contribuir e criar condições para uma formação mais crítica de diferentes sujeitos em relação à ciência. “Entendida como um acervo de práticas no campo da comunicação, a Divulgação Científica deve propor a exposição pública (ou vulgarização) não só dos conhecimentos, mas dos pressupostos, valores, atitudes, linguagem e funcionamento da ciência e tecnologia” (VALÉRIO; BAZZO, 2006, p. 35).

A Divulgação Científica junto à produção, à difusão e ao ensino de ciências, em um processo dinâmico e não necessariamente independente e dicotômico, constitui um tipo

¹⁸ Artigo submetido para publicação.

particular de cultura: a cultura científica¹⁹ na perspectiva de Carlos Vogt (2011; 2012). A própria atividade científica, enfatiza o autor, é uma atividade cultural específica.

A ciência é influenciada por concepções filosóficas, religiosas, econômicas, políticas etc. e, ainda que ela possua uma dinâmica própria e particular, “que move os cientistas à procura de respostas aos problemas que formulam e com os quais se deparam, ela não é imune, e nem independente, dos dilemas e dos múltiplos interesses e valores que existem no meio (a sociedade) em que se encontra” (PEDUZZI; RAICIK, 2020, p. 30). Nesse sentido, a sociedade modifica e é modificada pela ciência que, entendida como uma atividade cultural, tem especificidades não apenas no âmbito da produção de conhecimento, “[...] mas da circulação social do conhecimento científico, pelo ensino, pelas atividades de motivação em torno da ciência e das atividades de divulgação” (VOGT *et al.*, 2008, np).

Os diferentes modos de socialização da ciência apresentam particularidades. O ensino de ciências, por exemplo, possui uma linguagem própria que varia conforme o nível de formação dos alunos e, portanto, de seu público específico. Além disso, dispõe de documentos oficiais internos e gerais de educação que objetivam das certas orientações relativas às ações educativas, com vias ao ensino-aprendizagem *da e sobre* a ciência (VOGT, 2012; BRASIL, 2018). Materiais de Divulgação Científica se e quando inseridos nesse meio necessitam de adaptações e aperfeiçoamentos, em maior ou menor medida, conforme apontam Kemper e Zimmermann (2011). Isso decorre tanto das especificidades do ensino formal quanto da pluralidade de linguagem, objetivos, públicos-alvo encontrados na divulgação. Os espaços não formais de educação aparecem, de certa forma, atrelados às instituições e agentes de ensino (VOGT, 2012); inclusive, um número significativo de pesquisas realizadas nesses meios tem sido relacionado com o ensino formal, envolvendo seus proponentes, ações de ensino-aprendizagem e análises de construção de conhecimento (SANTOS; CUNHA, 2018). Entretanto, esses espaços recebem (e tencionam receber) um público mais diversificado, assim seus objetivos ao socializar a ciência são distintos daqueles envolvidos no ensino de ciências.

Jornais impressos e televisivos, revistas impressas e eletrônicas, mídias sociais, livros, vídeos, filmes de Divulgação Científica, a título de exemplo, apresentam múltiplas linguagens de acordo com seus públicos, que variam e são bastante amplos, como quando destinadas às crianças ou a telespectadores em um noticiário (FREIRE; MASSARANI, 2012; REZNIK *et*

¹⁹ Não é objeto deste trabalho trazer definições acerca do termo cultura científica; que não reúne consenso.

al., 2014). Dependendo do espaço e do meio que a divulgação ocupa, ela apresenta, portanto, diferentes objetivos e distintas (às vezes inexistentes, infelizmente) preocupações com narrativas *sobre* ciência. Isso inevitavelmente influencia na forma como a ciência é entendida histórica e epistemologicamente; podendo ser mais humana e menos dogmática — que busca aproximar a população do empreendimento científico —, ou a-histórica e solitária sem apresentar zelo aos estudos contemporâneos (SCHMIEDECKE; PORTO, 2015). Não é incomum encontrar materiais de divulgação, sobretudo aqueles que se referem a episódios do “nascimento da ciência moderna”, veiculando uma imagem linear, cumulativa, anacrônica da ciência, típico de whiggismo²⁰, não mais condizente com perspectivas historiográficas contemporâneas (FORATO, 2008).

Assim como a implementação didática da história da ciência requer vigilância, não apenas em termos *da* ciência, mas *sobre* ela, o seu uso no âmbito da Divulgação Científica também demanda cautela para se evitar, além de uma história whig, a propagação de uma pseudo-história²¹ ou de uma quasi-história²² (WHITAKER, 1979; MATTHEWS, 1995; FORATO *et al.*, 2011; PEDUZZI; RAICIK, 2020).

Com efeito, reitera-se, cada vez mais, que a História e Filosofia da Ciência (HFC) pode contribuir de distintas maneiras no âmbito de uma Educação Científica e tecnológica mais crítica e reflexiva (HODSON, 1986; MATTHEWS, 1995; McCOMAS *et al.*, 1998; PEDUZZI, 2005; MARTINS, 2006; CLOUGH; OSLO, 2008; FORATO *et al.*, 2011; TEIXEIRA; GRECA; FREIRE, 2012; DAMASIO; PEDUZZI, 2017; JORGE, 2018; RAICIK, 2020;). Uma das discussões que pode ser viabilizada por meio da HFC envolve reflexões acerca da Natureza da Ciência (NdC); que se caracteriza como uma vertente de pesquisa crescente que tem recebido cada vez mais atenção, no âmbito nacional e internacional (LEDERMAN, 1992; MATTHEWS, 1995; GIL PÉREZ *et al.*, 2001; FERNÁNDEZ *et al.*, 2002; ALLCHIN, 2011; FORATO *et al.*, 2011; MOURA, 2014; MARTINS, 2015; RAICIK, 2020). A relevância dessas discussões tem sido apontada, inclusive, para distintos níveis,

²⁰ O termo *whiggismo* vem de whig, que foi utilizado pela primeira para descrever uma história anacrônica pelo historiador Herbert Butterfield. Nesse tipo de historiografia são exaltados os “heróis” da ciência e esquecidos seus colegas de pesquisa, que para a época foram igualmente cientistas e científicos, muitas vezes influenciando decisivamente aquele que teve seu nome perpetuado. Também na historiografia whig “o historiador da ciência vai procurar no passado somente o que se aceita atualmente, ignorando completamente o contexto da época” (MARTINS, 2005, p. 314).

²¹ Pseudo-história refere-se a uma história que foi simplificada e assim desfigurada de sua essência. Muitas vezes, apresentando omissões e más interpretações (MATTHEWS, 1995).

²² A quasi-história expõe uma história da ciência modificada, falsifica em prol de um objetivo (como o didático ou ideológico) (WHITAKER, 1979).

perpassando a Educação Básica, o Ensino Superior, cursos de formação continuada de professores e entre outros (PEDUZZI *et al.*, 2019).

Em *Sobre a natureza da ciência: asserções comentadas para uma articulação com a história da ciência*, Peduzzi e Raicik (2020) enfatizam, por exemplo, que

Ter um melhor entendimento da ciência e seus processos implica em reconhecê-la não apenas como um corpo de conhecimento bem estruturado, mas como uma maneira de ver, pensar e entender o mundo e seus fenômenos, que influencia e é influenciada pelas tradições de conhecimento e de cultura onde ela é praticada (p. 21).

Preocupações relativas a abordagens históricas e filosóficas da ciência e acerca de aspectos da NdC no ensino de ciências podem (e necessitam) ser estendidas a diversos meios de Divulgação Científica, como livros, *sites*, mídias, textos, revistas, entre outros, que também configuram uma importante componente da cultura científica e do acesso dos cidadãos à ciência (VOGT, 2012; MAGALHÃES *et al.*, 2012).

Lorenzetti, Raicik e Damasio (2021), a partir de um levantamento bibliográfico, constataram um número inexpressivo de trabalhos que apresentam uma interlocução entre aspectos relativos à NdC (de forma explícita) e a Divulgação Científica. Dessa forma, um dos apontamentos dos autores refere-se à necessidade de análises histórico-epistemológicas de materiais dessa natureza já viabilizados em distintos meios; que, aliás, são amplamente utilizados e relacionados ao ensino formal.

A história da Tabela Periódica (TP), a título de exemplo, é comumente resgatada em materiais de Divulgação Científica (PINTO, 2011; AFONSO, 2015; IQB — UFAL, 2017²³; HOLZLE, 2019; LORCH, 2019; DONALD, 2019; BRASIL ESCOLA, 2019²⁴; ELER, 2019; FABRO 2020; CCEAD PUC – RIO, s/d²⁵), como no livro de Paul Strathern (2002) *O sonho de Mendeleiev*²⁶: *a verdadeira história da química*.

O contexto que permeia o desenvolvimento dessa sistematização para os elementos químicos pode ser discutido à luz de diferentes perspectivas históricas, epistemológicas, sociais, conceituais, envolvendo aspectos internos e externos ao empreendimento científico

²³ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=gjEDzR-3umg>. Acesso em 04 ago 2021.

²⁴ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=scJnpGTZHJM>. Acesso em 04 ago 2021.

²⁵ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=hvRnuMrDc14>. Acesso em 04 ago 2021.

²⁶ A grafia do nome de Dmitri Ivanovic Mendeleev possui variações, principalmente o sobrenome “Mendeleev”, provavelmente ocasionado pela transposição do alfabeto cirílico para o latino. Neste trabalho será utilizada a escrita: i) “Mendeleev” para menções ao químico russo — assim como faz Kedrov (1967; 2007) e Scerri (2008; 2011), para citar alguns historiadores — e ii) Mendeleiev para se referir à obra específica de Strathern (2002). Entretanto, são encontradas ainda variações como Mendeléeff, Mendelejev, Mendeléev.

(por vezes inseparáveis). Não obstante, frequentemente ela é retratada como fruto direto de um sonho, desprovido de pressupostos teóricos, do químico russo Dmitri Ivanovic Mendeleev (1834-1907). Entretanto, sistematizações anteriores e concomitantes à tabela mendeleeviana tiveram importância central no estudo da periodicidade das propriedades químicas dos elementos. Os embates do século XIX sobre o que poderia ser considerado um elemento químico e como seria aferido o seu peso remetem a discussões filosóficas da própria constituição da matéria. Além disso, preconceitos teóricos que submeteram trabalhos de cientistas a julgamentos arbitrários — como o caso da Lei das Oitavas de John Alexander Reina Newlands (1837-1898) e o parafuso Telúrico de Alexandre-Émile Béguyer de Chancourtois (1820-1886) — representam apenas algumas das nuances desse significativo contexto (KAJI, 2003; ROUVRAY, 2004; OKI, 2009; LEITE, 2019; RAICIK, 2020).

Nesse sentido, este artigo visa analisar segmentos do livro de Divulgação Científica “O sonho de Mendeleev: a verdadeira história da química” (STRATHERN, 2002) com o intuito de exemplificar e/ou contraexemplificar aspectos relativos à Natureza da Ciência, à luz de algumas asserções apresentadas por Peduzzi e Raicik (2020), de modo a potencializar discussões *sobre* a ciência a partir do seu resgate histórico. Para tanto, discute-se brevemente considerações acerca da NdC, com ênfase em um conjunto de asserções comentadas, e analisa-se trechos específicos e selecionados da obra. Por fim, mas não menos importante, discorre-se acerca de implicações da análise desenvolvida para a Educação Científica e, principalmente, para o preparo de materiais de Divulgação Científica.

3.2 NATUREZA DA CIÊNCIA, TABELA PERIÓDICA E O SONHO DE MENDELEEV

Com uma quantidade consideravelmente grande de pesquisas dedicadas a discussões de conceitos e aspectos relativos à NdC, utilizando diferentes bases epistemológicas, filosóficas, sociológicas, históricas, culturais, entre outras — o que culmina em diferentes perspectivas *sobre* a ciência — é compreensível que não exista consenso sobre o que é a Natureza da Ciência (SOBIECZIAK, 2017). Diferentes concepções levam a ricas reflexões sobre o empreendimento científico, algumas dando mais ênfase a aspectos internos, outras a aspectos externos à ciência, ou ainda os considerando não de todo modo inseparáveis. Em termos gerais e mais abrangentes, é possível dizer que a NdC “envolve um arcabouço de

saberes sobre as bases epistemológicas, filosóficas, históricas e culturais da ciência” (MOURA, 2014, p. 33).

De mesmo modo, há um significativo número de trabalhos, teóricos e empíricos, que visam levar reflexões acerca da NdC ao contexto escolar. Dentre eles, citam-se aqueles voltados aos *aspectos consensuais* (PUMFREY, 1991; McCOMAS *et al.*, 1998; GIL PÉREZ *et al.*, 2001), à concepção de *semelhança familiar* (IRZIK; NOLA, 2011), a *whole science* (ALLCHIN, 2011), aos *temas e questões* (MARTINS, 2015) e as *asserções comentadas* (PEDUZZI; RAICIK 2020). Como salienta Matthews (1995) “a postura teórica do professor sobre a natureza da ciência (sua própria epistemologia) pode ser transmitida de forma explícita ou implícita” (p. 187). Isso se estende não apenas ao professor, mas a qualquer pessoa que socializa a ciência; pois ela carrega traços epistêmicos particulares em sua fala, estando consciente disso ou não. Dessa forma, torna-se essencial que divulgadores científicos também apresentem vigilância sobre esses aspectos.

Peduzzi e Raicik (2020), no artigo supracitado, *Sobre a Natureza da Ciência: Asserções Comentadas para uma articulação com a História da Ciência*, apresentam 18 asserções comentadas de NdC, sem a intenção de esgotar o tema, nem tampouco de elencar tópicos *consensuais*. São discutidos pelos autores aspectos que objetivam a exploração didática epistemológica e/ou histórica das asserções, buscando evitar as ambiguidades e visões simplistas geradas por listagens de aspectos relativos à NdC que não apresentam desenvolvimentos argumentativos; ou que quando o fazem é de forma incipiente, que não cumpre com aprofundamentos mínimos (e necessários). No trabalho, as asserções e os comentários são indissociáveis e tomam forma e direcionamento epistemológico que, entre as divergências dos filósofos abordados, convergem a uma crítica ao empirismo lógico.

Em suas asserções, os autores refletem acerca da observação científica; da subjetividade humana presente no caminhar científico; da importância de valores epistêmicos (mas não somente epistêmicos) na ciência; da compreensão do papel dos experimentos de pensamento; da efemeridade das teorias, mas, ao mesmo tempo, de sua importância histórica para o desenvolvimento da ciência; da falácia do *método científico*; das disputas teóricas pela hegemonia do conhecimento e as controvérsias envolvidas; da coletividade e diversidade (dinâmica) da ciência; das escolhas feitas pelos cientistas (envolvendo suas preferências, crenças, contraditoriedades, etc.) e pela(s) comunidade(s) científica(s) (dependente de contexto social, histórico, econômico, etc.), ambos idiossincráticos; do papel plural que a

experimentação exerce na construção de teorias, podendo ser parte essencial de seu próprio desenvolvimento, bem como a dificuldade de determinar (se é que isso seja possível e desejável) um experimento crucial (*experimentum crucis*); do complexo conceito de descoberta, considerando a diversidade de situações em torno dela e do acaso nesses momentos — que só *aparece* para uma mente que se preparou para percebê-lo. Mesmo apresentadas aqui de forma resumida, pode-se perceber a abrangência e complexidade dessas questões.

Em Peduzzi e Raicik (2020), esses aspectos são abordados a partir de diferentes referenciais epistemológicos, que destacam ainda mais a variedade e profundidade de discussões que podem ser feitas *sobre* a ciência, essencialmente acerca de sua história recente ou passada. Pode-se apreciar essa riqueza de contextos — disputas, *descobertas*²⁷, experimentações, hipóteses, teorias — pelos quais a ciência está envolvida a partir de sua história, valores e preceitos de cada época. Atentando-se a isso, “o historiador re-fazendo e recorrendo a [*sic*] evolução da ciência, apreende as teorias do passado em seu nascimento e vive, com elas, o *elan* criador do pensamento” (KOYRÉ, 1991, p. 205). Seria de primordial relevância que *essa* história, resgatada pelo historiador ou pelo pesquisador e professor da área das ciências da natureza, fosse levada ao ensino formal e não formal e à população em geral (através da Divulgação Científica, isto é, educação informal), em detrimento, por exemplo, de uma perspectiva linear e a-histórica.

3.3 UMA ANÁLISE DE SEGMENTOS DA OBRA *O SONHO DE MENDELEIEV* À LUZ DE ASSERÇÕES RELATIVAS À NDC

Em *O sonho de Mendeleiev: a verdadeira história da química*, publicado em 2000, Paul Strathern — professor de Filosofia e Matemática e autor de outros livros como a conhecida coleção *Filósofos em 90 minutos* — apresenta um resgate da história da química. Retomando as raízes da ciência ocidental na Grécia Antiga, o autor traz reflexões de Tales de Mileto (640-562 a.C.) acerca da geologia e da geografia locais e sua concepção de que a água era o princípio de tudo, sendo dela derivadas as outras coisas. Strathern perpassa por diferentes eras e civilizações da humanidade, fazendo uma abordagem da alquimia e de outros

²⁷ O termo “descoberta” aparecerá destacado, já que entende-se que uma *descoberta* possui uma estrutura histórica e epistemológica complexa, que está muito além de uma mera observação ou ato de criação concentrados em um espaço-tempo específicos (RAIČIK; PEDUZZI, 2015).

empreendimentos que surgiram antes da chamada *ciência moderna*. Além disso, evidencia um importante componente interdisciplinar em seu percurso, contextualizando, ainda que de forma sucinta, as mudanças na ciência que surgiram a partir dos séculos XVI e XVII, com a concepção metodológica baconiana e seu marco epistemológico, sobretudo para as ciências físicas. O livro finaliza com a construção da Tabela Periódica de Dmitri Mendeleev, não deixando de lado outras sistematizações anteriores a ela.

“Mestre dos textos introdutórios”, aponta a segunda orelha do livro, “Paul Strathern usa seu talento em *O sonho de Mendeleiev* para recriar e alinhar a instigante história da pergunta ‘de que matéria o mundo é feito?’” (STRATHERN, 2002). Em termos gerais, o livro apresenta uma linguagem bastante coloquial, tornando-o um material acessível, inclusive — mas não somente — ao leitor de “primeira viagem” interessado na história das ciências, em especial da química.

Na presente análise, selecionou-se os seguintes capítulos da obra (que correspondem aos três últimos): 12. *A procura de uma estrutura oculta*, 13. *Mendeleiev* e 14. *A Tabela Periódica*, pela necessidade de recorte e pelo foco da investigação estar pautado na tabela mendeleeviana. Visou-se verificar que asserções relativas à NdC, presentes em Peduzzi e Raicik (2020), poderiam ser exploradas, seja de modo a exemplificá-las ou a contraexemplificá-las, nesses segmentos específicos da obra. Cabe ressaltar que o objetivo do trabalho não é o de desqualificar a importância e relevância do livro, mas sim o de potencializar discussões relativas à NdC que estão presentes em suas entrelinhas, em associação ao resgate histórico desenvolvido pelo autor. Importa ainda esclarecer que essa tarefa não envolve uma análise histórica, embora implicitamente essa vigilância seja inevitável.

No capítulo *A procura de uma estrutura oculta*, Strathern enfatiza o grande número de elementos químicos isolados (e *descobertos*) entre o final do século XVIII e a primeira metade do século XIX e, conseqüentemente, os estudos e investigações por eles suscitados, em um período em que a química apresentava e se apoderava de novas técnicas experimentais. Importantes sínteses foram feitas, como a do alumínio que, por ser raro na época, agregou um significativo valor — inclusive em termos econômicos — e a síntese da ureia que, até então, era obtida apenas por processos vivos. Todavia, a parte central do capítulo refere-se às sistematizações desenvolvidas que visavam organizar os elementos químicos conhecidos. Desse modo, o autor discorre sobre Joahn Wolfgang Döbereiner (1780-

1849) e sua lei das tríades, discute o parafuso telúrico de De Chancourtois e finaliza comentando a lei das oitavas de Newlands. Todas essas sistematizações foram tentativas de mostrar um padrão organizacional para os elementos que, de certa forma, “funcionavam” mas que não os abrangiam em completude.

Embora não haja uma reflexão explícita, o resgate feito nesse capítulo abarca uma importante questão envolvida na química da época: o papel da experimentação e sua relação com a teoria. Após introduzir sumariamente a lei das tríades de Döbereiner, a obra coloca que “[...] assim ficaram as coisas na época. A química havia sofrido o bastante com teorias errôneas (quatro elementos, flogístico etc.). O progresso deveria se dar pelo experimento” (STRATHERN, 2002, p. 222). Por certo, não é aceitável dizer, pura e simplesmente, que conceitos e concepções, como os citados — quatro elementos, flogisto — eram teorias errôneas; o que acarreta uma visão mais presentista da história. As teorias devem ser apreciadas à luz dos problemas e valores de sua época.

No entanto, não há apenas mudanças conceituais há, também e fortemente, uma mudança epistemológica. A química daquele período estava conquistando seu “*status científico* e seu permanente sucesso em grande parte através do experimento” (STRATHERN, 2002, p. 220).

Pode-se dizer, portanto, à luz de Bachelard, que “o conhecimento é a reforma de uma ilusão. Conhecemos sempre contra um conhecimento anterior, retificando o que se julgava sabido e sedimentado” (LOPES, 1996, p. 254). E, nesse processo, inevitavelmente, há influências das mais diversas, sejam internas ou externas ao arcabouço teórico em si (histórica, social, cultural, metodológica) que fazem com que algumas pesquisas sejam “apoiadas e outras desencorajadas, censuradas ou mesmo proibidas dependendo do contexto em que se encontram” (PEDUZZI; RAICIK, 2020, p. 30).

Strathern (2002), embora não se debruce em discussões histórico-epistemológicas dessa natureza, ressalta o caso do geólogo De Chancourtois e a sua classificação tridimensional dos elementos (parafuso telúrico); organizando os elementos em uma hélice cilíndrica crescente de pesos atômicos.

De Chancourtois teve seu artigo [em que apresenta o parafuso telúrico, em 1862] devidamente publicado, mas infelizmente optou por retornar a termos geológicos quando se referia a certos elementos, tendo chegado em certa altura a introduzir sua própria versão da numerologia (a alquimia da matemática, em que certos números têm seu próprio significado exotérico). Para piorar ainda mais as coisas, os editores omitiram a ilustração do cilindro feita por De Chancourtois, tornando assim o artigo

praticamente incompreensível senão ao mais persistente e informado dos leitores (STRATHERN, 2002, p. 223).

Essa passagem, quando associada a uma discussão *sobre* a ciência, pode evidenciar, por exemplo, o quanto são “bastante complexos e sutis os mecanismos envolvidos na aceitação de um novo conhecimento” (PEDUZZI; RAICIK, 2020, p. 34). A sua formação em geologia — fazendo com que sua linguagem se voltasse demasiadamente à mineralogia e não, necessariamente, à química (TOLENTINO *et al.*, 1997) — e a dificuldade visual de seu modelo tridimensional, já que a ilustração foi omitida na publicação de seu artigo, são alguns dos elementos que influenciaram a (baixa) difusão e o (in)devido reconhecimento de seu estudo.

Strathern (2002) ainda salienta o caso de Newlands, que desenvolveu uma classificação dos elementos a partir das semelhanças de suas propriedades, conhecida como a lei das oitavas, em analogia às oitavas musicais, como ele mesmo apontou.

Em 1865²⁸ Newlands relatou seus achados à Chemical Society em Londres, mas suas ideias provaram-se à frente de seu tempo. Os ilustres presentes simplesmente zombaram de sua lei das oitavas. Em meio a hilaridade geral, um deles chegou a lhe perguntar sarcasticamente se havia tentado organizar os elementos em ordem alfabética. Um quarto de século teria de se passar antes que o feito de Newlands fosse finalmente reconhecido, quando a Royal Society lhe concedeu a Medalha Davy em 1887 (STRATHERN, 2002, p. 224).

Não obstante, “as tentativas de varrer da ciência aspectos considerados não cognitivos, como concepções metafísicas e teológicas [...], fracassaram redondamente, segundo o referencial da filosofia da ciência contemporânea” (PEDUZZI; RAICIK, 2020, p. 31). A dinâmica científica, e dos cientistas, envolve distintas fontes de inspiração. Isso não significa que a ciência deixa de ter seu rigor. Thomas Kuhn, a título de exemplo, enfatiza que escolhas teóricas dependem de critérios/valores compartilhados e de fatores idiossincráticos. De acordo com este filósofo da ciência, “*as características que dependem de cada sujeito não comprometem [...], ‘sua adesão aos cânones que tornam a ciência científica’*” (RAICIK; ANGOTTI, 2019, p. 337). Pode-se ver a pertinência dessa colocação quando se pensa nos cientistas como humanos, com subjetividades inerentes à mente humana e à própria comunidade a qual está inserido; e, ainda assim, reconhecem-se as bases sobre as quais esse empreendimento secular está fundado, não ignorando, portanto, sua importância e rigor.

²⁸ Cabe ressaltar que Newlands publicou seu artigo “*On the law of octaves*” em 1865, entretanto reportou seu trabalho para a Chemical Society em 1866 (TAYLOR, 1949; TOLENTINO *et al.*, 1997; LEITE, 2019).

“Poderia a química descobrir agora o segredo que explicava a diversidade da matéria?”, coloca Strathern (2002, p. 225), ao finalizar o capítulo. “O homem que tentou resolver este problema em seguida era o dono do mais consumado talento químico desde Lavoisier”, complementa o autor direcionando aos estudos mendeleevianos. Sem menosprezar a relevância e o impacto de Mendeleev, não é possível esquecer que “a ciência (o empreendimento científico) é uma construção coletiva” (PEDUZZI; RAICIK, 2020, p. 36) e o resgate histórico do livro até esse capítulo visa, justamente, evidenciar essa construção. Por isso, torna-se importante manter a vigilância epistemológica para não se deixar levar por breves comentários feitos ao longo da obra, já que, em sua grande parte, a coletividade da ciência é valorizada.

Cabe ressaltar ainda que o autor busca, mesmo que sucintamente, citar algumas mulheres nesse capítulo, como: o pioneirismo de Marie Anne Paulze (Madame Lavoisier), (1758-1836) que desempenhou importante papel junto à Antoine Lavoisier (1743-1794), seu esposo, produzindo ilustrações para suas obras, traduções de seus trabalhos e auxiliando em suas experimentações (EAGLE; SLOAN, 1998), assim como os trabalhos de Ada Lovelace (1815-1852), conhecida como primeira programadora da história, Sophie Germain (1776-1831), que teve como principal área de atuação a matemática, e Caroline Herschel (1750-1848), astrônoma que efetuou importantes observações chegando a realizar uma atualização de catálogo de estrelas para a Royal Society, instituição a qual foi impedida de ingressar. Essas foram mulheres oprimidas cientificamente que poderiam ter tido outro (e mais expressivo e reconhecido) papel na história caso a ciência não fosse, lamentavelmente à época, masculina. Deve-se cada vez mais enaltecer e reconhecer que, “no âmbito de uma ciência plural, dinâmica e diversa não cabe atribuir, equivocadamente, a produção de seu conhecimento exclusivamente a homens” (PEDUZZI; RAICIK, 2020, p. 42).

Em *Mendeleiev*, capítulo 13 da obra, Strathern resgata a infância e juventude de Mendeleev, enfatizando, principalmente, a sua relação com a educação que recebeu. O Instituto Pedagógico Central em São Petersburgo, onde ele estudou, vinculado à universidade local, permitiu que ele tivesse acesso a aulas de ciências, materiais e laboratórios que foram de suma importância para a sua formação. Além disso, o autor sinaliza os seus estudos na Alemanha junto a Gustav Robert Kirchhoff (1824-1887) e Robert Wilhelm Bunsen (1811-1899) e sua participação no famoso congresso de Karlsruhe; um dos primeiros eventos da história da química que reuniu estudiosos de vários países. Em virtude de sua personalidade

inconstante, coloca Strathern, a experiência de Mendeleev naquele país foi bastante breve, tendo passado a dirigir estudos sobre solubilidade de álcool e água por conta própria; isso caracterizou sua pesquisa de doutorado.

Na época, os estudiosos que idealizavam e dirigiam experimentos na área da química e que buscavam compreender a natureza dos elementos químicos utilizavam-se de diferentes padrões para aferição do peso desses elementos.

Uma escola de pensamento defendia o método do peso atômico [...] A outra escola de pensamento defendia o método do peso equivalente. Este media o peso de um elemento segundo a quantidade relativa que reagia quimicamente com uma única quantidade de hidrogênio, ou um equivalente calculável. O único problema era que os pesos atômicos e os pesos equivalentes dos elementos revelavam-se diferentes (STRATHERN, 2002, p. 235).

O trecho acima refere-se à disputa teórica que permeou o entendimento dos elementos químicos no século XIX: peso atômico *versus* peso equivalente. As discussões iam muito além do que era feito em “laboratório”, abarcavam as mais profundas reflexões sobre o alcance da própria ciência e a composição da matéria. Com isso, é possível vislumbrar que “a disputa de teorias pela hegemonia do conhecimento envolve tanto aspectos de natureza interna quanto externa à ciência; podem ser bastante complexos e sutis os mecanismos envolvidos na aceitação de um novo conhecimento” (PEDUZZI; RAICIK, 2020, p. 34). Nesse período, a química passava por um processo de efervescência teórica e metodológica, com diversos elementos até então desconhecidos sendo isolados. Na física, em concomitância, os estudiosos davam passos largos na termodinâmica estatística (tendo como uma das bases o atomismo). Contudo, ainda pairava a dúvida sobre como entender a matéria, do que ela era composta e se haveria a possibilidade de acessar sua última parte, sendo ela descontínua (OKI, 2009).

A filosofia científica em voga na época teve um papel central nessa disputa entre os métodos para determinar o peso: o “espírito positivista” reforçava que ele deveria ser obtido a partir de uma experimentação direta. Não obstante, a instrumentalização da época não permitia a experimentação direta com átomos, e um manuseio mais experimental só era possível com o peso equivalente. A própria teoria atômica não abarcava unanimidade no século XIX. Nesse período havia, além de uma influência positivista, a importante questão: os átomos são entidades reais ou constructos meramente matemáticos? (PEDUZZI, 2015). As discussões que permeavam o debate envolviam mais que conceitos e iam muito além dos

ditos “argumentos científicos”, isto é, justificativas a partir de reconstruções lógicas do conhecimento; “o cientista, em seu trabalho, é influenciado por suas crenças e valores. Embora nem sempre perceptível e estimada, a veia idiossincrática existe, naturalmente” (PEDUZZI; RAICIK, 2020, p. 30), e junto a ela uma riqueza de contexto, detalhes e dinamicidade que evidenciam o brilho da ciência.

Muitos consideravam o peso atômico apenas uma ferramenta, uma mera hipótese, que não se tinha como verificar empiricamente, mesmo com as teorias de John Dalton mostrando-se relevantes. A principal diferença entre as duas formas de obter o peso dos átomos se dava na maneira como a quantidade dos elementos era comparada a uma quantidade padrão de hidrogênio: no peso atômico, que tinha como base a hipótese de Avogadro, um volume de um certo elemento era comparado a um mesmo volume de hidrogênio; já no peso equivalente media-se a quantidade relativa do elemento que reagia quimicamente com o hidrogênio. Quando trabalhos passaram a ser publicados sem a explicitação do procedimento adotado, a disputa passou a ganhar força, pois isso estava indo além da discussão dos pesos em si, posto que pesquisas que dependiam deles para serem desenvolvidas passaram a apresentar resultados diferentes justamente por conta das diferentes metodologias (OKI, 2009). Esse é um exemplo que mostra como “certas inclinações ou preferências podem, inclusive, deflagrar conflitos internos” (PEDUZZI; RAICIK, 2020, p. 35) entre perspectivas distintas. Embora não seja aqui o foco, cabe destacar que, disputas teóricas, geralmente, não são resolvidas de forma rápida através de um *experimento crucial* ou de uma única e inequívoca discussão que traga o consenso entre os cientistas.

Cabe destacar que alguns estudiosos eram assíduos defensores de um dos lados da disputa (teórica e epistemológica) na forma de medir os elementos químicos, outros contudo eram ambivalentes, utilizando o processo que mais se mostrasse adequado para sua pesquisa; nesse último caso, muitas vezes sem exitar, eles mudavam seu posicionamento se, porventura, fosse necessário. Discussões dessa natureza são importantes para salientar que o processo de escolha teórica não é simples, nem linear. Entretanto, o livro não aborda esse assunto, levando a entender que cada estudioso tinha sua posição bem definida, inclusive o próprio Mendeleev.

Para agravar mais ainda a situação, a química não tinha um padrão para suas nomenclaturas: diferentes estudiosos poderiam tratar do mesmo elemento, com diferentes nomes e diferentes pesos. O congresso internacional de química em Karlsruhe, em 1860, supracitado, evidenciou esse problema (deMILT, 1951; OKI, 2007). Embora apelativo,

Strathern (2002, p. 235) salienta, sem aprofundamentos, que “o futuro da química dependia do seu desfecho”. Nele, Stanislao Cannizzaro (1826-1910), um pesquisador italiano, fez uma apresentação defendendo o peso atômico.

Além de grande químico, Cannizzaro era também um grande revolucionário [...]. O desempenho de Cannizzaro em Karlsruhe foi de índole similarmente heroica. Em tons ressonantes, mostrou para os delegados reunidos que o método do peso equivalente era baseado num equívoco desastroso (STRATHERN, 2002, p. 235).

Embora o trecho pareça remeter a palestra a um feito “revolucionário”, não foi, com efeito, somente a partir da fala dele que a comunidade química passou a considerar o peso atômico como o mais adequado, embora as palavras abarquem persuasão. Mendeleev, que estava presente na ocasião, foi um dos que se interessou pela argumentação do italiano. Conforme destaca Strathern (2002): “Mendeleiev, que nunca antes vira ciência ser proferida com tanto fervor, ficou completamente conquistado” (p. 235).

Não obstante, nem a comunidade científica da época e nem Mendeleev deixaram de lado instantaneamente a ideia do peso equivalente por conta de uma única palestra, ainda que a sua compreensão acerca “da natureza do átomo e de seu peso atômico” tenha sofrido, depois disso, um “importante aprofundamento” (STRATHERN, 2002, p. 236). O químico russo, aliás, apresentava certa ambivalência entre os procedimentos de pesagem. A escolha de uma teoria frente a outra e a mudança de convicção teórica dos estudiosos podem caracterizar processos complexos e de rupturas por vezes incompletas. “A ciência cresce e se desenvolve em meio a convergências e divergências sobre conceitos, princípios, leis, teorias, modelos, métodos, experiências, resultados, aplicações” (PEDUZZI; RAICIK, 2020, p. 42). Por isso, a determinação de um espaço e tempo específicos para essas mudanças e escolhas não se faz possível, ao menos não no contexto no qual a ciência é entendida como uma construção genuinamente humana.

Discussões sobre disputas teóricas são muito pertinentes para que se possa entender melhor o desenvolvimento do conhecimento científico. Entretanto, é essencial abordar outros aspectos *sobre* a ciência que permearam essa disputa para que ela não seja descaracterizada de seu contexto. Dúvidas, ambivalências, aspectos subjetivos, fazem parte desses momentos de tensão. “A escolha teórica entre paradigmas, ou em período pré-paradigmático, não se processa alicerçada em regras ou critérios isentos de julgamento; não pode haver uma solução puramente normativa” (RAICIK; ANGOTTI, 2019, p. 335). Portanto, poderia ser

fundamental que o leitor do livro tivesse acesso à posição de Mendeleev e outros estudiosos da época sobre a questão dos pesos, para ter uma compreensão mais ampla desse momento histórico.

Pouco tempo depois do congresso de Karlsruhe, Mendeleev retornou à Rússia, onde se tornou professor. Ao exercer essa função, ele percebeu que os materiais disponíveis e comumente utilizados em aulas não abarcavam pesquisas recentes em química; assim começou a escrevê-los (KAJI, 2003). O primeiro desses materiais, desenvolvido no início dos anos de 1860, refere-se a um manual de Química Orgânica; um livro estruturado a partir dos compostos que possuíam propriedades químicas semelhantes. Nessa mesma década, ele iniciou a escrita de dois volumes de um manual de Química Inorgânica (KAJI, 2003); sendo que o primeiro estava pronto em 1869, mas a continuidade do segundo volume estava um pouco comprometida, pois “os elementos, e seus compostos, eram tratados em grupos com propriedades similares, um decorrente do outro” (STRATHERN, 2002, p. 240) e Mendeleev não estava conseguindo fazer essas relações entre os grupos de elementos. Strathern (2002) ressalta que “os elementos não podiam ter simplesmente um conjunto aleatório de propriedades: isso não era científico.” (p. 241). Tentativas de sistematizações dos elementos químicos, a partir da repetição de suas propriedades químicas, já haviam sido feitas, entretanto, nenhuma delas abrangia todos eles. Mendeleev passou a pensar, então, em algo que pudesse envolvê-los por completo.

Deve ter sido nesse ponto que Mendeleiev teve sua ideia luminosa — fazendo a inspirada conexão entre o problema dos elementos e seu jogo de cartas predileto, a paciência. Começou a escrever os nomes dos elementos numa série de fichas em branco, acrescentando seus pesos e propriedades químicas (STRATHERN, 2002, p. 243).

Por certo, as iluminações ou *insights* existem na ciência, mas, como é possível perceber na narrativa de Strathern e nas próprias ações de Mendeleev, eles não são desprovidos de pressupostos teóricos. Nesse momento em específico há, nas pesquisas do químico, um nítido encaminhamento para o desenvolvimento da Tabela Periódica; não se pode ignorar o seu envolvimento, por exemplo, com estudos nos quais ele já explorava as propriedades químicas dos elementos. Por isso, torna-se difícil e tampouco desejável, apontar um momento absolutamente preciso para a construção da TP. A ciência, quando vista em sua amplitude, não exclui a possibilidade de um estudioso ter uma ideia que lhe pareça totalmente esclarecedora, isso também faz parte da construção de conhecimento científico. Entretanto,

essa ideia, longe de estar livre de pressupostos, precisa ser vista dentro de um contexto. Embora não seja o caso do livro em análise, torna-se importante lembrar que quando momentos como esse forem narrados, estudados e levados ao ensino e as pessoas em geral, é importante zelar pela não simplificação do episódio; pois, “[...] não se pode chamar de história da ciência, [...] simples preâmbulos históricos que, com frequência, orbitando em torno dos resultados da ciência, não escondem a artificialidade inócua de seus fins ilustrativos” (PEDUZZI; RAICIK, 2020, p. 32). Isto é, não seria adequado deixar de lado todo um arcabouço teórico do estudioso em detrimento de um momento luminoso. Essas considerações mais amplas sobre o trabalho científico não o tornam menos rigoroso, apenas mais humano e próximo ao cotidiano dos estudiosos (GIL PÉREZ *et al.*, 2001). Isso perpassa a própria ideia — e estrutura — de descobertas científicas, no caso a “descoberta” da lei da periodicidade dos elementos. Caso inexistam discussões acerca dos processos, conceituais e inerentes à própria subjetividade, no ato de descobrir (HANSON, 1967; RAICIK; PEDUZZI, 2015), pode-se disseminar a ideia reducionista de descoberta “como algo que ocorre de repente, em um dramático momento criativo da imaginação, um lampejo de visão ou uma experiência do tipo ‘aha’” (FRENCH, 2009, p. 16).

Strathern (2002) ainda coloca:

Apesar de sua crescente exaustão, Mendeleiev não podia parar agora. Estava possuído pelo sentimento de estar no limiar de uma descoberta espetacular. Torna-se assim um tanto desapontador registrar que, nesse momento, ele foi vencido pela fadiga. Debruçou-se, apoiando a cabeça nos braços em meio aos cartões espalhados em sua mesa. Adormeceu quase imediatamente, e teve um sonho (p. 245).

O apelo a uma narração mais poética do autor é evidente. Não obstante, afirmar que é desapontador que um estudioso descanse e pare suas pesquisas quando, pelo trecho, isso não poderia ocorrer, pois ele estava no limiar de uma descoberta, é simplificar demasiadamente os processos de construção de conhecimento na ciência e a própria estrutura conceitual e epistemológica envolvida em uma descoberta científica (HANSON, 1967; RAICIK; PEDUZZI; 2016). “Cada investigação científica, que leva a uma descoberta, apresenta procedimentos diferenciados que envolvem, dissemelhantemente, atividades de interpretação, análise, revisão” (PEDUZZI; RAICIK, 2020, p. 45). A partir desse trecho também é possível observar um exemplo de como os pesquisadores, por vezes, são tratados como criaturas sobre-humanas. Os estudiosos têm necessidades inerentemente humanas, assim como qualquer outro sujeito que tenha outra ocupação. Essas pessoas também se frustram com seu trabalho,

também cansam com o seu ofício. “A ideia de que fazer ciência não é mais do que uma tarefa de ‘gênios solitários’ que se encerram numa torre de marfim, desligados da realidade, constitui uma imagem típica muito difundida [...], lamentavelmente” (GIL PÉREZ *et al.*, 2011, p. 137).

O capítulo 14, intitulado *A Tabela Periódica*, apresenta explicações sobre o formato da tabela, sua publicação e algumas colocações teóricas acerca da “Lei Periódica” feitas por Mendeleev. Strathern aborda a sistematização de Julius Lothar Meyer (1830-1895) desenvolvida em concomitância com aquela do químico russo, mas publicada um ano depois — e que apresentava muitas semelhanças com a de Mendeleev. Inclusive, cabe destacar, como faz o livro, que tanto o químico russo quanto Meyer estudaram na Alemanha com Kirchhoff e Bunsen e participaram do congresso de Karlsruhe. O autor também descreve o isolamento de alguns elementos que Mendeleev propôs ao chegar em sua “Lei Periódica”. Para isso, ele havia deixado alguns espaços em branco na TP para que fossem ocupados posteriormente. Além disso, o capítulo tece breves comentários sobre os estudos atômicos pela Física no século XX, enaltece a grandiosidade da Tabela Periódica e não deixa de discorrer, em seu primeiro parágrafo, sobre o “*sonho de Mendeleiev*”.

Nas palavras do próprio Mendeleiev: ‘Vi num sonho uma tabela em que todos os elementos se encaixavam como requerido. Ao despertar, escrevi-a imediatamente numa folha de papel’. Em seu sonho, Mendeleiev compreendera que, quando os elementos eram listados na ordem de seus pesos atômicos, suas propriedades se repetiam numa série de intervalos periódicos. Por essa razão, chamou sua descoberta de Tabela Periódica dos Elementos (STRATHERN, 2002, p. 246).

Uma versão simplista do desenvolvimento da TP, como exposto, embora sobejamente presente em materiais didáticos, de divulgação e jornalismo científicos (BRITO *et al.*, 2005; MEHLECKE *et al.*, 2012; AFONSO, 2015; LEITE; PORTO, 2015; TARGINO; GIORDAN, 2015; TV BRASIL, 2016; LEITE, 2019; BRASIL ESCOLA, 2019; FABRO, 2020) acaba por empobrecer o seu importante contexto de desenvolvimento. Admitir que foi, pura e simplesmente, através de um sonho que o químico ‘descobriu’ a Tabela Periódica é uma simplificação grosseira. No livro, Strathern faz uma narrativa bastante rica em detalhes acerca do contexto de desenvolvimento da Tabela Periódica de Mendeleev. Isso não isenta a sempre necessária vigilância historiográfica e epistemológica em resgates históricos como esse que, ainda que não intencionalmente, podem vulgarizar importantes feitos científicos. Cabe destacar, mais uma vez, que quando não devidamente trabalhados, a ênfase em considerações

meramente curiosas como a do sonho, pode contribuir para perpetuar a noção de que por *insights* e lampejos, desprovidos de pressupostos teóricos, surgem *descobertas* científicas.

Como já mencionado, Mendeleev havia trabalhado em pesquisas nas quais explorou as propriedades químicas dos elementos e já estava se debruçando sobre o problema organizacional dos elementos químicos para o segundo volume do seu livro supracitado. Reduzir o processo de construção de seu conhecimento a um mero sonho não se mostra o mais adequado, em termos histórico, epistemológico e mesmo conceituais. A própria existência do sonho não abarca consenso entre historiadores. A despeito do que Strathern destacou, segundo Baylor (2001), não há uma descrição do episódio feita pelo próprio Mendeleev, mas o depoimento de um de seus colegas enfatizando que algumas vezes o químico teria dito ter sonhado com a Tabela Periódica. “A pergunta aparentemente ingênua ‘quando e por quem algo foi descoberto?’ não pode ser interpretada como um pedido de informação, mas sim como uma análise conceitual; ‘e uma análise conceitual é uma marca [também] da filosofia’” (PEDUZZI; RAICIK, 2020, p. 44). O que se pode entender por descoberta nesse caso?

Aqui cabem críticas não somente à redução do trabalho de Mendeleev a esse sonho como a omissão de outros estudiosos que, direta e indiretamente, contribuíram para desenvolvimento da TP. Como o próprio Strathern (2002) salienta:

Como se pode ver, a segunda coluna vertical [da tabela de Mendeleev] se parece com a lei das oitavas de Newlands, mas isso está longe de acontecer entre os elementos de maior peso atômico. De maneira semelhante, os padrões parciais de Döbereiner e De Chancourtois são também explicados (p. 246).

A partir desse trecho é possível visualizar a coletividade da ciência em duas diferentes perspectivas: a dependência entre os estudos de diferentes pesquisadores para o avanço de uma determinada teoria e a importância dos modelos e conhecimentos construídos por estudiosos antes da pesquisa em questão. Isso reforça a relevância de análises diacrônicas da ciência, sem menosprezar ou taxar como não científicos aqueles conhecimentos que, aparentemente, não fazem parte do arcabouço teórico atual, mas que, em sua época de desenvolvimento, faziam parte das discussões e disputas teóricas. Há consequências em julgar o passado anacronicamente, isso porque, ao

julgar que uma teoria superada por outra deixa de ser científica, porque não é mais aceita — satisfazendo-se apenas com os conhecimentos do presente, desqualificando

os feitos e os esforços do passado — significa proferir a esse mesmo presente a sentença de também não ser científico, de não ter valor, no futuro, com a emergência de novas teorias (PEDUZZI; RAICIK, 2020, p. 30).

Na sequência, Strathern (2002) explica a forma com que Mendeleev organizou sua tabela. O autor destaca os espaços deixados em branco, nos quais foram feitas previsões da existência de novos elementos e de suas propriedades. Para seguir a ordem crescente de pesos atômicos e respeitar a periodicidade das propriedades, o químico russo havia conjecturado que o peso atômico de alguns elementos fora medido de forma equivocada. “Ali, sustentou arrogantemente, a ciência estava errada e ele estava certo!” (STRATHERN, 2002, p. 247). Essa confiança de Mendeleev em seu trabalho, a despeito de dados que se tinha na época, foi essencial para que, além de conseguir abranger todos os elementos, sua tabela apresentasse diferenciais de outras que estavam sendo construídas. Não obstante, isso não denota arrogância. É preciso, aliás, ter cautela ao afirmar que ele, ao seguir sua convicção, sustentou que “a ciência estava errada”, afinal “a pesquisa científica não revela verdades absolutas, permanentes e incontrovertidas” (PEDUZZI; RAICIK, 2020, p. 27), mas é objeto de constante revisão.

A tabela de Mendeleev foi publicada em 1869; um ano depois, em 1870, as previsões feitas por ele ainda não tinham sido corroboradas. Entretanto, Meyer também publicou uma tabela muito semelhante à mendeleeviana, mas ela não apresentava as previsões e modificações que o químico russo havia proposto. O trabalho de Meyer foi importante e evidencia, sobretudo, que dois estudiosos em contextos diferentes chegaram a resultados semelhantes para a estrutura organizacional dos elementos. Nos anos subsequentes, dois dos elementos que Mendeleev havia previsto foram isolados e corroborados em peso atômico e propriedades químicas; “agora ninguém podia duvidar da Lei Periódica de Mendeleev” (STRATHERN, 2002, p. 251). Apesar de ter sido modificada em formato, a Tabela Periódica que é utilizada atualmente ainda respeita a “Lei Periódica” de Mendeleev²⁹. Com efeito, muitas vezes, os estudos dos cientistas são encarados quase como escrituras sagradas. Na maior parte dos casos, essa crença nos produtos da ciência não é consequência de uma análise profunda sobre a construção desse conhecimento, mas em uma ciência praticamente mística; uma instituição de onde todos os feitos “infalíveis” do empreendimento científico vieram

²⁹ Há estudos que sugerem que o elemento mais pesado da Tabela Periódica, o Oganessônio ($Z=118$), que foi adicionado ao corpo da tabela em 2015, possivelmente é capaz de não obedecer a tal lei e não ser um gás nobre como atualmente é considerado (GARCIA, 2019). Por isso, há a possibilidade de ocorrerem modificações na estrutura Tabela Periódica futuramente. Mas esse é objeto de um outro resgate histórico.

(DAMASIO; RODRIGUES, 2018). Entretanto, a ciência faz parte da cultura humana (ZANETIC, 1990) — a própria atividade científica é uma atividade cultural específica (VOGT, 2012) — sendo assim, ela está sujeita a erros, revisões, mudanças... e todo o tipo de diversidade, considerando as variadas formas com que as pessoas pertencentes à comunidade científica expressam, comunicam e desenvolvem suas pesquisas.

O autor finaliza o livro fazendo algumas considerações sobre o estudo dos átomos no século XX e a própria TP. Por se tratar de um material de Divulgação Científica é compreensível que o autor termine de uma forma que busque fechar o ciclo de narrativas que ele iniciou, como a segunda orelha do livro traz, isto é, “recriar e alinhar a instigante história da pergunta ‘de que matéria o mundo é feito’”. Entretanto, nesse momento, novamente, é necessário atentar-se à vigilância epistemológica para não levar a fio alguns pronunciamentos um tanto sensacionalistas.

“O que Mendeleiev descobriu no dia 17 de fevereiro de 1869 foi a culminação de uma epopeia de dois mil e quinhentos anos: uma parábola obstinada da aspiração humana” (STRATHERN, 2002, p. 252). Esse foi um dos últimos trechos da obra, simbolizando o fechamento da narrativa iniciada na Grécia Antiga. É indispensável uma leitura crítica de partes do texto como o apresentado acima, para que toda a narrativa história feita não perca sua importância e seja substituída no imaginário de quem o lê por concepções reducionistas, que consideram apenas o produto da ciência.

Uma vez que o autor apresente termos apelativos, não totalmente condizentes com uma historiografia contemporânea (como brilhante teórico, pioneiro, messias, evangelismo), o livro representa um importante material interdisciplinar e histórico. Torna-se relevante que o leitor faça uma reflexão crítica sobre o que lê. Quando utilizado por um professor, ele pode ser potencializado em associação a discussões relacionadas à Natureza da Ciência. Como buscou-se frisar anteriormente, aspectos como coletividade da ciência, disputas teóricas, mudanças (ou não) de perspectiva pelos pesquisadores, aspectos subjetivos da aceitação ou negação de pesquisas, entre outras concepções, podem ser assim viabilizadas junto a esse material de divulgação. É pertinente destacar que esses elementos meramente listados podem não fazer muito sentido no ensino de ciências sem uma discussão histórico-epistemológica, por isso a pertinência em associar trechos do livro — quando de sua utilização em contexto de ensino (seja ele formal ou não) — a asserções de NdC, o que foi feito nesta análise a partir de proposições específicas de Peduzzi e Raicik (2020).

3.4 DISCUSSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise do livro *O Sonho de Mendeleiev: a verdadeira história da química* (STRATHERN, 2002) foi desenvolvida com o objetivo de potencializar reflexões de NdC a partir de um material de DC para seu uso em contexto e ações de ensino. O livro de Strathern (2002) apresenta uma narrativa não linear de ciência, assim como pode ser considerado um material interdisciplinar, posto que aborda a história da ciência por diferentes perspectivas. Além disso, ele se faz bastante útil, visto que não se trata de uma história simplista que visa apenas os resultados da ciência, embora necessite de algumas vigilâncias epistemológicas.

Cambui *et al.* (2018), a título de exemplo, ao desenvolverem uma análise histórica dessa obra, constataram que ela pode ser um importante instrumento para se abordar conteúdos históricos da ciência, em particular da química, em disciplinas da licenciatura.

Salienta-se, no entanto, a importância de uma discussão guiada desse material quando utilizado em contextos de ensino (formal e não formal), sobretudo devido aos trechos mais apelativos que apresenta. Vale destacar que “Promover reflexões sobre a natureza da ciência em diferentes níveis de ensino é, e sempre será, um desafio, mas necessário, na medida em que pode contribuir para uma formação mais crítica do aluno [e do professor em formação inicial e continuada]” (PEDUZZI, RAICIK, 2020, p. 47). O ofício de enxergar as nuances do empreendimento científico é muitas vezes uma jornada longa, já que depende da consulta e da análise a diversas fontes e leituras. Entretanto, o resultado é, na maioria das vezes, muito gratificante, principalmente quando se enxerga as características da ciência em fontes originais (primárias) e secundárias da ciência através de sua história. O caminho feito pode levar a um “redescobrimto” de teorias e/ou experimentos e da própria dinâmica da ciência em si. Implementar essas reflexões *sobre* a ciência no ensino (ou mesmo articulá-las a materiais de DC já veiculados) pode, entre tantas vantagens, aproximar as pessoas não especializadas em ciência a esse empreendimento tão frutífero e ainda auxiliá-las na construção de uma concepção de ciência mais adequada perante à filosofia contemporânea.

Afinal, a cultura científica, na concepção de Vogt (2012), abrange diferentes esferas que influenciam a ciência, como a própria construção do conhecimento científico (por vezes chamada de “ciência dura”), o ensino formal, informal e não formal de ciências, a Divulgação

Científica, a comunicação, o jornalismo científico, entre outros. Nesse âmbito, é importante destacar que uma cultura não se constitui como um corpo compartimentado, mas como uma estrutura dinâmica, contendo fartas ligações e influências entre suas partes. Os conhecimentos construídos na fronteira da “ciência dura” comunicam-se com aqueles transpostos para o ensino de ciências e para a Educação Científica de forma geral, incluindo a própria socialização da ciência para um público geral. Isso ocorre, direta e/ou indiretamente, através, por exemplo, de encontros, simpósios, periódicos científicos e outros meios de comunicação entre pares acadêmicos, e por ações e materiais de Divulgação Científica.

O ensino de ciências e a Divulgação Científica, por exemplo, apresentam uma intensa interlocução. No levantamento realizado por Lorenzetti, Raicik e Damasio (2021), supracitado, além de se constatar a necessidade de mais trabalhos que articulem a DC com a NdC e a História da Ciência, os autores verificaram a carência da produção de materiais de DC que já tivessem um zelo epistemológico e historiográfico em seu desenvolvimento.

Ao longo dos três capítulos analisados da obra de Strathern (2002), identificou-se diferentes asserções e discussões realizadas em Peduzzi e Raicik (2020) que poderiam ser exemplificadas, refletidas e potencializadas pelos acontecimentos históricos ali narrados. Desse modo, o educador que deseja utilizar o livro, seja em sala de aula quer em ações de Divulgação Científica, pode valer-se de análises como essa, ou semelhantes, para discutir aspectos da essência do empreendimento científico, como a coletividade da ciência, disputas teóricas, conhecimento científico advindo de um contexto (histórico, cultural, social, entre outros) e não de uma *tábula rasa*, subjetividades da ciência, etc. As subjetividades inerentes à natureza humana são, geralmente, menosprezadas pelas releituras históricas da ciência — ou sua própria reconstrução primária — ditas objetivas ou neutras. Contudo, como o próprio Mendeleev questiona:

Se os próprios fatos incluem a pessoa que os observa, então quão mais inevitável é o reflexo da personalidade ao dar conta dos métodos e das especulações filosóficas? Pela mesma razão, haverá inevitavelmente muito do que é subjetivo em toda exposição objetiva da ciência (MENDELÉEFF, 1891, p. 7, tradução nossa).

Com efeito e analogamente, qualquer resgate histórico carrega em si uma visão epistemológica de ciência, por isso, inclusive, a importância de explicitá-la e discuti-la.

A partir da análise feita e do que a literatura aponta, torna-se importante refletir sobre as narrativas lineares de ciência encontradas, comumente, em livros didáticos (MEHLECKE

et. al, 2012) e em materiais de Divulgação Científica (SCHMIEDECKE; PORTO, 2015). Esse tipo de narrativa desconsidera estudiosos e suas contribuições para a ciência, em tal medida que ela própria acaba perdendo a sua essência. Quando recontada com a roupagem de uma ciência “reconstruída logicamente”, a história do empreendimento científico deixa de abranger a magnanimidade criativa que permeia a construção de conhecimento. “O acesso a uma sucessão de paradigmas que parecem se completar não mostra o que é a ciência e o seu desenvolvimento, tornando invisíveis os problemas, as divergências, a competitividade, o espírito inventivo, as soluções, as rupturas” (PEDUZZI; RAICIK, 2020, p. 32). Quantas reflexões deixam de ser feitas e quanto da abundância do mundo deixa de ser percebida quando se exclui estudiosos que não tiveram suas teorias perpetuadas, disputas teóricas, subjetividades, enfim o cerne da ciência contadas quando de sua história?

Por isso, destaca-se novamente a relevância de resgates históricos como o realizado por Strathern e de análises como a desenvolvida neste trabalho com o objetivo de potencializar discussões de NdC. Nesse sentido, reitera-se quão relevante seria se materiais de DC já comportassem em sua construção além de uma história da ciência não linear, discussões *sobre* ela, já que esses materiais circulam também no âmbito escolar. A abordagem de história e filosofia da ciência não resolverá *todos* os problemas que são encontrados no ensino de ciências, e na própria socialização da ciência, enquanto uma cultura que deve e precisa valorizar sua história, mas

[...] podem humanizar as ciências e aproximá-las dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade; podem tornar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, permitindo, deste modo, o desenvolvimento do pensamento crítico; podem contribuir para um entendimento mais integral de matéria científica, isto é, podem contribuir para a superação do mar de falta de significação que se diz ter inundado as salas de aula de ciências, onde fórmulas e equações são recitadas sem que muitos cheguem a saber o que significam; podem melhorar a formação do professor auxiliando o desenvolvimento de uma epistemologia da ciência mais rica e mais autêntica, ou seja, de uma maior compreensão da estrutura das ciências bem como do espaço que ocupam no sistema intelectual das coisas (MATTHEWS, 1995, p. 165).

Nesse cenário, uma abordagem histórica da ciência pode e deve ser articulada com aspectos de sua natureza fomentando reflexões filosóficas profícuas sobre o empreendimento científico. Sob essa perspectiva, e objeto de novas reflexões em outro trabalho, está o desenvolvimento de um vídeo de DC, para ser utilizado no ensino formal, não formal e informal que comporte discussões explícitas de NdC a partir de um resgate histórico da

construção da Tabela Periódica. Esse material estará fundamentado educacionalmente na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel.

REFERÊNCIAS

- AFONSO, J. C. Tabela Periódica. **Ciência Hoje**, 2015. Disponível em: <https://cienciahoje.org.br/artigo/tabela-periodica/>. Acesso em: 13 set. 2021.
- ALLCHIN, D. Evaluating knowledge of the nature of (Whole) Science. **Science Education**, v. 95, n. 3, 2011.
- BAYLOR, G. W. What do we really know about Mendeleev's dream of the Periodic Table? A note on dreams of scientific problems solving. **Dreaming**, v. 11, n. 2, 2001.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.
- BRITO, A.; RODRÍGUEZ, M. A.; NIAZ, M. A reconstruction of development of the Periodic Table based on History and Philosophy of Science and its implications for General Chemistry Textbooks. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 42, n. 1, 2005.
- CAMBUI, R. S.; SOUSA, L. A.; BRITO, M. A. A. A História da Ciência e o Pensamento Científico na obra "O sonho de Mendeleiev": uma proposta interdisciplinar para o curso de Licenciatura em Química no IFBA, *campus* Vitória da Conquista. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 5, 2018, Olinda. **Anais...**
- CLOUGH, M. P.; OLSON, J. K. Teaching and assessing the nature of science: an introduction. **Science & Education**, v. 17, 2008.
- DAMASIO, F.; PEDUZZI, L. O. Q. História e Filosofia da Ciência na Educação Científica: Para Quê? **Ensaio**, v. 19, e2583, 2017.
- DAMASIO, F.; RODRIGUES, A. A. O realismo de Feyerabend: o que ele deixou em seu livro póstumo e suas possíveis implicações para o ensino de física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, n. 2, 2018.
- deMILT, C. The Congress at Karlsruhe. **Journal of Chemical Education**, n. agosto, 1951.
- DONALD, K. Tabela Periódica: os cientistas esquecidos por trás da invenção. **Revista Galileu**, 2019. Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2019/09/tabela-periodica-os-cientistas-esquecidos-por-tras-da-invencao.html>. Acesso em 13 set 2021.
- EAGLE, C. T.; SLOAN, J. Marie Anne Paulze Lavoisier: The Mother of Modern Chemistry. **The Chemical Educator**, v. 3, n. 5, 1998.

- ELER, G. Faxina em universidade encontra tabela periódica mais antiga do mundo. **Super Interessante**, 2019. Disponível em: <https://super.abril.com.br/ciencia/faxina-em-universidade-encontra-tabela-periodica-mais-antiga-do-mundo/>. Acesso em 13 set 2021.
- FABRO, N. Tabela Periódica: conheça a história e o futuro incerto do sistema. **Revista Galileu**, 2020. Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2020/03/tabela-periodica-conheca-historia-e-o-futuro-incerto-do-sistema.html>. Acesso em 13 set 2021.
- FERNÁNDEZ, I.; GIL, D.; CARRASCOSA, J.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Visiones Deformadas de la Ciencia transmitidas por la Enseñanza. **Historia y Epistemología de las Ciencias**, v. 20, n. 3, 2002.
- FORATO, T. C. M. A filosofia mística e a doutrina newtoniana: uma discussão historiográfica. **Alexandria**, v. 1, n. 3, 2008.
- 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, 2011.
- FREIRE, A.; MASSARANI, L. A cobertura de ciência para crianças: um estudo de caso em dois jornais brasileiros. **Alexandria**, v. 5, n. 3, 2012.
- FRENCH, S. **Ciência: conceitos-chave em filosofia**. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- GARCIA, R. A encruzilhada da Tabela Periódica. **Revista Fapesp**, n. 277, 2019.
- GIL-PERÉZ, D.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, 2001.
- HANSON, N. R. An Anatomy of Discovery. **The Journal of Philosophy**, v. 64, n. 11, 1967.
- HODSON, D. Philosophy of Science and the Science Curriculum, **Journal of Philosophy of Education**, v. 20, 1986.
- HOLZLE, L. R. B. A Guerra Fria na Tabela Periódica. **Ciência Hoje**, 2019. Disponível em: <https://cienciahoje.org.br/artigo/a-guerra-fria-na-tabela-periodica/>. Acesso em: 13 set 2021.
- IRZIK, G.; NOLA, R. A family resemblance approach to the nature of Science for Science education. **Science & Education**, v. 20, 2011.
- JORGE, L. **Na formação de professores e cientistas, uma HQ sobre aspectos da NDC e imagens: encantar-se com os entre-(en)laces**. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2018.
- KAJI, M. Mendeleev's discovery of the periodic law: the origin and the reception. **Foundations of Chemistry**, v. 5, n. 1, 2003.

KOYRÉ, A. **Estudos de história do pensamento filosófico**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1991.

KEMPER, A.; ZIMMERMANN, E. Textos populares de divulgação científica como ferramenta didático-pedagógica: o caso da evolução biológica. **Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências**, v. 10, n. 3, 2011.

LEDERMAN, N. G. Student's and teacher's conceptions of the nature of Science: A review of the research. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 29, n. 4, 1992.

LEITE, H. S. A.; PORTO, P. A. 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**, v. 38, n. 4, 2015.

LEITE, B. S. O Ano Internacional da Tabela Periódica e o Ensino de Química: das cartas ao digital. **Química Nova**, v. 46, n. 2, 2019.

LORENZETTI, C. S.; DAMASIO, F.; RAICIK, A. O Ano Internacional da Tabela Periódica e um sucinto resgate de sua história: implicações para a Educação Científica por meio da Divulgação Científica. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 3, 2020.

LORENZETTI, C. S.; RAICIK, A.; DAMASIO, F. Divulgação Científica: Para Quê? Para Quem? – Pensando sobre a História, Filosofia e Natureza da Ciência em uma revisão na área de Educação Científica no Brasil. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 21, e29395, 2021

LOPES, A. R. C. Bachelard: o filósofo da desilusão. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 13, n. 3, 1996.

LORCH, M. Tabela Periódica completa 150 anos: conheça sua história. **Revista Galileu**, 2019. Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2019/01/tabela-periodica-completa-150-anos-conheca-sua-historia.html>. Acesso em 13 set 2021.

MAGALHÃES, C. E. R.; SILVA, E. F. G.; GONÇALVES, C. B. A interface entre alfabetização científica e divulgação científica. **Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, v. 5, n. 9, 2012.

MARTINS, L. C. P. História da Ciência: objetos, métodos e problemas. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 2, p. 305-317, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132005000200011>. Acesso em: 28 set. 2021.

MARTINS, R. de A. Introdução: a história da ciência e seus usos na educação. In: SILVA, C. C. (Org.). **Estudos de história e filosofia das ciências. Subsídios para aplicação no Ensino**. São Paulo: Ed. Livraria da Física, 2006.

MARTINS, A. F. P. Natureza da ciência no ensino de ciências: uma proposta baseada em “temas” e “questões”. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 3, 2015.

MATTHEWS, M. R. História, Filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 12, n. 3, 1995.

McCOMAS, W. F.; ALMAZROA, H.; CLOUGH, M. P. The nature of Science in Science education: An introduction. **Science & Education**, v. 7, n. 6, 1998.

MEHLECKE, C. M.; EICHLER, M. L.; SALGADO, T. D. M.; DEL PINO, J. C. 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**, v. 11, n. 3, 2011.

MENDELÉEF, D. I. **Principles of Chemistry**. Londres: Longmans, Green and Company, 1891. 1 v.

MOURA, B. A. O que é Natureza da Ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência? **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 7, n. 1, 2014.

OKI, M. C. M. Controvérsias sobre o atomismo no século XIX. **Química Nova**, v. 32, n. 4, 2009.

PEDUZZI, L. O. Q. Sobre a utilização didática da história da ciência. In M. Pietrocola (Ed.). **Ensino de física: conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora**, (pp. 151-170). Florianópolis, SC: UFSC, 2005.

PEDUZZI, L. O. Q.; BRIGO, J.; GONÇALVES, E. O.; URBAN, S. **Fundamentos Epistemológicos da Educação Científica e Tecnológica: Leituras e reflexões**. Mossoró, RN: EDUERN, 2019.

PEDUZZI, L. O. Q.; RAICIK, A. C. Sobre a Natureza da Ciência: asserções comentadas para uma articulação com a História da Ciência. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 25, n. 2, 2020.

PINTO, A. C. Tudo se transforma. **Ciência Hoje**, 2011. Disponível em: <https://cienciahoje.org.br/artigo/tudo-se-transforma/>. Acesso em: 13 set 2021.

PUMFREY, S. History of Science in the National Science Curriculum: A critical review of resources and their aims. **British Journal for the History of Science**, v. 24, n. 1, 1991.

RAICIK, A. C.; PEDUZZI, L. O. Q. Uma discussão acerca dos contextos da descoberta e da justificativa: a dinâmica entre hipótese e experimentação na ciência. **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 18, n. 1, 2015.

RAICIK, A. C.; PEDUZZI, L. O. Q. Um resgate histórico e filosófico dos estudos de Stephen Gray. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 16, n. 1, 2016.

RAICIK, A. C. **Experimentos exploratórios e experimentos cruciais no âmbito de uma controvérsia científica: o caso de Galvani e Volta e suas implicações para o ensino**. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Programa de Pós-Graduação em

Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2019.

RAICIK, A. C.; ANGOTTI, J. A. P. A Escolha Teórica em Controvérsias Científicas: Valores e seus Juízos à luz de Concepções Kuhnianas. **Alexandria**, v. 12, n. 1, 2019.

REZNIK, G.; MASSARANI, L.; RAMALHO, M.; AMORIM, L. Ciência na Televisão Pública: uma análise do telejornal Repórter Brasil. **Alexandria**, v. 7, n. 1, 2014.

ROUVRAY, D. H. Elements in the history of the Periodic Table. **Endeavour**, v. 28, n. 2, 2004.

SANTOS, S. C. S.; CUNHA, M. A pesquisa em espaços de educação não formal em ciências na Região Norte: o caso do Bosque da Ciência. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 14, n. 32, 2018.

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

SOBIECZIAK, S. **História da Física e Natureza da Ciência em Unidades de Ensino Potencialmente Significativas**. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2017.

STRATHERN, P. **O sonho de Mendeleiev**: a verdadeira história da química. Rio de Janeiro: Zahar, 2002.

TAYLOR, L. H. *J. A. R. Newland: a pioneer in atomic numbers*. **Journal of Chemical Education**, n. setembro, 1949.

TEIXEIRA, E. S.; GRECA, I. M.; FREIRE JUNIOR; O. Uma revisão sistemática das pesquisas publicadas no Brasil sobre o uso didático de história e filosofia da ciência no ensino de física. In: PEDUZZI, L. O. Q.; MARTINS, A. F. P.; FERREIRA, J. M. H. (Org.). **Temas de história e filosofia da ciência no ensino**. Natal: EDUFRN, 2012. p. 9-40.

TOLENTINO, M.; ROCHA-FILHO, R. C.; CHAGAS, A. P. Alguns aspectos históricos da classificação periódica dos elementos químicos. **Química Nova**, v. 20, n. 1, 1997.

TV BRASIL. **Mentes Brilhantes**, 2016. Disponível em: <<https://tvbrasil.ebc.com.br/mentesbrilhantes/episodio/dmitri-mendeleev-a-origem-das-coisas-e-da-tabela-periodica-dos-elementos>>. Último acesso em: 13 set. 2021.

VALÉRIO, M.; BAZZO, W. A. O papel da Divulgação Científica em nossa sociedade de risco: em prol de uma nova ordem de relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 25, n. 1, 2006.

VOGT, C. **A espiral da cultura científica**, 2003. Disponível em <http://www.comciencia.br/reportagens/cultura/cultura01.shtml>. Acesso em 28 de abril de 2021.

VOGT, C.; CERQUEIRA, N.; KANASHIRO, M. Divulgação e cultura científica. **ComCiência**, n. 100, editorial, 2008.

VOGT, C. De ciência, divulgação, futebol e bem-estar cultural. In: PORTO, C. de M.; BROTAS, A.M.P.; BORTOLIERO, S. T. (Org.). **Diálogos entre ciência e divulgação científica: leituras contemporâneas**. Salvador: EDUFBA, 2011.

VOGT, C. The spiral of scientific culture and cultural well-being: Brazil and Ibero-America. **Public Understanding of Science**, v. 21, n. 1, 2012.

WHITAKER, M. A. B. History and Quasi-history in Physics Education Pts I, II. **Physics Education**, v. 14, 1979.

ZANETIC, J. **Física também é cultura**. Tese (Doutorado em Ensino de Física) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1990.

4 POTENCIALIDADES DIDÁTICAS DA DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA: A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL NO ÂMBITO DE UM VÍDEO HISTÓRICO-EPISTEMOLÓGICO ACERCA DA TABELA PERIÓDICA³⁰

Resumo: De acordo com a literatura de Educação Científica no Brasil, há uma estreita ligação entre a Divulgação Científica e o Ensino de Ciências em geral. Entretanto, há uma escassa interlocução entre os seus referenciais; por exemplo, é raro encontrar materiais de Divulgação Científica que apresentem preocupações históricas e epistemológicas acerca da ciência. Além disso, normalmente, eles não apresentam fundamentação educacional, ainda que sejam elaborados com vias ao uso em contexto de ensino. Nesse sentido, este trabalho apresenta o desenvolvimento e a estrutura de um vídeo de Divulgação Científica acerca da história da Tabela Periódica, com ênfase na narrativa do sonho de Mendeleev, e aspectos relativos à NdC. Este material, que foi elaborado para ser inserido em ações didáticas voltadas para estudantes do ensino médio e professores em formação (inicial ou continuada), é fundamentado educacionalmente em princípios ausubelianos. Ademais, apresenta-se algumas potencialidades de seu uso na educação formal, não formal e informal.

Palavras-chave: Aprendizagem Significativa. Divulgação Científica. Natureza da Ciência. Tabela Periódica.

4.1 INTRODUÇÃO

Há múltiplas formas pelas quais se pode socializar os saberes científicos, como congressos, eventos, palestras, livros, artigos, textos, vídeos, podcasts, materiais didáticos, aulas etc. Do mesmo modo que se tem uma pluralidade de nomenclaturas para definir essa socialização: comunicação científica, Divulgação Científica, jornalismo científico, Educação Científica, disseminação científica, entre outros (BUENO, 2010).

Apesar de, em algumas ocasiões, esses termos serem utilizados como sinônimos, eles constituem processos diferentes de compartilhar conhecimentos científicos, bem como possuem públicos, metodologias, objetivos e espaços-tempo distintos (BUENO, 2010; RENDEIRO; ARAÚJO; GONÇALVES, 2017). A partir da “espiral da cultura científica”, de

³⁰ Artigo submetido para publicação.

Carlos Vogt (2012), é possível distinguir essas diferenças. A espiral é desenhada sobre um plano cartesiano: no primeiro quadrante encontram-se universidades, centros de pesquisa, cientistas e a comunicação científica — feita, por exemplo, através de artigos, constituindo comunicação entre pares. No segundo quadrante estão novamente as universidades junto às escolas, cientistas e professores dos mais variados níveis no processo de formação de novos pesquisadores e no ensino-aprendizagem de alunos da Educação Básica ao Ensino Superior. No terceiro estão os museus e os espaços de educação não formais, ainda com o apoio de professores e cientistas, mas também de organizadores desses espaços de divulgação. No quarto quadrante estão os meios de Divulgação Científica mais gerais e, também, o jornalismo científico, esses são voltados, sobejamente, para a sociedade em geral (VOGT, 2012).

Cabe ressaltar que ao mesmo tempo em que as particularidades de cada quadrante ficam evidentes nessa espiral da cultura científica, também pode se observar o intrínseco elo que os une. Do mesmo modo, nota-se que a relação dos constituintes dos quadrantes com a ciência não é passiva, mas ativa; já que a espiral não se fecha em si mesma, mas alarga-se à medida que avança nos quadrantes. Em outras palavras, a linha que percorre os quadrantes do plano cartesiano em movimento circular não forma um círculo e sim uma espiral (daí o nome “espiral da cultura científica”), isso porque cada quadrante colabora com o crescimento do conhecimento científico; quando a linha retorna para o primeiro quadrante ela já não está mais no ponto do qual partiu.

É possível dizer que as esferas da cultura científica ligadas à educação formal, não formal e informal (que, na espiral da cultura científica, podem ser identificadas no segundo, terceiro e quarto quadrantes) estão, também e cada vez mais, ligadas à socialização da ciência no âmbito e em relação com a Educação Científica.

A Divulgação Científica vem se modificando ao longo dos séculos a depender do papel que assume nas sociedades em que se encontra que, por certo, também se modificam (SILVA, 2006; SILVEIRA; SANDRINI, 2014). A partir da popularização dos meios de comunicação em massa (como rádio e televisão) e das mídias sociais, a Divulgação Científica tomou diferentes formas, fazendo parte do cotidiano da população e trazendo informações dos mais variados assuntos (MAGALHÃES; SILVA; GONÇALVES, 2012). Apesar de, em forma mais geral, encontrar-se atrelada à educação não formal e informal, a Divulgação Científica vem, nos últimos anos, apresentando uma forte e profícua interface com o ensino de ciências, sobretudo como potencializadora da alfabetização científica (MAGALHÃES;

SILVA; GONÇALVES, 2012). Além disso, alguns estudos apontam que ela pode ser vista “[...] como recurso educativo importante e ressaltam, de modo geral, a sua potencialidade para a criação de estratégias discursivas e educativas mediadoras de uma aprendizagem significativa” (PINTO, 2007, p. 24).

Dessa forma, considerando o alcance da Divulgação Científica e a sua interface educativa, torna-se necessário pensar em como a ciência está sendo divulgada e qual ciência está sendo comunicada em materiais e ações dessa natureza, principalmente quando utilizados e voltados ao ensino formal. Assim como docentes de ciências, aqueles que divulgam a ciência através de textos, livros, vídeos etc também carregam em sua narrativa uma visão epistemológica *sobre* a ciência, estando eles conscientes disso ou não.

Lorenzetti, Raicik e Damasio (2021), a título de exemplo, em uma revisão bibliográfica do último decênio sobre Divulgação Científica, evidenciaram que um número significativo de trabalhos, de alguma forma, relacionam a educação (formal e não formal) com a Divulgação Científica. Alguns deles descreveram pesquisas que envolvem a educação formal e a Divulgação Científica diretamente através da inserção de textos dessa natureza em aulas de ciências (ROCHA, 2012; MICELI; ROCHA, 2013), por meio da realização de eventos em escolas (CALDAS; CRISPINO, 2017; MORI; CURVELO, 2018) ou a partir da análise de textos de divulgação em materiais didáticos (CARLETTI; MASSARANI, 2011; ALMEIDA, 2020). Esse estudo mostrou ainda que, apesar de um número significativo de trabalhos citarem perspectivas envolvendo, por exemplo, Natureza da Ciência (NdC), poucos o discutiam explícita e efetivamente. Ao que tange à História e Filosofia da Ciência (HFC), os números foram ainda mais baixos, evidenciando a parca articulação entre conteúdos socializados e a indagação de que tipo de história da ciência está sendo divulgada nesses materiais.

Por certo, a literatura vem defendendo, há um tempo, a utilização da HFC no ensino de ciências (MATTHEWS, 1995; PEDUZZI, 2001; FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011; TEIXEIRA; GRECA; FREIRE, 2012; DAMASIO; PEDUZZI, 2016; JORGE, 2018; PEDUZZI; RAICIK, 2020; RAICIK, 2020). Além de uma melhor compreensão de conceitos, resgates histórico-epistemológicos permitem analisar a ciência de forma mais plural, dinâmica e menos dogmática. A HFC permite, ainda, que um mesmo objeto de pesquisa seja observado por diferentes perspectivas, sejam elas externas ou internas ao empreendimento científico. Aliás, discussões relativas à própria NdC podem ser viabilizadas por essa abordagem (GIL

PÉREZ et al., 2002; FORATO, PIETROCOLA, MARTINS, 2011; MOURA, 2014; RAICIK; PEDUZZI, 2016; RAICIK; PEDUZZI; ANGOTTI, 2017; PEDUZZI, RAICIK, 2020).

Nesse sentido, pressupõe-se que se a literatura vem apontando que o ensino de ciências tem se apropriado de (e produzido) materiais e ações de Divulgação Científica, é essencial e profícuo que preocupações histórico-epistemológicas, por exemplo, também estejam presentes no uso desses materiais ou, até mesmo, na produção deles quando inseridos, de alguma forma, nas esferas dos espaços formais, não formais e, até mesmo, informais³¹.

Ademais, a Divulgação Científica pode ser (e cada vez mais é) entendida como um instrumento que vai além de uma mera transmissão de informações. Nessa perspectiva, além de uma preocupação com a abordagem histórica da ciência que pode e deve ser articulada com aspectos de sua natureza fomentando reflexões filosóficas profícuas sobre o empreendimento científico em ações e materiais de Divulgação Científica no âmbito do ensino, encontram-se as suas potencializações quando educacionalmente fundamentadas.

Nesse sentido, este artigo apresenta a estrutura do vídeo “Mendeleev e o sonho da Tabela Periódica – um convite à reflexão”, que além de comportar considerações históricas e discussões explícitas relativas à Natureza da Ciência em torno do desenvolvimento da Tabela Periódica pelo químico russo Dmitri Mendeleev, está fundamentado educacionalmente em princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Para tanto, inicialmente apresenta-se os princípios da TAS norteadores para o desenvolvimento do roteiro do vídeo, explicita-se em linhas gerais a sua estrutura a partir desses princípios e as potencialidades desse material de Divulgação Científica quando pensado para ser inserido em espaços formais, não formais e informais de ensino.

O vídeo foi desenvolvido tanto para estudantes do ensino médio quanto para professores em formação inicial e continuada, a partir de princípios ausubelianos como o da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa. Nesse sentido, espera-se que esse material possa atuar ora como um organizador prévio expositivo, por vezes um comparativo, quando devidamente inserido em ações e unidades didáticas.

³¹ Os termos educação formal, não formal e informal foram diferenciados a fim de explorar as potencialidades do vídeo desenvolvido e apresentado no presente artigo. Como destaca Marandino (2017), existem na literatura diferentes perspectivas para a determinação das fronteiras entre esses três tipos de educação. A partir disso, considera-se que o ponto central de diferenciação entre a educação formal, não formal e informal é o objetivo que cada uma delas carrega. Ainda que compartilhem públicos e/ou espaços, os objetivos das ações envolvendo a construção e a discussão de conhecimentos mostram-se, de alguma forma, dissemelhantes.

4.2 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL

David Ausubel (1918-2008) foi um psicólogo cognitivista e construtivista que desenvolveu a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS). Teoria essa que auxilia no entendimento de como a estrutura cognitiva interage com novos conhecimentos, bem como na compreensão da forma que eles se relacionam com os saberes que já integram essa estrutura (MOREIRA; MASINI, 2009). A aprendizagem significativa pode ser vista como um processo em que um novo conceito ancorar-se-á a um conhecimento já existente. Essa relação, necessariamente, deve ser substantiva, para que esse novo conhecimento não seja construído isoladamente e sim conectado a outros conceitos e ideias, e não arbitrária, ou seja, deve haver interação desse novo conhecimento e um já existente na estrutura cognitiva; assim ele se conectará com um conceito específico e não um qualquer que não auxiliaria na aprendizagem (MOREIRA, 2012).

Dois conceitos fundamentais para compreensão e utilização da TAS são suas condições necessárias para que a aprendizagem significativa possa acontecer. Uma delas é a predisposição do sujeito em aprender; isso não significa diretamente que ele deva gostar do conteúdo ou que ele precisa se sentir entusiasmado com o novo conhecimento, mas que ele deve querer aprender e dar significados às novas ideias. Isto é, ele precisa predispor-se a relacionar o que aprende com seus conhecimentos prévios de forma substantiva e não arbitrária (MOREIRA, 2012). A segunda condição é a de que o material didático utilizado seja potencialmente significativo, ou seja, esse material deve apresentar ideias relacionáveis com os conhecimentos prévios dos estudantes. Além disso, a organização dos conteúdos deve seguir uma ordem (uma organização sequencial, melhor explicada adiante) que potencialize uma aprendizagem significativa (MOREIRA; MASINI, 2009).

A partir dessas condições é possível entender que uma das ideias centrais da TAS é o conhecimento prévio do sujeito. De acordo com o próprio Ausubel, “se eu tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um único princípio, diria isto: o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie nisso os seus ensinamentos” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. viii). Ausubel chamou de subsunção a parcela específica de conhecimento que a pessoa precisa mobilizar para significar o novo conceito que deseja aprender.

Quando o sujeito não possui subsunçores sobre determinado assunto ou quando eles não são adequados/estáveis o suficiente para o aprendizado de um novo conhecimento, pode-se fazer o uso de um organizador prévio, que tem como objetivo estimular a criação/estruturação de subsunçores para a aprendizagem. O organizador prévio deve ser um material implementado antes do conteúdo específico que se deseja discutir e precisa apresentar conceitos mais gerais e inclusivos que esse conteúdo, a fim de potencializar uma ancoragem do novo conhecimento (MOREIRA, 2012). Existem dois tipos de organizadores prévios: organizador expositivo e comparativo. O primeiro é utilizado quando o sujeito não possui subsunçores para ancorar os novos conceitos, espera-se assim que esse organizador crie um caminho ideacional a partir do que o sujeito sabe. Já o segundo tipo de organizador prévio, o comparativo, é utilizado quando os estudantes já possuem certa familiaridade com o conteúdo, mas ainda não construíram os subsunçores adequados. Assim, o organizador comparativo auxiliará a distinguir e relacionar os novos conhecimentos com aqueles já presentes na estrutura cognitiva que são similares ou conflitantes (MOREIRA; MASINI, 2009).

É importante destacar que a aprendizagem é vista como algo dinâmico, no sentido de que não somente o novo conhecimento será significado de uma maneira particular a partir do que o sujeito já sabe, mas também o seu saber prévio será *ressignificado* a partir das novas experiências que vivenciou (MOREIRA; MASINI, 2009). A significação dos conhecimentos é multilateral. Isso quer dizer que um subsunçor que serviu de base para a aprendizagem de um novo conceito provavelmente não será mais o mesmo depois disso, o que será bastante pertinente nos processos de aprendizagem subsequentes.

A TAS possui alguns princípios que auxiliam no entendimento de como se dá o processo de aprendizagem e como desenvolver um ambiente favorável para que ela aconteça. Visto que quem atribui os significados ao que se aprende é o sujeito aprendiz, não se pode chamar uma aula, um material instrucional, um livro, uma sequência didática de significativa (PAULO; SOUSA, 2011). Entretanto, é possível pensar nessas ações a partir dos princípios da TAS e do conhecimento prévio do público-alvo da aprendizagem e torná-las *potencialmente significativas*.

Nesse sentido, serão discutidos adiante três princípios da TAS que atuam como facilitadores da aprendizagem significativa. Tais princípios são: *diferenciação progressiva*, *reconciliação integradora* e *organização sequencial*. A *diferenciação progressiva* refere-se

ao reconhecimento de que há uma sequência hierarquizada em termos de abstração, generalidade e inclusão entre os conceitos que estão presentes no novo conhecimento a ser aprendido (MOREIRA; OSTERMANN, 1999). A hierarquia deve seguir a ordem decrescente de inclusividade, ou seja, os conceitos devem ser discutidos dos mais gerais para os mais específicos. Isso pode auxiliar na aprendizagem significativa, visto que, geralmente, é mais fácil para a mente humana explorar as características de uma ideia particular a partir do todo, do que explorar o todo a partir de cada ideia particular que o constitui (MOREIRA, 2012).

A *reconciliação integradora* trata da reconciliação dos conhecimentos, da percepção de similaridades e do esclarecimento das diferenças, sendo elas aparentes ou não (PAULO; SOUSA, 2011). Se o material instrucional ou a aula são organizados de forma a facilitar uma reconciliação integradora dos conhecimentos, será mais fácil para o aprendiz lidar com as possíveis contradições e similaridades dos conceitos, permitindo que ele possa ter uma visão mais geral do que aprendeu e consiga localizar os conhecimentos específicos dentro desse todo (MOREIRA; MASINI, 2009).

A diferenciação progressiva e a reconciliação integradora não são dicotômicas e nem aparecem dissociadas, mas geralmente ocorrem em intensidades diferentes. É importante que ocorra a diferenciação progressiva para que o sujeito possa especificar os conhecimentos que aprende, mas também é extremamente importante que ele reconcilie esses conhecimentos para que não acabe compartimentalizando-os (MOREIRA; MASINI, 2009). Isto é, a reconciliação integradora é essencial para que se reconheça a complexidade das ideias, suas particularidades e inter-relações. Isso pode ser feito retomando os conceitos a partir de outras perspectivas, traçando diferentes caminhos dentro do conhecimento, atribuindo, dessa forma, novos significados ao subsunçor utilizado para ancorar o conhecimento em princípio.

Por fim, mas não menos importante, encontra-se a *organização sequencial* dos conteúdos, que se relaciona fortemente com os dois princípios discutidos anteriormente. Isso porque, pensando no conhecimento estruturado a partir de conceitos hierárquicos, existe uma espécie de sequência dos conteúdos, uma trilha dos conhecimentos mais gerais até os mais específicos (MOREIRA, 2012). Algumas ideias mais particulares dependem, necessariamente, que outras sejam discutidas antes delas para que haja a possibilidade de entendimento. Os fatores levados em consideração para pensar a *diferenciação progressiva* e

a *reconciliação integradora* a partir da hierarquia dos conceitos fazem parte da *organização sequencial*.

4.3 SOCIALIZANDO A TABELA PERIÓDICA: O DESENVOLVIMENTO DE UM VÍDEO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA À LUZ DA DIFERENCIAÇÃO PROGRESSIVA E DA RECONCILIAÇÃO INTEGRADORA

O vídeo “Mendeleev e o sonho da Tabela Periódica – um convite à reflexão” traz um resgate histórico-epistemológico, com discussões explícitas de NdC, acerca do desenvolvimento da Tabela Periódica. Ele encontra-se postado no YouTube no canal do IFScience³². A mídia foi estruturada a partir de princípios ausubelianos, como a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora, para estudantes de ensino médio e professores em formação inicial e continuada. A sua estrutura permite que ele possa atuar tanto como um organizador prévio expositivo quanto um comparativo, quando devidamente inserido em ações didáticas promovidas no ensino formal e não formal. Também permite potencializar a compreensão dos conteúdos por aqueles que o assistem em uma situação informal de educação.

O material apresenta fundamentação histórica a partir de fontes primárias e secundárias (algumas delas aqui citadas MENDELLÉFF, 1891; KAJI, 2003; ROUVRAY, 2004; KEDROV, 2007; SCERRI, 2008; 2011; OKI, 2009; LORENZETTI; DAMASIO; RAICIK, 2020) que se articulam com discussões explícitas de Natureza da Ciência. Isso é feito a partir do entendimento de que a NdC “[...] envolve um arcabouço de saberes sobre as bases epistemológicas, filosóficas, históricas e culturais da ciência” (MOURA, 2014, p. 33). Os aspectos relativos à NdC (a saber, dinamicidade e coletividade da ciência, influências idiossincráticas do estudioso em sua pesquisa, relações entre a ciência e os contextos em que se encontra, que o conhecimento não parte do nada, entre outros), que subsidiaram o vínculo com a história, foram estabelecidos, sobejamente, à luz do trabalho “Sobre a Natureza da Ciência: asserções comentadas para uma articulação com a História da Ciência” (PEDUZZI; RAICIK, 2020). Cabe ressaltar que há preocupação, no vídeo, em discutir aspectos relativos à

³² O IFScience é um projeto de Divulgação Científica gerido pelo Grupo de Estudos em Educação e Divulgação Científicas, do Instituto Federal de Santa Catarina, câmpus Araranguá. No projeto são discutidos aspectos de História e Epistemologia das Ciências a partir de materiais e ações de Divulgação Científica. O canal do IFScience está disponível em: <https://www.youtube.com/channel/UCLcduDIGeL3E1QqymI0-xWg>. Acesso em: 04 dez. 2021. O vídeo encontra-se disponível em: <https://youtu.be/IKUE3534Fjg>. Acesso em: 15 jan. 2022.

Natureza da Ciência de forma explícita, já que considerações entremeadas ao conteúdo poderiam não ser suficientes para destacar tais discussões, como aponta a literatura (MOURA, 2014).

Nesse sentido, a seguir, especifica-se como se deu a sua estrutura à luz da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora a fim de contrapor uma narrativa simplista do sonho de Mendeleev que, simples e equivocadamente, aborda o episódio como uma mera “revelação” da Tabela Periódica. A partir disso, objetiva-se refletir sobre aspectos de Natureza da Ciência presentes em diferentes momentos do desenvolvimento científico que acompanharam a construção do sistema periódico.

4.4 A ESTRUTURA E A DESCRIÇÃO DO VÍDEO

Parte 1 – Apresentação do tema: a Tabela Periódica

A fim de estabelecer uma situação inicial, logo no início do vídeo, apresenta-se uma imagem da Tabela Periódica, que geralmente é vista em aulas de ciências na Educação Básica, em materiais didáticos ou colada em paredes de laboratórios de Química. Em seguida, promove-se uma indagação-problema inicial com o questionamento: “*Mas vocês sabiam que a Tabela Periódica é muito mais que a reunião dos elementos químicos que nós conhecemos organizados de tal forma a repetirem periodicamente as suas propriedades físicas e químicas?*”. Essa pergunta serve para sinalizar que existe uma História, um contexto, presente no desenvolvimento da Tabela e muitos aspectos relativos à Natureza da Ciência que podem ser discutidos e refletidos a partir dela.

Em um segundo momento do vídeo, visa-se introduzir considerações acerca da Tabela Periódica contemporânea, em nível mais alto de abstração e inclusividade. Assim, comenta-se que a Tabela Periódica que se conhece hoje possui 118 elementos, é dividida em períodos e grupos que facilitam a identificação das propriedades químicas dos elementos e ajudam a entender como são distribuídos os elétrons nas camadas eletrônicas dos átomos. Cita-se, em seguida, alguns elementos químicos que são conhecidos pela humanidade há muito tempo, como o ouro e a prata — que são encontrados mais facilmente na natureza em sua forma pura ou quase pura — e outros elementos que foram identificados recentemente, como o Moscóvio

e o Oganessônio — sintetizados apenas por processos laboratoriais — adicionados à Tabela em 2015.

Em nova indagação-problema, em nível ainda introdutório, coloca-se a seguinte pergunta: “*Quando nós olhamos esse mar de elementos químicos parece que eles sempre estiveram aqui [na Tabela Periódica], não é mesmo?*”. A familiaridade com a Tabela Periódica, em sua forma imagética e não histórica, pode passar a impressão de que naturalmente esses elementos são identificados e adicionados nesse esquema, sem problemas, disputas ou inconsistências. Quase uma engrenagem que flui sem percalços.

Parte 2 – O suposto sonho de Mendeleev

Explicita-se, então, que não apenas a configuração recente da Tabela Periódica pode parecer simples quando olhada de forma superficial, como também a sua própria história de construção que é recontada, normalmente, com uma linearidade que isenta de sua trajetória muitos estudiosos, discussões, dificuldades e modificações ocorridas no seu formato e na própria ciência ao longo do tempo.

Tendo em vista a diferenciação progressiva, introduz-se considerações em torno do suposto sonho de Mendeleev a partir da seguinte questão norteadora: “*Em alguns locais nós podemos encontrar a história da Tabela Periódica resumida ao Sonho de Mendeleev. Você conhece essa narrativa?*”. A fim de exemplificar tal narrativa simplista, que frequentemente está presente quando se apresenta a Tabela Periódica, destacou-se brevemente suas características mais disseminadas “*Mendeleev era um químico russo que queria descobrir o sistema periódico, um certo dia ele adormeceu sobre sua mesa e sonhou com a Tabela Periódica. Então ele acordou, anotou-a em um papel e pronto, se tornou reconhecido mundialmente como o descobridor da Tabela Periódica*”. De fato, explicita-se que algumas partes dessa narrativa simplista fazem sentido. Dmitri Ivanovich Mendeleev foi mesmo um cientista russo e também estava em busca de um sistema periódico para os elementos químicos. Entretanto, destaca-se que essa história tem muito mais linhas e sutilezas do que aparenta ter e que há muitos problemas históricos e historiográficos nessa narrativa.

Parte 3 – O que o sonho (não) nos diz sobre o empreendimento científico?

Seguindo a diferenciação progressiva dessa problemática, introduz-se considerações historiográficas e filosóficas contemporâneas. Primeiramente, apresenta-se de forma sucinta aspectos da vida e da formação inicial de Mendeleev. Posteriormente, a fim de iniciar um aprofundamento do tema, em maior nível de abstração e inclusividade, aborda-se algumas características que marcaram a ciência da época, como a sintetização de diversos elementos e compostos químicos, as disputas envolvendo os procedimentos adotados para realizar a pesagem dos elementos e a ressignificação epistemológica acerca do papel da experimentação, que vinha acontecendo desde meados do século XVIII.

Levando-se em consideração o intrincado contexto histórico-científico do século XIX, levanta-se as seguintes indagações-problemas em nível mais alto de complexidade: “*Seria então a Tabela Periódica fruto de um mero sonho? Um sonho desprovido de pressupostos teóricos, como um insight? Quanto da História da Ciência estamos deixando para trás quando reforçamos essa narrativa? Quanto dos esforços e dos estudos do próprio Mendeleev e de tantos outros estudiosos que participaram desse processo de construção estão sendo deixados para trás quando nós contamos toda a história de construção da Tabela Periódica a partir desse sonho de Mendeleev? O que entendemos por ciência quando não contextualizamos os processos de construção do conhecimento, como esse da Tabela Periódica?*”.

Com essas perguntas, introduz-se discussões explícitas de natureza da ciência, mostrando que perspectivas como aquela, que envolvem o sonho de Mendeleev, apresentam, dentre outras coisas, um estereótipo de cientista sobre-humano e isolado de sua comunidade, bem como um produto da ciência (sistema periódico) sem contextualização. Afinal, simplificações dessa natureza

[...] transformam grandes questões científicas, com múltiplos problemas filosóficos, em mero conjunto de experiências de um empirismo simplista. Descartam por completo a fina tessitura epistemológica das teorias científicas, perdendo, portanto, todo caráter educativo (LOPES, 1996, p. 327).

Trazendo um novo exemplo de um livro didático, a saber: “Mendeleev, um grande químico, empenhou-se com afinco na busca de uma classificação para os elementos químicos. Durante uma viagem adormeceu e teve um sonho: acordou e fez o rascunho reproduzido acima, que deu origem à Tabela Periódica moderna” (SANTOS; MÓL, 2005, p. 177), enfatiza-se que “não se pode chamar de história da ciência, nos materiais de ensino, simples

preâmbulos históricos que, com frequência, orbitando em torno dos resultados da ciência, não escondem a artificialidade inócua de seus fins ilustrativos” (PEDUZZI; RAICIK, 2020, p. 32). Além disso, o próprio trecho da narrativa do sonho possui inconsistências históricas, porque se houve de fato um sonho, este ocorreu antes da viagem, pois enquanto Mendeleev estava viajando sua tabela era apresentada por um colega seu para a sociedade química russa.

Discute-se, então, em aprofundamento do tema, que, em síntese, quando se entende o episódio de construção da Tabela Periódica como sendo fruto do apogeu cumulativo de teorias que, nas mãos de Mendeleev, puderam ser transformadas no sistema periódico dos elementos químicos ou, de forma ainda mais equivocada, que ela é fruto de um mero sonho do químico russo, deixa-se de apreender pormenoridades, discussões epistemológicas, disputas teóricas decisivas e a humanidade do empreendimento científico. Isto é, aquilo que o constitui. Mendeleev não teve, por certo, um insight desprovido de pressupostos teóricos.

Antes de adentrar em discussões mais específicas sobre aspectos de Natureza da Ciência, como a coletividade das pesquisas e a pluralidade de teorias e modelos desenvolvidos, o vídeo faz uma reconciliação das discussões estabelecidas até aquele momento com o caso de Isaac Newton, suas “três Leis” e o episódio anedótico da maçã. Faz isso com o propósito de potencializar o processo de relação entre conhecimentos existentes e os novos conceitos discutidos.

Retoma-se, nesse momento, ao episódio da Tabela, enaltecendo que quando a história do sistema periódico é resumida ao sonho de Mendeleev ou mesmo a uma história linearmente culminativa, pode-se passar a ideia de que o conhecimento científico é fruto de brilhantismos pontuais, que surgem de gênios, ignorando-se assim toda uma tradição de pesquisa. Diferentemente disso, ao se observar a ciência de uma perspectiva histórica e epistemológica, pode se conceber que “as ideias estão sempre envoltas em um conjunto de outras ideias, em um quadro teórico e experimental que exprime os conhecimentos e valores vigentes” (PEDUZZI; RAICIK, 2020, p. 38).

Parte 4 – Conhecimentos prévios essenciais: saberes construídos por Mendeleev

Inicia-se então um processo de diferenciação progressiva, em maior nível de complexidade, a partir de algumas influências que o químico russo teve ao longo de sua carreira, buscando destacar a relação dos seus estudos com a exploração das propriedades

físico-químicas de elementos e compostos e sistematizações dessas informações. Em síntese, esse momento visa ressaltar que o próprio contexto de desenvolvimento da Tabela esteve atrelado a uma preferência sequencial de Mendeleev de organizar elementos químicos a partir de grupos que se complementassem a partir de suas propriedades. Ele esteve envolvido com o tema por décadas, sendo influenciado por estudos de professores (e outros estudiosos) e direcionado para a exploração das propriedades e similaridades químicas dos elementos e compostos em seus estudos de mestrado e doutorado.

Após essa discussão envolvendo os saberes prévios de Mendeleev, volta-se a atenção da discussão para os conhecimentos construídos por outros estudiosos e que, direta ou indiretamente, influenciaram na construção da Tabela Periódica. Em nova indagação-problema, questiona-se “*Será que outras pessoas também tentaram encontrar um sistema periódico para os elementos químicos conhecidos naquela época?*”.

Busca-se reconciliar essas últimas reflexões com a narrativa do “sonho de Mendeleev”, conduzindo-se a perguntas em nível mais alto de complexidade: “*Se os próprios estudos desse químico russo são banalizados quando nós contamos a história da Tabela Periódica a partir dessa narrativa, qual lugar o estudo dos outros estudiosos ocupam? E mesmo que a gente cite essas outras pesquisas, será que basta organizá-las de forma cronológica e linear, dando a impressão que elas são meras páginas arrancadas da linha do tempo da história da ciência, que não são mais consideradas científicas a partir do momento em que nós creditamos ao Mendeleev o desenvolvimento da Tabela Periódica?*”.

Por isso, salienta-se que a ciência é, muitas vezes, equivocadamente apresentada como solitária. Como destaca Fernández *et al.* (2002)

Uma das deformidades mais abordadas na literatura é a que transmite uma visão individualista e elitista da ciência. Os conhecimentos científicos aparecem como obra de gênios isolados, ignorando-se o papel do trabalho coletivo, das trocas entre equipes... Em particular se deixa entender que os resultados obtidos por um só cientista ou equipe podem ser suficientes para corroborar ou falsear uma hipótese ou uma teoria (p. 482).

Tendo em vista a perpetuação temporal da Tabela Periódica e sua aceitação relativamente rápida no meio científico, é de se esperar que outros estudiosos tenham se dedicado a pesquisa de conhecimentos atrelados a ela. No vídeo, ressalta-se então que aqueles que tentaram sistematizar os elementos químicos conhecidos na época antes e em concomitância de Mendeleev não desenvolveram um trabalho “errado” ou que deixou de ser

científico a partir do momento que se credita ao Mendeleev o mérito do desenvolvimento da Tabela, uma vez que

Julgar que uma teoria superada por outra deixa de ser científica, porque não é mais aceita [ou um modelo, como no caso das sistematizações dos elementos químicos] — satisfazendo-se apenas com os conhecimentos do presente, desqualificando os feitos e esforços do passado — significa proferir a esse mesmo presente a sentença de também não ser científico, de não ter valor, no futuro, com a emergência de novas teorias (PEDUZZI; RAICIK, 2020, p. 30).

Parte 5 – Conhecimentos prévios essenciais: a pluralidade de sistematizações

Conhecer e refletir sobre os estudos que vieram antes da tabela de Mendeleev, pode auxiliar a compreender como os estudiosos da época estavam encarando a organização dos elementos. Também permite identificar discussões, disputas teóricas e epistemológicas e vínculos cognitivos feitos com os conhecimentos construídos naquele período. Nesse sentido, a fim de promover uma diferenciação progressiva e uma reconciliação com a Tabela de Mendeleev, publicada em 1869, menciona-se no vídeo algumas sistematizações construídas por outros estudiosos e que podem ser visualizadas na própria Tabela do químico russo. Uma delas foi a de Johann Wolfgang Döbereiner (1780-1849) que desenvolveu a Lei das Tríades, publicando trabalhos sobre ela na primeira metade do século XIX. Contudo, por ter dificuldades de agrupar todos os elementos conhecidos em Tríades, sua pesquisa não recebeu a devida atenção na época.

Além do problema da abrangência, aspecto geralmente considerado mais interno ao empreendimento científico, houve também questões ditas subjetivas interferindo no processo de aceitação das sistematizações desenvolvidas na época, como no estudo feito por Alexandre de Chancourtois (1820-1886) em 1862 que desenvolveu uma classificação tridimensional nomeada de “Parafuso Telúrico”. Por mais que o De Chancourtois tenha sido um dos primeiros estudiosos a apresentar os elementos químicos de forma que repetissem periodicamente suas características, o geólogo teve problemas com a difusão do seu trabalho em razão da dificuldade em representá-lo, já que seu parafuso telúrico possuía um formato tridimensional, o que por si só já dificultava a visualização em desenhos bidimensionais. Para agravar a situação, os editores da revista em que o De Chancourtois publicou seu trabalho não anexaram a imagem feita por ele, o que fazia com que as pessoas que tinham um primeiro contato com seu trabalho tivessem que utilizar a imaginação para visualizar sua

sistematização. Além disso, sua formação em geologia dificultou a disseminação de suas ideias em termos linguísticos; ele utilizou uma linguagem voltada mais para a mineralogia do que para a química, condicionando alguns químicos da época a formarem um preconceito antes de julgar o conteúdo do trabalho em si. Com isso, podemos inferir que “podem ser bastante complexos e sutis os mecanismos envolvidos na aceitação de um novo conhecimento” (PEDUZZI; RAICIK, 2020, p. 34).

A Lei das oitavas de John A. R. Newlands (1837-1898) também foi, à época, muito criticada por abarcar elementos tidos como “subjetivos”. Seu trabalho recebeu o nome de Lei das Oitavas uma vez que as propriedades físico-químicas repetiam-se a cada oito elementos, em analogia às oitavas musicais, como apontou o próprio Newlands. Em 1866, ao apresentar seu trabalho para a Chemical Society em Londres, ele foi questionado — de forma sarcástica — se teria organizado os elementos em ordem alfabética, principalmente devido sua correspondência com a música. Por certo, o trabalho de Newlands não teve muito reconhecimento; entretanto, em 1887, ele recebeu a medalha *Davy of the Royal Society*, em homenagem às suas pesquisas.

Promovendo vínculos explícitos com aspectos relativos à Natureza da Ciência, em processo de um novo aprofundamento, ressalta-se no vídeo que quem busca uma aproximação com o *modus operandi* do empreendimento científico, aceitando adentrar nos intrincados caminhos que conectam diferentes episódios históricos da ciência, submete-se a uma revisão de suas concepções geralmente idealizadas sobre ela. Com isso, é possível inferir que aspectos ditos “científicos”, como os modelos em si desenvolvidos por de Chancourtois e Newlands, não são os únicos aspectos levados em consideração na hora de apoiar ou rejeitar um conhecimento. Portanto, reconhece-se que

Há influências e forças históricas, culturais e sociais sobre a ciência [...]. Em consequência, existem, por exemplo, pesquisas que são apoiadas e outras desencorajadas, censuradas ou mesmo proibidas dependendo do contexto em que se encontram (PEDUZZI; RAICIK, 2020, p. 30).

Mesmo que os estudos dessas pessoas tenham sido desencorajados em sua época ou apagados/resumidos nos anais da história, não há justificativa para que se continue perpetuando uma narrativa simplista de História da Ciência, já que ela é “[...] uma construção coletiva; o esquecimento ou mesmo o anonimato de muitos de seus personagens é injustificável” (PEDUZZI; RAICIK, 2020, p. 36).

Parte 6 – A Tabela Periódica após sua publicação em 1869

Retomando a Tabela de Mendeleev, em específico, o vídeo visa aprofundar o tema a partir de considerações relativas a sua aceitação. Nesse sentido, frisa-se as lacunas deixadas por Mendeleev que, segundo ele, seriam preenchidas por elementos químicos que ainda não haviam sido identificados. Além disso, destaca-se que ele indicou alguns pesos de elementos químicos diferentes daqueles conhecidos na época, justificando que eles não eram adequados. Tanto as lacunas deixadas, quanto as proposições de pesos diferentes, foram feitas para que sua Lei Periódica funcionasse. Isto é, para que as propriedades químicas de todos os elementos que ele reuniu na Tabela variassem periodicamente, conforme ele havia indicado. Para que sua Tabela fosse aceita, além de fatores geográficos, teóricos e epistemológicos, havia também o fator prático de buscar corroborar essas suposições feitas.

Um aspecto que auxiliou na aceitação da Tabela pela comunidade científica e que ressalta mais uma vez a coletividade da construção do conhecimento na ciência e os próprios mecanismos e valores de aceitação de um novo conhecimento, foi uma tabela publicada em 1870, ou seja, um ano depois da do Mendeleev por Julius Lothar Meyer (1830-1895).

Nesse sentido, a fim de aprofundar a questão adentrando em conceitos cada vez mais específicos, mas ao mesmo tempo mantendo-se a relação com o conceito geral — a Tabela Periódica — o vídeo apresenta brevemente considerações relativas aos estudos de Meyer e sobre a importância deles para a aceitação da Tabela de Mendeleev. Em síntese, enaltece-se que a publicação de tabelas muito semelhantes por dois químicos de diferentes nacionalidades foi recebida de forma positiva por muitos estudiosos. Inclusive, Mendeleev e Meyer foram reconhecidos em conjunto com a Medalha *Davy of the Royal Society* pela publicação de suas tabelas.

Em relação a isso, o vídeo aborda considerações do próprio Mendeleev acerca da importância de outros estudiosos ao verificarem suas proposições, corroborando a Lei Periódica proposta por ele. Em seu livro *Princípios de Química*, Mendeleev explicita

Acho bom observar que nenhuma lei da natureza, por mais geral que seja, foi estabelecida de uma vez; seu estabelecimento é sempre precedido de muitos pressentimentos, mas o reconhecimento de uma lei não ocorre quando ela é entendida em todo o seu significado, mas somente quando é confirmada por experimento, o qual homem científico deve olhar como a única prova de correção de suas conjecturas e opiniões. Portanto, de minha parte, considero Roscoe, De

Boisbaudran, Nillson, Winkler, Brauner, Carnelley, Thorpe e outros que verificaram a adaptabilidade da lei periódica à realidade química, como os verdadeiros fundadores da lei periódica, o desenvolvimento posterior de que ainda espera por novos trabalhadores” (MENDELÉEFF, 1891, p. x).

Parte 7 – A contínua construção da Tabela Periódica

Com o objetivo de potencializar a diferenciação progressiva do aspecto que concerne à dinamicidade da Tabela Periódica, o vídeo destaca algumas discussões atuais sobre a Tabela que suscitem modificações em seu modelo. Em suma, destaca-se, em um primeiro momento, as modificações ocorridas em seu formato ao longo do século XIX e XX e o aumento de seu tamanho através da incorporação de novos elementos. Buscando uma reconciliação integradora com as analogias feitas anteriormente, ressalta-se que, assim como Newton provavelmente não reconheceria suas “Três Leis” a partir da notação utilizada atualmente, Mendeleev teria dificuldades, em um primeiro momento, em reconhecer seus estudos na Tabela Periódica atual.

A partir disso, aprofunda-se o aspecto de ciência em contínua construção destacando-se que ainda no século XXI a Tabela é rodeada por questões em aberto. Frisa-se que nenhuma teoria ou modelo até hoje, por mais tempo que tenha se perpetuado, escapou da inevitável e necessária dinamicidade da ciência. Afinal, “O conhecimento é a reforma de uma ilusão. Conhecemos sempre contra um conhecimento anterior, retificando o que se julgava sabido e sedimentado” (LOPES, 1996, p. 254).

Introduz-se então, as questões relacionadas às propriedades do elemento químico Oganessônio ($Z=118$), que, de acordo com a organização sequencial dos números atômicos, é um gás nobre. Contudo, acredita-se que ele não apresente características de um gás nobre, porque seu núcleo é muito pesado, originando fenômenos que podem ser explicados pela relatividade restrita de Albert Einstein e que geram uma desorganização das órbitas eletrônicas do átomo. A partir disso, surge outra indagação-problema: “*Será que futuramente teremos uma modificação mais drástica na tabela?*”. Essa indagação foi discutida em um nível maior de complexidade, conduzindo a reflexões de que, possivelmente, não apenas a estrutura da Tabela será alterada, mas também a própria forma de organizar os elementos, que vem a ser a Lei Periódica. Então, levanta-se o questionamento de que se a Lei Periódica for modificada ou caso surja uma forma totalmente nova de organizar os elementos químicos,

será que a Lei Periódica de Mendeleev seria tida como ultrapassa ou até mesmo seria esquecida?

A partir dessa discussão, busca-se uma reconciliação integradora com aspectos sobre a ciência discutidos anteriormente: a constante revisão do conhecimento e os perigos de não se considerar científicas teorias tidas como “ultrapassadas”, evidenciando que “as teorias científicas não são definitivas e irrevogáveis, mas sim objeto de constante revisão; o pensamento científico modifica-se com o tempo” (PEDUZZI; RAICIK, 2020, p. 29).

Parte 8 – Discussões finais de uma discussão sem fim

Na parte final do vídeo, priorizou-se uma reconciliação integradora de discussões realizadas ao longo do vídeo e que foram centrais para a diferenciação progressiva do tema. Com isso, relembra-se que havia sido dito que a Tabela Periódica é muito mais que uma reunião de elementos químicos e que com as discussões apresentadas essa afirmação foi justificada.

Retoma-se também a narrativa simplista do sonho de Mendeleev ou os simples preâmbulos históricos, criando-se uma indagação-problema, agora em nível alto de complexidade: “*Quão desmerecedor é para o empreendimento científico, seus participantes e criadores (a própria humanidade) representá-lo dessa forma superficialmente e, por vezes, equivocadamente sintetizados?*”

Essa pergunta foi discutida em nível de maior especificidade, pois ela diferencia-se e reconcilia-se com o enfoque das inadequadas discussões histórico-epistemológicas feitas em torno desse episódio, potencializando uma reconciliação integradora a partir de outras perspectivas. Com isso, destaca-se que

De fato, uma ciência que se apresenta aproblemática, linear e cumulativa aos olhos do espectador, que mostra apenas os seus produtos, cobrindo com um véu denso e intransponível os processos de sua construção, exclui o pensamento divergente, torna invisível as rupturas, banaliza as grandes transformações (PEDUZZI; RAICIK, 2020, p. 42).

Salienta-se que as discussões, no vídeo realizadas, sobre a Tabela e a sua história não tem a pretensão de parecer esgotar as reflexões que podem ser feitas. A exemplo disso, cita-se brevemente que outra questão a ser abordada poderia ser as disputas envolvendo o entendimento sobre a matéria. Isso porque, na época de Mendeleev e de seus contemporâneos,

ainda não se tinha um consenso sobre o que constituía a matéria. Não se tinha inclusive um padrão bem estabelecido para as nomenclaturas dos elementos químicos e seus procedimentos de pesagem. Por trás dessas discussões estavam questões filosóficas bem profundas, relacionadas ao que levar em consideração ao realizar experimentos e fazer considerações teóricas: apenas o observável ou também modelos de propriedades não alcançáveis pelos sentidos humanos?

Com o objetivo de aprofundar essa discussão, falou-se sobre o Congresso de Karlsruhe ocorrido em 1860, que teve como objetivo buscar o diálogo e a conciliação de algumas discordâncias teóricas da química na época. Por mais que não se tenha saído desse congresso com um consenso entre as discordâncias, muitas apresentações e debates foram importantes para diversos trabalhos que foram realizados ou finalizados após esse congresso. O próprio Mendeleev e o Meyer participaram dele, Mendeleev particularmente relatou que foi bastante influenciado pelas falas a favor do peso atômico e da concepção atômica de matéria proferidas por Stanislao Cannizzaro (1826-1910), um químico italiano. Destaca-se que, apesar disso, Mendeleev apresentou comportamento ambivalente frente as teorias da época, não escolhendo uma para defender.

De modo a fazer um encaminhamento para o final do vídeo, questiona-se quais características sobre ciência estariam presentes no vídeo se os aspectos históricos abordados fossem apenas listados em ordem cronológica, sem discussões relativas à NdC, sem saber em que contexto científico estavam inseridos e sem ressaltar a conexão entre eles.

O vídeo é finalizado com um convite a uma pesquisa mais aprofundada sobre outras discussões envolvendo a Tabela Periódica e sua histórica e uma reflexão sobre outros episódios históricos famosos na ciência, como a maçã caindo na cabeça de Newton, a “descoberta” acidental da relação entre magnetismo e eletricidade por Hans Oersted, o experimento da torre de Pisa de Galileu. Além disso, solicita-se que o espectador reflita sobre estereótipos comumente apresentados ao longo da narrativa desses episódios, como o gênio isolado, as simples “descobertas”, a ciência masculina, a ciência totalmente objetiva e empírica, neutra e isolada de sua sociedade. Com isso, é feita uma indagação-problema final: *“Será que conhecimentos de tal complexidade histórica e cognitiva foram construídos a partir desses simples episódios históricos?”*.

4.5 POTENCIALIDADES DO VÍDEO QUANDO USADO EM CONTEXTO DE ENSINO FORMAL, NÃO FORMAL E INFORMAL

O vídeo foi estruturado para dois públicos-alvo específicos: alunos de ensino médio e professores³³ em formação inicial e continuada. No processo de sua elaboração, houve essa necessidade de indicar para quem era esse material, já que estavam sendo considerados princípios ausubelianos em sua estrutura. Dessa forma, foi possível pensar em conhecimentos prévios desse público, a partir dos saberes que se espera que eles tenham construído ou, ao menos, entrado em contato na sua educação formal. Basear o desenvolvimento das seções do vídeo a partir desses possíveis conhecimentos prévios dos públicos — que seriam, possivelmente, apenas o contato do ponto de vista prático com a Tabela Periódica — foi de extrema importância para definir a forma como seriam promovidos os princípios de diferenciação progressiva e de reconciliação integradora do tema. Consequentemente, isso auxiliou na organização sequencial do conteúdo.

Como já foi discutido, não se pode chamar um material de significativo, já que quem atribui esse significado é o aprendiz (MOREIRA, 2012). Contudo, quando este é produzido partindo de princípios da TAS e pensado para ser inserido adequadamente em uma situação de ensino-aprendizagem é possível chamá-lo de potencialmente significativo. Nesse sentido, esse vídeo pode servir, por exemplo, tanto como um organizador prévio expositivo quanto um comparativo.

No que tange ao ensino médio, se deseja abordar conhecimentos relativos à Tabela Periódica ou ao estudo sobre a matéria envolvendo não somente os conteúdos ditos “programáticos”, mas também aspectos de História da Ciência e Natureza da Ciência, o vídeo pode servir como um organizador prévio do tipo expositivo. Dessa maneira, os estudantes que provavelmente já viram a Tabela Periódica em algum momento, mas que não tiveram experiências envolvendo o seu contexto histórico-científico e epistemológico, isto é, totalmente não familiar nesse sentido, poderão, com o material, construir um caminho conceitual entre os seus conhecimentos prévios, os conceitos apresentados no vídeo e futuras discussões que o seu professor poderá realizar sobre o conteúdo. Nesse caso, o vídeo pode ser utilizado no início de uma sequência didática para suprir a falta de ideias e proposições acerca

³³ O vídeo foi produzido pensando na formação de professores de física e química.

da história da Tabela Periódica e concepções acerca de sua natureza, servindo como um “ponto de ancoragem inicial” (MOREIRA, 2008).

Na formação inicial de professores, a depender da fase do curso, o vídeo pode servir também como um organizador prévio. Se for no início da graduação, também seria um organizador prévio expositivo, já que dificilmente os sujeitos chegam no ensino superior com discussões de História da Ciência e *sobre* ciência bem estabelecidas; à luz do caso do ensino médio. Contudo, no decorrer do curso, o vídeo poderia servir como um organizador prévio comparativo, a fim de auxiliar na distinção de novos conhecimentos, potencializando a adequação de subsunções já existentes. Em uma disciplina cujo foco é a discussão de questões epistemológicas acerca da ciência, por exemplo, o material visto como um organizador comparativo, pode “explicitar a relacionabilidade entre os novos conhecimentos e aqueles que o aprendiz já tem mas não percebe que são relacionáveis aos novos” (MOREIRA, 2008, p. 2), como questões relativas à NdC vistas e discutidas com um caso histórico específico; a saber o desenvolvimento da Tabela Periódica.

No âmbito da educação não formal envolvendo estudantes de ensino médio seria possível utilizar o vídeo também como um organizador prévio expositivo. Em Lorenzetti, Damasio e Raicik (2020) foram apresentados eventos de Divulgação Científica ocorridos no Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), câmpus Araranguá, no âmbito do Ano Internacional da Tabela Periódica comemorado em 2019; um desses eventos teve como público-alvo estudantes do ensino médio. Nesse contexto, e em uma nova edição do evento, o vídeo pode ser utilizado como organizador prévio expositivo, servindo como base para as discussões históricas que são realizadas em torno da construção da Tabela Periódica, permitindo, inclusive, o aprofundamento posterior dessas discussões. Nesse mesmo trabalho apresentou-se uma participação em um curso de formação continuada de professores da rede estadual de ensino, com o mesmo tema (Ano Internacional da Tabela Periódica). Nesse caso, o material pode servir como uma situação-problema com o objetivo de promover discussões acerca de como abordar a história da Tabela Periódica ou a Natureza da Ciência através de um episódio histórico no ensino formal.

Além disso, ainda cabe destacar a importância do material quando divulgado em um canal no YouTube, mais especificamente no IFScience. Dessa forma, ele adquire caráter de educação informal quando acessado por pessoas em situação não específicas como as anteriores. Isto é, um material de Divulgação Científica que possui preocupações sobre *qual*

ciência e história da ciência estão sendo discutidas e acerca de como a estrutura cognitiva dos sujeitos pode receber estas informações.

O material pode ser chamado de potencialmente significativo nas situações em que ele foi inserido na educação formal e não formal, por serem levados em consideração os públicos, seus conhecimentos prévios e os objetivos bem definidos ao apresentar o vídeo; bem como a organização sequencial de sua estruturação, utilizando-se da diferenciação progressiva da complexidade do conteúdo e da reconciliação integradora de suas dissonâncias e similaridades. No âmbito da educação informal, o vídeo continua sendo um material educacionalmente fundamentado, mas agora não se pode assegurar o adjetivo de potencialmente significativo, já que não se conhece o público que entrará em contato com ele, conseqüentemente também não se pode supor seus conhecimentos prévios e seus objetivos com a ação de assistir o vídeo. De qualquer forma, ainda assim, um vídeo com fundamentação educacional, histórica e epistemológica parece ser profícuo para um público geral, já que estes constroem, consciente ou inconscientemente, visões *sobre* a ciência.

4.6 DISCUSSÕES RECONCILIADORAS

A TAS mostrou-se um ótimo recurso para basear a estruturação de um vídeo de Divulgação Científica, com vias à sua inserção em contexto de ensino (seja ele formal ou não formal). Além de tornar o material educacionalmente fundamentado, o que pode potencializar a aprendizagem, quando inserido em uma unidade didática coerente e alinhada com os fundamentos do vídeo, também auxilia no arranjo de conteúdos a partir da organização sequencial.

Assim, o vídeo “Mendeleev e o sonho da Tabela Periódica – um convite à reflexão”, apresenta múltiplas atribuições. Ressalta-se que uma delas é sua potencialidade tanto para a educação formal e não formal, como frisado anteriormente — e, inclusive, seu possível uso em contexto informal. Sendo considerado em determinada situação como um organizador expositivo e em outra comparativo, sua fundamentação educacional, juntamente ao seu alinhamento histórico-epistemológico, permite que ele seja um recurso instrucional potencialmente facilitador de uma aprendizagem significativa em torno de discussões *de* e *sobre* o desenvolvimento da Tabela Periódica. Como foi destacado no próprio vídeo, a Tabela Periódica é muito mais que a reunião de 118 elementos químicos; além de carregar outros

conceitos científicos em sua estrutura, a história por trás dela suscita discussões sobre aspectos de Natureza da Ciência, internos e/ou externos a ela, que não deveriam ficar de fora do seu processo de ensino-aprendizagem. Ao menos, não em um ensino que preze pela construção de uma concepção não dogmática, linear e a-histórica de ciência.

Uma vez que a literatura aponta para a utilização da HFC em sala de aula é esperado que os docentes busquem ferramentas dessa natureza, visto que ainda muitos materiais didáticos não abordam essas questões. Nesse processo de escolha, “a seleção das fontes e dos materiais, tanto da parte do historiador profissional quanto do professor com interesse na História da Ciência, envolvem decisões que não podem ser dissociadas da visão de mundo e das concepções de ciência do estudioso” (PEDUZZI, 2001, p. 154). Nesse sentido, destaca-se a importância de preparar o professor para que se faça a utilização crítica de materiais envolvendo História da Ciência e que esteja preparado para eventuais discussões que se necessite fazer.

Schmiedecke e Porto (2015), a exemplo disso, ressaltaram a importância de avaliar aspectos historiográficos, e conseqüentemente filosóficos de ciência, em programas televisivos de Divulgação Científica, que, com frequência, são considerados adequados para utilização em sala de aula. De acordo com esses autores, a inserção acrítica de tais materiais no contexto escolar pode reforçar estereótipos de ciência, que inevitavelmente já estão sendo disseminados para o público que assiste tais programas e que não possui experiências suficientes para julgar a história e a ciência apresentadas. Salienta-se aqui, então, a importância de não apenas os materiais que são inseridos em sala de aula atentarem-se para preocupações historiográficas, mas aqueles voltados ao público em geral também.

Por certo, “promover reflexões sobre a natureza da ciência em diferentes níveis de ensino é, e sempre será, um desafio, mas necessário, na medida em que pode contribuir para uma formação mais crítica do aluno” (PEDUZZI; RAICIK, 2020, p. 47). Por isso, a importância de inserir em diversos espaços de difusão de conhecimento reflexões *sobre* a ciência.

Exemplos de materiais estruturados educacionalmente em princípios ausubelianos, que são utilizados em contexto de ensino formal, mas que o transcendem, são encontrados na literatura. Peduzzi, Tenfen e Cordeiro (2012), nesse sentido, apresentam considerações educacionais sobre animações que abordam discussões explícitas de Natureza da Ciência que foram desenvolvidas para uma disciplina de história da física e que, quando utilizadas

articuladas aos textos utilizados da disciplina, apresentam-se como potencialmente significativas. Damasio e Tavares (2013) tecem considerações de como a TAS de Ausubel serviu como base para a escrita de um livro sobre radioatividade, envolvendo também aspectos históricos sobre o conteúdo.

Por fim, cabe destacar que este trabalho faz parte de um projeto mais amplo de estudos e simboliza o fechamento (paradoxalmente que se abre, com a perspectiva de novas pesquisas sobre a temática HFC, NdC e Tabela Periódica) de um ciclo de reflexões sobre as inter-relações entre os referenciais de Divulgação Científica, Natureza da Ciência e História da Ciência à luz da Educação Científica. A partir da produção desse material, ressaltou-se a possibilidade de integração de reflexões feitas, geralmente em diferentes campos de pesquisa (ensino de ciências, Divulgação Científica, ações de educação não formal etc), mas que se encontram sobre um mesmo eixo: a cultura científica. Assim sendo, buscou-se não restringir as discussões histórico-epistemológicas apenas à educação formal, mas produzir um vídeo de Divulgação Científica, amparado teoricamente em referenciais históricos e educacionais, que pudesse, inclusive, levar à educação não formal e informal reflexões fundamentadas *sobre* a ciência.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, S. A. O texto de divulgação científica em uma aula sobre fermentação nos anos iniciais do ensino fundamental. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 13, n. 1, 2020.

AUSUBEL, D.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana Ltda., 1980.

BUENO, W. C. Comunicação Científica e Divulgação Científica: aproximações e rupturas conceituais. **Informação & Informação**, v. 15, n. esp, 2010.

CALDAS, J.; CRISPINO, L. C. B. Divulgação científica na Amazônia: O Laboratório de Demonstrações da UFPA. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39 n. 2, 2017.

CARLETTI, C.; MASSARANI, L. O que pensam crianças brasileiras sobre a teoria da evolução? **Alexandria**, v. 4, n. 2, 2011.

DAMASIO, F.; TAVARES, A. A Divulgação Científica do tema da radioatividade fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 3, n. 1, 2013.

DAMASIO, F.; PEDUZZI L.O. A formação de professores para um ensino subversivo visando uma aprendizagem significativa crítica: uma proposta por meio de episódios históricos de ciência. **Revista Labore em Ensino de Ciências**, Campo Grande, v. 1, n. 1, 2016.

FERNÁNDEZ, I.; GIL, D.; CARRASCOSA, J.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Visiones Deformadas de la Ciencia transmitidas por la Enseñanza. **Historia y Epistemología de las Ciencias**, v. 20, n. 3, 2002.

FORATO, T. C. M., PIETROCOLA, & M., MARTINS, R. A. Historiografia e Natureza da Ciência em sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 1, 2011.

GARCIA, R. A. A encruzilhada da Tabela Periódica. **Revista Fapesp**, n. 277, 2019.

GIL-PERÉZ, D.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, 2001.

JORGE, L. **Na formação de professores e cientistas, uma HQ sobre aspectos da NDC e imagens: encantar-se com os entre-(en)laces**. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2018.

KAJI, M. Mendeleev's discovery of the periodic law: the origin and the reception. **Foundations of Chemistry**, v. 5, n. 1, 2003.

KEDROV, B. M. Mendeleev, Dmitri. In: GILLISPIE, C. C. (Org.) **Dicionário de Biografias Científicas**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2007, p. 1901-1910.

LOPES, A. R. C. Bachelard: o filósofo da desilusão. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 13, n. 3, 1996.

LORENZETTI, C. S.; DAMASIO, F.; RAICIK, A. C. O Ano Internacional da Tabela Periódica e um sucinto resgate de sua história: implicações para a Educação Científica por meio da Divulgação Científica. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 3, 2020.

LORENZETTI, C. S.; RAICIK, A. C.; DAMASIO, F. Divulgação Científica: Para quê? Para quem? – Pensando sobre a Histórica, Filosofia e Natureza da Ciência em uma revisão na área de Educação Científica no Brasil. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 21, e29395, 2021

MAGALHÃES, C. E. R.; SILVA, E. F. G.; GONÇALVES, C. B. A interface entre alfabetização científica e divulgação científica. **Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, v. 5, n. 9, 2012.

MARANDINO, M. Faz sentido ainda propor a separação entre os termos educação formal, não formal e informal? **Ciência & Educação**, v. 23, n. 4, 2017.

MATTHEWS, M. R. História, Filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 12, n. 3, 1995.

MENDELÉEFF, D. **The Principles of Chemistry**. Londres; Nova Iorque: Longmans, Green, and Co., 1891.

MICELI, B.; ROCHA, M. Análise de textos de divulgação científica sobre genética inseridos em livros didáticos de biologia. **Alexandria**, v. 12, n. 2, 2019.

MOREIRA, M. A.; OSTERMANN, F. Teorias construtivistas. **Textos de apoio ao professor de física**, n. 10, 1999.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem Significativa: A Teoria de David Ausubel**. São Paulo: Centauro, 2009.

MOREIRA, M. A. O que é afinal aprendizagem significativa? **Qurrriculum**, n. 25, 2012.

MOREIRA, M. A. Organizadores prévios e a Aprendizagem Significativa. **Revista Chilena de Educación Científica**, v. 7, n. 2, 2008. Revisado em 2012. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/ORGANIZADORESport.pdf>.

MORI, R. C.; CURVELO, A. A. A. S. Experimentoteca do Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC-USP) e o Ensino por Investigação: Compromissos Teóricos e Esforços Práticos. **Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências**, v. 18, n. 3, 2018.

MOURA, B. A. O que é Natureza da Ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência? **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 7, n. 1, 2014.

OKI, M. C. M. Controvérsias sobre o atomismo no século XIX. **Química Nova**, v. 32, n. 4, 2009.

PAULO, I. J. C.; SOUZA, C. M. S. G. **A teoria da aprendizagem significativa e seus desdobramentos na dinâmica de ensinar e aprender ciências**. Cuiabá: UAB/UFMT, 2011.

RAICIK, A. C.; PEDUZZI, L. O. Q. Um resgate histórico e filosófico dos estudos de Stephen Gray. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 16, n. 1, 2016.

RAICIK, A. C.; PEDUZZI, L. O. Q.; ANGOTTI, J. A. P. Uma análise da ilustração do *experimentum crucis* em materiais de Divulgação Científica. **Física na Escola**, v. 15, n. 2, 2017.

RAICIK, A. C. **Experimentos exploratórios e experimentos cruciais no âmbito de uma controvérsia científica: o caso de Galvani e Volta e suas implicações para o ensino**. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2019.

RENDEIRO, M. F. B.; ARAÚJO, C. P.; GONÇALVES, C. B. Divulgação Científica para o Ensino de Ciências. **Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, v. 10, n. 22, 2017.

ROCHA, M. B. O potencial didático dos textos de divulgação científica segundo professores de ciências. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 5, n. 2, 2012.

ROUVRAY, D. H. Elements in the history of the Periodic Table. **Endeavour**, v. 28, n. 2, 2004.

PEDUZZI, L. O. Q. Sobre a utilização didática da História da Ciência. In: Pietrocola, M. (Org.). **Ensino de física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001.

PEDUZZI, L. O. Q.; TENFEN, D. N.; CORDEIRO, M. D. Aspectos da Natureza da Ciência em animações potencialmente significativas sobre a história da física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. esp 2, 2012.

PEDUZZI, L. O. Q.; RAICIK, A. C. Sobre a Natureza da Ciência: asserções comentadas para uma articulação com a História da Ciência. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 25, n. 2, 2020.

PINTO, G. A. **Divulgação científica como literatura e o ensino de ciências**. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007.

SANTOS, W. L. P.; MOL, G. S. (coord.). **Química & Sociedade**. São Paulo: Nova Geração, 2005.

SCERRI, E. R. The role of triads in the evolution of the Periodic Table: Past and Present. **Journal of Chemical Education**, v. 85, n. 4, 2008.

SCERRI, E. R. A review of research on the history and philosophy of the periodic table. **Journal of Science Education**, v. 12, n. 1, 2011.

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

SILVA, H. C. O que é Divulgação Científica? **Ciência & Ensino**, v. 1, n. 1, 2006.

SILVEIRA, M. C.; SANDRINI, R. Divulgação Científica por meio de blogs: desafios e possibilidades para jornalistas e cientistas. **Intexto**, n. 31, 2014.

TEIXEIRA, E. S.; GRECA, I. M.; FREIRE JUNIOR; O. Uma revisão sistemática das pesquisas publicadas no Brasil sobre o uso didático de história e filosofia da ciência no ensino de física. In: PEDUZZI, L. O. Q.; MARTINS, A. F. P.; FERREIRA, J. M. H. (Org.). **Temas de história e filosofia da ciência no ensino**. Natal: EDUFRN, 2012. p. 9-40.

VOGT, C. The spiral of scientific culture and cultural well-being: Brazil and Ibero-America. **Public Understanding of Science**, v. 21, n. 1, 2012.

CONSIDERAÇÕES FINAIS: A ESPIRAL DA PESQUISA

Por meio de discussões relativas à Natureza da Ciência, à História e Filosofia da Ciência e de considerações sobre a Educação e Divulgação Científica, este TCC buscou, na intersecção desses referenciais, abordar a Tabela Periódica de forma a averiguar como eles podem auxiliar na construção de um entendimento mais amplo sobre esse importante constructo teórico tão pouco contextualizado. Para avaliar como a construção do TCC atrelou-se aos propósitos expostos na introdução e como respondeu à pergunta levantada, a seguir serão retomados alguns pontos de discussão apresentados no início deste trabalho.

Nesse sentido, retoma-se primeiramente o **objetivo geral** — *analisar e desenvolver materiais de DC que comportem considerações históricas acerca da Tabela Periódica e discussões relativas à NdC, mediante a articulação da História e Filosofia da Ciência contemporânea e de princípios da TAS de Ausubel, tanto para estudantes de ensino médio quanto para professores em formação (inicial e/ou continuada)*. É possível dizer que esse objetivo foi alcançado através das diferentes reflexões que foram realizadas e, principalmente, com os resultados obtidos a partir dos objetivos específicos concentrados nos capítulos deste TCC.

O primeiro objetivo específico — desenvolver um levantamento bibliográfico de trabalhos que tratem da DC em periódicos brasileiros específicos de Educação Científica no último decênio — concretizou-se no primeiro capítulo deste trabalho evidenciando lacunas e articulações presentes na área de Educação Científica atreladas à Divulgação Científica. Com esse levantamento, foi possível conhecer como a literatura em educação científica está interagindo com os referenciais relativos à DC. Dessa forma, conseguiu-se direcionar as discussões de HFC e NdC inter-relacionando os propósitos do TCC com as publicações da área, potencializando as contribuições que esta pesquisa pode oferecer.

A consolidação do segundo objetivo específico — elaborar um sucinto resgate histórico da TP — aconteceu no segundo capítulo. A partir dele, foi possível perceber o vasto campo de conhecimento que é a pesquisa historiográfica e consolidar o entendimento de que *sempre*, por trás de um estudo dessa natureza, há uma visão epistemológica intrínseca. Além disso, esse capítulo foi essencial para a construção de conhecimentos relacionados à história da TP. Contudo, é importante ressaltar que a pesquisa historiográfica é uma ação contínua, posto que sempre há mais uma informação a ser estudada sobre determinado episódio

histórico, dado o complexo contexto em que a História da Ciência se desenvolve. Portanto, considera-se relevante destacar que o estudo da história da TP não se findou após a construção desse capítulo, pelo contrário, a partir dele viu-se a necessidade, cada vez maior, de relacionar a história com aspectos relativos à sua natureza.

do terceiro objetivo específico — investigar aspectos relativos à NdC disseminados em segmentos do livro de DC “O sonho de Mendeleiev: a verdadeira história da química” (STRATHERN, 2002) acerca da história da Tabela Periódica — pode ser observada no terceiro capítulo. A análise do livro foi desenvolvida com o objetivo de potencializar reflexões de NdC a partir de um material de DC para seu uso em contexto e ações de ensino. Em síntese, o livro mostra-se bastante útil, visto que não se trata de uma história simplista que visa apenas os resultados da ciência, embora necessite de algumas vigilâncias epistemológicas. Dessa forma, reitera-se a relevância de materiais dessa natureza já comportarem em sua construção, além de uma história da ciência não linear, discussões *sobre* ela, já que eles podem circular em diferentes contextos de ensino e aprendizagem.

Já o quarto capítulo do trabalho abarcou os dois últimos objetivos específicos — i) apresentar a relevância de princípios da TAS de Ausubel para o desenvolvimento de materiais e ações potencialmente significativas de DC para o seu uso em contexto de ensino à luz de um entendimento vogtiano da relação entre as diferentes modalidades de ensino e ii) produzir um material de Divulgação Científica voltado a estudantes de ensino médio e professores em formação que comportem considerações históricas acerca da Tabela Periódica e discussões relativas à NdC. Este capítulo permitiu, de forma mais proeminente, a interlocução entre os quatro principais pilares deste trabalho: a NdC, a História da Ciência, a Educação Científica e a DC. Dessa forma, pensando em aspectos ausubelianos, esse capítulo diferenciou progressivamente os conceitos abordados ao longo do TCC em um nível maior de complexidade, ao mesmo tempo que os reconciliou integrativamente a partir de uma nova abordagem. Assim como, sendo um artigo independente, apresentou a estrutura e o desenvolvimento de um material de divulgação científica, fundamentado educacionalmente e com discussões históricas e epistemológicas acerca da TP, com potencialidade de seu uso em contexto de ensino formal e não formal, além de poder ser socializado em contextos informais de ensino.

Em face do exposto, torna-se possível dizer que não apenas o **objetivo geral** foi alcançado, como também o **problema de pesquisa** — como a HFC e aspectos relativos à

NdC podem contribuir para a análise e desenvolvimento de materiais e ações de DC sobre a TP no âmbito da Educação Científica? — foi respondido. No caso da análise de materiais, o aporte teórico de NdC e HFC foi indispensável para a problematização de segmentos do livro “O Sonho de Mendeleev: a verdadeira história da química”. Isso porque, o objetivo dessa análise era justamente potencializar discussões de NdC que pudessem ser realizadas a partir do resgate histórico contido na obra.

No âmbito do desenvolvimento do material de DC a partir desses referenciais, pode-se citar duas potencialidades: o aprofundamento de questões *sobre* ciência, envolvendo a NdC, e a evidenciação da pluralidade de discussões que podem ser realizadas acerca da Tabela Periódica. Ademais, foi possível refletir sobre a utilização desse material nas três modalidades de ensino: formal, não formal e informal, buscando, assim, uma articulação entre questões envolvendo a DC e a Educação Científica.

Frente às diversas pesquisas que foram mobilizadas para a construção deste trabalho conclui-se que

A ciência é uma atividade social complexa. Refletir e discorrer sobre a sua natureza, mesmo em campos mais específicos do conhecimento, é uma tarefa árdua, sempre acompanhada de um sentimento de incompletude face à dimensão do tema. Ainda assim, ela se faz necessária, para subverter o empirismo das primeiras impressões que, no desejo de compreender, mas sem conhecimento, simplifica e distorce (PEDUZZI; RAICIK, 2020, p. 47).

Por isso, reitera-se que a TP é muito mais que a reunião de 118 elementos químicos, tanto científica como epistemologicamente. Quanto a sua história, o *sonho de Mendeleev* pode ter sido uma de suas páginas, mas está longe de ser o livro todo. É importante valorizar e resgatar os outros estudiosos que participaram de sua construção. Talvez o próprio Mendeleev não gostaria de ser visto como o único a desenvolver a TP, já que ele mesmo creditou a outros cientistas a sua Lei Periódica. Segundo ele,

Acho bom observar que nenhuma lei da natureza, por mais geral que seja, foi estabelecida de uma vez; seu estabelecimento é sempre precedido de muitos pressentimentos, mas o reconhecimento de uma lei não ocorre quando ela é entendida em todo o seu significado, mas somente quando é confirmada por experimento, o qual homem científico deve olhar como a única prova de correção de suas conjecturas e opiniões. Portanto, de minha parte, considero Roscoe, De Boisbaudran, Nillson, Winkler, Brauner, Carnelley, Thorpe e outros que verificaram a adaptabilidade da lei periódica à realidade química, como os verdadeiros fundadores da lei periódica, o desenvolvimento posterior de que ainda espera por novos trabalhadores” (MENDELÉEFF, 1891, p. x).

Por fim, é importante destacar que este trabalho não é *apenas* um TCC, mas um projeto maior que esse. A Natureza da Ciência, a História e Filosofia da Ciência, a Educação Científica e a própria Tabela Periódica fazem parte de uma jornada que se iniciou em 2019 com o Ano Internacional da Tabela Periódica, a partir de ações de DC através do projeto IFScience. A investigação feita em 2019 era menor em termos de referenciais e objetivos, se comparada ao TCC, que também será menor se comparado ao que se pretende fazer em uma pesquisa de mestrado futuramente. Tal qual a espiral da cultura científica de Carlos Vogt, cada etapa da pesquisa realizada alarga os conhecimentos envolvidos, sem deixar de ter vínculos com o passado, mas propicia uma abertura para novas pesquisas.

Tomando-se o “sentimento de incompletude face à dimensão do tema”, como dito em na citação supracitada de Peduzzi e Raíck (2020), a presente pesquisa aponta, ainda, para novos estudos em que mais aspectos relacionados à história da Tabela Periódica, e da ciência no geral, sejam envolvidos. A exemplo disso, será realizada uma pesquisa que contará com as seguintes etapas: a) uma análise do processo de transição dos conceitos alquímicos para os químicos entre os séculos XVII e XVIII; b) a estrutura epistemológica da identificação dos elementos químicos (diga-se descoberta); c) a relevância histórica e conceitual do Congresso de Karlsruhe; d) o desenvolvimento de unidades didáticas que articulem a história da TP, com aspectos da HFC e NdC; entre outros. Nessa pesquisa, assim como Mendeleev escreveu sobre seu livro *Princípios de química*, “Dados experimentais e práticos ocupam seu lugar, mas os princípios filosóficos de nossa ciência constituem o tema principal do trabalho” (MENDELÉEFF, 1891, p. vii).

Enfim, o que se pretende deixar claro é que este é um projeto que vai além de uma formalidade de conclusão de curso, o que se inicia (e se pretende concretizar) com este TCC é um projeto de vida.

REFERÊNCIAS

MENDELÉEFF, D. **The Principles of Chemistry**. Londres; Nova Iorque: Longmans, Green, and Co., 1891.

PEDUZZI, L. O. Q.; RAÍCK, A. C. Sobre a Natureza da Ciência: asserções comentadas para uma articulação com a História da Ciência. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 25, n. 2, 2020.

STRATHERN, P. **O sonho de Mendeleiev**: a verdadeira história da química. Rio de Janeiro: Zahar, 2002.