

## História e filosofia da ciência em periódicos brasileiros: Um referencial para os professores de química

Flávio Tajima Barbosa  
Joanez Aparecida Airez

### Resumo

*A implementação efetiva da abordagem História e Filosofia da Ciência (HFC) no Ensino de Ciências ainda é um desafio, principalmente pelas dificuldades da maioria dos professores em tratar da temática, devido à quase ausência desse tema em sua formação. Tendo por base essas considerações, este trabalho tem como objetivo fornecer alguns elementos que permitam ao professor analisar aspectos da HFC presentes em artigos publicados em periódicos da área de Ensino de Ciências. Salienta-se que não se pretende com isso que o professor de Química seja um historiador da Ciência, mas que conheça alguns aspectos básicos que o instrumentalizem no sentido de não transmitir aos alunos informações simplistas e reducionistas sobre o que é o empreendimento científico e, principalmente, como a Ciência é construída.*

**Palavras-chave:** História e Filosofia da Ciência; Ensino de Química; Formação de professores.

### Abstract

*The effective implementation of the History and Philosophy of Science (HFC) approach in Science Teaching is still a challenge, mainly due to the difficulties of most teachers in dealing with the subject, due to the almost absence of this theme in their training. Based on these considerations, this paper aims to provide some elements that allow the teacher to analyze aspects of HFC present in articles published in periodicals in the area of Science Teaching. It should be emphasized that this is not intended to mean that the chemistry teacher should be a historian of science, but that he / she knows some basic aspects that instrumentalize it in the sense of not transmit to the students simplistic and reductionist information on what is the scientific enterprise and, especially, how science is built.*

**Keywords:** History and Philosophy of Science; Chemistry teaching; Teacher formation.

### INTRODUÇÃO

A implementação efetiva da abordagem HFC no Ensino de Ciências ainda é um desafio. Höttecke & Silva<sup>1</sup> salientam que a problemática que envolve a implementação da HFC é a mesma que envolveria qualquer outro tipo de inovação curricular. A atitude do professor frente a alguma inovação curricular pode impedir ou potencializar o seu processo de implementação. Portanto, compreender a hesitação, ou mesmo a recusa dos professores, em ensinar a partir da abordagem HFC é um pré-requisito para a superação dos obstáculos ainda presentes na utilização desta abordagem. Assim, de acordo com Höttecke & Riess<sup>2</sup>, os esforços para a implementação da HFC não podem ignorar as

<sup>1</sup> Dietmar Höttecke & Cibelle C. Silva, "Why Implementing History and Philosophy in School Science Education is a Challenge: an Analysis of Obstacles," *Science and Education* 20 (2011): 293-316.

<sup>2</sup> Dietmar Höttecke & Falk Riess, "Developing and Implementing Case Studies for Teaching Science with the Help of History and Philosophy," in *Paper Presented at the Tenth International History, Philosophy and Science Teaching Conference*, South Bend, USA, 2009.

perspectivas dos professores, suas crenças sobre o ensino e a aprendizagem, seus objetivos, sua compreensão epistemológica e suas dúvidas sobre a relevância da HFC.

Henke & Höttecke<sup>3</sup> argumentam que alguns dos obstáculos ainda encontrados para que ocorram as já tão discutidas e necessárias mudanças na educação envolvem a estrutura organizacional tradicional das escolas, o ensino centrado no professor, a falta de conhecimentos e habilidades dos professores, bem como a resistência às mudanças que alguns apresentam, devido principalmente à idade, experiência e à formação acadêmica.

McComas & Kampourakis<sup>4</sup> salientam que, mesmo com uma lista de aspectos-chave da Natureza da Ciência (NdC)<sup>5</sup>, o desafio que se apresenta aos professores é como abordá-los de modo que sejam atraentes aos alunos. Os autores ressaltam que a NdC é melhor compreendida quando é contextualizada, pois dessa forma os estudantes aprendem sobre esta enquanto exploram o conteúdo tradicional das Ciências.

Nesse sentido, a História da Ciência oferece oportunidades para os alunos realizarem estudos de caso, por meio do exame de eventos históricos relevantes ou explorando algo da história pessoal dos cientistas ou de suas descobertas. Além disso, esta possibilita também a “reflexão e discussão da gênese e da transformação de conceitos sobre a natureza, as técnicas e as sociedades, bem como a análise dos diversos modelos de elaboração de conhecimentos”<sup>6</sup>.

No entanto, a inclusão da História da Ciência no Ensino de Ciências deve ser planejada tão cuidadosamente como requer qualquer outro material instrucional. De acordo com Forato et al.<sup>7</sup>, o uso da História da Ciência no Ensino de Ciências deve ser realizado com cautela, já que qualquer narrativa histórica encerra uma determinada visão sobre a Ciência e os processos de sua construção. O principal problema, segundo estes autores, é que nos ambientes educacionais ainda são encontradas reconstruções históricas de cunho empírico-indutivista ingênua sobre a construção da Ciência.

Dessa forma, os autores apontam três elementos que merecem ser considerados na escolha de determinado conteúdo histórico que visem elucidar questões relativas à NdC: “o tema histórico deve favorecer os objetivos epistemológicos pretendidos, deve estar adequado ao ambiente educacional em questão e deve contemplar aspectos viáveis para as possibilidades do professor poder tratar o tema

---

<sup>3</sup> Andreas Henke & Dietmar Höttecke, “Physics Teachers’ Challenges in Using History and Philosophy of Science in Teaching,” *Science and Education* 24 (2015): 349-385.

<sup>4</sup> William McComas & Kostas Kampourakis, “Using the History of Biology, Chemistry, Geology, and Physics to Illustrate General Aspects of Nature of Science,” *Review of Science, Mathematics and ICT Education* 9, nº 1 (2015): 47-76.

<sup>5</sup> A natureza da Ciência é entendida como um conjunto de elementos que tratam da construção, estabelecimento e organização do conhecimento científico.

<sup>6</sup> Maria Helena R. Beltran, Fumizaku Saito, & Lais dos S. P. Trindade, *História da Ciência para Formação de Professores* (São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014), 101.

<sup>7</sup> Thaís C. de M. Forato, Maurício Pietrocola, Roberto de A. Martins et al., “Historiografia e Natureza da Ciência na Sala de Aula,” *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* 28, nº 1 (2011): 27-59.

adequadamente”<sup>8</sup>. Assim, um aspecto-chave para a minimização de tais problemas seria um curso de formação de professores que contemplasse a abordagem histórica dos conteúdos científicos, de modo que o professor fosse preparado para avaliar estas questões, bem como para identificar anacronismos e erros históricos presentes nos textos.

Buscando minimizar a problemática relacionada à formação de professores em HFC, este trabalho tem como objetivo fornecer alguns subsídios para que os docentes possam utilizar artigos de Ensino de Ciências que tenham como temática a HFC. Para tanto, apresentamos a seguir um levantamento no qual foram analisados artigos de periódicos de Ensino de Ciências segundo a concepção de NdC neles presentes. Salientamos que foram analisados apenas os artigos que se referiam à Química.

## METODOLOGIA

Os artigos foram selecionados a partir de dez periódicos nacionais da área de Ensino de Ciências. O critério de seleção das revistas foi baseado na amplitude e divulgação destas como referência da produção nacional em Ensino de Ciências, bem como a classificação Qualis A e B. O QUADRO 1 apresenta a lista das revistas consultadas, bem como o Qualis CAPES do ano de 2016 relativo à área de Ensino.

A seleção dos artigos foi realizada com base nas seguintes palavras-chave: História e Filosofia da Ciência, História da Ciência, Filosofia da Ciência, Natureza da Ciência, presentes no título, resumo e palavras-chave. Quando a compreensão do assunto abordado no artigo não era clara devido à ausência de informações nessas fontes lia-se o artigo na íntegra para uma melhor compreensão e categorização. Na leitura, o foco estava na centralidade da presença da temática HFC nas discussões apresentadas pelos autores.

De um total de 3501 artigos pesquisados, 90<sup>9</sup> constituem-se como objeto de investigação desta pesquisa, ou seja, tratam da abordagem HFC no Ensino de Química. O período selecionado para esta seleção foi desde as primeiras publicações de cada revista até o ano de 2015.

Os artigos foram agrupados de acordo com temas/conteúdos. Levando-se em conta a diversidade dos artigos analisados, apontamos possíveis associações que podem ser feitas entre eles, de modo a complementá-los. Assim, a seguir, indicamos uma série de artigos que, se utilizados em conjunto, podem ser uma ferramenta valiosa na abordagem HFC.

---

<sup>8</sup> Ibid., 44.

<sup>9</sup> Uma lista com todos os artigos analisados encontra-se na dissertação de mestrado do autor 1.

Quadro 1: Revistas de Ensino de Ciências<sup>10</sup>

Revista	Qualis Capes Ensino (2016)
Ciência & Educação	A1
Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências	A2
Investigações em Ensino de Ciências	A2
Revista Brasileira de Pesquisa em Ensino de Ciências	A2
Acta Scientiae	B1
Alexandria	B1
Experiências em Ensino de Ciências	B1
Química Nova na Escola	B1
Revista Brasileira de História da Ciência	B1
História da Ciência e Ensino	B4

## RESULTADOS

Apresentamos a seguir a análise dos resultados encontrados nesta pesquisa. Inicialmente comentamos os temas gerais de que tratam os artigos para, em seguida, apresentarmos os artigos agrupados por conteúdo.

Constatamos que muitos dos trabalhos selecionados tratavam basicamente de *estudos históricos do desenvolvimento de teorias* e de *relatos históricos*. A presença desse tipo de trabalho permite que o professor entre em contato com material histórico adequado, e que supere pelo menos uma das dificuldades encontradas pelos professores em utilizar a abordagem HFC, que é a falta de referências históricas em relação aos conteúdos químicos.

Em muitos trabalhos verificamos que a abordagem em relação à História da Ciência (HC) preferida pelos autores é a explícita e reflexiva, na qual o estudante é levado a discutir e refletir sobre as relações entre a NdC e o conteúdo trabalhado em sala, buscando desenvolver um entendimento próprio sobre as questões que são colocadas, com o professor mediando discussões e reflexões sobre a NdC. A História da Ciência foi utilizada pela grande maioria dos artigos como oportunidades para os alunos realizarem estudos de caso, por meio do exame de eventos históricos relevantes ou explorando algo da história pessoal dos cientistas ou de suas descobertas.

As propostas em geral foram abordadas com a utilização de textos, demonstrando a importância que os professores atribuem à leitura como instrumento para a aquisição de

<sup>10</sup> Elaborado pelos autores

conhecimentos. Associados a questionários, os textos apresentavam fragmentos da HC relacionados ao conteúdo de Química abordado.

Em relação à variedade de recursos pedagógicos de cunho histórico-filosófico utilizados nas propostas didáticas, as abordagens que utilizam textos históricos ainda predominam. A diversidade de outros recursos, mesmo que pequena, existe, e algumas propostas didáticas apresentadas nos artigos utilizam diferentes técnicas de ensino, como peças de teatro e simuladores. Importante ressaltar que não foram localizados artigos se utilizando de experimentos numa abordagem histórica, o que caracteriza um campo muito fértil ainda para eventuais novas pesquisas.

Os trabalhos em geral procuram mostrar o caráter histórico e dinâmico da Ciência, sendo ela uma atividade coletiva que é influenciada por fatores externos. Todas essas concepções de NdC reforçam a ideia de que a atividade científica não é rígida, algorítmica, imutável e regida por leis eternas, e que os cientistas não são seres geniais que em momentos de *insight* fazem grandes descobertas. É possível, por meio dessas concepções, que os alunos compreendam a Ciência como uma atividade essencialmente humana, com uma história de rupturas e controvérsias construída por homens e mulheres ao longo dos séculos.

### **SUBSÍDIOS DA ABORDAGEM HFC PARA O ENSINO DE QUÍMICA**

Os artigos selecionados apresentam uma diversidade de temas/conteúdos, bem como de categorias relacionadas à abordagem HFC. A seguir, é apresentada uma relação de artigos que foram agrupados em função da sua complementaridade, e que podem, assim, serem utilizados em conjunto, de modo que um possa subsidiar o outro em relação ao tópico trabalhado. Pretende-se com isso fornecer subsídios ao professor que queira trabalhar com algum conteúdo químico específico utilizando a abordagem HFC. Acredita-se que os artigos selecionados possibilitam boas reflexões sobre as bases desta abordagem, de modo a instrumentalizar o professor para uma discussão crítica sobre a NdC em sala de aula. Sendo assim, o objetivo da presente seção é apresentar uma seleção dos artigos, agrupados por temas/conteúdos, juntamente com as possibilidades de abordagem HFC.

#### **Experimentação**

Alguns dos artigos analisados, especialmente aqueles sobre experimentação, fornecem bons subsídios para a discussão de aspectos teóricos sobre o método científico. Gil Perez et al.<sup>11</sup> lembram que em geral “Apresenta-se o ‘método científico’ como um conjunto de etapas a seguir mecanicamente. [...] recusando tudo o que se refere à criatividade, ao carácter tentativo, à dúvida [...]”. Esta concepção

---

<sup>11</sup> Daniel Gil-Pérez et al., “Para uma Imagem não Deformada do Trabalho Científico,” *Ciência & Educação* 7, nº 2 (2001): 125-153.

pode ser enfrentada quando se apresenta o pluralismo metodológico, evidenciando o fato de que não há um único método que garanta o desenvolvimento do conhecimento científico.

O artigo *O papel da Experimentação no Ensino de Ciências*<sup>12</sup> procura mostrar como o papel atribuído à experimentação mudou ao longo de diferentes períodos. São apresentados aspectos do pensamento aristotélico, que atribuía um valor menor aos experimentos; o pensamento moderno, baseado no empirismo de Bacon<sup>13</sup> e no racionalismo cartesiano; até o pensamento contemporâneo, especialmente aquele desenvolvido por Bachelard<sup>14</sup>, que dá ênfase ao processo dialógico existente entre teoria-experimento, denominado racionalismo aplicado, no qual os experimentos não mais se resumem a coleta de dados da natureza, mas sim contribuem para a constituição de dados, por meio do uso da razão e da teoria.

Da mesma maneira, no artigo *Contribuições Pedagógicas e Epistemológicas em Textos de Experimentação no Ensino de Química*<sup>15</sup>, encontra-se o argumento de que um entendimento acerca da natureza epistemológica da experimentação é necessário, “de tal modo que a realização de atividades experimentais contribua para enriquecer o conhecimento discente a respeito do papel da experimentação na produção do conhecimento científico”<sup>16</sup>. Os autores defendem que as atividades experimentais precisam contribuir para problematizar entendimentos errôneos sobre a NdC, tais como o fato de que a experimentação tem como única finalidade mostrar uma teoria verdadeira e que o modo de trabalhar em Ciências é reduzido à experimentação. Nesse sentido, destaca-se, ao longo do artigo, a necessidade de compreensão do papel do experimento e sua importância.

Em uma proposta didática que trata do tema experimentação, o artigo *O Indutivismo Ingênuo nas Atividades Experimentais Iniciais de um Curso de Graduação em Química: O Experimento da Vela*<sup>17</sup> avaliou um curso introdutório de química laboratorial. Para compreender o “método científico”, os alunos dessa disciplina foram incentivados a fazer observações de uma vela acesa, anotando os fenômenos que se processam em sua combustão, reforçando assim uma visão distorcida da Ciência. Os autores constataram que o Método Indutivo de Bacon ainda está presente nas atividades práticas experimentais (tanto no pensamento do aluno como de professores e materiais didáticos), com o predomínio de uma linguagem considerada de senso comum.

<sup>12</sup> Marcelo Giordan, “O Papel da Experimentação no Ensino de Ciências,” *Química Nova na Escola* 10 (1999): 43-49.

<sup>13</sup> Francis Bacon (1561-1626) é considerado o pai do empirismo moderno por ter formulado os fundamentos dos métodos de análise e pesquisa da ciência moderna. Para ele a verdadeira ciência é a ciência das causas e seu método é conhecido como racionalista experimental.

<sup>14</sup> Gaston Bachelard (1884-1962) foi um filósofo e poeta francês que dedicou grande parte da sua obra à filosofia da descoberta científica, a qual procurou harmonizar com a filosofia da criação artística.

<sup>15</sup> Fábio P. Gonçalves & Carlos A. Marques, “Contribuições Pedagógicas e Epistemológicas em Textos de Experimentação no Ensino de Química,” *Investigações em Ensino de Ciências* 11, n° 2 (2006): 219-238.

<sup>16</sup> *Ibid.*, 234.

<sup>17</sup> Ourides S. Filho, Vanessa K. Tsukada, & Jaime da C. Cedran, “O Indutivismo Ingênuo nas Atividades Experimentais Iniciais de Curso de Graduação em Química: O Experimento da Vela,” *História da Ciência e Ensino: Construindo Interfaces* 2 (2010): 48-75.

Nesse sentido, a fim de elucidar as visões distorcidas apresentadas pelos alunos em relação à NdC, e como superá-las, o artigo *Como a Química Funciona?*<sup>18</sup> traz elementos importantes para a compreensão de como se dá a relação entre teoria e lei, apresentando exemplos da evolução de um conceito com exercícios para que os professores possam utilizá-los em sala de aula em conjunto com seus alunos.

### Teorias ácido-base

Os artigos desta temática possibilitam refletir sobre a historicidade da ciência, uma vez que, em geral, são apresentados aos alunos apenas “os conhecimentos já elaborados, sem mostrar os problemas que lhes deram origem, qual foi a sua evolução, as dificuldades encontradas etc., e não dando igualmente a conhecer as limitações do conhecimento científico atual nem as perspectivas que, entretanto, se abrem”<sup>19</sup>. Outra possibilidade de reflexão apresentada nesses artigos diz respeito às continuidades e descontinuidades presentes na construção da Ciência.

O artigo *Proposta para o Ensino dos Conceitos de Ácidos e Bases: Construindo Conceitos por Meio da História da Ciência Combinada ao Emprego de um Software Interativo de Livre Acesso*<sup>20</sup> aborda um longo período de tempo, apresentando a conceituação de ácidos e bases desde a antiguidade até a teoria de Lewis. Ao falar sobre Lavoisier, cita também o livro publicado pelo químico brasileiro Vicente Coelho de Seabra Silva Telles, que estava a par dos últimos desenvolvimentos desta Ciência e publicou uma obra intitulada *Elementos de Química*, em 1788, um ano antes do *Tratado Elementar de Química* de Lavoisier, no qual apresentava os conceitos mais importantes e recentes da época. Foi um dos primeiros cientistas a aceitar as ideias de Lavoisier, mas, infelizmente, sua obra não teve a divulgação e o reconhecimento merecidos. O artigo é interessante, pois apesar de em alguns momentos apresentar certa linearidade e whiggismo<sup>21</sup>, apresenta as teorias de cada época, relatando o que cada teoria representava e como se adequava àquele momento. É possível perceber a evolução das teorias, que com o passar do tempo ficaram cada vez mais abrangentes. Mostra claramente como cada teoria foi superando a anterior, estendendo-se a um número cada vez maior de substâncias, dependendo sempre de conhecimentos relacionados a outras áreas da Química, evidenciando, portanto, a unificação do conhecimento químico. O autor também utiliza documentos originais, como o livro de Silva Telles, o que torna o artigo ainda mais rico do ponto de vista historiográfico. Ao final, o artigo mostra como utilizar um *software* de livre acesso que possibilita ao professor simular testes de

<sup>18</sup> Murilo C. Leal, “Como a Química Funciona?,” *Química Nova na Escola* 14 (2001): 8-12.

<sup>19</sup> Gil-Pérez et al., 131.

<sup>20</sup> Marcos P. Silva & Maria A. Santiago, “Proposta para o Ensino dos Conceitos de Ácidos e Bases: Construindo Conceitos por Meio da História da Ciência Combinada ao Emprego de um Software Interativo de Livre Acesso,” *História da Ciência e Ensino: Construindo Interfaces* 5 (2012): 48-82.

<sup>21</sup> A acepção historiográfica desse termo alude a uma corrente específica de historiadores que estudavam o passado com referência aos dias atuais, e que usavam o presente para elucidar o passado.

pH em diferentes substâncias como café, saliva e sabão, para verificar se a substância apresenta caráter ácido, básico ou neutro.

Já o artigo *Teorias Ácido-Base do Século XX*<sup>22</sup> trata de um período mais recente, o século XX, e discute teorias ácido-base que não são contempladas no *Proposta para o ensino...* Este artigo possibilita observar que as teorias ácido-base foram surgindo como uma generalização da precedente, não se contrapondo frontalmente. Cada teoria abarca um universo próprio de reações químicas que vai se ampliando, procurando abranger cada vez mais os fenômenos conhecidos, de modo que cada teoria antiga vai se tornando um caso particular da nova. A abordagem da construção do conhecimento científico apresentada neste artigo, a qual não apresenta rupturas muito marcadas entre uma teoria e outra, permite uma reflexão a respeito da não linearidade desta, porém, principalmente sobre as continuidades e descontinuidades presentes nessa construção.

O autor também elenca as qualidades do que considera uma boa teoria, o que ajuda a compreender os conceitos sobre NdC, aspecto esse não contemplado pelo *Proposta para o ensino...*

Uma 'boa' teoria, além de explicar os fatos de seu domínio, tem também que gerar pesquisas, propor problemas e fazer previsões que, ao serem confirmadas, além de darem um embasamento mais forte à teoria, geram também novas pesquisas e assim por diante. Uma 'boa' teoria necessita também ser prática, simples e funcional, para que possa ser facilmente utilizada pelos pesquisadores e também ensinada. Todas as teorias mencionadas foram 'boas' no sentido de explicar. Pode-se dizer também que foram práticas, simples e funcionais, também em seu tempo.<sup>23</sup>

Assim, esses dois artigos podem ser utilizados em conjunto, já que um trata dos aspectos históricos mais remotos das teorias ácido-base, e o outro apresenta as teorias do século XX.

### Atomismo

Nos artigos sobre atomismo, encontram-se definições sobre o que é o átomo e, principalmente, discussões relacionadas à aceitação ou não da sua existência. Estes apresentam, portanto, a possibilidade de se refletir sobre as controvérsias que fazem parte da construção da ciência.

No artigo *O Congresso de Karlsruhe e a Busca do Consenso sobre a Realidade Atômica no Século XIX*<sup>24</sup>, a autora mostra como a comunidade dos químicos enfrentou muitas divergências no campo teórico a respeito de questões fundamentais para o avanço da Química, como debates sobre o

<sup>22</sup> Aécio P. Chagas, "Teorias Ácido-Base do Século XX," *Química Nova na Escola* 9 (1999): 28-30.

<sup>23</sup> *Ibid.*, 30.

<sup>24</sup> Maria C. M. Oki, "O Congresso de Karlsruhe e a Busca do Consenso sobre a Realidade Atômica no Século XIX," *Química Nova na Escola* 26 (2007): 24-28.

atomismo. Na busca de consenso sobre tais questões, bem como de regras para a sua utilização, os cientistas reuniram-se em muitos congressos científicos, sendo o mais importante deles o Congresso de Karlsruhe, que aconteceu em 1860, no qual foram discutidas definições de átomos, moléculas e equivalentes, buscando trazer coerência para as disputas nesse campo. Ao longo do artigo é possível vislumbrar o papel das controvérsias na construção do conhecimento científico. A autora mostra com clareza as disputas que haviam em pleno século XIX entre atomistas e equivalentistas, sendo que os primeiros prezavam pela existência dos átomos, enquanto os segundos admitiam apenas as relações entre as diferentes substâncias. A presença de menção a fatores externos à Ciência também é evidente no artigo:

A interferência de fatores políticos e sociais nos rumos da Ciência é evidente nesse episódio. Berthelot se destacou também como político, tendo ocupado importantes cargos públicos como senador da República, presidente da Academia de Ciências e ministro da Instrução Pública. A presença no governo possibilitou sua ação no sentido de afastar atomistas que ocupavam postos de destaque no meio governamental e a adoção da notação equivalentista na França, mesmo quando os físicos já se ocupavam com a caracterização do elétron.<sup>25</sup>

O trecho acima indica como a adoção de uma ou outra convenção para as notações científicas muitas vezes foge do caráter apenas técnico, sendo adotadas as preferências daquele que está no poder.

Outros dois artigos mostram a importância da teoria atômica para o desenvolvimento da Química nos séculos XIX e XX, dando ênfase a Jean Perrin, que demonstrou de diversas maneiras o valor da constante de Avogadro. No artigo *Os Noventa Anos de Les Atomes*<sup>26</sup>, o autor explora a importância dada à teoria atômica e como a sua consolidação permitiu o desenvolvimento de inúmeras áreas que compreendem a Ciência Química. O mesmo autor, Aécio Pereira Chagas, mostra em outro artigo, *Existem Átomos? (Abordando Jean Perrin)*<sup>27</sup>, de forma sumária, o desenvolvimento da teoria atômico-molecular a partir do início do século XIX até os anos que antecedem a publicação do livro de Perrin. Os artigos permitem compreender algumas controvérsias existentes entre os que acreditavam ou não na existência dos átomos, e como estes exerceram papel fundamental para o desenvolvimento de outras áreas científicas, como a física atômica.

---

<sup>25</sup> Ibid., 26.

<sup>26</sup> Aécio P. Chagas, "Os Noventa Anos de *Les Atomes*," *Química Nova na Escola* 17 (2003): 36-38.

<sup>27</sup> Aécio P. Chagas, "Existem Átomos? (Abordando Jean Perrin)," *História da Ciência e Ensino: Construindo Interfaces* 3 (2011): 7-16.

### Noção de elemento químico e substância

Os artigos desta temática são de caráter bastante filosófico e apresentam também possibilidades de discussão sobre as controvérsias acerca da definição de substância, bem como de elemento químico, dois conceitos que durante muito tempo foram tidos como iguais e que só foram se consolidando com a contribuição de diversos cientistas.

No artigo *O Conceito de Elemento da Antiguidade à Modernidade*<sup>28</sup>, apesar de a autora discorrer sobre as diferentes conceituações de elemento por meio de um longo período de tempo, ela o faz com sucesso, já que não retrata a História da Química de uma maneira linear, mas sim, com rupturas, controvérsias, na busca da unificação deste conceito. No entanto, o período apresentado pela autora é longo para as cinco páginas do artigo, confundindo o leitor desavisado devido à falta de profundidade em relação a alguns conceitos. Ela explicita como o conceito de elemento foi mudando ao longo da história, fazendo um pequeno relato do que os principais proponentes das diferentes teorias defendiam em relação ao que eram de fato os elementos.

O texto permite que o leitor compreenda o caráter histórico e dinâmico da Ciência, já que o conceito de elemento não é mantido ao longo dos séculos, e sim reformulado inúmeras vezes. Apresenta como houve uma transição, especialmente na modernidade, de uma química qualitativa, proveniente dos gregos, para uma química quantitativa, com os trabalhos de Robert Boyle e Antoine Lavoisier. Em alguns trechos, a autora comete anacronismos, analisando o passado com base no presente, atividade essa denominada "whiggismo", indicando que determinado cientista cometeu erros ao classificar substâncias ou elementos. No entanto, apesar de muitas vezes ser condenada pela moderna historiografia da Ciência, esse tipo de relato pode ajudar o leitor iniciante a compreender as teorias do passado, fazendo analogias com o que é aceito atualmente. Entende-se que para um leitor mais experiente esse tipo de prática é visto com cautela, mas em alguns casos, um conceito tão complexo como o de elemento, que se não estudado dentro do contexto em que foi criado com profundidade, pode ser totalmente incompreensível se não forem feitas analogias com os termos presentes.

A fim de se aprofundar em um determinado período relatado pelo artigo supracitado, o leitor pode encontrar no artigo *Um Exemplo de Negação do Conceito de Elemento na Filosofia Natural*<sup>29</sup> mais detalhes a respeito da controvérsia acerca da noção de elemento. O texto permite vislumbrar a dinâmica da produção do conhecimento científico, apresentando a refutação de Robert Boyle ao conceito de elemento, proposto tanto por Aristóteles quanto por Paracelso. O autor mostra quais eram as premissas fundamentais dos quatro elementos aristotélicos e como o espagirista desprezava a

<sup>28</sup> Maria C. M. Okí, "O Conceito de Elemento da Antiguidade à Modernidade," *Química Nova na Escola* 16 (2002): 21-25.

<sup>29</sup> Kleber Cecon, "Um Exemplo de Negação do Conceito de Elemento na Filosofia Natural," *História da Ciência e Ensino: Construindo Interfaces* 8 (2013): 68-89.

experimentação. Já os três elementos paracelsianos são conjecturas baseadas na experimentação alquímica, mas ainda trazem uma cosmologia que escapa à totalidade dos fenômenos. Robert Boyle refuta ambas as teorias, já que em vários experimentos, como é demonstrado ao longo do texto, não é possível uma explicação a partir dos quatro ou dos três elementos propostos. O filósofo natural, então, cria uma nova hipótese, baseada na teoria mecanicista, utilizando para tanto a ideia de corpúsculos, que dariam abertura a uma série de novas especulações a respeito da constituição do mundo natural.

Não focando tanto em aspectos históricos, mas conceituais, no artigo *O Mito da Substância*<sup>30</sup>, o autor comenta como o conceito de substância foi sendo desenvolvido ao longo da história, citando o fato de que as qualidades químicas são atribuídas a relações, e não como características inatas das substâncias: “A eletronegatividade não existe por si mesma enquanto propriedade elementar, mas é produzida na relação entre os átomos dos elementos quando estes se ligam”<sup>31</sup>. O texto fornece subsídio para que o professor aborde algumas definições químicas não utilizando apenas classificações e memorizações. Cita o fato de que a “acidez de um ácido só tem sentido químico se mencionamos o solvente. Não existem ácidos por si, mas algo é ácido em relação a alguma outra coisa”<sup>32</sup>. Nesse sentido, permite compreender quais as dificuldades na aprendizagem de alguns conceitos químicos pelos alunos, já que apresenta, em certo sentido, de que maneira são conceituadas as relações químicas, mostrando que a Química não é uma Ciência pronta e acabada, mas sim “um caminho pedregoso, árdua trilha de construções inacabadas”<sup>33</sup>.

### Radioatividade

A radioatividade é o segundo tema químico que aparece com mais frequência nos artigos. Certamente, é por essa razão que sobre ela encontramos uma diversidade maior de possibilidades de abordagem de HFC, como: desconstrução de visões de ciência como atividade individual, verdadeira e definitiva; e influências externalistas na construção da ciência, bem como a sua não linearidade.

Como uma introdução ao tema, no artigo *Raios X e Radioatividade*<sup>34</sup>, o autor faz um relato histórico sobre o raio x e a radioatividade. São apresentados os principais feitos e os principais nomes associados às descobertas radioativas, como Röntgen e Becquerel. No entanto, em alguns trechos, o autor reforça visões consideradas deformadas sobre a Ciência<sup>35</sup>, no quais o conhecimento científico é tratado como verdadeiro e definitivo e, em alguns pontos, é verificada a crença num realismo ingênuo. O autor também mostra a Ciência como uma atividade individual.

<sup>30</sup> Renato J. Oliveira, “O Mito da Substância,” *Química Nova na Escola* 1 (1995): 8-11.

<sup>31</sup> *Ibid.*, 10.

<sup>32</sup> *Ibid.*, 9.

<sup>33</sup> *Ibid.*, 10.

<sup>34</sup> Attico Chassot, “Raios X e Radioatividade,” *Química Nova na Escola* 2 (1995): 19-22.

<sup>35</sup> Gil-Pérez et al.

Em relação ao artigo *Aston e a Descoberta dos Isótopos*<sup>36</sup>, o autor discorre como a descoberta da radioatividade influenciou as pesquisas de Aston a respeito dos isótopos. O texto apresenta uma ótima oportunidade para trabalhar o fato de que a observação é influenciada por uma teoria, já que revela como a teoria hegemônica até então, a de Dalton, que afirmava que os átomos de um mesmo elemento possuíam a mesma massa, influenciava as interpretações dos resultados obtidos com os experimentos a respeito das massas atômicas dos elementos. Aston, ao realizar experimentos com a espectrografia de massa, refuta a teoria de Dalton, dando espaço ao surgimento do conceito de isótopos de elementos não radioativos.

No que diz respeito aos aspectos externos do fazer científico, dois artigos fazem uma contextualização da época da descoberta da radioatividade e suas consequências para a sociedade. O artigo *A Radioatividade e a História do Tempo Presente*<sup>37</sup> aborda uma questão polêmica: a utilização da energia das reações nucleares a partir da segunda metade do século XX, quando temas como o uso de armas atômicas ou a construção de usinas nucleares foram amplamente debatidos pela opinião pública. De modo semelhante, o artigo *O Despertar da Radioatividade ao Alvorecer do Século XX*<sup>38</sup> aborda o modo como a radioatividade foi aceita pela população no início do século XX, apresentando produtos desenvolvidos com elementos radioativos, que prometiam promover o bem-estar e resolver problemas de saúde ao propiciar efeitos terapêuticos.

O artigo *Uma Proposta Didática na Utilização da História da Ciência para a Primeira Série do Ensino Médio: A Radioatividade e o Cotidiano*<sup>39</sup> apresenta uma proposta didática completa para abordar a radioatividade. O texto inicia com uma fundamentação histórica sobre a radioatividade e os principais cientistas envolvidos. Em seguida, traz uma contextualização sobre os benefícios e riscos do uso da radioatividade na sociedade.

Já no artigo *A História da Radioatividade nos Livros Didáticos*<sup>40</sup>, os autores apresentam uma abordagem diferenciada. Os alunos, em um primeiro momento, buscam informações presentes sobre História da Química, mais especificamente sobre a história da radioatividade nos livros didáticos, e constroem um texto com as informações encontradas. Em seguida, comparam as informações compiladas em textos acadêmicos, como os de Roberto de Andrade Martins, conhecido por publicar artigos na área. Assim, os alunos podem perceber a distância existente entre as informações contidas nos LD, geralmente lineares, cumulativas e descontextualizadas, e aquelas contidas em artigos que

<sup>36</sup> Alexandre Medeiros, "Aston e a Descoberta dos Isótopos," *Química Nova na Escola* 10 (1999): 32-36.

<sup>37</sup> Fabio Merçon & Samantha Quadrat, "A Radioatividade e a História do Tempo Presente," *Química Nova na Escola* 19 (2004): 27-30.

<sup>38</sup> Rodrigo S. Lima, Luiz C. F. Pimentel, & Júlio C. Afonso, "O despertar da Radioatividade ao Alvorecer do Século XX," *Química Nova na Escola* 33, nº 2 (2011): 93-97.

<sup>39</sup> Giovana T. Pinto & Deividi M. Marques, "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.

<sup>40</sup> Sonia R. Tonetto, "A História da Radioatividade nos Livros Didáticos," *História da Ciência e Ensino: Construindo Interfaces* 1, (2010): 23-26.

seguem a moderna historiografia da Ciência, que leva em consideração fatores externos e rupturas e/ou controvérsias científicas, dentre outros fatores. Esse tipo de abordagem permite ao aluno o desenvolvimento do senso crítico em relação ao conteúdo dos LD, além de fornecer exemplos de como se dá a construção do conhecimento científico.

### Teoria do flogístico

Os artigos sobre a teoria do flogístico revelam possibilidades para abordar principalmente a importância da compreensão da contextualização para se entender a construção da Ciência. O artigo *O Lavoisier Que Não Está Presente nos Livros Didáticos*<sup>41</sup> ressalta que um estudo de caso abordando Lavoisier, se realizado de forma historiograficamente atualizada, permite mostrar que o trabalho desse químico não foi importante por uma suposta indução da “lei da conservação das massas”, mas sim porque estruturou as bases de uma nova abordagem para a Química, abrangendo tanto aspectos teóricos (como a proposição de novos conceitos e novas explicações para os experimentos), como aspectos metodológicos.

Nesse sentido, o artigo *Lavoisier e a Influência nos Estilos de Pensamento Químico: Contribuições ao Ensino de Química Contextualizado Sócio-historicamente*<sup>42</sup> pode contribuir para tal estudo de caso, já que os autores tratam da teoria do flogístico e sua contraposição por Lavoisier ao introduzir a noção de composição do ar, identificando que este era formado por mais de um componente, podendo ser decomposto e recomposto, além da introdução de um novo sistema de nomenclatura.

Recorrendo a diferentes trabalhos de autores que tratam da história e filosofia da Ciência, delineamos a seguir o contexto em que a teoria do flogístico se dissemina na França, sendo esse o lócus em que Lavoisier e colaboradores desenvolveram seus trabalhos, que acabariam por confrontar as ideias flogistas.<sup>43</sup>

Ao relatar a história do desenvolvimento do flogisto, esse artigo pode ser utilizado com o *Representação de Temas Científicos em Pintura do Século XVIII: Um Estudo Interdisciplinar entre Química, História e Arte*<sup>44</sup>, que apresenta uma proposta interdisciplinar ao discutir um quadro pintado no século XVIII que representa a emergente química pneumática. Os autores discutem os elementos

<sup>41</sup> Paulo H. O. Vidal, Flavia O. Cheloni, & Paulo A. Porto, “O Lavoisier Que Não Está Presente nos Livros Didáticos,” *Química Nova na Escola* 26 (2007): 29-32.

<sup>42</sup> Marcelo Lambach & Carlos A. Marques, “Lavoisier e a Influência nos Estilos de Pensamento Químico: Contribuições ao Ensino de Química Contextualizado Sócio-Historicamente,” *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências* 14, nº 1 (2014): 9-30.

<sup>43</sup> *Ibid.*, 12.

<sup>44</sup> Ana P. Gorri & Ourides S. Filho, “Representação de Temas Científicos em Pintura do Século XVIII: Um Estudo Interdisciplinar entre Química, História e Arte,” *Química Nova na Escola* 31, nº 3 (2009): 184-189.

representativos presentes no quadro, inter-relacionando vários aspectos que os compõem, contextualizando-o segundo a época em que foi produzido. Por meio desta contextualização, é permitido ao leitor compreender o momento histórico, o pensamento filosófico representado pelo Iluminismo, e também o contexto Químico representado pelos químicos pneumáticos. Ao sintetizar os avanços da química pneumática da época, os autores reconstroem o caminho percorrido por alguns dos químicos daquele período, apresentando algumas contribuições ao entendimento dos diferentes "ares" que compunham o ar atmosférico. Tais estudos foram fundamentais para que Lavoisier pudesse refutar a teoria até então dominante do flogisto e elaborasse sua Teoria do Oxigênio, podendo o leitor, assim, compreender a atividade coletiva que compreende a Ciência.

Por fim, no artigo *Do Calórico ao Calor: Uma Proposta de Ensino de Química na Perspectiva Histórica*<sup>45</sup>, os autores escolheram trabalhar com uma sequência didática que contemplasse uma abordagem experimental e histórica, utilizando a problematização e a investigação. Por meio de uma atividade investigativa, os alunos deveriam propor explicações para as sensações de quente e frio e para a fusão do gelo em diversas superfícies. Comparando as explicações com um texto que era adepto à teoria do flogisto, os alunos puderam compreender o porquê dessa teoria não ser mais aceita, promovendo assim uma mudança conceitual. A opção dos autores foi recorrer a um texto original, e escolheram como fonte o livro *Conversations on Chemistry*, de Jane Marcet, que contextualiza a teoria do calórico. Os alunos perceberam com essa atividade o caráter dinâmico das teorias científicas.

### **Eletroquímica**

Nos artigos sobre eletroquímica também há outra boa possibilidade de refletir sobre as controvérsias na construção da Ciência. No artigo *A Eletricidade e a Química*<sup>46</sup>, o texto apresenta o reconhecimento das partículas subatômicas como constituintes da matéria, bem como sua relação com a eletroquímica, mostrando a importância de tal conceito para o desenvolvimento da Química. A partir da compreensão da natureza da eletricidade, pode-se explicar uma série de reações químicas, associando-as às diferentes cargas elétricas que os elementos possuem. O texto apresenta, mesmo que de maneira sucinta (quatro páginas, como a maioria dos artigos presentes na seção História da Química da revista *Química Nova na Escola*), a evolução do conceito de eletricidade, desde os primórdios, na antiguidade grega, até os dias atuais, com o desenvolvimento das partículas subatômicas. A autora traz os primeiros conceitos de eletricidade, os primeiros fenômenos observados, bem como as explicações dadas na época para tais fenômenos, e como, com a constatação de anomalias, o conceito foi se modificando. É salientado, em diversos pontos, aspectos

<sup>45</sup> Marcelo D. Pulido & Aroldo N. Silva, "Do Calórico ao Calor: Uma Proposta de Ensino de Química na Perspectiva Histórica," *História da Ciência e Ensino: Construindo Interfaces* 3 (2011): 52-77.

<sup>46</sup> Maria C. M. Oki, "A Eletricidade e a Química," *Química Nova na Escola* 12 (2000): 34-37.

externos do fazer científico que influenciam o rumo das pesquisas, como o debate entre Galvani e Volta, em que Volta acaba vencendo por ter grande influência no meio acadêmico da época. Devido, em parte, a sua autoridade, a teoria da eletricidade por contato foi aceita.

Em relação a esse episódio, o artigo *O Bicentenário da Invenção da Pilha Elétrica*<sup>47</sup> apresenta o contexto da invenção da pilha elétrica no final do século XVIII por Alessandro Volta, incluindo a sua célebre controvérsia com Luigi Galvani. Este artigo permite vislumbrar principalmente a concepção sobre NdC de que as controvérsias fazem parte da construção do conhecimento científico, salientando que, sob determinada ótica, não existem "vencedores" ou "perdedores", já que os cientistas contribuem coletivamente para o avanço do conhecimento, sendo os trabalhos dos "derrotados" tão importantes quanto os dos que são louvados na HC como os vencedores. Também enfatiza o papel da eletricidade na descoberta de novos elementos químicos, em função da utilização da recém desenvolvida eletrólise. Esse feito possibilitou um grande avanço nos conhecimentos químicos da época, já que novas teorias foram criadas para justificar a formação de compostos químicos, considerando-se a interação entre cargas positivas e negativas.

Considera-se que essas são algumas das associações possíveis entre os diversos artigos apresentados. Com este material em mãos, o professor pode buscar outros elementos que complementem o que foi mostrado nesta pesquisa, como fontes primárias, ou seja, o trabalho que os cientistas publicaram; problematização, por meio do teatro, de controvérsias históricas a respeito da aceitação de diferentes teorias; enfim, o professor pode encontrar uma miríade de possibilidades para a utilização da abordagem HFC.

Salienta-se também que alguns temas, como a Radioatividade e a Eletroquímica, podem ser propostos em uma perspectiva multidisciplinar, juntamente com o professor de Física, além de os diversos temas históricos tratados poderem ser trabalhados com o professor de História, Filosofia, Sociologia, dentre outros, rompendo com o aparente distanciamento existente entre as disciplinas da área de Ciências humanas e as de Ciências exatas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo apresentar uma compilação de artigos publicados nos principais periódicos nacionais da área de Ensino de Ciências que tratam da abordagem História e Filosofia da Ciência (HFC) no Ensino de Química, de modo a permitir ao professor acesso mais fácil e sistematizado a essa produção e, assim, subsidiá-lo tanto no aprofundamento da sua compreensão sobre esta abordagem, quanto para utilização em sala de aula.

---

<sup>47</sup> Mario Tolentino & Romeu C. Rocha-Filho, "O Bicentenário da Invenção da Pilha Elétrica," *Química Nova na Escola* 11 (2000): 35-39.

O trabalho mais amplo, que deu origem a esta compilação, consistiu na realização de um levantamento de caráter inventariante e descritivo das publicações, à luz de categorias sob as quais os artigos foram analisados, explorando em que medida os conhecimentos produzidos sobre esta temática podem ser levados para as aulas de Química. Procuramos também indicar possibilidades de integração de diferentes perspectivas, aparentemente autônomas, que permitiram identificar duplicações ou contradições e determinar lacunas e vieses.

Um dos problemas que verificamos ao iniciarmos a pesquisa era a falta de trabalhos que indicassem como utilizar a abordagem HFC em sala de aula, já que os professores em geral não sabem como a abordagem HFC pode contribuir para o ensino de conteúdos científicos, além de considerarem os últimos como o objetivo mais importante no ensino, visão esta tradicional e ainda bastante arraigada.

Assim, este trabalho buscou fornecer alguns elementos que possibilitam ao professor analisar aspectos da abordagem HFC presentes em artigos publicados em periódicos da área de Ensino de Ciências. Concordamos com o fato de que é preferível pouca informação histórica de qualidade ao invés de uma HC ampla, mas superficial e distorcida. Não se pretende que o professor de Química seja um historiador da Ciência, mas que conheça alguns aspectos básicos que o instrumentalizem no sentido de não transmitir aos alunos informações simplistas e reducionistas sobre o que é o empreendimento científico e, principalmente, como a Ciência é construída.

Procuramos, com este trabalho, contribuir no sentido de atenuar alguns dos inúmeros desafios relacionados ao desenvolvimento de conteúdo pedagógico relacionado à NdC: o fato de não saber a melhor forma de utilização de tal abordagem, os materiais instrucionais serem poucos, inadequados ou inexistentes e os conhecimentos e habilidades dos professores em relação ao tema serem insatisfatórios.

Compreender a NdC permite que os alunos adquiram visões mais adequadas sobre a prática científica, além de impactar positivamente nas atitudes e nos interesses dos alunos frente à ciência. Destacamos a importância fundamental da contínua formação dos professores e, nesse âmbito, destacamos a necessidade da inserção de discussões explícitas a respeito de diferentes concepções sobre a NdC. Instrumentalizar-se com ferramentas críticas, que ajudem a compreender as concepções epistemológicas e historiográficas subjacentes aos materiais didáticos e de divulgação científica, daria aos professores condições para tirar maior proveito das múltiplas possibilidades didáticas que as abordagens históricas da Ciência podem oferecer.

Sendo a Ciência assim tão complexa, defendemos que é necessário que os alunos de Química, tanto de nível médio como superior, conheçam um pouco mais alguns de seus aspectos, não no sentido de ter uma visão profunda, mas uma visão mais ampla sobre a Ciência. Não se pode deixar

de considerar ainda que não se trata de aumentar um conteúdo curricular, mas de mudar a abordagem dada aos conteúdos já estudados, permeando-os com os aspectos da NdC cabíveis em cada contexto.

## APÊNDICE A – LISTA DE ARTIGOS ANALISADOS

Quadro A: Artigos analisados<sup>48</sup>

Periódico	Título do Artigo	Autor(es)	Número da Publicação
<b>Experimentação</b>			
Química Nova na Escola	O papel da experimentação no Ensino de Ciências	Giordan, M.	n. 10, p. 43-49, 1999
Investigações em Ensino de Ciências	Contribuições pedagógicas e epistemológicas em textos de experimentação no Ensino de Química	Gonçalves, F.P. Marques, C.A.	v. 11, n.2, p. 219-238, 2006
História da Ciência e Ensino	O indutivismo ingênuo nas atividades experimentais iniciais de curso de graduação em Química: o experimento da vela	Filho, O.S. Tsukada, V.K. Cedran, J.C.	v. 2, p. 48-75, 2010
Química Nova na Escola	Como a Química funciona?	Leal, M.C.	n.14, p. 8-12, 2001
<b>Teorias ácido-base</b>			
História da Ciência e Ensino	Proposta para o ensino dos conceitos de ácidos e bases: construindo conceitos por meio da História da Ciência combinada ao emprego de um software interativo de livre acesso	Silva, M.P. Santiago, M.A.	v. 5, p. 48-82, 2012
Química Nova na Escola	Teorias ácido-base do século XX	Chagas, A.P.	n. 9, p. 28-30, 1999
<b>Atomismo</b>			
Química Nova na Escola	O congresso de Karlsruhe e a busca do consenso sobre a realidade atômica no século XIX	Oki, M.C.M.	n. 26, p. 24-28, 2007
Química Nova na Escola	Os noventa anos de Les Atomes	Chagas, A.P.	n. 17, p. 36-38, 2003
História da Ciência e Ensino	Existem átomos? (abordando Jean Perrin)	Chagas, A.P.	v. 3, p. 7-16, 2011

<sup>48</sup> Elaborado pelos autores.

<b>Noção de elemento químico e substância</b>			
Química Nova na Escola	O conceito de elemento da antiguidade à modernidade	Oki, M.C.M.	n. 16, p. 21-25, 2002
História da Ciência e Ensino	Um exemplo de negação do conceito de elemento na filosofia natural	Cecon, K.	v. 8, p. 68-89, 2013
Química Nova na Escola	O mito da substância	Oliveira, R.J.	n.1, p. 8-11, 1995
<b>Radioatividade</b>			
Química Nova na Escola	Raios x e Radioatividade	Chassot, A.	n. 2, p. 19-22, 1995
Química Nova na Escola	Aston e a descoberta dos isótopos	Medeiros, A.	n. 10, p. 32-36, 1999
Química Nova na Escola	A Radioatividade e a História do tempo presente	Merçon, F. Quadrat, S.V.	n. 19, p. 27-30, 2004
Química Nova na Escola	O despertar da Radioatividade ao alvorecer do século XX	Lima, R.S. Pimentel, L.C.F. Afonso, J.C.	v. 33, n. 2, p. 93-97, 2011
História da Ciência e Ensino	Uma proposta didática na utilização da História da Ciência para a primeira série do Ensino Médio: A Radioatividade e o cotidiano	Pinto, G.T. Marques, D.M.	v. 1, p. 27-57, 2010
História da Ciência e Ensino	A História da Radioatividade nos livros didáticos	Tonetto, S.R.	v. 1, p. 23-26, 2010
<b>Teoria do Flogístico</b>			
Química Nova na Escola	O Lavoisier que não está presente nos livros didáticos	Vidal, P.H.O. Cheloni, F.O. Porto, P.A.	n. 26, p. 29-32, 2007
Revista Brasileira de Pesquisa em Ensino de Ciências	Lavoisier e a influência nos Estilos de Pensamento Químico: contribuições ao Ensino de Química contextualizado sócio-historicamente	Lambach, M. Marques, C.A.	v.14, n.1, p. 9-30, 2014
História da Ciência e Ensino	Do calórico ao calor: uma proposta de Ensino de Química na perspectiva histórica	Pulido, M.D. Silva, A.N.	v. 3, p. 52-77, 2011
<b>Eletroquímica</b>			
Química Nova na Escola	A eletricidade e a Química	Oki, M.C.M.	n. 12, p. 34-37, 2000
Química Nova na Escola	O bicentenário da invenção da pilha elétrica	Tolentino, M. Rocha-Filho, R.C.	n. 11, p. 35-39, 2000

**SOBRE OS AUTORES:**

Flávio Tajima Barbosa

Universidade Federal do Paraná – UFPR

(e-mail: [tajima.barbosa@gmail.com](mailto:tajima.barbosa@gmail.com))

Joanez Aparecida Airez

Universidade Federal do Paraná – UFPR

(e-mail: [joanez@ufpr.br](mailto:joanez@ufpr.br))

Artigo recebido em 30 de julho de 2017  
Aceito para publicação em 11 de março de 2018