

História e Filosofia da Ciência para o Ensino de Química: analisando dez anos de trabalhos acadêmicos e sua usabilidade no ensino básico

Leticia do Prado
Lucas de Melo Trentin

Resumo

Neste artigo, apresentamos uma caracterização das produções acadêmicas científicas sobre o uso da história e filosofia da ciência (HFC) para o ensino de química. Centramos nossa análise nas seguintes revistas: Revista História da Ciência e Ensino: construindo interfaces, Revista Brasileira de História da Ciência e Revista Química Nova na Escola, buscando artigos publicados ao longo de dez anos (2008 a 2018). Foram identificados 43 trabalhos sobre essa temática. Como decorrência da análise identificamos as competências e habilidades específicas das Ciências da Natureza e suas Tecnologias sugeridas nos textos. E, dez temas específicos da química apresentados a partir de diversos enfoques e abordagens. Considerando o período estudado, pudemos concluir que há baixa produção sobre história da química mostrando o quanto este campo ainda encontra-se em construção e necessita de divulgação em periódicos. Porém, entendemos que todos os trabalhos aqui citados tem a potencialidade de serem usados em salas de aula do Ensino Médio, pois além de apresentarem os conteúdos específicos dessa ciência evidenciam as relações entre ciência e outros campos, como a sociedade, economia, cultura, política e tecnologia, por exemplo.

Palavras-chave: História da Química, Ensino Médio, BNCC.

Abstract

In this paper, we present a characterization of the scientific academical productions about the use of history and philosophy of science for chemistry teaching. We centered our analysis in the following journals: Revista História da Ciência e Ensino: construindo interfaces; Revista Brasileira de História da Ciência and Revista Química Nova na Escola searching for papers that were published in ten years (2008 to 2018). We identified 43 papers on this topic. As a result of the analysis, we identified the specific skills and abilities of the Natural Sciences and its Technologies suggested in the texts. And ten specific topics of chemistry presented from different perspectives and approaches. Considering the period studied, we were able to conclude that there is low production on the history of chemistry, showing how much this field is still under construction and needs to be published in journals. However, we understand that all the works mentioned here have the potential to be used in high school classrooms, because in addition to presenting the contents of this science, they also show the relationships between science and other fields, such as society, economics, culture, politics and technology, for example.

Keywords: History of Chemistry, High School, BNCC.

INTRODUÇÃO

A história e filosofia da ciência (HFC) é uma forma de fundamentar, avaliar e explicitar as particularidades das ciências no âmbito do ensino e da pesquisa científica.

A história da ciência (HC), em particular, pode ser usada como metodologia de ensino e têm a potencialidade de humanizar e aproximar os conteúdos de ciências ao cotidiano dos alunos. Ao demonstrar os fatos e pensamentos que cercam a ciência, o professor expande a cultura geral do aluno ao evidenciar as relações entre ciência, sociedade, economia, cultura, política e tecnologia, por exemplo.

Este movimento é fortemente apoiado pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), em vários momentos. A primeira competência geral descrita na BNCC versa sobre a necessidade de “valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva”¹.

Além disso, no texto sobre a área da Natureza da Ciência e suas Tecnologias é salientado que a “contextualização social, histórica e cultural da ciência e da tecnologia é fundamental para que elas sejam compreendidas como empreendimentos humanos e sociais”², e por este motivo, na BNCC,

A contextualização dos conhecimentos da área supera a simples exemplificação de conceitos com fatos ou situações cotidianas. Tendo assim, a aprendizagem deve valorizar a aplicação dos conhecimentos na vida individual, nos projetos de vida, no mundo do trabalho, favorecendo o protagonismo dos estudantes no enfrentamento de questões sobre consumo, energia, segurança, ambiente, saúde, entre outras. Na mesma direção, a contextualização histórica não se ocupa apenas da menção a nomes de cientistas e a datas da história da Ciência, mas de apresentar os conhecimentos científicos como construções socialmente produzidas, com seus impasses e contradições, influenciando e sendo influenciadas por condições políticas, econômicas, tecnológicas, ambientais e sociais de cada local, época e cultura.³

Para atingir estes objetivos, as historiografias baseadas em pseudo-história e quasi-história devem ser abandonadas, dando espaço para historiografias que fazem reconstruções racionais e/ou distorções inevitáveis sobre temas das ciências da natureza. O quadro 1, a seguir, apresenta os principais objetivos e abordagens da história da ciência no ensino de ciências (EC) considerando as quatro abordagens discutidas anteriormente.

1 BRASIL, 2018, p. 9.

2 Ibid., 549.

3 Ibid., 549-550.

Quadro 1: Objetivos e abordagens da HC no EC⁴

Nível/Principais autores	Breve descrição	Visão sobre o cientista	Abordagem no Ensino de Ciências	Objetivo no Ensino de Ciências
Pseudo-história/ Brush (1974) Quasi-história/ Whitaker (1979)	Há uma distorção e uma simplificação didática da história, seleciona-se cuidadosamente as ideias relacionadas a ciência atual para ensinar as teorias e técnicas da ciência contemporânea.	Gênios, que trabalham considerando a racionalidade, imparcialidade e rigor lógico/ experimental. O principal papel do cientista é resolver quebra-cabeças	Narrar a história em forma de marcha linear e triunfal rumo às ideias do presente, por meio de narrativas de “ficção”.	Ensinar determinado conteúdo de ciências. Doutrinar os alunos para considerarem o cientista como um descobridor neutro de fatos.
Reconstrução racional/ Lakatos (1997) e Smart (1972)	Há uma reconstrução consciente dos fatos históricos, trata-se de um relato de como a história “deveria ter acontecido” no qual o leitor é avisado desta limitação.	Reconhece-se que ele é um sujeito imerso em uma sociedade organizada segundo sua economia, política, cultura e história, mas esses fatores não são levados em consideração nas atividades.	Relata-se a história como “deveria ter acontecido” de maneira internalista consciente de estar suprimindo aspectos externalistas.	Ensinar determinado conteúdo de ciências a partir do relato de sua história construída de maneira racional, até mesmo por meio da leitura de textos originais.
Distorções inevitáveis/ Matthews (1994)	As atividades de historiadores e educadores em ciência são muito diferentes e logo não podem ser comparadas. Aceita-se que os educadores façam distorções inevitáveis que resultem em benefício didático e não em prejuízo.	Reconhece-se que ele é um sujeito imerso em uma sociedade organizada segundo sua economia, política, cultura e história que por vezes é levada em consideração.	Recorta-se a história para elaboração de um material didático que promova a aprendizagem sem que este se transforme em uma caricatura ou uma manipulação ideológica. Deve-se fazer referência a complexidade da ciência.	Ensinar determinado conteúdo de ciências a partir de um recorte consciente da história levando em consideração a complexidade da história da ciência e suas relações com outros campos da sociedade.

Sabendo que a maioria dos professores de ciências utilizam os livros didáticos como norteadores de sua prática, e, portanto limitam os objetivos e abordagens da HC aos conteúdos trazidos neste tipo de material, e que os livros didáticos de química destinados ao ensino médio e os principais livros texto usados no ensino superior, apresentam uma historiografia extremamente simplista, encontramos um óbice.

Segundo autores como Vidal e Porto⁵, Fernandes e Porto⁶ e Prado⁷ nos livros de ensino médio é comum encontrar somente os nomes de cientistas, seguidos de datas e histórias que em poucas linhas evidenciam a genialidade ou a descoberta de alguma teoria científica. Desta mesma forma nos livros de

4 Elaborado pelos autores a partir da leitura das obras referenciadas e da BNCC.

5 Vidal, Paulo H. O.; Porto, Paulo A. “A história da ciência nos livros didáticos de química do PNLEM 2007.” *Ciência e Educação*, 18, 2, (2012): 291-308.

6 Fernandes, Maria A. M.; Porto, Paulo A. “Investigando a presença da história da ciência em livros didáticos de Química Geral para o ensino superior.” *Química Nova*. 35, 2, (2012): 420-429.

7 Prado, Leticia “Pressupostos epistemológicos e a experimentação no Ensino de Química: o caso de Lavoisier.” Dissertação de Mestrado em Educação para Ciência. Faculdade de Ciências. Universidade Estadual Paulista. Bauru, 2015.

ensino superior analisados por Leite e Porto⁸, sequer se pode encontraram pontos que pudessem ser considerados preocupados com a história da química (HQ).

Buscando preencher a lacuna entre a História da Química (HQ) e o Ensino de Química (EQ), comumente presente nos materiais didáticos, pesquisadores da área de história e filosofia da ciência compartilham por meio de teses, dissertações, artigos completos em periódicos e relatos de experiência, considerações sobre o uso da HQ no EQ em que se avaliam o uso da HQ em salas de aula de todo país.

Sabendo que os professores de ciências utilizam os livros didáticos como norteadores de sua prática, e, portanto limitam os objetivos e abordagens da HC aos conteúdos trazidos neste tipo de material, e que os livros didáticos de química destinados ao ensino médio e os principais livros texto usados no ensino superior, apresentam uma historiografia extremamente simplista, encontramos um óbice.

Segundo autores como Vidal e Porto (2012)⁹, Fernandes e Porto (2012)¹⁰ e Prado (2015)¹¹ nos livros de ensino médio é comum encontrar somente os nomes de cientistas, seguidos de datas e histórias que em poucas linhas evidenciam a genialidade ou a descoberta de alguma teoria científica. Desta mesma forma nos livros de ensino superior analisados por Leite e Porto (2015)¹², sequer se pode encontraram pontos que pudessem ser considerados preocupados com a história da química (HQ).

Buscando preencher a lacuna entre a História da Química (HQ) e o Ensino de Química (EQ), comumente presente nos materiais didáticos, pesquisadores da área de história e filosofia da ciência compartilham por meio de teses, dissertações, artigos completos em periódicos e relatos de experiência, considerações sobre o uso da HQ no EQ em que se avaliam o uso da HQ em salas de aula de todo país.

Além da disseminação de boas práticas, observa-se também publicações preocupadas em discutir sobre a HFC no cenário brasileiro. O trabalho de Martins (2007)¹³, por exemplo, afirma que a maioria dos professores entende que a HFC é algo periférico e de ordem motivacional e que os materiais didáticos reforçam essa ideia uma vez que dificilmente se encontram materiais de qualidade em relação a esta temática.

8 Leite, Helena S. A.; Porto, Paulo 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*. 38, 4, (2015): 580-587.

9 Vidal, Paulo H. O.; Porto, Paulo A. "A história da ciência nos livros didáticos de química do PNLEM 2007." *Ciência e Educação*, 18, 2, (2012): 291-308.

10 Fernandes, Maria A. M.; Porto, Paulo A. "Investigando a presença da história da ciência em livros didáticos de Química Geral para o ensino superior." *Química Nova*. 35, 2, (2012): 420-429.

11 Prado, Leticia "Pressupostos epistemológicos e a experimentação no Ensino de Química: o caso de Lavoisier." Dissertação de Mestrado em Educação para Ciência. Faculdade de Ciências. Universidade Estadual Paulista. Bauru, 2015.

12 Leite, Helena S. A.; Porto, Paulo 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*. 38, 4, (2015): 580-587.

13 Martins, André F. P. "História e filosofia da ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho..." *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 24, 1, (2007): 112-131.

Por isso é fundamental promover uma formação mais dinâmica e plural do professor, pois neste cenário são imprescindíveis discussões sobre a contextualização histórico-social do conhecimento científico e o alinhamento entre a HFC e o movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade, por exemplo, já que o professor é o responsável em guiar seus alunos rumo à superação de visões distorcidas e apropriações de visões adequadas sobre a ciência e o trabalho científico.

Segundo Martins (2007)¹⁴ os professores de física que participaram de sua pesquisa entendem que a HFC é ilustração, introdução de assunto e não parte do conteúdo propriamente dito, mostrando falta de interesse pessoal pelo assunto que se refletindo no desconhecimento e no pouco conhecimento dessas temáticas pelos alunos.

Tendemos a acreditar que o cenário não é diferente entre os professores de química, com o agravante de que esta ciência mostra-se central no nível das práticas e marginal em questões epistemológicas e históricas¹⁵.

As disciplinas que relacionam a HFC nos cursos de licenciatura em química, tendem a apresentar em suas ementas discussões gerais deixando de lado aspectos relacionados diretamente à química, sua epistemologia e historiografia. Na formação inicial desses professores são parcas e insuficientes as discussões e as propostas para o ensino e aprendizagem que viabilizem questões que envolvam a epistemologia e a historiografia de forma contextualizada, em consequência observa-se o desinteresse pelas questões fundamentais e ontológicas da química enquanto ciência particular.

Segundo Martins¹⁶, a formação deficitária dos professores, a dificuldade dos alunos com a leitura e interpretação de textos, a falta de material pedagógico adequado para o trabalho com HFC e/ou que faça parte dos temas presentes nos currículos são alguns dos obstáculos presentes para o desenvolvimento desta abordagem no ensino.

Diante desta conjuntura, este trabalho tem por objetivo olhar para o ensino de química e para a falta de materiais pedagógicos alinhados a HFC, mais especificamente materiais sobre HQ e o ensino de química. Cientes das deficiências dos materiais didáticos, optamos por usar materiais produzidos por professores e pesquisadores da área como fonte de dados. Para isso, usamos como base as publicações de três revistas brasileiras cujo foco centra-se em artigos de história da ciência e ensino de ciências em um período de dez anos.

Buscamos a partir da revisão bibliográfica e da categorização temática, verificar os temas de HQ mais recorrentes nos trabalhos publicados nestes periódicos a fim de identificar e analisar a potencialidade

14 Ibid.

15 Erduran, Sibel "Beyond philosophical confusion: establishing the role of philosophy of chemistry in chemical education research." In *International History, Philosophy and Science Teaching Conference*, 1-24, Leeds, England, 2005.

16 Martins, "História e filosofia," 112-131.

de uso destes materiais no ensino de ciências da natureza e suas tecnologias, mais especificamente no ensino de química ajustado as competências e habilidades descritas na BNCC.

O ENSINO COM BASE EM COMPETÊNCIAS E HABILIDADES: A ÁREA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS NO ENSINO MÉDIO

A BNCC foi elaborada considerando que o aluno tem direito a uma educação integral, ou seja, ao final do ensino médio ele deve ter desenvolvido competências e habilidades para viver em sociedade e formar-se um ser humano responsável, crítico e participativo no ambiente em que vive, pronto para o mundo de trabalho e para o exercício da cidadania.

A área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT) para o Ensino Médio na qual se inserem os conhecimentos conceituais de Física, Química e Biologia, deve ser orientada considerando o trabalho por meio de duas áreas temáticas a saber, “Matéria e Energia” e “Vida, Terra e Cosmos” que derivam e aprofundam as temáticas, “Matéria e Energia”, “Vida e Evolução” e “Terra e Universo”, provenientes do Ensino Fundamental. Segundo a BNCC,

Os conhecimentos conceituais associados a essas temáticas constituem uma base que permite aos estudantes investigar, analisar e discutir situações-problema que emerjam de diferentes contextos socioculturais, além de compreender e interpretar leis, teorias e modelos, aplicando-os na resolução de problemas individuais, sociais e ambientais. Dessa forma, os estudantes podem reelaborar seus próprios saberes relativos a essas temáticas, bem como reconhecer as potencialidades e limitações das Ciências da Natureza e suas Tecnologias.¹⁷

Na área de CNT, o professor assume o compromisso de desenvolver além das dez competências gerais da educação básica, as três competências específicas da área e suas respectivas habilidades. Para ilustrar, apresentamos no quadro 2 de forma resumida as competências e habilidades específicas das CNT.

17 Brasil, 2018, 548.

Quadro 2: Resumo esquemático das Competências e Habilidades da Área de CNT¹⁸

Competências específicas de CNT	Habilidades
1 Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.	101 Conservação e transformação da matéria em energia. 102 Sistemas Térmicos e variáveis termodinâmicas. 103 Radiações: riscos e benefícios. 104 Composição e toxicidade de materiais. 105 Ciclo dos elementos, interferências e suas consequências. 106 Energia elétrica: geração, transporte, distribuição e consumo. 107 Equipamentos elétricos e/ou eletrônicos: geradores, bobinas, transformadores, pilhas, baterias, dispositivos eletrônicos, etc.
2 Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.	201 Analisar e utilizar modelos científicos. 202 Contribuições favoráveis e fatores limitantes à manifestação da vida 203 Efeitos e intervenção nos ecossistemas e nos seres vivos. 204 Movimentos de objetos na Terra, Sistema Solar e Universo. 205 Utilizar noções de probabilidade e incerteza. 206 Preservação e conservação da biodiversidade. 207 Ações de prevenção e de promoção da saúde da juventude 208 Evolução humana. 209 Evolução estelar, origem e distribuição de elementos químicos.
3 Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).	301 Enfrentamento de situações-problema sob perspectiva científica. 302 Promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnologias. 303 Estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações. 304 Situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos. 305 Uso indevido de conhecimentos das Ciências da Natureza. 306 Uso de equipamentos e comportamentos de segurança. 307 Propriedades específicas dos materiais. 308 Funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos 309 Dependência atual com relação aos recursos fósseis. 310 Efeitos de programas de infraestrutura e demais serviços básicos.

É importante destacar que na BNCC, os conteúdos são entendidos como meios e não finalidades do ensino de ciências da natureza, assim, eles são importantes, mas devem estar a serviço de algo mais abrangente como as competências e habilidades¹⁹ acima destacadas que abrem por si uma gama de possibilidades de trabalho por meio de conteúdos específicos da química, física e biologia além de ações interdisciplinares.

Da mesma forma as competências e conteúdos de CNT abrem uma infinidade de tópicos de trabalho para a história e filosofia da química. Independente da abordagem e objetivo que professor escolher, é possível, por exemplo, apresentar a história do desenvolvimento de conhecimentos científicos, as relações

¹⁸ Quando adaptado a partir de Brasil (2018, p. 553-560) e material de apoio ao cursista "A BNCC do Ensino Médio: Ciências da Natureza" disponível em <http://avamec.mec.gov.br>.

¹⁹ Por definição, na BNCC, competências são entendidas como um conjunto de habilidades, conhecimentos, valores e atitudes que buscam promover o desenvolvimento dos estudantes em todas as suas dimensões (intelectual física, social, emocional e cultural). Já as habilidades expressam as aprendizagens essenciais, explicitando o progresso cognitivo, o objeto do conhecimento e o contexto da aprendizagem.

humanas dos grupos de pesquisa e etc. Além de promover discussões sobre ética e as relações entre a química e outros campos da atuação humana como a economia e a política.

No período em que escrevemos este trabalho, há muitas críticas e discussões acerca do documento e poucos materiais revisados com base nas diretrizes da BNCC nas escolas públicas, segundo a previsão divulgada por meio de material de formação de professores do ministério da educação, os livros didáticos atualizados serão gradativamente inseridos na escola, primeiramente no ensino fundamental e em um segundo momento no ensino médio. Segundo iconográfico disponibilizado na página oficial do ministério da educação, somente em 2023 serão disponibilizados todos os materiais didáticos atualizados para o Ensino Médio, considerando materiais didáticos os livros distribuídos por meio do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD)²⁰.

Concomitantemente os estados e sistemas de ensino estão reorganizando seus currículos. O estado de São Paulo, por exemplo, tem a intenção de iniciar a implementação dos novos currículos de maneira gradativa, iniciando com as primeiras séries do Ensino Médio em 2021 e finalizando a implementação total em 2023²¹.

Diante destes dados, voltemos nosso foco para a produção acadêmico científica relacionada a HQ e o ensino de química nos últimos dez anos de publicações no cenário brasileiro. Há trabalhos preocupados em promover a aproximação da história da química as demandas do ensino de química atual, centrado nas competências e habilidades de ciências da natureza e suas tecnologias? Quais são os conhecimentos de química mais abordados nestes trabalhos?

A REVISÃO BIBLIOGRÁFICA COMO METODOLOGIA DE PESQUISA

Utilizamos como metodologia para o tratamento e análise dos dados obtidos a categorização temática²² e a teoria fundamentada²³. Esta metodologia de análise qualitativa de dados permite que se crie categorias a posteriori. Assim, nossas categorias foram elaboradas a partir da leitura dos trabalhos e sua relação com as competências e habilidades da BNCC, apresentadas na seção anterior.

Buscamos por meio da leitura dos títulos, palavras-chave e resumo, termos que fizessem referência a: história da ciência/ história da química/ historiografia e ensino de química. Em trabalhos disponíveis em plataformas online, abrangendo 10 anos completos de publicações (2008-2018).

20 Movimento pela Base, "Para implementar", Movimento pela Base <http://movimentopelabase.org.br/>

21 Escola de Formação de professores, "Materiais – Ensino Médio", Escola de Formação de Professores, <https://efape.educacao.sp.gov.br/curriculopaulista/>.

22 Gibbs, Graham. *Análise de Dados Qualitativos*. Porto Alegre: Artmed, 2009.

23 Charmaz, Kathy. *A Construção da Teoria Fundamentada: Guia Prático para Análise Qualitativa*. Porto Alegre: Artmed, 2009.

Considerando a pesquisa de temas e objetivos passíveis de serem trabalhados por meio de competências e habilidades, e, sabendo das demandas do ensino de química na atualidade demos sequência a este trabalho com uma pesquisa do tipo revisão bibliográfica em três periódicos nacionais.

As fontes de pesquisa, a saber, as revistas: Revista História da Ciência e Ensino Construindo Interfaces (HCEnsino), Revista Brasileira de História da Ciência (SBHC) e a Revista Química Nova na Escola (QNEsc). Foram escolhidas por se destacarem no cenário brasileiro no que tange ao ensino de química e discussões sobre a história e filosofia da ciência e seu uso no ensino de ciências.

Em uma pré-seleção encontramos um total de 68 artigos que possuíam nos títulos e palavras-chave, os termos estabelecidos em nossa busca. Após a leitura atenta de seus resumos filtramos nossos resultados suprimindo trabalhos que tratavam de assuntos não relacionados diretamente aos conhecimentos de química e competências/habilidades da área de ciência da natureza, foco de nosso estudo.

São exemplos dos trabalhos suprimidos, artigos comemorativos que faziam revisões sobre as publicações dos periódicos e os que faziam discussões abrangentes sobre o uso da historiografia no ensino de ciências sem mencionar um tema ou conteúdo específico da química, como o trabalho de Reis e Silva (2012)²⁴ e Targino e Baldinato (2016)²⁵, por exemplo.

Após a etapa de pré-seleção dos dados coletados, foram considerados para a análise 43 artigos, listados no quadro 3. A leitura dos textos na íntegra nos permitiu a separação dos artigos por conteúdos de química abordados e por competências e habilidades específicas de CNT.

Quadro 3: Lista dos artigos selecionados para a análise²⁶

nº	Publicações selecionadas para análise separadas por conteúdos
Temas para ensinar química	
1	RODRIGUES, R. S.; SILVA, R. R.. A história sob o olhar da química: as especiarias e sua importância na alimentação humana. <i>Química Nova na Escola</i> , v. 32, n. 2, p. 84-89, 2010.
2	SILVA, J. L.; SILVA, D. A.; MARTINI, C.; DOMINGOS, D. C. A.; LEAL, P. G.; BENEDETTI FILHO, E.; FIORUCCI, A. R.. A Utilização de Vídeos Didáticos nas Aulas de Química do Ensino Médio para Abordagem Histórica e Contextualizada do Tema Vidros. <i>Química Nova na Escola</i> . v. 34, n. 4, p. 189-200, 2012.
3	BRAIBANTE, M. E. F.; PAZINATO, M. S.; ROCHA, T. R.; FRIEDRICH, L. S.; NARDY, F. C.. A cana-de-açúcar no Brasil sob um olhar químico e histórico: uma abordagem interdisciplinar. <i>Química nova na escola</i> , v. 35, n. 1, p. 3-10, 2013.
4	GANDOLFI, H. E.; ARAGÃO, T. Z.; FIGUEIRÔA, S. F. M.. Os Alambiques no Brasil Colônia: Uma Proposta de Abordagem Histórica e Social no Ensino de Ciências. <i>Química Nova na Escola</i> . v.38, n.3, p.215-223, 2016.
5	TOQUETTO, A. R. O Tema “Vidro Plano (Tecnologia Float)” para a Educação Científica e Tecnológica. <i>Química Nova na Escola</i> , v. 39, n. 2, p. 153-161, 2016.
6	LEONARDO, A. J.; MARTINS, D. R.; FIOLEAIS, C.. António da Costa Simões e a génese da química forense em Portugal. <i>Revista Brasileira de História da Ciência</i> , v. 2, n. 2, p. 192-205, 2009.

24 REIS, André S.; SILVA, Maria D. B.; BUZA, Ruth G. C.. O uso da história da ciência como estratégia metodológica para a aprendizagem do ensino de química e biologia na visão dos professores do ensino médio. *História da Ciência e Ensino: construindo interfaces*, v. 5, p. 1-12, jun. 2012.

25 TARGINO, Arcenira R. L.; BALDINATO, José. O. Abordagem histórica da lei periódica nas coleções do PNLD 2012. *Química Nova na Escola*, v. 34, n. 4, p. 324-333, 2016.

26 Quadro elaborado pelos autores.

7	GANDOLFI, H. E. ; FIGUEIRÔA, S. F. M.. As nitreiras no Brasil dos séculos XVIII e XIX: uma abordagem histórica no ensino de ciências. Revista Brasileira de História da Ciência , v. 7, n.2, p. 279-297, 2014.
8	TRINDADE, L. S. P.. História da Ciência na sala de aula: Conversando sobre Química. História da Ciência e Ensino: construindo interfaces , v. 1, p. 16-22, 2010.
Química Orgânica	
9	FARIAS, L. A.. Jardins Químicos, Stéphane Leduc e a Origem da Vida. Química Nova na Escola , v. 35, n. 3, p. 152-157, 2013.
10	LUTFI, M.; ROQUE, N. F.. História de Eugênicas. Química Nova na Escola , v. 36, n. 4, p. 252-260, 2014.
11	SANTOS, S. A.; LUCA, A. G.. “Os botões de Napoleão”: moléculas de glicose e ácido ascórbico contextualizadas química e biologicamente. História da Ciência e Ensino: construindo interfaces , v. 9, p. 107-122, maio 2014.
12	ARAÚJO, M. C.; BALDINATO, J. O.. A síntese de amônia: uma proposta de estudo histórico para a formação de professores de química vinculada ao Prêmio Nobel de Fritz Haber. História da Ciência e Ensino: construindo interfaces , v. 11, p. 91-129, 2015.
13	VIDAL, P. H.; PORTO, P. A.. Algumas contribuições do episódio histórico da síntese artificial da ureia para o ensino de química. História da Ciência e Ensino: construindo interfaces , v. 4, p. 13-23, 2011.
14	DE LUCA, A. G.; SANTOS, S. A.; CAMPESTRINI, I. M.; ROMÃO, B. C.; WALZ, G. C.; LUCIANO, G. H.; ALBANO, J. C.; ARAUJO, M. L. et al. Episódio Histórico de Louis Pasteur: Uma proposta interdisciplinar para o ensino de Química, Física e Biologia. História da Ciência e Ensino: construindo interfaces , v. 17, p. 81-98, 2018.
15	COELHO, M. M. P.; MOREIRA, M. D.; AFONSO, A. F.. A ciência nos perfumes: atribuindo significados a Química Orgânica através da história da temática. História da Ciência e Ensino: construindo interfaces , v. 17, p. 109-123, 2018.
Teoria Atômica	
16	MELONI, R. A.; VIANA, H. E. B. O ensino de Química no Brasil e os debates sobre o atomismo: um estudo dos programas da educação secundária (1850-1931). Química Nova na Escola , v. 39, n. 1, p. 46-51, 2017.
17	PEREIRA, L. S. ; SILVA, J. L. P. B.. Uma História do Antiatomismo: Possibilidades para o Ensino de Química. Química Nova na Escola , v. 40, n. 1, p. 19-24, 2018.
18	CHAGAS, A. P.. Existem átomos? (abordando Jean Perrin). História da Ciência e Ensino: construindo interfaces , v. 3, p. 7-16, 2011.
19	PEREIRA, C. F. C.; ROCHA, A. B.; TAMIASSO-MARTINHON, P.; ROCHA, A. S.; SOUSA, C.. Contextualização Histórico-Filosófica de Orbitais Atômicos e Moleculares. História da Ciência e Ensino: construindo interfaces , v. 16, p. 18-35, 2017.
20	DE CASTRO, L. O.; TAMIASSO-MARTINHON, P.; ROCHA, A. S.; SOUSA, C.. Contextualização histórica do experimento de Franck-Hertz. História da Ciência e Ensino: construindo interfaces , v. 16, p. 54-66, 2017.
21	FERNANDES, J. M.; FRANCO-PATROCÍNIO, S.; FREITAS-REIS, I.. O químico e físico inglês Willian Crookes (1832-1919) e os raios catódicos: Uma adaptação tátil do tubo para o ensino de modelos atômicos para aprendizes cegos. História da Ciência e Ensino: construindo interfaces , v. 17, p. 67-80, 2018.
22	FERREIRA, L. M. ; PEDUZZI, L. O. Q.. Uma proposta textual frente a problemas referentes à história do átomo no ensino de química. Revista Brasileira de História da Ciência , v. 7, n. 2, p. 261-278, 2014.
Gases e Termodinâmica	
23	PULIDO, M. D.; SILVA, A. N.. Do calórico ao calor: uma proposta de ensino de química na perspectiva histórica. História da Ciência e Ensino: construindo interfaces , v. 3, p. 52-77, 2011.
24	GORRI, A. P.; SANTIN FILHO, O.. Representação de temas científicos em pintura do século XVIII: um estudo interdisciplinar entre química, história e arte. Química Nova na Escola , v. 31, n. 3, p. 184-189, 2009.
25	AURANI, K. M.. As ideias iniciais de Clausius sobre entropia e suas possíveis contribuições à formação de professores. Revista Brasileira de História da Ciência , v. 11, n. 1, p. 155-163, 2018.
26	MARTORANO, S. A. A.; MARCONDES, M. E. R.. Investigando as ideias e dificuldades dos professores de química do ensino médio na abordagem da história da química. História da Ciência e Ensino: construindo interfaces , v. 6, p. 16-31, 2012.

27	MARTORANO, S. A. A.; CARMO, M. P.; MARCONDES, M. E. R.. A História da Ciência no Ensino de Química: o ensino e aprendizagem do tema cinética química. História da Ciência e Ensino: construindo interfaces , v. 9, p. 19-35, 2014.
28	PRADO, L.; CARNEIRO, M. C.. O episódio histórico das teorias do flogisto e calórico: criando interfaces entre a História e Filosofia da Ciência e o Ensino de Química na busca pela humanização do trabalho científico. História da Ciência e Ensino: construindo interfaces , v. 18, p. 153-180, 2018.
Tabela Periódica e Propriedades da Matéria	
29	FLÔR, C. C.. A História da Síntese de Elementos Transurânicos e Extensão da Tabela Periódica Numa Perspectiva Fleckiana. Química Nova na Escola . v. 31 n. 4, p. 246-250, 2009.
30	GALVÃO, R.; MENEZES, J. F. S. Breve Discussão Histórica sobre a “Descoberta” dos Lantanídeos e sua Relação com as Teorias de Luz e Cores de Maxwell e Einstein. Química Nova na Escola , v. 38, n. 1, p. 25-32, 2016.
31	VIDAL, P. H. O.; PORTO, P. A.. Representações químicas e a história da ciência em sala de aula. História da Ciência e Ensino: construindo interfaces , v. 10, p. 70-84, 2014.
32	GAMA RUSSO, A. L. R.. Primo Levi - Uma vida a descobrir. História da Ciência e Ensino: construindo interfaces , v. 18, p. 140-152, 2018.
33	PRADO, L.. Dorothy Hodgkin e seus estudos cristalográficos sobre a estrutura da penicilina. História da Ciência e Ensino: construindo interfaces , v. 18, p. 128-151, 2018.
34	CECON, K.. Um exemplo de negação do conceito de elemento na filosofia natural. História da Ciência e Ensino: construindo interfaces , v. 8, p. 68-89, 2013.
Química Inorgânica	
35	SOUZA, C. R.; SILVA, F. C.. Discutindo o contexto das definições de ácido e base. Química Nova na Escola . v. 40, n. 1, p. 14-18, 2018.
36	DA SILVA, M. P.; SANTIAGO, M. A.. Proposta para o ensino dos conceitos de ácidos e bases: construindo conceitos através da História das Ciências combinada ao emprego de um software interativo de livre acesso. História da Ciência e Ensino: construindo interfaces , v. 5, p. 49-82, 2012.
37	BELLETTATO, R. D.. Utilização de indicadores orgânicos de pH no ensino de ácidos e bases: considerando alguns aspectos históricos. História da Ciência e Ensino: construindo interfaces , v. 6, p. 71-77, 2012.
Radioatividade	
38	BARP, E.. Contribuições da História da Ciência para o Ensino da Química: Uma Proposta para Trabalhar o Tópico Radioatividade. História da Ciência e Ensino: construindo interfaces , v. 8, p. 50-67, 2013.
39	LIMA, R. da S.; PIMENTEL, L. C. F.; AFONSO, J. C.. O despertar da radioatividade ao alvorecer do século XX. Química nova na escola , v. 33, n. 2, p. 93-99, 2011.
40	PINTO, G. T.; MARQUES, D. M.. Uma Proposta Didática na Utilização da História da Ciência para a Primeira Série do Ensino Médio: A Radioatividade e o cotidiano. História da Ciência e Ensino: construindo interfaces , v. 1, p. 27-57, 2010.
Estequiometria	
41	FREITAS DA SILVA, C. P.; SILVA, M. D. B.; DOS REIS, A. S.. Princesa Isabel e a estequiometria: a contribuição da História da Ciência para o processo de ensino e aprendizagem numa abordagem voltada para formação de professores. História da Ciência e Ensino: construindo interfaces , v. 18, p. 106-127, 2018.
Equilíbrio Químico	
42	SILVA, A. N.; PATACA, E. M.. O Ensino de Equilíbrio Químico a partir dos trabalhos do cientista alemão Fritz Haber na síntese da amônia e no programa de armas químicas durante a Primeira Guerra Mundial. Química Nova na Escola , v. 40, n. 1, p. 33-43, 2018.
Métodos de Separação	
43	ANDRADE, M. F. D.; SILVA, F. C.. Destilação: uma sequência didática baseada na História da Ciência. Química Nova na Escola . v. 40, n. 2, p. 97-105, 2018.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As competências e habilidades das CNT que se encaixam nos objetivos e abordagens nos trabalhos analisados não são excludentes, por exemplo, há trabalhos em que identificamos a pretensão de investigar situações problemas e aplicações do conhecimento científico associadas a análise de interpretações sobre a dinâmica da vida e por isso foram classificadas nas competências 1 e 2 simultaneamente. Os gráficos das figuras 1 e 2, a seguir, apresentam um panorama quantitativo de recorrências das competências e habilidades identificadas nos artigos.

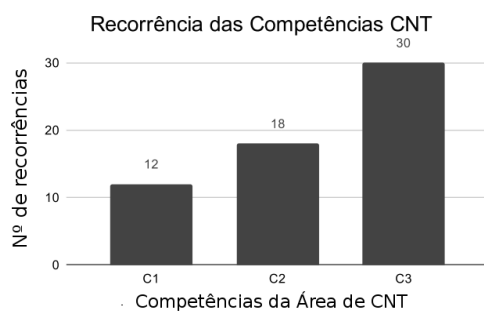


Figura 1: Resultado da análise das competências específicas da CNT

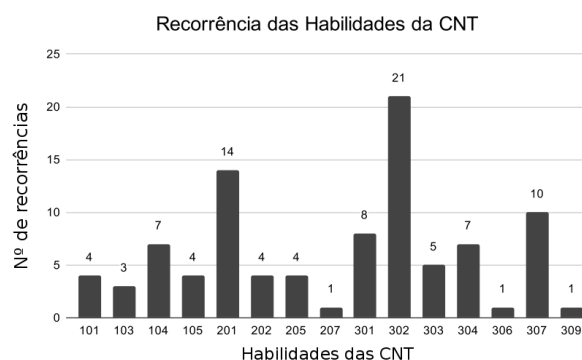


Figura 2: Resultados de análise das habilidades da CNT

Como se pode ver na figura 1, a competência 3, que sugere o uso de atividades de investigação de situações-problema e avaliação de aplicações do conhecimento científico e tecnológico, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza está presente em quase todos os trabalhos selecionados em nossa análise.

Neste mesmo sentido, a habilidade que sugere o uso de atividades para promover o debate em torno de temas científicos e/ou tecnologias (302) lidera o número de recorrências nos trabalhos desta análise, seguido pela habilidade 201, na qual se preocupa em analisar e utilizar modelos científicos e da habilidade 307, que coloca em discussão as propriedades específicas dos materiais.

Não houveram casos em que os trabalhos não se enquadrassem em nenhuma competência ou habilidade descrita na BNCC, houveram apenas habilidades (ver quadro 2) que não faziam parte dos objetivos e abordagens dos trabalhos encontrados nesta pesquisa, como já esperado.

A leitura dos textos na íntegra nos permitiu a categorização dos artigos, também, por temas relacionados aos conteúdos de química, desta forma ampliamos nossa análise considerando 10 categorias, a saber: Temas para ensinar química; Química Orgânica; Teoria Atômica; Gases e Termodinâmica; Tabela periódica e Propriedades da Matéria; Química Inorgânica; Radioatividade; Estequiometria; Equilíbrio Químico e Métodos de Separação.

É interessante destacar que com exceção da categoria “Temas para ensinar química” que engloba trabalhos interdisciplinares ou que usam de um tema para promover discussões sobre os conhecimentos

relacionados a química, todas as categorias fazem referência a uma área do conhecimento químico de maneira direta. A tabela 1, a seguir mostra um panorama quantitativo destas publicações.

Tabela 1: Panorama quantitativo de categorias e artigos analisados nesta pesquisa²⁷

Categorias	Frequência/ Revistas analisadas			Total	%
	HCEnsino	SBHC	QNEsc		
Temas para ensinar química	1	2	5	8	18,7
Química Orgânica	5	0	2	7	16,3
Teoria Atômica	4	1	2	7	16,3
Gases e Termodinâmica	4	1	1	6	14
Tabela periódica e Propriedades da Matéria	4	0	2	6	14
Química Inorgânica	2	0	1	3	6,9
Radioatividade	2	0	1	3	6,9
Estequiometria	1	0	0	1	2,3
Equilíbrio Químico	0	0	1	1	2,3
Métodos de Separação	0	0	1	1	2,3
Total	23	4	16	43	100

A seguir, apresentamos as discussões acerca das características e particularidades dos trabalhos agrupados nos dez temas da química que compõem nossas categorias de análise. Nossa análise se estenderá investigando relações entre os conteúdos dos artigos selecionados as competências e habilidades das ciências da natureza e suas tecnologias buscando também, elucidações sobre as potencialidades de uso ou relatos de uso destas propostas em sala de aula.

CATEGORIA 1: TRABALHOS QUE APRESENTAM “TEMAS PARA ENSINAR QUÍMICA”

Os trabalhos desta categoria representam quase 20% dos trabalhos analisados. Eles apresentam temas variados que podem servir como pontapé inicial para discussões de conteúdos de química como: o cultivo da cana de açúcar e os processos de produção de seus derivados; a produção de vidro, salitre e especiarias. Há também trabalhos que se preocupam em fazer discussões introdutórias sobre a química em geral, a Química Forense em Portugal e a vida e obra de Marie Curie.

Dos oito trabalhos, cinco apresentam propostas didáticas que foram aplicadas em salas de aula de química, os outros três apresentam um trabalho historiográfico rico que tem a potencialidade de ser usado para discussões com alunos do ensino médio.

Apesar de não apresentarem um tema ou conteúdo da química em específico, estas publicações propõem o uso da interdisciplinaridade nas aulas de ciências em geral, trazendo a história da ciência de

²⁷ Elaborado pelos autores.

maneira organizada segundo grandes temas que perpassam por discussões culturais, econômicas, sociais, políticas e químicas.

Este movimento de trabalho exalta o nível das distorções inevitáveis apontadas por Mathews²⁸ e permite que os professores ensinem determinado conteúdo de ciências a partir de um recorte consciente da história considerando a complexidade da ciência e suas relações com outros campos das relações humanas.

O trecho a seguir, apresenta um exemplo do trabalho desta categoria, nele podemos ver a preocupação em explicar um pouco sobre a organização econômica e política das sociedades dominantes no Brasil Colônia, além de explicar a composição química da cana de açúcar.

Para romper com o monopólio da produção de açúcar exercido pelo Oriente Médio, os portugueses encontraram no Brasil Colônia uma alternativa para ingressarem definitivamente nesse mercado e estimularem seu crescimento econômico. O clima tropical e as boas condições do solo pareciam ideais para o cultivo da cana-de-açúcar (...). Essa planta é a matéria-prima da sacarose, comumente conhecida como açúcar comum, substância classificada como carboidrato, que é constituída por duas unidades de monossacarídeos diferentes. A partir da união de uma molécula de β -frutose (1a) com uma de α -glicose (1b), ocorre a formação da sacarose (1c) e água²⁹

Além de apresentar uma visão contextualizada da ciência, a resolução de situações problema com análise de gráficos, tabelas, leitura de artigos de opinião, reportagens e materiais de diversos estão completamente de acordo com as competências gerais da educação básica, bem como as específicas da área de CNT, tanto que estão muito presentes nas questões de avaliações em grande escala como o ENEM, que desde suas primeiras edições propõem questões interdisciplinares e contextualizadas.

CATEGORIA 2: TRABALHOS QUE ABORDAM TEMAS DA “QUÍMICA ORGÂNICA”

Sete (16,3%) trabalhos analisados pertencem a esta categoria. É possível subdividir esta categoria em duas subcategorias, trabalhos cuja preocupação é apresentar a historiografia sobre o tema (3) e trabalhos que relatam propostas didáticas aplicadas em sala de aula (4).

28 Mathews Michael R. “História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação.” *Caderno Catarinense Ensino de Física*, 12 (3), (1995): 164-214.

29 Braibante, Maria E. F.; Pazinato, Maurício S.; Rocha, Thaís. R.; Friedrich, Leandro S.; Nardy, Flávio C. “A cana-de-açúcar no Brasil sob um olhar químico e histórico: uma abordagem interdisciplinar.” *Química Nova na Escola*, 35, 1, (2013): 4.

Os trabalhos preocupados em apresentar a historiografia partem de um tema da química e apresentam sua história, os artigos de Vidal e Porto³⁰ e Araújo e Baldinato³¹ contam a história dos processos de obtenção da ureia e da síntese da amônia. Já o trabalho de Farias³² apresenta Stéphane Leduc e suas considerações as discussões iniciais da química orgânica, os compostos de carbono e sua relação com a origem da vida, e, o trabalho de Lutfi e Roque³³, propõe um material didático que conta a história da saga da especiaria cravo-da-índia, com enfoque no eugenol e no isoeugenol, utilizando relatos encontrados na historiografia.

Outra parte dos trabalhos analisados nesta categoria apresentam propostas didáticas interdisciplinares executadas no ensino médio, associando a química aos conhecimentos de biologia como no caso do trabalho de Santos e De Luca³⁴ que apresentam as moléculas de glicose e ácido ascórbico, e, o trabalho de De Luca et al³⁵, que conta a história de Louis Pasteur.

Já o trabalho de Coelho, Moreira e Afonso³⁶, além de usar o tema “perfume” como ponto de partida apresenta as funções orgânicas ensinando este conteúdo de maneira contextualizada, nas palavras dos autores,

O aprendizado de Química Orgânica, geralmente, está associado à memorização de fórmulas, nomes e estruturas das moléculas. Muitos discentes apresentam dificuldade na aprendizagem das funções orgânicas, não conseguindo classificá-las a partir das suas especificidades. Consequentemente, não conseguem reconhecer situações e produtos empregados no cotidiano, cuja composição contém compostos orgânicos. Baseados nessas premissas, e buscando um ensino de Química Orgânica que contemplasse todas essas questões, elaboramos uma sequência didática desenvolvida em quatro aulas com a temática Perfume, junto ao terceiro ano do Ensino Médio de uma escola estadual (...) A

30 Vidal, Paulo H.; Porto, Paulo A. “Algumas contribuições do episódio histórico da síntese artificial da ureia para o ensino de química.” *História da Ciência e Ensino: construindo interfaces*, 4, (2011): 13-23.

31 Araújo, Mariana C.; Baldinato, José O. “A síntese de amônia: uma proposta de estudo histórico para a formação de professores de química vinculada ao Prêmio Nobel de Fritz Haber”. *História da Ciência e Ensino: construindo interfaces* 11, (2015): 91-129.

32 Farias, Luciana A. “Jardins Químicos, Stéphane Leduc e a Origem da Vida.” *Química Nova na Escola*, 35, 3, (2013): 152-157.

33 Lutfi, M.; Roque, N. F. “História de Eugênicas”. *Revista Química Nova na Escola*, 36, 4, (2014): 252-260.

34 Santos, Sandra A.; Luca, Anelise G. “Os botões de Napoleão: moléculas de glicose e ácido ascórbico contextualizadas química e biologicamente.” *História da Ciência e Ensino: construindo interfaces*, 9, (2014): 107-122.

35 De Luca, Anelise G.; Santos, Sandra A.; Campestrini, Iara M.; Walz, Gabriel C.; Luciano, Gabriela H. ; Albano, Jéssica C. “Episódio Histórico de Louis Pasteur: Uma proposta interdisciplinar para o ensino de Química, Física e Biologia.” *História da Ciência e Ensino: construindo interfaces*, 17, (2018): 81-98.

36 Coelho, Márcia M. P.; Moreira, Marlon D.; Afonso, Andréia F. “A ciência nos perfumes: atribuindo significados a Química Orgânica através da história da temática.” *História da Ciência e Ensino: construindo interfaces*, 17, (2018): 109-123.

partir das observações registradas (...) verificamos que a curiosidade dos estudantes foi instigada desde o início. O interesse foi demonstrado através dos questionamentos e do empenho para desenvolver as tarefas propostas (...) Acreditamos que um ensino que proporcione uma abordagem mais ampla seja um dos caminhos para obtermos a qualidade tão desejada na educação³⁷.

Além das questões historiográficas, a classificação, nomenclatura e reconhecimento de funções orgânicas são conhecimentos que ampliam a potencialidade do desenvolvimento de competências relacionadas a investigação e a resolução de problemas (C3). Os trabalhos desta categoria enquadraram-se nas habilidades 202, 302, 303 e 307, diretamente ligadas a promoção de debates em torno de temas científicos e tecnológicos, na seleção de fontes confiáveis de informação e nas discussões sobre as propriedades específicas dos materiais e suas contribuições ou limites à manifestação da vida.

Por estes motivos, acreditamos que a ampla divulgação de trabalhos como os apresentados nesta categoria fazem-se necessárias para que se possa ensinar este tema de maneira mais contextualizada como salientada por Coelho, Moreira e Afonso³⁸. Infelizmente somente duas das revistas analisadas apresentaram trabalhos nesta categoria o que diminui a amplitude desta divulgação.

CATEGORIA 3: TRABALHOS QUE ABORDAM O TEMA “TEORIA ATÔMICA”

O terceiro tema mais comum nos trabalhos analisados é “Teoria Atômica”, encontramos 7 trabalhos, 16,3% do total que faziam o uso desta temática.

Cinco destes trabalhos apresentavam a historiografia dos modelos atômicos ou orbitais atômicos como objetivo, em alguns deles os conceitos científicos eram apresentados a partir de uma visão histórica como é o caso do trabalho de Pereira e Silva³⁹, cujo objetivo era discutir “aspectos pontuais da história do antiatomismo que consideramos importantes para o Ensino de Química, apresentando as posturas antiatomistas de cientistas e filósofos em alguns períodos históricos”, com a intenção de “contribuir para um ensino dos modelos atômicos que leve em conta as controvérsias científicas”.

Dois trabalhos relatavam experiências didáticas, ou seja, propostas que foram aplicadas em sala de aula, o trabalho de Fernandes, Franco-Patrocínio e Freitas-Reis⁴⁰ por exemplo, apresentava Willian

37 Ibid., 109.

38 Ibid.

39 Pereira, Letícia S.; Silva, José L. P. B. “Uma História do Antiatomismo: Possibilidades para o Ensino de Química.” *Química Nova na Escola*, 40, 1, (2018): 19.

40 Fernandes, Jomara M., Franco-Patrocínio, Sandra; Freitas-Reis, Ivoni “O químico e físico inglês Willian Crookes (1832-1919) e os raios catódicos: Uma adaptação tátil do tubo para o ensino de modelos atômicos para aprendizes cegos.” *História da Ciência e Ensino: construindo interfaces*, 17, (2018): 67-80.

Crookies e uma adaptação tátil do tubo para o ensino de modelos atômicos para aprendizes cegos. Já o trabalho de Ferreira e Peduzzi⁴¹ discutia os problemas referentes à história do átomo no ensino de química.

Em relação as competências e habilidades das ciências da natureza e suas tecnologias esta categoria concentra-se na competência 2 e 3, mais especificamente na habilidade 201 (analisar e utilizar modelos científicos) e 205 (utilizar noções de probabilidade e incerteza). Dois trabalhos, um sobre o antiatomismo⁴² e outro sobre a história do experimento de Franck-Hertz⁴³, preocupam-se também em promover debates por meio as seleção de fontes confiáveis e mostrar situações controversas sobre a aplicação dos conhecimentos (habilidades 302, 303 e 304).

CATEGORIA 4: TRABALHOS QUE ABORDAM O TEMA “GASES E TERMODINÂMICA”

Esta categoria contempla seis artigos (14%) e há pelo menos um trabalho em todas as revistas analisadas.

Os artigos de Gorri e Santin Filho (2009)⁴⁴, Aurani (2018)⁴⁵, Martorano et al (2014)⁴⁶ e Prado e Carneiro (2019)⁴⁷ apresentam conteúdos de química a partir de sua história, mas não levam suas propostas para a sala de aula.

Três artigos além de abordarem o tema “Gases e Termodinâmica” apresentam relatos de experiências de aplicação de sequências didáticas em salas de aula ou o levantamento de concepções de professores atuantes no Ensino Médio.

O único trabalho que apresenta um relato de atividade desenvolvida no ensino médio é intitulado “Do calórico ao calor: uma proposta de ensino de química na perspectiva histórica” que usa textos originais

41 Ferreira, Larissa M.; Peduzzi, Luiz O. Q. “Uma proposta textual frente a problemas referentes à história do átomo no ensino de química.” *Revista Brasileira de História da Ciência*, 7, 2, (2014): 261-278.

42 Meloni, R. A.; Viana, H. E. B. “O ensino de Química no Brasil e os debates sobre o atomismo: um estudo dos programas da educação secundária (1850-1931).” *Química Nova na Escola*, 39, 1, (2017): 46 -51.

43 De Castro, L et al. “Contextualização histórica do experimento de Franck-Hertz”. *História da Ciência e Ensino: construindo interfaces*, 16, (2017): 54-66.

44 Gorri, Ana P.; Santin Filho, Ourides “Representação de temas científicos em pintura do século XVIII: um estudo interdisciplinar entre química, história e arte.” *Química Nova na Escola*, 31, 3, (2009): 184-189.

45 Aurani, Katya M. “As ideias iniciais de Clausius sobre entropia e suas possíveis contribuições à formação de professores.” *Revista Brasileira de História da Ciência* 11, 1, (2018): 155-163.

46 Martorano, Simone A. A.; Carmo, Maria P.; Marcondes, Maria E. R. “A História da Ciência no Ensino de Química: o ensino e aprendizagem do tema cinética química.” *História da Ciência e Ensino: construindo interfaces*, 9, (2014): 19-35.

47 Prado, Leticia; Carneiro, Marcelo C. “O episódio histórico das teorias do flogisto e calórico: criando interfaces entre a História e Filosofia da Ciência e o Ensino de Química na busca pela humanização do trabalho científico.” *História da Ciência e Ensino: construindo interfaces*, 18, (2018): 153-180.

de Jane Marcet como geradores das discussões. Segundo Pulido e Silva⁴⁸ o trabalho foi desenvolvido com alunos de 1º ano do Ensino Médio e mostrou como o calor aparece em diferentes situações e que em todas se pode explorar seu potencial didático. Para os autores,

Este artigo pretendeu ser um relato da possibilidade de desenvolvimento de uma sequência didática, fundamentada teoricamente e factível pelo professor, que pudesse tornar o processo de ensino aprendizagem de um conteúdo mais significativo e efetivo, usando elementos de História da Ciência aliada à experimentação. Acreditamos que muitas outras possibilidades surjam a partir daí.⁴⁹

O trabalho de Martorano e Marcondes⁵⁰, apresentou

(...) as principais ideias e dificuldades que 20 professores de química, do ensino médio brasileiro, apontam sobre a inclusão da História da Química no ensino de cinética química. A partir da análise das questões respondidas pelos professores, podemos perceber que estes valorizam a História da Química por diferentes razões, contudo, eles não a abordam em suas aulas. Encontramos que as principais dificuldades que os professores apontam estão relacionadas à falta de material, ao não conhecimento do assunto e à falta de conhecimento de fontes que possam subsidiar a própria aprendizagem do professor com relação à abordagem histórica.

Chama nossa atenção o fato que em todos os trabalhos de revisão de materiais didáticos ou que fazem o levantamento de concepções de professores sobre o uso da HFC apresentam resultados semelhantes e discutem em sua maioria a falta de fontes de informação e discussões sobre o assunto, mostrando que há muito tempo este cenário vem sendo esquecido pelos pesquisadores e ou pouco divulgados.

Essas constatações vão também ao encontro dos resultados quantitativos encontrados neste trabalho, uma vez que 43 artigos é uma baixa quantidade de publicações levando em consideração o período e os periódicos analisados, ou seja, 3 periódicos em 10 anos completos de publicações. Considerando esse pequeno volume de dados não é difícil de imaginar que os professores de química em

48 Pulido, Marcelo D.; Silva, Aroldo N. "Do calórico ao calor: uma proposta de ensino de química na perspectiva histórica." *História da Ciência e Ensino: construindo interfaces*, 3, (2011): 58-59.

49 Ibid., 72-73.

50 Martorano, Simone A. A.; Marcondes, Maria E. R. "Investigando as ideias e dificuldades dos professores de química do ensino médio na abordagem da história da química." *História da Ciência e Ensino: construindo interfaces*, 6, (2012): 16.

exercício se sintam pouco preparados para ensinar seus conteúdos a partir da história e filosofia da ciência e que se faz urgente a promoção de cursos de formação continuada para professores com essa temática.

É interessante destacar que pela primeira vez há trabalhos preocupados com a competência 1 e 3, ou seja, a análise de fenômenos naturais e processos tecnológicos associados a investigações e resolução de problemas. Destacam-se nesta categoria as habilidades 101 e 302, que se relacionam diretamente a conversação e transformação da matéria e a promoção de debates em torno do tema gases e termodinâmica.

CATEGORIA 5: TRABALHOS QUE ABORDAM O TEMA “TABELA PERIÓDICA E PROPRIEDADES DA MATÉRIA”

Seis artigos (14%) pertencem a esta categoria, a partir da leitura atenta destes trabalhos podemos realocá-los em duas subcategorias, são elas: estudos historiográficos (4), propostas didáticas (2).

Quatro trabalhos tem o objetivo de apresentar estudos historiográficos sobre um cientista em particular e/ou a história de um tema relacionado a tabela periódica. São exemplos desta subcategoria, o trabalho de Galvão e Menezes⁵¹ cujo objetivo era apresentar uma “Breve discussão histórica sobre a “Descoberta” dos Lantanídeos e sua Relação com as Teorias de Luz e Cores de Maxwell e Einstein” e o trabalho de Prado⁵², que apresentava Dorothy Hodgkin e o processo de obtenção da estrutura cristalográfica da penicilina.

Em todos os trabalhos as propostas didáticas sobre o tema tabela periódica e propriedades da matéria foram aplicadas em sala de aula, Russo⁵³, por exemplo levou o livro “A Tabela Periódica” de Primo Levi para a sala de aula, segundo a autora,

A leitura de dois capítulos do livro foi mediada junto a alunos do terceiro ano do Ensino Médio. O objetivo foi compreender a possibilidade de emprego de sua leitura na formação de alunos do ensino médio, visando a interdisciplinaridade e despertar o interesse pela leitura. Observamos desconhecimento básico sobre acontecimentos recentes da história da humanidade, dificuldades na interpretação de texto, contudo percebemos após a leitura guiada dos dois capítulos uma melhor interpretação e compreensão dos fatos.⁵⁴

51 Galvão, Rodrigo; Menezes, Jorge F. S. “Breve Discussão Histórica sobre a “Descoberta” dos Lantanídeos e sua Relação com as Teorias de Luz e Cores de Maxwell e Einstein.” *Química Nova na Escola*, 38 (1), (2016): 25-32.

52 Prado, Leticia; Carneiro, Marcelo C. “O episódio histórico das teorias do flogisto e calórico: criando interfaces entre a História e Filosofia da Ciência e o Ensino de Química na busca pela humanização do trabalho científico.” *História da Ciência e Ensino: construindo interfaces*, 18, (2018): 153-180.

53 Russo, Ana L. R. G. “Primo Levi - Uma vida a descobrir.” *História da Ciência e Ensino: construindo interfaces*, 18, (2018): 140-152.

54 Ibid, 140.

Já Fernandes, Franco-Patrocínio e Freitas-Reis⁵⁵, divulgam a experiência da confecção e uso de uma Tabela Periódica adaptada para o Braille que valorizava a história da descoberta dos elementos químicos e de sua organização. Ainda nesta subcategoria podemos ver o trabalho de Vidal e Porto⁵⁶ que envolveu mais de cem alunos do primeiro ano do Ensino Médio de uma escola pública paulista em uma atividade sobre a história da Tabela Periódica, segundo os autores,

Observamos que aplicar a História da Ciência em sala de aula não é uma estratégia trivial. Alguns alunos não conseguiram relacionar as figuras com suas respectivas épocas. Entretanto, mesmo aqueles que não conseguiram propor a sequência cronológica esperada tiveram a oportunidade de refletir sobre a ideia de que as representações químicas sofreram modificações ao longo da história. A escola deve ser um espaço no qual existam momentos em que se pode errar e refletir sobre os enganos sem problemas. Tendo isso em mente, foi proposto aos alunos que não haveria prejuízo caso eles errassem, pois o que interessava para efeito de avaliação (e atribuição de uma nota) eram seu esforço e envolvimento com a atividade.⁵⁷

Os seis trabalhos apresentados nesta categoria apresentam as três competências específicas das Ciências da Natureza e suas Tecnologias como planos de fundo. Desatacam-se as habilidades relacionadas a composição e toxicidade dos materiais (104), os ciclos dos elementos (105), a análise e utilização de modelos científicos (201) e a utilização de noções de probabilidade e incerteza (205). Há trabalhos que evidenciam o enfrentamento de situações problema por meio da seleção de fontes confiáveis, debates relacionados a situações controversas e a apresentação das propriedades específicas dos materiais.

Apesar da abrangência destes trabalhos em relação ao desenvolvimento de competências e habilidades de CNT, a baixa produção encontrada nesta categoria, retrata a escassez das discussões sobre o uso da HFC como metodologia de ensino e a baixa produção de textos de professores e pesquisadores da área que divulguem boas práticas ou propostas para o uso em sala de aula, deixando o ensino deste tema a cargo dos materiais didáticos nem sempre preocupados em apresentar uma historiografia da ciência ajustada aos moldes modernos de ensino.

55 Fernandes, Jomara M., Franco-Patrocínio, Sandra; Freitas-Reis, Ivoni "Possibilidades para o fazer docente junto ao aprendiz cego em aulas de Química: uma interface com a história da Tabela Periódica." *História da Ciência e Ensino: construindo interfaces*, 18, (2018): 181-199.

56 Vidal, Paulo H. O.; Porto, Paulo A. "Representações químicas e a história da ciência em sala de aula." *História da Ciência e Ensino: construindo interfaces*, 10, (2014): 70-84.

57 Ibid., 80-81.

CATEGORIA 6: TRABALHOS QUE ABORDAM TEMAS DA “QUÍMICA INORGÂNICA”

Os conteúdos relacionados às teorias sobre ácidos e bases são predominantes nesta categoria, bem como as habilidades relacionadas ao debate sobre as contribuições favoráveis ou limitantes à manifestação da vida e a situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos (habilidades 202, 302 e 304).

Infelizmente poucos trabalhos envolvem-se neste tema, apenas 3 (6,9%) dos trabalhos analisados nesta pesquisa pertencem a esta categoria. O cenário torna-se ainda mais escasso quando vemos que apenas o trabalho de Da Silva e Santiago⁵⁸ descrevem uma atividade que foi levada à sala de aula. Estes autores relatam o uso combinado da HQ e softwares, para eles os alunos devem ter

(...) a compreensão da Química como uma atividade essencialmente humana, inserida no seio de outras atividades, reconhecendo que se trata de uma estrutura dinâmica e não algo pronto e acabado. Neste trabalho é proposta a abordagem dos aspectos históricos da Química, sua importância e contribuição, combinada ao emprego de uma ferramenta computacional interativa como espaço de experimentação no processo de ensino-aprendizagem⁵⁹

Os outros dois trabalhos desta categoria apresentam a história da utilização de indicadores de pH orgânicos⁶⁰ e definições de ácido e base ao longo do tempo⁶¹. Apesar de não apresentarem relatos de experiências didáticas, as discussões de ambos podem ser frutíferas para a exploração no ensino de química e elaboração de planos de aula sobre o tema.

CATEGORIA 7: TRABALHOS QUE ABORDAM O TEMA “RADIOATIVIDADE”

Assim como na categoria anterior, apenas três trabalhos, 6,9%, foram encontrados com este tema. O trabalho de Lima, Pimentel e Afonso⁶², apresentaram os primeiros usos do elemento rádio na sociedade do início do século XX, trazendo exemplos no

58 Da Silva, Marcos P.; Santiago, Maria A. “Proposta para o ensino dos conceitos de ácidos e bases: construindo conceitos através da História das Ciências combinada ao emprego de um software interativo de livre acesso.” *História da Ciência e Ensino: construindo interfaces*, 5, (2012): 49-82.

59 Ibid., 48.

60 Bellettato, Rafael D. “Utilização de indicadores orgânicos de pH no ensino de ácidos e bases: considerando alguns aspectos históricos.” *História da Ciência e Ensino: construindo interfaces*, 6, (2012): 71-77.

61 Souza, Cleuzane R.; Silva, Fernando C. “Discutindo o contexto das definições de ácido e base.” *Química Nova na Escola*, 40, 1, (2018): 14-18.

62 Lima, Rodrigo Da S.; Pimentel, Luiz C. F.; Afonso, Júlio C. “O despertar da radioatividade ao alvorecer do século XX.” *Química nova na escola*, 33, 2, (2011): 93-99.

(...) qual a aplicação e a receptividade iniciais de uma descoberta científica precederam o reconhecimento dos perigos a ela associados. Decorridos cerca de 30 anos após os primeiros relatos sobre a radioatividade, os primeiros congressos de radiologia, os primeiros estudos científicos e as primeiras legislações trabalhistas mostravam uma nova forma de trabalhar com a radiação, traduzindo-se também no abandono paulatino das aplicações e práticas propostas no início do século XX.⁶³

Apesar de não ser uma atividade didática, este texto e as ilustrações que nele se vê são muito interessantes para o uso no Ensino de Química, pois mostram cosméticos e propagandas de produtos radioativos podendo ser discutido também a relação entre desenvolvimento científico e sustentabilidade dentro da sociedade, abordando desde o consumismo desenfreado, até o entendimento da natureza para a saúde humana.

Os dois últimos trabalhos desta categoria apresentam propostas didáticas, mas não apresentam relatos de experiência sobre a realização destas atividades. Desta forma entendemos que tratam de materiais de apoio ao professor.

O trabalho de Barp⁶⁴, busca retratar o contexto histórico da descoberta da radioatividade e os personagens que contribuíram para este episódio desmistificando ideias sobre “a química como uma ciência pronta ou como verdade absoluta e a questão dos pioneiros ou do pai (pai da química, pai da física)”⁶⁵

Por fim Pinto e Marques⁶⁶ apresentam um material de história da ciência para o apoio do trabalho do professor em que são apresentados cinco planos de aula para a primeira série do Ensino Médio sobre o tema radioatividade, para os autores esta atividade é

(...) promissora no sentido de suprir a deficiência de conteúdo ao se trabalhar somente com o auxílio do livro didático, visando, dessa forma, um aprendizado mais abrangente e com maior adequação de conteúdo para a alfabetização científica dos alunos, o que nos trouxe extrema motivação em desenvolvê-lo.⁶⁷

É possível encontrar nestes artigos todas as informações necessárias para o trabalho com a história da radioatividade de maneira adequada aos objetivos e abordagens esperados na historiografia moderna, ficando a cargo do professor adaptá-la a sua realidade escolar. Em relação as competências e habilidades,

63 Ibid., 97.

64 Barp, Ediana “Contribuições da História da Ciência para o Ensino da Química: Uma Proposta para Trabalhar o Tópico Radioatividade.” *História da Ciência e Ensino: construindo interfaces*, 8, (2013): 50-67.

65 Ibid., 50.

66 Pinto, Giovana T.; Marques, Deividi M. “Uma Proposta Didática na Utilização da História da Ciência para a Primeira Série do Ensino Médio: A Radioatividade e o cotidiano.” *História da Ciência e Ensino: construindo interfaces*, 1, (2010): 27-57.

67 Ibid., 49.

identificamos a preocupação em abordar as habilidades 103 e 104, ou seja, a oportunidade de analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos por meio de discussões sobre os riscos e benefícios da radiação e sobre a composição e toxicidade de materiais. Além disso, no trabalho de Barp, foi possível identificar a possibilidade do desenvolvimento da habilidade 201, que se refere a utilização e análise de modelos científicos.

CATEGORIA 8, 9 E 10: TRABALHOS QUE ABORDAM OS TEMAS “ESTEQUIOMETRIA”; “EQUILÍBRIO QUÍMICO” E “MÉTODOS DE SEPARAÇÃO”

Por apresentarem apenas um artigo cada para análise, optamos por discutir as categorias de 8 a 10 juntas. De forma geral é preocupante ver que em um decênio de publicações de três revistas conceituadas na área encontramos apenas um artigo sobre cada tema. Na nossa opinião, torna-se uma missão quase impossível fazer com que o professor do ensino médio tome conhecimento destes trabalhos por si, uma vez que são pouco significativos até mesmo no cenário acadêmico.

O artigo selecionado sobre o tema estequiometria de autoria de Freitas da Silva; Silva; Dos Reis⁶⁸, é voltado para a formação inicial de professores e foi desenvolvido durante um minicurso em que foram aplicados dois questionários, o primeiro versando sobre o conhecimento prévio dos graduandos acerca da História da Ciência no ensino e o segundo sobre as contribuições do uso das aulas de química atribuídas à Princesa Isabel no conteúdo de estequiometria. Os autores concluem que

os graduandos conhecem superficialmente acerca da História da Ciência no ensino e que após a realização do minicurso houve um maior interesse pela História da Ciência além da constatação que a mesma contribuiu na construção do pensamento crítico, na contextualização e na interdisciplinaridade, tornando o conteúdo de estequiometria mais prazeroso e significativo.⁶⁹

Entendemos que atividades como esta, apesar de serem pontuais ajudam na desmistificação e no treinamento do uso da HC no ensino de química, o que diante das considerações dos autores analisados nesta pesquisa é fator imprescindível e primordial para o atual cenário brasileiro. Este trabalho também desenvolve as habilidades 101 e 201, ou seja, a análise e utilização de modelos científicos sobre a utilização

⁶⁸ Freitas Da Silva, Cassia P., Silva, Maria D. B.; Dos Reis, André S. “Princesa Isabel e a estequiometria: a contribuição da História da Ciência para o processo de ensino e aprendizagem numa abordagem voltada para formação de professores.” *História da Ciência e Ensino: construindo interfaces*, 18, (2018): 106-127.

⁶⁹ Ibid., 106.

e transformação de matéria em energia e, portanto, mostra-se extremamente atualizada e de acordo com as diretrizes da BNCC.

Os dois últimos temas analisados “Equilíbrio Químico” e “Métodos de Separação” apresentam artigos do tipo relatos de experiências didáticas.

Silva e Pataca⁷⁰, propõem o ensino de Equilíbrio Químico a partir dos trabalhos de Fritz Haber no contexto da Primeira Guerra Mundial. Concordamos com os autores, pois a medida que esta atividade foi realizada se pode trazer à tona a “discussão de como os interesses pessoais, políticos, governamentais, humanitários, bélicos e científicos permeiam a prática científica”⁷¹. Estas discussões são fundamentais e contribuem “para tornar a aula mais dialogada, com os estudantes assumindo um maior protagonismo, como no momento da leitura do texto e no debate”⁷².

Por fim, Andrade e Silva⁷³ apresentam por meio de gravuras a evolução do processo de destilação, partindo das primeiras montagens e utensílios datados do Egito antigo até a destilação moderna. Segundo os autores,

(...) a sequência didática contribuiu para a evolução do entendimento dos estudantes sobre o processo de destilação, pois os mesmos manifestaram mudanças em seus discursos no momento da atividade realizada na última aula: a maioria dos estudantes aplicou o método correto (destilação simples ou fracionada) à mistura que seria separada. Mesmo que, em alguns casos, os estudantes não tenham detalhado, por exemplo, a coluna de fracionamento na destilação fracionada, entende-se que o conceito foi adquirido por eles na medida que aplicaram o conceito ao propósito correto, fazendo as adaptações na montagem do experimento com os materiais que possuíam em seu cotidiano.⁷⁴

Estes temas trouxeram a tona principalmente as habilidades relacionais a terceira competência específica das CNT, representadas nos trabalhos pelas habilidades 301, 302, 304, 306 e 307.

O enfrentamento de situações-problema sob a perspectiva científica, a promoção de debates a respeito de situações controversas e discussões acerca do uso de equipamentos de segurança e as propriedades específicas dos materiais mostram a evolução dos materiais e utensílios usados para

70 Silva, Aroldo N.; Pataca, Ermelinda M. “O Ensino de Equilíbrio Químico a partir dos trabalhos do cientista alemão Fritz Haber na síntese da amônia e no programa de armas químicas durante a Primeira Guerra Mundial.” *Química Nova na Escola*, 40, 1, (2018): 33-43.

71 Ibid., 40.

72 Ibid., 40.

73 Andrade, Marcella F. D.; Silva, Fernando C. “Destilação: uma sequência didática baseada na História da Ciência.” *Química Nova na Escola* 40, 2, (2018): 97-105.

74 Ibid., 104.

destilação promove o entendimento sobre a provisoriedade dos conhecimentos científicos e a necessidade de contínuo estudo para melhoria de técnicas e modelos ao longo da história.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em dez anos de publicações das três revistas brasileiras analisadas observamos que dez temas de química foram considerados, mesmo que em alguns casos como os temas estequiometria e equilíbrio químico, por exemplo, tenhamos encontrado apenas um trabalho.

Alegra-nos constatar que temas geradores para o ensino de química que exaltam a interdisciplinaridade das ciências abrangeu 20% dos trabalhos analisados, uma vez que este tipo de abordagem se faz constantemente presente nas demandas da BNCC e em avaliações como o ENEM mostrando a atualização dos profissionais da área de HFC quanto a este quesito.

Das três revistas consultadas, as revistas: Química Nova na Escola e História da Ciência e Ensino abrangem mais de 90% das publicações sobre história da química mostrando o quando este campo ainda encontra-se em construção e necessita de divulgação em periódicos tradicionais como na própria sociedade brasileira de história da ciência, e na Revista Brasileira de História da Ciência.

Além da baixa produção sobre o assunto, nossa análise mostrou também certa escassez de publicações (quando se pensa no período analisado) diretamente voltadas para orientações dos professores sobre o uso da história da ciência em sala de aula. Dos 43 trabalhos analisados, 20 (46,5%) apresentavam relatos de experiências de sala de aula ou orientações para elaboração de planos de aula tendo a HC como preocupação metodológica central.

Porém, entendemos que todos os trabalhos aqui citados tem a potencialidade de serem usados pelo professor em salas de aula do Ensino Médio, uma vez que estes trabalhos apresentam episódios e personagens importantes da história da química cabendo mais uma vez ao professor fazer adaptações e planejar aulas que aproximem o aluno da ciência mostrando o quão rica pode ser a formação do cidadão protagonista de seu aprendizado e ciente das relações entre ciência e outros campos, como a sociedade, economia, cultura, política e tecnologia.

Por fim, concluímos que se a deficiência na abordagem historiográfica é grande nos materiais didáticos brasileiros também o é nas publicações em periódicos, mais especificamente sobre o tema história da química e seu ensino.

SOBRE OS AUTORES:

Leticia do Prado

Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências, Campus de Bauru

leticiadpd@gmail.com

Lucas de Melo Trentin

Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências, Campus de Bauru

Artigo recebido em 13 de julho de 2020
Aceito para publicação em 29 de outubro de 2020