

A HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ESTUDO DOS MODELOS ATÔMICOS: análise da abordagem historiográfica nos anais do XIII ao XVII ENEQ.

Natália de Paiva Diniz* (PG), Juliana Maria Sampaio Furlani (PQ).
*nataliapdiniz@gmail.com

Instituto de Física e Química (IFQ), Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), av. BPS, 13013, Pinheirinho, Itajubá-MG, CEP 37500-903.

Palavras-Chave: História da Ciência, historiografia, Modelos Atômicos.

RESUMO: Pesquisas já constaram que o livro didático tem sido o principal instrumento de consulta do professor na preparação de suas aulas. A maioria dos livros didáticos de química, em geral, traz uma abordagem da História da Química e das ciências com perspectivas historiográficas que reforçam estereótipos sobre a atividade científica. O uso de artigos científicos sobre a História da Ciência e Ensino é uma alternativa para o professor planejar suas aulas. Dessa forma, este trabalho investiga a abordagem da História da Ciência presente nos artigos que tratam do conceito dos Modelos Atômicos, por meio do levantamento e da análise desses artigos na seção “História, Filosofia e Sociologia da Ciência” nos anais do XIII ao XVII Encontro Nacional de Ensino de Química. Os resultados mostram ser imprescindível que o professor analise criticamente o material a ser utilizado em sala de aula e resuma alguns parâmetros para auxiliar o professor nessa análise.

INTRODUÇÃO

Aprender ciência também significa entender o processo epistemológico, ponderando as teorias e leis, compreendendo que ela é construída socialmente e se encontra em constante evolução. Porém, não é o que percebemos no ensino. Em sua maioria, são apresentadas abordagens equivocadas da ciência, principalmente quando se fala sobre os Modelos Atômicos. (MELO e NETO, 2013)

É essencial que se conheça o caráter dinâmico da Química, mostrando que o conhecimento químico não deve ser entendido como um conjunto de conhecimentos isolados, prontos e acabados, mas sim que ele está em mudança contínua, sendo sempre construído e reconstruído. Assim, a História da Química traz para o ensino de Química a possibilidade de o aluno compreender o processo de elaboração desse conhecimento, com seu desenvolvimento, contexto, controvérsias e os demais fatores que a torna tão rica. (BRASIL, 2001).

Como o principal instrumento de apoio do professor atualmente se restringe ao livro didático, CHAVES e colaboradores (2014) alertam em seu trabalho como esse material pode contribuir para concepções inadequadas dos alunos em relação à ciência e ao cientista. Outro ponto crucial apresentado por eles mostra como os livros didáticos analisados apresentam as informações históricas em segundo plano, que são interpretadas pelos próprios autores que “*assumem o papel de historiadores ad hoc*” (CHAVES et al., 2014, p.273), sem considerar a História da Ciência como subsídio para o aprofundamento conceitual ao relacioná-la às bases da construção do conhecimento científico.

Pode-se destacar também na apresentação histórica do desenvolvimento dos Modelos Atômicos, pelos livros didáticos, uma preocupação em buscar no passado os fatos do conhecimento científico que se relacionam com o conteúdo atual ou que

contribuem com a ciência contemporâneo (CHAVES et al., 2014), que coopera para uma visão presentista da ciência.

Por esses motivos, ao se abordar o estudo dos Modelos Atômicos em aulas, é fundamental que o professor busque outras informações que muitas vezes não se encontram nos livros didáticos. Cria-se, assim, a possibilidade de abranger outros conteúdos científicos que possam desenvolver a discussão crítica entre os alunos, proporcionando uma compreensão do papel da ciência na sociedade.

Com esse intuito, o presente artigo traz a investigação de como vem sendo feita a abordagem histórica no que se diz respeito ao desenvolvimento dos Modelos Atômicos, a partir de artigos publicados nos anais do XIII ao XVII Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ). Dessa forma, este levantamento e análise serão muito úteis ao professor, que poderá acessar um conjunto de artigos sobre o assunto, contribuindo para que novas perspectivas sobre a História da Ciência e Ensino possam passar a fazer parte da atividade docente.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Aspectos relativos à abordagem da HC atualmente fazem parte do currículo. Porém, ainda se nota uma abordagem demasiadamente tradicional, em que as disciplinas específicas abordam conteúdos fragmentados e compactados, com pouca articulação didática e extremamente frágil (OKI e MORADILLO, 2008). Vidal e Porto (2012), por meio de levantamento e análise dos conteúdos de HC nos livros didáticos aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM) em 2007, evidenciaram que, em geral, a HC é apresentada de maneira linear e superficial, constando, sobretudo, nomes e datas, citações de “descobertas”, dentre outras abordagens simplistas que reforçam estereótipos inadequados sobre a ciência e o cientista, não contribuindo para o desenvolvimento de conceitos científicos condizente com os objetivos educacionais da atualidade.

O que antes parecia ser uma estratégia de contribuição para a humanização da ciência, mostrando o processo de construção do conhecimento científico de uma maneira mais leve e contextualizada, se mal abordada pode configurar em um obstáculo para a educação, podendo gerar visões distorcidas da ciência. Isso acontece muitas vezes pelo fato do professor desconhecer o verdadeiro sentido da HC e quais as características fazem dela um instrumento de contribuição não somente para o ensino, mas também para o desenvolvimento da Ciência.

Assim, é necessário olharmos para suas características durante os séculos, tentando compreender o desenrolar do processo científico: da Filosofia Natural, passando pela “*Magia*” Alquímica, chegando ao que conhecemos por Ciência Moderna, termo utilizado apenas a partir do século XIX (ALFONSO-GOLDFARB, 2004, p. 11). A partir dessa época, aqueles que praticavam a “ciência” passaram a ser chamados *cientistas*, ou seja, aqueles que se dedicavam a estudos de áreas específicas dentro das ciências, não podendo ser confundidos, assim, com filósofos ou alquimistas.

As diversas origens da Ciência Moderna que se acumularam e se desenvolveram através dos séculos culminaram em debates, imposições e críticas ao tipo de Ciência que era adequada e/ou correta – o modelo a ser seguido. Para defender suas ideias, os mestres usavam suas histórias ou contavam suas crônicas sobre aquilo que desenvolviam em termos das ciências, tentando persuadir e convencer seus pares de que a Ciência era o “*futuro*”, enquanto o passado filosófico, místico e religioso nada mais era que um “*inimigo*” a ser superado, que sucumbiria na escuridão do tempo e seria esquecido pela sociedade mais evoluída. (ALFONSO-

GOLDFARB, 2004, p.11-12). Nesse sentido, a “*préciência*” ou “*protociência*” seria o conhecimento conhecido como *verdadeiro* e que culminaria na ciência moderna. Por outro lado, o conhecimento considerado *falso* e que atrapalhou o desenvolvimento da ciência seria a “*pseudociência*” (ALFONSO-GOLDFARB, 2004, p. 72).

Assim, a importância da HC e de seu papel passou a ser fundamental, não só para recuperar a imagem das antigas formas da ciência que haviam sido rejeitadas pela Ciência Moderna, mas para estudar suas várias formas de manifestação, recuperando o conhecimento que havia sido abandonado, recuperando sua humanidade, uma vez que é construída pelo homem, sofrendo influência das demandas da sociedade que o cerca. (ALFONSO-GOLDFARB, 2004, p.14)

No início do século XX, quando surgiram as primeiras discussões sobre a HC, o modelo seguido pelos cientistas partia do pressuposto do desenvolvimento de uma ciência contínua e acumulativa, sempre em busca do progresso científico. Esse modelo continuísta fazia a história olhar para a ciência de maneira estritamente anacrônica, abordando apenas os eventos internos a ela (abordagem *internalista*), se preocupando somente com a evolução de suas teorias e conceitos, criando “*uma interminável linhagem de ‘precursores’ ou ‘pais’ da ciência*” (ALFONSO-GOLDFARB, FERRAZ e BELTRAN, 2004, p. 50-51), em que o cientista se assemelha a algo divino capaz de criar e descobrir coisas.

No entanto, entre as décadas de 1930 e 1940, uma abordagem *externalista* da HC começa a ser estabelecida, considerando aspectos relacionados à cultura, à política, à religião e à sociedade, como importantes fatores no processo historiográfico, diferentemente da abordagem tradicional *internalista* (ALFONSO-GOLDFARB, FERRAZ e BELTRAN, 2004). Os cientistas começaram a ser vistos não apenas como seres brilhantes, mas aos poucos foram sendo reconhecidos como seres humanos comuns, que estavam sujeitos às situações cotidianas e pressões da sociedade, que acabavam por influenciá-los (ALFONSO-GOLDFARB, 2004).

Apesar dos avanços na abordagem historiográfica, ainda era necessário quebrar as barreiras da continuidade da ciência, pois no externalismo mantinha-se a ideia de linearidade e progresso científico, como se todo o conhecimento tivesse “*progredido lentamente desde a Idade da Pedra até a ciência moderna europeia!*” (ALFONSO-GOLDFARB, 2004, p.78). Permanecia a abordagem que fazia a distinção de melhores e piores da ciência, de teorias que fossem mais completas e conseguissem explicar melhor a natureza daquelas incompletas ou empíricas, pois todas as formas que a ciência assumiu eram comparadas à ciência moderna.

“Um alquimista, por exemplo, não era um químico que não tinha dado certo. Mas isso era muito difícil de explicar. Primeiro, porque envolvia uma discussão sobre o tipo de história que vinha sendo feita sobre a ciência. Uma história anacrônica, da frente pra trás, em que o passado era visto como mero exemplo do presente.” (ALFONSO-GOLDFARB, 2004, p.79).

Gaston Bachelard, filósofo francês, foi um dos pioneiros a propor uma perspectiva descontinuísta. Ele questionou a continuidade do conhecimento científico e estudou, na década de 1930, com o auxílio da História da Ciência, alguns exemplos sobre a história do calor e da estrutura da matéria, verificando que existem rompimentos na forma de pensar ao longo da história, concluindo que havia saltos durante o desenvolvimento do conhecimento (ALFONSO-GOLDFARB, 2004; VIDAL e PORTO, 2012). Com isso, ele mostrou que para alcançar novas formas da ciência era necessário abrir mão de um pensamento anterior, romper os limites daquele pensamento e florescer novas formas de conhecimento.

Somente nos anos 1960, Thomas Kuhn rompeu de forma radical as bases do continuísmo, porém sua teoria não está livre de falhas. Em seu modelo, Kuhn justifica a descontinuidade na ciência por meio do *paradigma* – conjunto de normas, regras, crenças, entre outros fatores, que irão guiar a ciência conforme determinada época e a sociedade envolvida. Assim, a ciência se desenvolveria em torno de determinado paradigma, denominado *período normal*; quando este não consegue explicar determinado fenômeno, ele entra em colapso e novos paradigmas se constroem. Segundo essa teoria, a crise de um paradigma pode acarretar em grandes revoluções científicas, a qual ele denomina de *período revolucionário*, em que diferentes paradigmas disputam o posto de substituto do anterior. (ALFONSO-GOLDFARB, 2004)

Baseado nas ciências físicas, o modelo de Kuhn não consegue se expandir para as peculiaridades de outras áreas da ciência. Além disso, o excesso de descontinuidades não permite avaliar a tendência de algumas continuidades na prática da ciência (ALFONSO-GOLDFARB, FERRAZ e BELTRAN, 2004).

Foi a partir dos anos 1970 que uma nova corrente historiográfica surgiu buscando desenvolver uma análise não continuísta da ciência, em que as permanências convivem com as rupturas, evitando algumas imposições generalizadas e, o mais importante, sem a visão presentista da história da ciência (ALFONSO-GOLDFARB, FERRAZ e BELTRAN, 2004) – sem ler o passado com os olhos do presente.

A interface entre as ciências naturais e exatas e as humanidades, abordadas por essa nova historiografia da ciência, contribui tanto para o aprendizado interdisciplinar do aluno quanto para a formação do professor. Segundo Alfonso-Goldfarb (2008), as pesquisas atuais em HC estão vinculadas a aspectos não somente historiográficos, mas também epistemológicos, sociológicos e culturais, visando o processo de elaboração, transmissão e transformação dos conceitos científicos em diferentes épocas e culturas, cada qual com seus critérios próprios do que seria verdadeiro ou falso, pois a ciência moderna deixa de ser o padrão do que seria correto, tornando-se mais uma entre as muitas ciências.

A HC, segundo Beltran (2013, p. 73), é como a Educação Química: *“pela natureza de seu objeto, exige a interface com outras áreas de conhecimento, ou seja, uma abordagem interdisciplinar”*. Por isso, ao se trabalhar em sala de aula, é importante levar em consideração que todo cientista tem uma história e viveu em um contexto totalmente diferente do qual estamos inseridos. É importante que o aluno seja apresentado a esse contexto, para que ele possa compreender como o desenvolvimento científico ocorria em determinada época, quais eram as influências científicas na sociedade e, também, da sociedade para com a ciência. Assim, esse enfoque é necessário para que o ensino descontextualizado não o leve a uma concepção errônea da atividade científica.

METODOLOGIA

Neste trabalho foram analisados artigos que apresentam como tema principal o conteúdo de Modelos Atômicos com abordagem da História da Ciência, os quais foram selecionados dos trabalhos completos disponíveis na seção História Filosofia e Sociologia da Ciência nos anais do XIII ao XVII ENEQ.

Para a análise dos artigos, primeiramente delimitou-se o *corpus*, cuja escolha foi norteadada pelos objetivos da pesquisa, adotando-se como critério principal algumas características no título do artigo, nas palavras-chave e no resumo apresentado, que deveriam conter relação com História da Ciência/Química e Modelos Atômicos como,

por exemplo, o artigo “*Contribuições da Radioatividade para o desenvolvimento das teorias atômica de Thomson a Rutherford: um debate histórico epistemológico no Ensino de Química*” (REIS et al., 2012), o próprio título do trabalho mostra que se trata de uma discussão histórica das teorias atômicas de Thomson a Rutherford, que sofreram contribuição de conceitos da radioatividade.

Partindo desse levantamento, seguiu-se para a análise qualitativa dos artigos em relação à abordagem realizada pelos pesquisadores sobre o tema, a fim de aprofundar as questões do ponto de vista historiográfico, ilustrando e discutindo as abordagens apresentadas. Para isso, a metodologia utilizada foi a Análise Textual Discursiva (MORAES e GALIAZZI, 2011), em que se realizou um processo auto-organizado, a fim de se construir e compreender novas considerações sobre o objeto de análise. Assim, foram utilizadas questões norteadoras a fim de uniformizar a análise e facilitar a busca de elementos que viessem justificar a abordagem historiográfica apresentada nos artigos. Essas questões foram desenvolvidas com base no referencial teórico aqui descrito e também inspiradas pelo minicurso “*História da Ciência e Ensino de Química: Construção de interfaces e aplicação em sala de aula*”, promovido pela Prof. Dra. Maria Helena Roxo Beltran no XVII ENEQ, no ano de 2014.

Questões norteadoras:

1. Que tipo de abordagem historiográfica o texto apresenta?
2. O artigo privilegia uma visão anacrônica da história?
3. O texto apresenta uma visão contextualizada de história?
4. Há discussões sobre as controvérsias científicas?
5. Há uma busca pelos precursores de conceitos e teorias?

É importante ressaltar que essas questões iniciais foram um ponto de partida que serviu como base para análise, mas não limitaram o processo de discussão dos textos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos anais do ENEQ, de 2006 a 2014, foi encontrado um total de 113 artigos na seção de História da Ciência (ou História e Filosofia da Ciência ou História, Sociologia e Filosofia da Ciência, uma vez que há alterações nos nomes dessa seção durante suas edições), sendo que apenas 3 retratam a abordagem esperada por esta pesquisa: caracterizar a abordagem historiográfica presente nos artigos científicos que tratam dos Modelos Atômicos. Os artigos selecionados foram:

- a. VIANA, H. E. B.; PORTO, P. A. A Teoria Atômica de John Dalton e suas Implicações para o Ensino de Química, XIII ENEQ, 2006;
- b. MARQUES, D. M.; CALUZZI, J. J. A experiência de Ernest Rutherford sobre a estrutura da matéria: Uma visita aos textos originais, XIII ENEQ, 2006;
- c. REIS, N. A.; OLIVEIRA, A. S.; SILVA, E. L. Contribuições da Radioatividade para o desenvolvimento das teorias atômica de Thomson a Rutherford: um debate histórico epistemológico no Ensino de Química, XVI ENEQ, 2012.

Análise dos Artigos:

- a. A Teoria Atômica de John Dalton e suas Implicações para o Ensino de Química

Apresentando uma tendência historiográfica atual, em que as continuidades existem em conjunto com as rupturas em uma teia de acontecimentos que abordam

aspectos tanto internos quanto externos à ciência, Viana e Porto lançam ao leitor alguns alertas: primeiro, eles nos lembram de que grande parte dos textos originais de Dalton foram destruídos durante a Segunda Guerra Mundial, por isso não é tão simples saber exatamente como se deu o processo de construção de sua teoria; nos mostrando que existem várias hipóteses para a origem do atomismo (dedutiva e indutiva), ou seja, é impossível considerar apenas uma das hipóteses, pois é impossível dizer quando exatamente ela surgiu; e por último, o autor alerta para que o leitor tenha cuidado para não tentarmos analisar os dados com os valores e conhecimentos da ciência da nossa época, ou seja, evitar o anacronismo:

“[...] não devemos nos esquecer da distância de dois séculos que separam os dias atuais do início do século XIX.” (VIANA e PORTO, 2006, p.01).

Após falar brevemente da origem de Dalton, o texto segue abordando um pouco sobre seu interesse na meteorologia, que é papel fundamental para o desenvolvimento de sua obra. Com isso, ele traz alguns trabalhos que inspiraram e auxiliaram o cientista no estudo dos gases, suas interpretações e o aprimoramento de alguns modelos que não mais explicavam certos fenômenos, como no trecho:

“Com a identificação, ao longo do século XVIII, de diferentes gases na constituição da atmosfera, surgiu a necessidade de se buscar modelos mais elaborados para a atmosfera” (VIANA e PORTO, 2006, p.02).

Isso mostra como as teorias existentes antes daquela época eram válidas para as condições conhecidas até o momento, mas quando se identificaram novos gases na atmosfera, houve a necessidade da busca de modelos mais adequados. Então a ruptura de um conceito ou seu aprimoramento, nesse caso, não é colocado como algo que fazia parte de uma pseudociência ou de algum erro que precisa ser sanado, e sim de uma coisa normal, que faz parte do processo científico e da maneira como ele se desenvolve. Isso também ocorre quando o próprio Dalton encontra limitações em sua teoria conforme seus estudos avançam.

“Apesar de tentar conciliar as combinações químicas com a primeira teoria das misturas gasosas, os esforços de Dalton não conseguiam explicar a atração entre átomos diferentes sem violar os fundamentos de sua primeira teoria. Assim, Dalton se depara com algumas limitações de sua primeira teoria das misturas gasosas.” (VIANA e PORTO, 2006, p.04)

No trecho acima, é importante observar que quando sua teoria passa a não explicar alguns fenômenos, Dalton tenta realizar algumas alterações e modificações, novos estudos para tentar adequá-la. Mesmo assim, ele acaba por reconhecer as limitações de sua teoria, mas ainda assim não abandona seus estudos, que continuam sendo detalhados pelos autores no decorrer do artigo.

A citação dos trabalhos de Newton acerca dos gases e o interesse de Dalton em estudá-los (assim como diversos cientistas o fizeram), é apresentada pelos autores como uma justificativa do porquê os estudos sobre a teoria atômica estarem fervilhando nesse período e que, “*a partir desses antecedentes, Dalton irá elaborando sua própria teoria atômica*” (VIANA e PORTO, 2006, p.02), afinal, as ideias atomísticas estavam muito difundidas entre a comunidade científica do século XVIII.

Assim, os autores começam a relatar diversos experimentos, deduções e constatações feitas por Dalton, ao estudar as misturas gasosas. Muitos desses relatos são trechos escritos pelo próprio Dalton em alguns de seus livros e artigos. Isso é muito

importante para que leitor se aproprie da maneira como aquele conhecimento estava sendo desenvolvido, as lógicas ali aplicadas e todas as dificuldades e parcerias no processo.

Cabe ressaltar que, durante todo o texto, há um cuidado dos autores em descrever e até mesmo explicar as teorias sem compará-las com os conhecimentos dos dias de hoje. Isso é muito importante para que não haja uma visão presentista da história, porém é necessário que o leitor também se atente para isso e não busque interpretar ou até mesmo julgar os fatos com os olhos de hoje.

Somado a isso, essa tendência historiográfica atual nas discussões do artigo mostra o lado humano da ciência, com erros e limitações, em que muitas vezes uma teoria precisa ser abandonada ou modificada para que outras surjam a fim de explicar melhor alguns conceitos, sendo importante para que a sociedade minimize a visão de uma ciência sem erros, linear e progressista, apresentada pela abordagem historiográfica tradicional.

“É curioso notar como Dalton logo abandonou sua hipótese de que haveria uma relação entre a solubilidade dos gases e os valores de suas massas atômicas relativas. Entretanto, o químico inglês também rapidamente deu-se conta de que havia desenvolvido uma teoria que haveria de ser bastante frutífera para o desenvolvimento da química, um desdobramento que ia muito além de seus objetivos imediatos iniciais.” (VIDAL e PORTO, 2006, p.09)

Por fim, o texto ainda traz um compilado dos tópicos que seriam interessantes de se abordar com alunos de licenciatura e até mesmo do ensino médio. Assim, os estudantes que tiverem algum contato com todo esse processo de determinação das massas atômicas relativas,

“passariam a conhecer o processo epistemológico envolvido na sua determinação: Dalton não foi o primeiro a pensar em massas atômicas, mas foi o primeiro a desenvolver um arcabouço conceitual e metodológico para efetivamente determiná-las” (VIANA e PORTO, 2006, p.09).

b. A experiência de Ernest Rutherford sobre a estrutura da matéria: Uma visita aos textos originais

Um ponto que se destaca no trabalho dos pesquisadores é que, diferente do que apresentam os livros didáticos, a experiência do espalhamento de partículas alfa, que marca a nova teoria atômica proposta por Rutherford, foi realizada por Geiger e Marsden, dois de seus alunos, a pedido do próprio cientista para conferir se seus cálculos estavam corretos. Porém, esse foi um dos muitos experimentos realizados por seus alunos, que não só estudaram o espalhamento das partículas alfa em uma lâmina de ouro, mas também de partículas beta em diversos tipos de materiais, como zinco e alumínio.

Antes de apresentar a contextualização em relação ao desenvolvimento da teoria de Rutherford, os autores apresentam um exemplo de como o assunto é abordado nos livros didáticos. Eles questionam a origem dos conceitos ali apresentados, visando conscientizar o público de que, para a compreensão dos conceitos, é importante envolver a sua epistemologia.

Apresentando uma tendência historiográfica atual, não-presentista e contextualizada, o artigo é muito rico em detalhes dispostos de maneira bem didática, o que facilita a busca de informações e entendimento dos conceitos por parte do professor, que pode vir utilizá-los em sala de aula, não somente no que diz respeito à

historiografia, mas também em relação ao fazer ciência, como quando o autor apresenta a ciência feita de maneira coletiva e colaborativa, que preza a produção de artigos a fim de informar a comunidade científica, mas também de ser creditado pelos seus feitos:

“Uma vez estabelecido, Rutherford encontrou como assistente o jovem alemão Hans Geiger [...]. Geiger publicou um artigo na *Proceedings of the Royal Society of London*, em julho de 1908, intitulado *Sobre o Espalhamento das Partículas Alfa através da Matéria*. Nesse estudo Geiger relata que no decorrer das pesquisas realizados por ele e Rutherford sobre a contagem das partículas alfa a partir de um grama de rádio, havia um interesse no espalhamento sofrido pelas partículas alfa ao atravessarem a matéria [...] Geiger também faz referência a outros cientistas que também discutem esses espalhamentos como Kucera e Masek (1906), W. H. Bragg (1907), L. Meitner [...]” (MARQUES e CALUZI, 2006, p.02)

Após apresentarem alguns estudos realizados pelo cientista e seus alunos, os autores chamam a atenção de que os resultados esperados na pesquisa eram baseados no modelo atômico vigente na época, ou seja, o modelo de Thomson. O modelo atômico que conhecemos hoje é muito avançado em relação ao que se sabia durante o estudo de Rutherford, por isso essa contextualização sobre o comportamento esperado em um experimento é muito importante. E é assim que chegamos ao primeiro resultado controverso obtido pelos cientistas, pois, segundo o modelo atômico de Thomson, quando uma partícula alfa atravessa o material há um grande número de pequenos desvios no ângulo dessas partículas, porém foram observados grandes ângulos de desvios que “*não eram compatíveis com o modelo.*” (MARQUES e CALUZI, 2006, p.03).

Com isso, os autores mostram que apesar dos resultados experimentais não se ajustarem ao modelo vigente, Rutherford ainda não havia se convencido de seus resultados a ponto de compreender que a natureza do átomo ia além do que o modelo de Thomson previa:

“Ambos tinham em mente a concepção de Thomson. Contudo, grandes ângulos de desvio não eram compatíveis com o modelo. [...] Então, para que fossem possíveis tais ângulos, as partículas teriam que encontrar pelo caminho algo em torno de 10.000 colisões para produzir tal efeito. Esse era o ponto que Rutherford não concordava. Grandes ângulos não eram possíveis levando em consideração a espessura da folha utilizada.” (MARQUES e CALUZI, 2006, p.03)

Em vários momentos os autores enfatizam a referência que Rutherford tinha dos trabalhos de Thomson, tentando sempre retomar suas ideias, mostrando, assim, a não linearidade da ciência. Contudo, após a toda sua experimentação chegou o momento em que o cientista teve de reconhecer as limitações do modelo de Thomson e romper com esses conceitos para que fosse possível explicar seus resultados:

“Cada partícula que sofreu um desvio dessa magnitude colidiu com apenas um único átomo. Para que isso seja possível, ou seja, para explicar essa teoria de que a partícula encontra apenas um único átomo, o modelo atômico deveria então sofrer algumas mudanças.” (MARQUES e CALUZI, 2006, p.04)

Além de apresentar uma historiografia que propicie ao leitor uma visão mais coerente do desenvolvimento da ciência, seu caráter didático e explicativo faz com que o leitor se aproprie da construção do conhecimento e seu desenrolar até se obter o resultado final. Alguns exemplos disso são os detalhamentos dos experimentos, os

materiais utilizados e o porquê de sua utilização, como a folha de ouro nos experimentos de Geiger e Marsden, as controvérsias entre os defensores da mecânica clássica e da mecânica quântica, as hipóteses a serem estudadas, os resultados obtidos e sua explicação científica para entendimento do público, dentre diversos outros fatores.

Algo que nos chamou a atenção, e é muito importante para os professores se atentarem ao abordar os modelos atômicos, é o uso das analogias. Utilizar analogias em sala de aula pode ser uma faca de dois gumes, pois ao tentar elucidar algo não concreto para o aluno, o professor pode passar uma imagem errônea sobre aquele conceito, como nesse caso, o modelo atômico. Os autores chamam atenção para esse aspecto, mostrando que em nenhum momento Rutherford disse que seu modelo atômico se assemelhava ao sistema solar:

“Interessante notar que em nenhum momento em seu artigo ele menciona a palavra ‘núcleo’ para nomear a carga central do átomo. Embora, ao longo de seu artigo, Rutherford não, especificamente, menciona a teoria planetária do átomo [...]” (MARQUES e CALUZI, 2006, p.05)

c. Contribuições da Radioatividade para o desenvolvimento das teorias atômica de Thomson e Rutherford: um debate histórico epistemológico no Ensino de Química

O artigo de Reis e colaboradores apresenta a importância da radioatividade na construção dos modelos atômicos. Segundo os autores, a maneira com que esse tema vem sendo abordado pelos livros didáticos não contempla, em sua maioria, a abordagem histórica. Além disso, é apresentado um levantamento de artigos com essa temática, publicados pela revista Química Nova na Escola, a fim contribuir como um referencial para aqueles que têm interesse em utilizá-lo.

O trabalho em questão fez um levantamento de quais conhecimentos desenvolvidos acerca da radioatividade influenciaram o desenvolvimento dos Modelos Atômicos de Thomson e de Rutherford. Porém, não há um detalhamento histórico dos processos ocorridos na época.

Apesar do modo como o tema é abordado, é possível verificar uma tendência historiográfica tradicional, com anacronismos, apresentada de forma linear e progressista. Ao utilizar este artigo, o professor precisará ter o cuidado para que os alunos não tenham uma visão inadequada do desenvolvimento científico. O trecho abaixo, por exemplo, é um caso claro da visão presentista que ainda é muito comum na história:

“Marie foi a primeira mulher a ganhar o prêmio Nobel, ela conseguiu se sobressair em uma época fortemente machista, em que as universidades eram majoritariamente masculinas, iniciando assim, uma verdadeira revolução no mundo científico.” (REIS et al., p.03)

Quando falamos da mulher na ciência, é importante sempre abordar o conceito histórico-social de uma época na qual não vivemos e, ao tentarmos analisar a vida dessas pessoas, é necessário que não carreguemos as visões da sociedade na qual estamos inseridos, em que a mulher está sempre na busca dos seus direitos e de que aqueles que são contra essa independência são pessoas machistas. No século XIX, o contexto da sociedade era completamente diferente do atual, por isso, é preciso se distanciar mais para ser imparcial nessa análise.

Mesmo utilizando uma abordagem tradicional, o artigo mostra uma importante relação entre os trabalhos desenvolvidos sobre a radioatividade, a influência que esses

cientistas sofreram pelos trabalhos uns dos outros e sua relação com o desenvolvimento do Modelo Atômico:

“Fica evidente a permanência dos fenômenos radioativos no contexto histórico químico e o papel fundamental das descobertas de Becquerel, Marie Curie e Rutherford na construção dos modelos atômicos. Rutherford realizou seus experimentos partindo da descoberta de Marie Curie.” (REIS et al., p.04)

Apesar de mostrar a influência entre os trabalhos do cientista, o artigo dá uma impressão de que o pesquisador está sempre sozinho na busca do desenvolvimento científico ao não citar, por exemplo, que Pierre Curie auxiliava Marie em sua pesquisa, ou então, que Geiger e Marsden eram alunos de Rutherford e que foram eles que realizaram os experimentos do bombardeamento de partículas alfa em uma folha de ouro:

“[...] Rutherford investigou os ângulos sofridos por essas partículas ao passar por uma folha de ouro, ele percebeu que a maioria das partículas alfa passava pela folha sem sofrer nenhum desvio e umas poucas eram desviadas ou então refletidas.” (REIS et al., p.04)

Conforme dito no início desta análise, o artigo em questão é um referencial que resume pontos chave da contribuição da radioatividade para o desenvolvimento dos modelos de Thomson e Rutherford. Porém, é importante que o professor busque fontes que se aprofundem mais no desenvolvimento desses conceitos, a fim de mostrar para os alunos que tudo não aconteceu de maneira tão rápida e linear, que houve obstáculos envolvidos durante esse período. Um possível auxílio e complementação a ser considerado é o próximo artigo que apresentaremos.

Análise global dos artigos:

Considerando o *corpus* selecionado e a análise aqui descrita, foi possível observar atributos que nos permitiram caracterizar a abordagem historiográfica, se tradicional ou atual, além de outras características delineadas no referencial teórico do trabalho, como: presença de anacronismos, ideia de precursores (pais), presença de contextualização, discussão de controvérsias científicas e presença de aspectos da sociologia e da natureza da ciência.

Em relação à abordagem historiográfica utilizada nos trabalhos, podemos notar que a tendência tradicional na HC no que se diz respeito ao desenvolvimento dos modelos atômicos foi observada apenas no artigo **c**, que também apresenta uma visão presentista da ciência. Já os artigos **a** e **b** apresentam uma tendência historiográfica atual, sendo que trazem uma contextualização tanto interna quanto externa à ciência, evitam proliferar a ideia de precursores dos conceitos científicos, além de não contribuírem para uma visão anacrônica da ciência.

Como vimos no decorrer deste trabalho, a Tendência Historiográfica Tradicional é carregada de certo misticismo científico, podendo gerar visões equivocadas de alunos e professores nas situações de ensino. Por isso, é importante que o professor tenha certo cuidado ao escolher o material para uso em sala de aula, que muitas vezes pode conter informações riquíssimas em relação ao tema abordado, porém a maneira como elas são descritas pode causar concepções errôneas sobre o desenvolvimento da ciência, sabendo analisa-lo criticamente para poder usufruir de todo o potencial que ele pode oferecer.

No caso da utilização da HC no ensino, é imprescindível que o professor saiba diferenciar as tendências historiográficas para poder usufruir daquele material sem maiores preocupações ou, no caso de utilizar um texto com abordagem tradicional, saber quando intervir, evitando perpetuar visões equivocadas e reforçar estereótipos, levando aos alunos uma reflexão mais atual referente a HC:

- Evitar perpetuar a noção de progresso e desenvolvimento linear e acumulativo da ciência, mostrando que existem continuidades e rupturas nesse processo;^{1,2,3,4,5}
- Mostrar que a ciência possui *erros* e que aquilo que é considerado como *verdadeiro* ou *melhor*, depende do contexto histórico;^{1,3}
- Estudar as várias formas da ciência, incluindo as que hoje não são consideradas como tais, evitando fazer diferenciações entre ciência e pseudociência;^{1,5}
- Considerar os aspectos internos e externos à ciência, considerando a complexidade dos pensadores, da sociedade de uma época;^{1,2,3,4,5,6}
- Evitar uma abordagem enciclopédica, procurando apresentar uma abordagem mais contextualizada, evitando anacronismos;^{1,2,3,4,5,6}
- Apresentar o cientista como um ser humano passível de falhas, evitando seu endeuamento e a busca dos precursores dos conceitos atuais.^{1,2,3,5}

(¹ALFONSO-GOLDFARB, 2004; ²ALFONSO-GOLDFARB, 2008; ³ALFONSO-GOLDFARB, FERRAZ e BELTRAN, 2004; ⁴VIDAL e PORTO, 2012; ⁵BELTRAN, 2013; ⁶MARTINS, 2004.)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos artigos analisados observamos aspectos da historiografia da ciência a fim de verificar como a HC, no tópico do desenvolvimento dos Modelos Atômicos, tem sido abordada nos artigos científicos. Com isso, analisou-se a tendência historiográfica presente nos trabalhos e como essa tendência, dentre outros fatores, pode influenciar o leitor (professor e/ou aluno) na formação de sua visão de ciência e da maneira como ela se desenvolve.

É importante ressaltar que os artigos que apresentam uma abordagem historiográfica atual são um recurso muito válido no ensino de ciências, para mostrar ao aluno que o seu desenvolvimento se dá através de continuidades e rupturas, que ela apresenta falhas como toda atividade desenvolvida pelo homem, não podendo ser julgada e condenada sobre o que é *certo* e *errado*, pois existe um abismo temporal entre a ciência moderna e aquela desenvolvida em tempos remotos. Por isso, é necessário considerar não somente os aspectos internos, mas os aspectos externos que contribuíram para esse processo, como os diferentes contextos sociais, culturais, políticos, etc. Porém, foi possível observar que, mesmo que um texto apresente uma abordagem tradicional, ele contém um conteúdo riquíssimo que, em sua maioria, vai além daquilo que traz o livro didático, podendo enriquecer uma aula, se utilizado de maneira adequada, desmitificando certos estigmas que ele possa abarcar.

O ensino de Química não pode ser meramente um pequeno tempo destinado a explicações teóricas acerca de um determinado assunto, seguida de uma série de exercício mecânicos e repletos de fórmulas, equações, gráficos, tabelas que apenas provam que aquilo que o professor ou o livro didático diz está de correto. É preciso ir além, promover uma discussão entre o professor e os seus alunos trazendo questões para a sala de aula que resultem em conflitos e discussões. É através disso que haverá a possibilidade de uma mudança no perfil conceitual do aluno (MORTIMER, 1995).

Assim, acreditamos que a História da Ciência, se abordada com uma tendência historiográfica mais atual, pode articular o conhecimento científico com o

desenvolvimento dos conceitos, podendo auxiliar no desenvolvimento crítico do aluno, tornar o ensino mais reflexivo e desafiador, além de contribuir para um entendimento mais significativo dos conceitos que permeiam a disciplina. Isso dará a chance aos alunos de perceberem que a Química não é uma disciplina isolada das demais, ela pode ser compreendida pelo seu contexto histórico, político, social e, acima de tudo, humano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL, Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências Naturais. Secretaria de Educação Fundamental. 3. ed., v. 04, Brasília: A Secretaria, 2001.

ALFONSO-GOLDFARB, A. M. **O que é História da Ciência**. Coleção Primeiros Passos, Brasiliense, São Paulo, 4ª ed. 2004.

ALFONSO-GOLDFARB, A. M. Centenário Simão Mathias: Documentos, métodos e identidade da história da ciência. **Circunscribere**, v. 4, p. 5–9, Jun. 2008.

ALFONSO-GOLDFARB, A. M.; FERRAZ, M. H. M.; BELTRAN, M. H. R. A historiografia contemporânea e as ciências da matéria: uma longa rota cheia de percalços. In: ALFONSO-GOLDFARB, A. M.; BELTRAN, M. H. R. (orgs.). **Escrevendo a História da Ciência: tendências, propostas e discussões historiográficas**. São Paulo: Educ. Livraria da Física, Fapesp, 2004. p. 49–73.

BELTRAN, M. H. R. História da Química e Ensino: estabelecendo interfaces entre campos interdisciplinares. **Abakós**, Belo Horizonte, v. 1, n. 2, p. 67 – 77, Maio 2013.

CHAVES, L. M. M. P.; SANTOS, W. L. P.; CARNEIRO, M. H. S. História da Ciência no Estudo de Modelos Atômicos em Livros Didáticos de Química e Concepções de Ciência, **Química Nova na Escola**, Vol. 36, N° 4, p. 269-279, Nov. 2014.

MARTINS, R. A. Ciência versus historiografia: os diferentes níveis discursivos nas obras sobre história da ciência. In: ALFONSO-GOLDFARB, A. M.; BELTRAN, M. H. R. (orgs.). **Escrevendo a História da Ciência: tendências, propostas e discussões historiográficas**. São Paulo: Educ. Livraria da Física, Fapesp, 2004. p. 115–145.

MELO, M. R.; NETO, E. G. L. Dificuldades de Ensino e Aprendizagem dos Modelos Atômicos em Química, **Química Nova na Escola**, Vol. 35, N° 2, p. 112-122, Maio 2013.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise Textual Discursiva**. Ijuí: ed. Unijuí, 2 ed, 2011.

MORTIMER, E. F. Conceptual change or Conceptual Profile change? **Science & Education**. Volume 4, número 3, p. 267-285, Julho 1995.

OKI, M. C. M.; MORADILLO, E. F. O Ensino de História da Química: Contribuindo para a Compreensão da Natureza da Ciência, **Ciência & Educação**, v. 14, n. 1, p. 67-88, 2008.

VIDAL, P. H. O.; PORTO, P. A. A história da ciência nos livros didáticos de química do pnem 2007, **Ciência & Educação**, v. 18, n. 2, p. 291-308, 2012.