

História da Ciência no Estudo de Modelos Atômicos em Livros Didáticos de Química e Concepções de Ciência

Lígia M. Martinho Pereira Chaves, Wildson Luiz Pereira dos Santos e Maria Helena da Silva Carneiro

Neste artigo, é apresentada a análise de concepções de ciência reveladas nos conteúdos do histórico dos modelos atômicos de Dalton, Thomson e Rutherford-Bohr dos seis livros didáticos (LD) de química do Programa Nacional do Livro Didático do Ensino Médio (PNLEM/2007). Trata-se de pesquisa quantitativa e qualitativa, realizada por meio de revisão bibliográfica sobre a abordagem da história da ciência (HC) no ensino de ciências, bem como dos conteúdos supramencionados a partir de trabalhos historiográficos que tiveram acesso a documentos originais. Na análise dos LD, identificou-se uma abordagem da HC que revela uma concepção de ciência predominantemente dogmática, construída de forma linear, acumulativa e anistórica. Apenas dois LD apresentam movimento de inovação com diferencial na abordagem histórica, todavia também reproduzem uma concepção dogmática da ciência. Essas constatações demonstram a necessidade do desenvolvimento de mais estudos sobre a inclusão da HC em LD de química.

► história da ciência, ensino de ciências, livro didático de química, modelos atômicos ◀

Recebido em 03/11/2012, aceito em 06/07/2014

269

Este artigo¹ descreve parte do estudo desenvolvido na dissertação de mestrado de Chaves (2011), na qual se pesquisou sobre a história da ciência (HC) no ensino de ciências, suas concepções e a abordagem histórica da construção dos modelos atômicos de Dalton, Thomson e Rutherford-Bohr nos capítulos e seções de livros didáticos (LD) de química do ensino médio. A análise foi desenvolvida a partir dos trabalhos historiográficos de Lopes (2009) e Viana (2007), que consultaram documentos originais dos cientistas envolvidos na elaboração desses modelos. Nesse sentido, o presente artigo versa sobre as investigações realizadas na caracterização dos LD, em relação às concepções de ciência que se revelam na abordagem histórica dos modelos atômicos citados.

História da ciência no ensino de ciências

O debate sobre a necessidade da diversificação das práticas do ensino de ciências, em particular, da química, não é recente. Já no século XIX, Rui Barbosa (1946) lançou

crítica aos métodos de ensino e às obras escolares no parecer acerca da Reforma do Ensino Primário e Várias Instituições Complementares da Instrução Pública.

Quando se abalçavam até à região da ciência, e pretendem afeiçoá-la às forças intelectivas da criança, eis como essas obras escolares se tornam transparentes ao entendimento rudimentar da puerícia: “os produtos gasosos que precedem, e acompanham as erupções, são: no período mais ativo – clorureto e sulfato de sodium, depois – carbonato e clorureto de ammonium; decrescendo a atividade – óxido de carbono, ácido carbônico, água e hidrogênio sulfurado, que se decompõem, produzindo enxofre e constituindo assim as sulfataras. Finalmente – ácido carbônico e água. [...] Tem ideia o menino do que veem a ser os cloruretos, distingue o carbono dos sulfatos, conhece o calcium, o ammonium, os óxidos? Que importa? Fartar, atestar, engurgitar a memória, eis a questão [...]. Destruída assim nas crianças a curiosidade natural, perdem de todo o hábito de procurar o sentido às palavras, que repetem. (p. 42-43)

Esta seção contempla a história da Química como parte da história da ciência, buscando ressaltar como o conhecimento científico é construído.

Dentre as diferentes possibilidades de organização do trabalho pedagógico no ensino de química, a abordagem histórica no âmbito da HC pode contribuir para o letramento científico, assim compreendido, segundo Santos (2007), como o domínio do uso do conhecimento científico geral como prática social. Dessa forma, a abordagem da HC poderá diversificar as práticas pedagógicas, notadamente em relação aos processos mais simples de alfabetização científica, no sentido de domínio restrito da linguagem científica. Trata-se de atenuar as tendências e dimensões descontextualizadoras ou baseadas exclusivamente no exercício de memorização. Nesse sentido, um ensino que apresente a HC como um caminho de acesso ao empreendimento social do conhecimento científico sobre as teorias científicas pode contribuir para a reconstrução do conteúdo de determinado campo da ciência, além de expressar o valor cultural e prático do conhecimento para a sociedade da época em suas influências políticas, religiosas, ideológicas, dentre outras. Desse modo, é possível criar situações para reflexão e análise sobre os valores e as atitudes dos cientistas em épocas distintas e fazer uma relação das atitudes e dos valores das comunidades científicas atuais que, muitas vezes, assemelham-se com as do passado.

Porto (2010) aponta que, no Brasil, há recomendações legais para a inclusão de HC no ensino de química desde a Reforma Francisco Campos de 1931. Em relação a esse período, Mortimer (1988) constata que os compêndios de química geral começam a adquirir as peculiaridades de livros de química por série e a maioria dos LD traz um esboço da história da química com retratos e pequenas biografias de cientistas e um aumento no número de ilustrações e de esquemas de aparelhos utilizados nos experimentos químicos da época. Porto (2010) cita especificações legais, nesse sentido, na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional de 1996, nas Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química e nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio de 1998 e 2002.

As propostas de reforma curricular para o ensino médio se pautam nas constatações sobre mudanças no conhecimento e seus desdobramentos, considerando as mudanças estruturais que possam alterar a produção e a própria organização da sociedade. Assim, as recomendações dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (Brasil, 2002) buscam romper com modelos tradicionais de ensino, priorizando a formação de competências e habilidades desejáveis no aprendizado que justificam a relevância da HC. Esta deve permear todo o ensino, possibilitando ao aluno compreender a dinamicidade e a mutabilidade do conhecimento científico,

bem como o entendimento da produção social do conhecimento científico, propiciando uma visão crítica da ciência. Os educadores da área de ciências da natureza propõem um currículo para o ensino médio que permita compreender as ciências como construções humanas, entendendo como elas se desenvolvem por acumulação, continuidade ou ruptura de paradigmas, relacionando o desenvolvimento científico com a transformação da sociedade.

O papel da HC parece contribuir para enriquecer e dar elementos para que o ensino científico englobe todas as suas partes, explorando o conteúdo das várias teorias, inclusive das que não venceram, para articular as ideias e agregar valor ao conteúdo. Uma abordagem contextualizada historicamente permite conhecer o conceito, entender a origem do problema, como se apresentam as questões, as hipóteses, as bases experimentais, a eliminação das hipóteses e as rupturas – abandono das velhas ideias em favor das novas –, entendendo por quais razões as novas ideias foram aceitas pela comunidade científica.

O papel da HC parece contribuir para enriquecer e dar elementos para que o ensino científico englobe todas as suas partes, explorando o conteúdo das várias teorias, inclusive das que não venceram, para articular as ideias e agregar valor ao conteúdo. Uma abordagem contextualizada historicamente permite conhecer o conceito, entender a origem do problema, como se apresentam as questões, as hipóteses, as bases experimentais, a eliminação das hipóteses e as rupturas – abandono das velhas ideias em favor das novas –, entendendo por quais razões as novas ideias foram acei-

tas pela comunidade científica. Mostrar que o processo de construção das teorias científicas não é o simples acúmulo de informações, mas uma construção de ideias que envolvem diferentes análises e negociações pela comunidade científica, em um constante processo de revisão dos conceitos científicos vigentes à época, portanto, marcando a ciência como uma atividade caracterizada pela refutabilidade e transitoriedade. Por isso, apresentar apenas a informação final não dá a visão da ciência como empreendimento humano, é preciso apresentar seu longo, complexo e dinâmico caminho de desenvolvimento e de crescimento.

Concepções de ciência

Uma concepção de ciência, denominada empírico-indutivista, apresenta as atividades científicas construídas independentemente das relações sociais, conquanto o conhecimento científico fundamentar-se-ia na observação e na experimentação. Essa concepção tem forte influência de correntes epistemológicas como o positivismo e o empirismo lógico. Nesse caso, os enunciados da ciência se fundam nos fatos, nos dados da experiência. Outra concepção de ciência, de acordo com Cachapuz e colaboradores (2005), é denominada aproblemática e anistórica e apresenta o fato histórico descontextualizado dos problemas que se pretendiam resolver, o que faz com que o conhecimento surja em determinado momento histórico como construção episódica.

A concepção de ciência denominada individualista e elitista mostra as ciências da natureza como obra de extraordinários personagens geniais e independentes de seus respectivos

contextos sociais, culturais, políticos e econômicos (Gallego Torres, 2007) e o conhecimento científico como domínio reservado a minorias intelectualmente dotadas, ignorando-se o papel do trabalho coletivo (Cachapuz et al., 2005).

Já a concepção de ciência denominada descontextualizada é baseada na mitificação do papel da ciência e da tecnologia como conhecimento hierarquizado e que leva ao desenvolvimento (Cachapuz et al., 2005). Essa concepção mostra que a tecnologia é considerada um simples processo de aplicação dos conhecimentos científicos e reforça o caráter neutro a interesses e conflitos sociais.

A concepção de ciência denominada acumulativa, de crescimento ou gradação linear não mostra as controvérsias existentes durante o processo do desenvolvimento das teorias científicas bem como o complexo processo de mudanças e rupturas na forma de pensar em relação aos conhecimentos anteriores (Gil-Pérez, 1993).

A concepção de ciência denominada rígida ou algorítmica determina, como papel essencial do conhecimento científico, a sequência formal de etapas definidas no método científico como condição para se alcançar os resultados.

Segundo a literatura, a descrição histórica da realidade a partir de compreensões distorcidas da ciência, como se desprende das concepções apresentadas, combinada com a mera transmissão de conhecimentos fragmentados, pode provocar o desinteresse do aprendiz e, por conseguinte, pode dificultar a aprendizagem.

Metodologia

A investigação consistiu da análise das concepções de ciência presentes na abordagem histórica em capítulos sobre modelo atômico de Dalton, Thomson e Rutherford-Bohr em LD de química aprovados no PNLEM 2007, que são identificados com os respectivos códigos no Quadro 1.

O objeto de análise foi identificado e isolado nas seções e/ou capítulos relativos aos modelos atômicos citados nos referidos LD. O referencial teórico tomou como base os trabalhos historiográficos dos modelos atômicos que foram desenvolvidos a partir de documentos originais (Lopes, 2009; Viana, 2007) e respectiva literatura.

Foram adotadas categorias analíticas (Quadro 2) que caracterizam concepções de ciência na abordagem histórica, sistematizadas a partir de pressupostos teóricos e

Quadro 1: LD analisados.

Cód.	Referências
LQ1	PERUZZO, F.M.; CANTO, E.L. <i>Química geral e inorgânica</i> , v. 1, 2, 3. 3ª ed. São Paulo: Moderna, 2003.
LQ2	FELTRE, R. <i>Química geral</i> , v. 1, 2, 3. 6ª ed. São Paulo: Moderna, 2000.
LQ3	BIANCHI, J.C.A.; ALBRECHT, C.H.; MAIA, D.J. <i>Universo da química</i> . São Paulo: FTD, 2005.
LQ4	NÓBREGA, O.S.; SILVA, E.R.; SILVA, R.H. <i>Química</i> . São Paulo: Ática, 2005.
LQ5	MORTIMER, E.F.; MACHADO, A.H. <i>Química</i> . São Paulo: Scipione, 2005.
LQ6	SANTOS, W.L.P.; MÓL, G.S. (Coords.); MATSUNAGA, R.T.; DIB, S.M.F.; CASTRO, E.N.F.; SILVA, G.S.; SANTOS, S.M.O.; FARIAS, S.B. <i>Química e sociedade</i> . São Paulo: Nova Geração, 2005.

de pesquisas sobre HC em LD (Cachapuz et al., 2005; Pagliarini, 2007; Peters, 2005; Vidal, 2009).

Criou-se ainda um indicador quanto à extensão da abordagem da HC nos LD a partir dos cálculos dos percentuais referentes à medida linear do comprimento da parte do texto que trata do conteúdo histórico sobre modelos atômicos, na direção vertical nas páginas dos livros, em relação à medida do respectivo texto global sobre esse assunto. Assim, os dados quantitativos da Tabela 3 visam apenas fazer uma comparação subsidiária como forma de identificar eventual correlação entre a qualidade da abordagem histórica e os respectivos dados numéricos. Considera-se, todavia, que a análise dos referidos percentuais não estabelece uma comparabilidade absoluta, pois a simples medida linear do comprimento de extensão dos textos desconsidera parâmetros e elementos, tais como: tamanho da fonte, espaçamentos, espaços em branco, não uniformidade da diagramação textual e imagética, os quais podem introduzir erros grosseiros nos resultados evidenciados.

Análise e discussão dos resultados

Em primeira análise global e com base nos resultados das investigações dos seis livros, constata-se que todos eles abordam a HC nos conteúdos relativos aos modelos atômicos de Dalton, Thomson e Rutherford-Bohr. Os relatórios de avaliação do Ministério da Educação corroboram essa constatação, apesar de não mencionarem esse tema na resenha do LQ1. As demais resenhas (cinco) citam explicitamente a abordagem aos conteúdos históricos nas respectivas obras. Não obstante, há diferenças qualitativas de abordagem como é apresentado adiante.

Por outro lado, os respectivos manuais do professor de todos os seis livros também tratam da abordagem de conteúdos históricos com a proposição de metodologias para a organização do trabalho pedagógico pelo docente.

Em relação à apresentação gráfica e à fonte de informação histórica, a Tabela 1 consolida os resultados das investigações, não tendo sido destacadas as informações de formatação e diagramação (box, seção específica e corpo de texto) por não interferirem diretamente na abrangência e qualidade do conteúdo abordado.

Quanto à forma gráfica de apresentação do conteúdo, LQ4 só apresenta imagens de esquemas para ilustrar o

Quadro 2: Categorias analíticas e exemplos em LD de química.

Categoria Analítica	Subcategoria	Classe	Caracterização	LQ	Exemplo
A – Configuração geral	Avaliação oficial do MEC		Apresentação/menção ao conteúdo histórico sobre modelos atômicos no relatório final de avaliação do PNLEM realizada pela comissão de especialistas nomeada pelo Ministério da Educação.	2	A informação histórica do conhecimento científico se apresenta por meio de narrativas dos processos e produtos dos fatos da história da química e da biografia dos cientistas.
B – Apresentação gráfica do conteúdo histórico	Imagem	Esquema	Apresentação de modelos e desenhos de experimentos realizados na época e seus resultados.	3	Apresenta o esquema de uma imagem representativa de elementos e compostos de átomos segundo a teoria atômica de Dalton, conforme representação sugerida em 1808. A representação do aparelho usado por Millikan na determinação da carga do elétron e, ainda, a experiência de Rutherford e seus colaboradores e “a interpretação dos dados da experiência de Rutherford” (p. 85). Além da representação esquemática do imaginário a respeito de um átomo. Outros dois esquemas ilustram cada qual os níveis de energia e as órbitas possíveis para o átomo de hidrogênio.
C – Fonte da informação histórica	Primária		Apresentação de textos científicos originais escritos pelos próprios cientistas ou traduções dos originais que explicitam as ideias dos cientistas em relação à construção do conhecimento científico.	5	Citação direta de trecho histórico relatado por Segrè (1987) sobre a descoberta da radioatividade por Becquerel.
D – Tipo da informação histórica	Contextual	Científico	Apresentação da integração do conhecimento científico em questão com outros conhecimentos científicos ou matemáticos disponíveis ou ausentes na época.	4	Conhecimentos científicos sobre a teoria mecanicista na interpretação dos fenômenos naturais: “Em 1808, o químico e físico inglês John Dalton (1766-1844) resgatou a teoria atômica proposta pelos gregos e utilizada por Boyle” (p. 107). Descrição dos experimentos sobre soluções aquosas e tubos com gás a baixa pressão, evidenciando-se os conhecimentos sobre a condução de eletricidade anteriores ao modelo atômico de Thomson.
E – Natureza do conhecimento científico	Historicidade/problematividade	Linear/simplista	Apresentação dos eventos internos da ciência desconexos dos fatos históricos que compreenderam o desenvolvimento da construção do conhecimento científico, o qual se desenvolveria de forma linear e cumulativa. Há ênfase no conteúdo aceito como correto na atualidade, sem expor os fatos e problemas que divergiram do pensamento científico ao longo da história.	1	Apresenta a hipótese de Dalton: “Todo e qualquer tipo de matéria é formada por partículas indivisíveis, chamadas átomos” (p. 53) para explicar as duas leis ponderais propostas pelos cientistas Lavoisier e Proust.
		Mitológica	Apresentação dos mitos científicos na informação histórica.	6	Apresenta o modelo atômico de Thomson como sendo estático.

conteúdo histórico, enquanto os demais livros acrescentam imagens dos cientistas que colaboraram na construção do modelo atômico. LQ5 é o único livro que tem a imagem de um equipamento (no caso, a ampola de Crookes). As imagens mais frequentes nos livros são os esquemas, provavelmente pela facilidade de sua construção e de ilustrar os aparelhos complexos utilizados pelos cientistas em seus

experimentos. Os esquemas também permitem esclarecer a descrição histórica dos procedimentos realizados que levaram ao conhecimento da estrutura do átomo. Considerando a quantidade de informações que podem ser veiculadas em um esquema, pode ser outra justificativa para seu amplo uso nos livros investigados. Essa característica confirma o caráter inovador dos LD de química conforme constatações

Tabela 1: Apresentação gráfica e fonte de informação de HC.

Livro	Categorias/Subcategorias/Classes analíticas			
	Apresentação gráfica do conteúdo			Fonte da informação histórica
	Imagem			Primária
	Personagem	Equipamento	Esquema	
LQ1	4	-	15	-
LQ2	5	-	22	-
LQ3	14	-	7	-
LQ4	-	-	5	1
LQ5	14	1	8	1
LQ6	18	-	25	-

de Mortimer e Santos (2008). As inovações dizem respeito à diversidade de informações, por meio de imagens, sobre experimentos e estudos da química.

Em relação à fonte histórica primária, apenas LQ4 e LQ5 apresentam, cada qual, uma única informação. Esse fato pode ser justificado pela possibilidade de se ajustar os vários elementos históricos, as abordagens e os enfoques do assunto apresentado, de acordo com a importância que os autores concebem e estabelecem, bem como da dificuldade de compreensão do assunto correlato.

Todos os LD veiculam as informações históricas de modo secundário pelos próprios autores, os quais interpretam a história na elaboração de suas obras e, de certa forma, assumem o papel de historiadores *ad hoc*. Nesse sentido, seria oportuno considerar as bases epistemológicas da HC como subsídio para o aprofundamento conceitual, de modo a permitir uma abordagem histórica adequada aos propósitos, no caso desse estudo, da formação em nível médio. Portanto, a demarcação do conhecimento científico, segundo Kuhn (2000), teria por balizador as regras assumidas pela comunidade científica, como grupo de pessoas que apresentam compatibilidade entre ideias e comportamento. Nessa linha, confirma-se a relevância da compreensão, da identificação e do mapeamento das concepções de ciência.

Em relação ao tipo de informação histórica, a Tabela 2 consolida os resultados encontrados nas investigações. Os dados biográficos dos cientistas são as informações históricas mais encontradas nos livros. Apesar de sua relevância para a compreensão contextual, se apresentados de modo isolado, esses dados pouco acrescentam nas leituras, uma vez que essas informações se concentram nos anos de nascimento e de morte e nacionalidades, em vez de narrar sobre informações mais abrangentes como o histórico familiar, a formação escolar, o percurso acadêmico, as influências sociais na vida dos

Todos os LD veiculam as informações históricas de modo secundário pelos próprios autores, os quais interpretam a história na elaboração de suas obras e, de certa forma, assumem o papel de historiadores *ad hoc*. Nesse sentido, seria oportuno considerar as bases epistemológicas da HC como subsídio para o aprofundamento conceitual, de modo a permitir uma abordagem histórica adequada aos propósitos, no caso desse estudo, da formação em nível médio.

Tabela 2: Tipo de informação de HC.

Livro	Subcategorias/Classes analíticas			
	Biográfica		Contextual	
	Sumária	Características	Científico	Tecnológico
LQ1	3	1	3	1
LQ2	2	-	5	1
LQ3	4	2	4	-
LQ4	3	-	2	-
LQ5	1	1	8	2
LQ6	5	3	8	3

cientistas. Esse tipo de informação ajudaria a compreender aspirações, esforços, criatividade, dramas, realizações e interesse do pesquisador por determinado fenômeno e mostrar a influência do meio social em sua vida.

A maior frequência de apresentação de informação contextual científica em relação às informações tecnológica, política, social e religiosa se deve à relação direta com o próprio conteúdo abordado, uma vez que ele próprio se justifica como integrante da área estudada. As demais informações dependem da criatividade e opção dos autores em inseri-las nos livros.

Em relação à categoria analítica, natureza do conhecimento científico, a abordagem do modelo atômico de Dalton nos LD relaciona frequentemente a construção desse modelo com a teoria atomista dos filósofos da Antiguidade. Nesse sentido, as principais imagens, citações, entre outros, praticamente não relacionam Dalton aos contextos científicos mais próximos de sua

época como, por exemplo, Galileu e Newton, pois a crença de Dalton em relação aos átomos como constituintes da matéria

se deve, muito mais, à influência das teorias corpusculares existentes no século XVIII, mais precisamente ao corpuscularismo newtoniano. Apenas LQ5 apresenta referência a Isaac Newton que embasou as ideias de Dalton, com as teorias clássicas, mas LQ4, ao expor que Dalton explicou os diferentes estados físicos da matéria, deixa implícita a fundamentação na física clássica. Portanto, LQ5 é o livro que explicita a contextualização histórica dos conhecimentos da química com os conhecimentos da física na construção do modelo para os átomos, porém não é desenvolvido um trabalho interdisciplinar entre as duas áreas do conhecimento.

Nenhum LD expõe a imagem do cientista William Henry, que trabalhou com Dalton nos experimentos sobre a solubilidade dos gases em água, que permitiu a construção da teoria quantitativa, conforme mencionam Porto e Viana (2007) e Viana (2007). Com exceção do LQ3, os demais livros não apresentam esquemas das proporções em massa, envolvidas nas combinações entre átomos na formação de substâncias, os quais seriam relevantes para a reconstrução histórica do desenvolvimento da teoria de Dalton. LQ5 é o único livro que apresenta a origem dos estudos de Dalton sobre os fenômenos atmosféricos para explicar o comportamento dos diversos gases da atmosfera e das misturas gasosas em descargas atmosféricas.

Dentre os livros analisados, LQ5 e LQ6 destacam a aceitação, durante muito tempo, da teoria dos quatro elementos de Aristóteles, a qual previa a transmutação de um elemento químico em outros e que, por sua vez, também alimentou as ideias dos alquimistas na Idade Média, baseadas em forte dogmatismo religioso. No entanto, esses livros não justificam a motivação religiosa que ocasionou essa prevalência dogmática em detrimento do atomismo de Demócrito e Leucipo. LQ6 também faz referência aos dados experimentais nos quais Dalton teria fundamentado sua teoria, porém não há o relato desses experimentos como, por exemplo, aqueles sobre a solubilidade dos gases em água que levou à elaboração de um modelo mecânico para a dissolução com base na teoria atomista de Newton e a uma relação matemática para classificá-los de acordo com as frações de solubilidade, bem como os experimentos com substâncias orgânicas para explicar as combinações químicas. Ademais, os méritos dos resultados alcançados são apresentados e atribuídos exclusivamente ao cientista Dalton, suprimindo referências a outros pesquisadores que também contribuíram para a construção desse conhecimento.

LQ1 é o único que menciona o tempo decorrido no desenvolvimento das ideias científicas que levaram à construção

Nenhum LD expõe a imagem do cientista William Henry, que trabalhou com Dalton nos experimentos sobre a solubilidade dos gases em água, que permitiu a construção da teoria quantitativa, conforme mencionam Porto e Viana (2007) e Viana (2007).

LQ1 é o único que menciona o tempo decorrido no desenvolvimento das ideias científicas que levaram à construção do modelo atômico de Dalton. No entanto, não apresenta as modificações, os debates ou o abandono das teorias criadas nesse período e a respectiva aquisição de novas teorias.

do modelo atômico de Dalton. No entanto, não apresenta as modificações, os debates ou o abandono das teorias criadas nesse período e a respectiva aquisição de novas teorias. A simplificação do fato histórico reforça a ideia de que não há controvérsias ou disputas filosóficas, bem como não se considera a mutabilidade intrínseca na construção do conhecimento científico.

LQ1, LQ4, LQ5 e LQ6 listam as hipóteses de Dalton quanto à constituição da matéria. Entretanto, somente LQ5 menciona que cada tipo de átomo seria caracterizado por um peso atômico, mas não expõe o rol de experimentos supramencionados que permitiram chegar a essa conclusão nem cita o conjunto das respectivas inferências, suposições, modelos e relações matemáticas. LQ5 e LQ6 fazem menção às críticas que a teoria atômica de Dalton recebeu da comunidade científica pela falta de evidências experimentais para a existência dos átomos. LQ6 ressalta que a teoria atômica de Dalton passou a ser aceita na metade do século XIX pelas inúmeras evidências experimentais. Essas duas passagens históricas confirmaram a importância do método empírico-indutivo na comprovação dos fatos científicos. Fica evidenciada a crença

em buscar a verdade dos fatos pela via da experimentação e observação, o que reforça a visão simplista da ciência e da existência de um único método científico-indutivo.

Constatou-se que LQ1, LQ2 e LQ3 apresentam informações mitológicas de que Dalton propôs uma teoria atômica para explicar as leis enunciadas por Lavoisier e Proust, pois teria elaborado a primeira tabela de massas atômicas a partir de valores que indicavam as proporções nas reações de formação de algumas substâncias. Dentre as reações analisadas por Dalton, estava a de formação da água e do óxido de carbono conforme experimentos já realizados por Lavoisier. Como se percebe em Viana (2007), Dalton desenvolveu

várias teorias sobre as misturas gasosas que foram modificadas ou até mesmo abandonadas até chegar à teoria atômica, o que possibilitou explicar as leis ponderais, as diferentes massas e o comportamento químico das substâncias. Dalton usou os conhecimentos de Lavoisier já conhecidos em 1775 (Vidal, 1986) e de outros precursores para propor a lei das

proporções múltiplas, a qual veio a confirmar a lei das proporções definidas proposta por Proust em 1799. A redução e o equívoco do fato histórico em relação à proposta para a formulação da teoria atômica passa a ideia de que a ciência se desenvolve de forma linear e cumulativa.

Percebe-se que LQ5, além de fazer uma abordagem histórica maior em relação aos demais livros didáticos, como já

fora mencionado, também apresenta uma maior contextualização histórica. Mesmo assim, não apresenta a construção e a evolução dos conhecimentos científicos que levaram à teoria atômica daltoniana. Os LD restringem a teoria atômica de Dalton à representação da imagem genérica do átomo por ele idealizado.

Todos os livros passam uma visão de ciência aproblemática e anistórica, pois não relatam os questionamentos e problemas que geraram o interesse nas pesquisas que originaram novos conhecimentos científicos para a época. O trabalho científico aparece como fruto de um trabalho isolado e reforça a concepção individualista e elitista da ciência. Essas características podem decorrer da dificuldade de se apresentar as principais interações entre os pesquisadores, cujas ideias se completariam e contribuiriam para inspiração mútua, aumentando-se, assim, a produção de conhecimento científico aceitável. Essa dificuldade proporcionaria ao último cientista, que contribuiu apenas com uma parte do conhecimento, o privilégio de destaque como o mais relevante para o assunto.

Os LD apresentam o desenvolvimento da construção do modelo atômico, preocupando-se em buscar no passado os fatos do conhecimento científico que estão relacionados com o conteúdo atual ou que corroboram o conhecimento científico da atualidade. Percebe-se que os autores preocupam-se primordialmente em apresentar o resultado final do conhecimento científico.

Na descrição do modelo atômico de Thomson, apesar de esse cientista ter se baseado nas investigações de Michael Faraday e William Crookes para o estudo do átomo, somente LQ6 apresenta suas imagens. Nenhum livro contempla a imagem de Mayer, cujos experimentos foram fonte de referência para a hipótese de Thomson sobre a distribuição de partículas no átomo.

Os esquemas predominantes nos seis LD são: os tubos de raios catódicos, que possibilitaram Thomson identificar a existência de partículas eletrizadas na estrutura da matéria, e o modelo de átomo por ele proposto. Com exceção do LQ3, os demais livros esquematizam a ampola de Crookes e LQ5 apresenta apenas a fotografia desta. LQ3 e LQ6 ainda acrescentam, para esse tema, o esquema do equipamento utilizado por Millikan para determinar a carga do elétron. No entanto, nenhum LD apresenta o esquema dos ímãs flutuantes de Mayer, que ilustra o equilíbrio mecânico no átomo-vórtice. Esse modelo de átomo fora adotado por Thomson antes da elaboração de seu próprio modelo atômico. Embora LQ3 e LQ6 enriqueçam o conteúdo histórico expondo a contribuição de Millikan para a estrutura do átomo, não explicitam que o valor encontrado para a carga do elétron só confirmou o que havia sido determinado por Thomson.

Embora LQ1 seja o único livro a mencionar que Thomson elaborou melhor os experimentos no tubo de raios catódicos,

embora não informe as adaptações experimentais realizadas com o uso de quatro gases e três metais diferentes na constituição dos eletrodos. Dessa forma, foi possível determinar a razão entre a carga e a massa do elétron (e/m) e, a partir dos resultados, concluir que as partículas constituintes desses raios eram as mesmas, independente da composição do catodo, do antecato e dos gases do tubo.

Todos os livros passam uma visão de ciência aproblemática e anistórica, pois não relatam os questionamentos e problemas que geraram o interesse nas pesquisas que originaram novos conhecimentos científicos para a época. O trabalho científico aparece como fruto de um trabalho isolado e reforça a concepção individualista e elitista da ciência.

LQ3, LQ5 e LQ6 mencionam que Thomson concluiu que as partículas emitidas no tubo de raios catódicos são constituídas por um mesmo ente físico, sem fazer ligação com os ajustes experimentais citados no parágrafo anterior nem ao fato de ter chegado a essa conclusão após observar

os valores constantes para a (e/m) dessas partículas. LQ5 e LQ6, diferentemente dos demais livros, tratam da eletrólise no experimento de Faraday, que possibilitou identificar que a partícula constituinte da matéria é uma unidade natural de carga elétrica, o que serviu de base nas investigações de Thomson. LQ5 é o único livro que menciona os experimentos de Jean Perrin, os quais demonstraram a carga elétrica negativa das partículas constituintes dos raios catódicos. Assim, Thomson apenas teria comprovado a (e/m) dessas partículas.

LQ6 apresenta uma informação imprecisa historicamente ao afirmar que Thomson deduziu, a partir de experiências com tubos de descarga de gases, que as partículas que constituem os raios catódicos são todas idênticas e estão presentes em todos os átomos de qualquer elemento químico. Ocorre que essas experiências e o desvio dos raios pelos polos permitiram identificar apenas a existência de partículas eletrizadas na estrutura da matéria. Outra informação imprecisa em LQ6 e LQ2 atribui a Thomson, e não ao físico francês Jean Baptiste Perrin, a conclusão de que os raios catódicos são constituídos de cargas elétricas negativas.

O modelo atômico de Thomson é descrito por LQ1 e LQ6 como uma esfera carregada positivamente, na qual estariam incrustados os elétrons com carga elétrica negativa, o que representa um modelo estático de átomo. Os demais livros não apresentam essa informação mitológica da concepção de um átomo estático, contudo, não deixam clara a dinâmica do átomo proposta por Thomson.

Em um artigo de 1904, Thomson sintetizou suas ideias sobre o átomo, que seria constituído por corpúsculos descobertos em 1897. Para ele:

A ideia de que os átomos dos elementos consistem em um número de corpúsculos eletricamente negativos englobados em uma esfera uniformemente positiva sugere [...] o movimento de um anel com n partículas eletricamente negativas localizadas numa esfera eletrificada uniformemente. (Thomson apud Lopes, 2009, p. 34-35)

Lopes (2009), consultando os originais dos artigos de Thomson, apresenta várias ideias desse autor que demonstram que sua visão de átomo não considerava os elétrons de forma estática. Segundo Thomson, o número de corpúsculos em um anel é variável; cada corpúsculo está movimentando-se em alta velocidade em torno da circunferência do anel em que está situado; e os anéis estão organizados de forma que aqueles com grande número de corpúsculos estão próximos da superfície da esfera, enquanto aqueles em que há um número menor de corpúsculos estão mais para o interior. Thomson vinculou os espectros dos elementos às vibrações dos corpúsculos no átomo e observou a existência de semelhanças entre espectros de elementos de um mesmo grupo da tabela periódica. Outro vínculo foi a formação de grupos de acordo com o número de elétrons no último anel com os apresentados na tabela de Mendeleev. De acordo com essas observações, Thomson procurou explicar as propriedades químicas como a valência dos elementos e da ligação química. Segundo o pesquisador, quando os átomos em que os corpúsculos estão muito estáveis e são misturados com átomos em que os corpúsculos não estão muito presos, as forças que agem sob os corpúsculos fazem com que ocorra a transferência de corpúsculos de um átomo para o outro, formando um composto químico. Thomson também supôs que os corpúsculos em movimento emitem radiação e vão diminuindo a velocidade e, muito lentamente, chegando ao que seria equivalente a uma explosão de corpúsculos. Estes se distanciam de suas posições originais, sua energia potencial diminui, enquanto sua energia cinética aumenta, assim ocorreria sua ejeção do átomo.

Na análise dos livros, observou-se que a dinamicidade do modelo atômico de Thomson não é descrito por nenhum dos LD. De alguma forma, pode-se considerar que o modelo atômico deste, em todos os livros, aparece como fruto de um trabalho coletivo, se forem considerados os conhecimentos dos tubos de descargas elétricas em gases. Entretanto, se forem consideradas as articulações com os experimentos de Mayer, o trabalho torna-se individualista (Cachapuz et al., 2005). Além da informação sobre o experimento na ampola de Crookes, LQ1, LQ2, LQ5 e LQ6 expõem os desenvolvimentos tecnológicos, contudo, não os relacionam ao desenvolvimento do conhecimento da estrutura do átomo e aos progressos feitos na tecnologia para a produção de vácuo por bombas primitivas. Destaque-se que a tecnologia de máquinas de produção de vácuo permitiu experiências com descargas de eletricidade por meio de gases que levaram à descoberta do efeito Zeeman, dos raios X, da radioatividade e, por sua vez, do elétron. A referida exposição tecnológica aparece como um processo de aplicação direta dos conhecimentos científicos. Segundo Cachapuz et al. (2005), a

Na análise dos livros, observou-se que a dinamicidade do modelo atômico de Thomson não é descrito por nenhum dos LD. De alguma forma, pode-se considerar que o modelo atômico deste, em todos os livros, aparece como fruto de um trabalho coletivo, se forem considerados os conhecimentos dos tubos de descargas elétricas em gases. Entretanto, se forem consideradas as articulações com os experimentos de Mayer, o trabalho torna-se individualista (Cachapuz et al., 2005).

apresentação de uma visão descontextualizada da atividade tecnológica reforça um caráter neutro como se ela não tivesse influências da sociedade no seu desenvolvimento.

A ausência de alguns fatos históricos deixa lacunas na construção do conhecimento, o que dificulta a compreensão dos resultados encontrados ao longo dos experimentos, bem como da teoria atômica. Por não se apresentar os questionamentos que motivaram as pesquisas relativas ao problema científico, as quais levaram o cientista a se interessar pelo estudo do átomo, o conhecimento aparece de maneira arbitrária. A ideia de que o conhecimento desenvolveu-se fundamentado apenas na experimentação reforça a concepção empírico-indutivista. Pode-se dizer que o modelo atômico de Thomson encontra-se em todos os livros didáticos, porém é descrito de forma linear.

Na descrição do modelo atômico de Rutherford-Bohr, apenas LQ5 mostra a imagem do cientista Geiger e nenhum LD apresenta a imagem de Marsden. Esses cientistas trabalharam juntamente com Rutherford nas pesquisas com partículas alfa. Todos os LD apresentam o esquema do átomo proposto por Rutherford e o experimento do espalhamento das partículas alfa. No entanto, LQ1 e LQ6 acrescentam o esquema do acelerador de partículas usado para medir a ionização produzida pelo urânio, que levou ao conhecimento das partículas alfa. Contudo, somente LQ6 expõe o interesse de Rutherford em conhecer a natureza dessas partículas ao desenvolver a experiência do espalhamento das partículas alfa, pois para explicar a deflexão dessas partículas ao atravessar a lâmina metálica, surgiu a necessidade de propor outro modelo para a estrutura do átomo.

Percebe-se que todos os livros referem-se aos experimentos do espalhamento das partículas alfa em lâminas de ouro, pois foi o experimento que permitiu a elaboração do modelo de átomo por Rutherford em detrimento do experimento para medir a ionização produzida pelo urânio. LQ3, LQ5 e LQ6 mostram o trabalho coletivo nos estudos das partículas alfa. LQ2, LQ4, LQ5 e LQ6 expõem o problema da instabilidade eletrodinâmica decorrente do modelo atômico de Rutherford com uma carga central concentrada em um ponto e rodeada por uma distribuição esférica uniforme de carga elétrica oposta, o que levou à proposição de outro modelo. Nesse particular, LQ4 também acrescenta a irradiação de energia como fator de instabilidade. Segundo Lopes (2009), a instabilidade que levou à rejeição inicial do modelo atômico nuclear foram os aspectos relacionados à mecânica e não à irradiação de energia. LQ2 também apresenta justificativas para a instabilidade do núcleo na repulsão das cargas internas, mas Rutherford apenas descobriu as manifestações nucleares em suas investigações no campo da radioatividade, levando ao conhecimento das partículas constituintes do

núcleo (prótons e nêutrons). A descoberta dos nêutrons foi mencionada apenas em LQ2, LQ3 e LQ6.

LQ1 cita a limitação do modelo atômico de Rutherford por não explicar os espectros atômicos, sem, contudo, fazer referência a esse tema. Já LQ5 e LQ6 expõem o estudo do espectro atômico do elemento hidrogênio apresentando o espectro descontínuo. LQ5 também expõe o estudo da teoria corpuscular e ondulatória da luz e a polêmica sobre a sua natureza. LQ5 e LQ6 expõem o estudo do efeito fotoelétrico e LQ6 ainda apresenta o estudo do corpo negro, ou seja, apresentam fenômenos que contrariavam as teorias clássicas da Física. LQ2, LQ5 e LQ6 expõem as contribuições de Max Planck para resolver os problemas apresentados no modelo atômico de Rutherford. LQ5 e LQ6 acrescentam ainda as contribuições de Maxwell e Balmer.

LQ2, LQ3, LQ4 e LQ6 apresentam a determinação do tamanho do núcleo e LQ3 acrescenta que Rutherford determinou a carga e a massa das partículas alfa.

LQ5 e LQ6 aprofundam o texto sobre as dificuldades das mudanças no conhecimento, os obstáculos que surgiram e a complexidade das relações entre as visões da comunidade científica.

Todos os LD apresentam a informação de que o átomo proposto por Rutherford apresenta um núcleo positivo com elétrons negativos ao redor. Segundo Lopes (2009), sua proposta atômica inicialmente não definiu a carga das partículas. Somente LQ5 apresenta os conhecimentos científicos matemáticos disponíveis na época que possibilitaram calcular o ângulo de desvio das partículas alfa. Nenhum livro faz referência ao contexto tecnológico, político e social da época em que essa teoria se desenvolveu. No caso, as experiências para medir a ionização produzida pelo urânio, que levou a teoria da desintegração radioativa, só foram possíveis de serem realizadas a partir do aprimoramento da tecnologia das bombas de vácuo, as quais despertaram nos cientistas da época notável interesse para esse tipo de pesquisa e consequentemente proporcionaram um grande avanço no conhecimento. Os livros LQ1, LQ3 e LQ5 expõem o trabalho desenvolvido por Rutherford, juntamente com Soddy, sobre a teoria da desintegração radioativa. LQ5 ainda mostra que as partículas alfa são átomos de hélio expelidos em sucessivos estágios de uma desintegração radioativa. Percebe-se que a descrição do modelo atômico de Rutherford é feita, em

todos os livros, de modo mais abrangente, contemplando os aspectos de confrontações entre teorias rivais.

Segundo Segrè (1987) e Lopes (2009), o modelo proposto por Rutherford em 1911 foi imaginado com base nas ideias especulativas de outros cientistas, inclusive do físico japonês Hantaro Nagaoka, que propôs um modelo planetário do átomo denominado de sistema saturniano. Lopes (2009) considera ainda que o matemático e astrofísico inglês John William Nicholson desenvolveu também um modelo planetário para o átomo concomitantemente com as ideias de Rutherford, mas tomando como base os estudos de Thomson. É relevante destacar em Lopes e Marques (2011) que em nenhum momento do artigo de Rutherford de 1911 há menção da palavra núcleo para nomear a carga central do átomo e que este não deixa claro em seu trabalho que a natureza elétrica central era positiva ou negativa, ele apenas lança uma hipótese. Essas considerações históricas evidenciam que o modelo planetário do átomo não foi desenvolvido isoladamente por Rutherford nem foi estabelecido em 1911.

Apenas LQ6 e LQ3 fazem referência ao modelo atômico do físico japonês Nagaoka que propôs o modelo do sistema solar antes de Rutherford.

Na descrição do modelo atômico de Rutherford, percebe-se uma contextualização histórica maior em LQ5 e LQ6 como já mencionado. No entanto, LQ6 apresenta uma abordagem histórica ainda mais contextualizada desde o desenvolvimento do acelerador de partículas que foi determinante para o estudo e entendimento da estrutura do átomo até a construção da teoria atômica. Percebem-se as controvérsias existentes e a definição do conhecimento científico que permaneceu. Pode-se concluir que a maneira de expor as ideias científicas que não são mais consideradas como verdadeiras na atualidade e, consequentemente, as rupturas na forma de pensar o conhecimento científico anterior permitem participar da reconstrução do conhecimento e, assim, compreender as condições de produção da ciência. A exposição das ideias do cientista que levaram à ruptura das ideias concebidas ao modelo atômico vigente (Thomson) e a nova forma de pensar a estrutura do átomo evidenciam uma preocupação em apresentar os fatos históricos do conhecimento científico de forma evolutiva.

Na subcategoria descrição física, a Tabela 3 apresenta os resultados do levantamento quantitativo dos percentuais,

Tabela 3: Descrição física da abordagem de HC no estudo de modelos atômicos (MA).

Livro didático	Nº de caps. que aborda o conteúdo de MA	Nº total de pág. do livro ou da coleção	Nº de pág. dos caps. de MA	% do conteúdo de MA em relação ao livro didático	% de HC em relação ao conteúdo de MA
LQ1	3	974	36	3,4%	34,9%
LQ2	3	1171	33	5,5%	37,9%
LQ3	3	655	28	8,9%	45,2%
LQ4	2	559	28	4,3%	29,2%
LQ5	2	385	38	16,6%	61,5%
LQ6	4	723	48	8,1%	53,3%

calculados conforme descrição na metodologia, da extensão linear dos conteúdos de modelos atômicos.

Quanto à análise quantitativa do conteúdo de construção histórica dos três modelos atômicos nos seis LD, percebe-se que há pouca extensão de narrativas históricas em LQ1, LQ2, LQ3 e LQ4, que apresentam uma abordagem inferior a 50%, o que confirma as análises qualitativas acima. Não há uma diferença significativa entre esses livros quanto à quantidade de conteúdo histórico. Sendo que há uma notória identificação de que LQ4 é o que menos expõe quantitativamente a questão histórica. Há uma nítida evidência de que LQ5 e LQ6 fazem uma abordagem histórica maior em relação aos demais, apresentando um percentual acima de 50%, o que também confirma as conclusões supramencionadas. Em análise global, constatou-se que todas as obras analisadas abordam a HC de alguma forma ao longo da apresentação dos modelos atômicos de Dalton, Thomson e Rutherford-Bohr. Enquanto LQ4 apresenta menor contextualização histórica, LQ5 apresenta maior abordagem histórica, em termos de extensão de conteúdo, pelo método de medição linear utilizado.

Nesse sentido, um maior aprofundamento em HC não pode prescindir de uma razoável exposição de informações históricas. Por óbvio que pareça, essa relação não é imediata, conquanto dependesse também da qualidade e organização adequada dessas informações. Uma obra com maior proporção de texto de HC em relação ao conteúdo total apenas sugere que o tema tenha sido mais bem abordado nessa obra – fato que se acabou confirmando na análise qualitativa –, muito embora se perceba que a exposição sobre HC nos LD ocorra por imagens e diagramas, que ocupam espaços relativamente maiores que a parte escrita e são predominantes.

Considerações finais

De fato, a HC foi contemplada nos capítulos e/ou seções em todos os LD, apresentando elementos biográficos, dados históricos do desenvolvimento dos modelos atômicos e apontando as mudanças conceituais entre os modelos. Não obstante, essa abordagem histórica é limitada, uma vez que se concretiza na descrição isolada e episódica de informações sumárias, sem o devido aprofundamento quanto à problematização e contextualização sócio-histórica. Nesse sentido, a história contada não se afigura fidedigna nem tampouco abrangente o suficiente para permitir uma leitura adequada sobre o que ocorreu. Portanto, partindo da premissa de que a HC é praticamente restrita aos conteúdos de modelos atômicos, fica evidente que os LD de química tendem a produzir uma concepção de ciência desenvolvida por cientistas ilustres que trabalham de forma isolada, cujas teorias científicas são elaboradas linear e cumulativamente ao longo da história. Essa concepção reproduz uma falsa imagem da natureza do conhecimento científico, caracterizada pelo dogmatismo e pela neutralidade científica. Pode-se dizer que o ensino de química é tratado pelos LD de forma anistórica e com uma

visão deformada da realidade das ciências (Cachapuz et al., 2005). Por outro lado, todos os temas históricos estão intrinsecamente ligados ao desenvolvimento da física ao longo da história, mas em nenhuma obra há a proposição de se desenvolver esses temas de modo interdisciplinar, muito embora se tenha constatado que alguns livros de química citam superficialmente temas da física.

Na análise, constatou-se que dois LD diferenciam-se dos demais na abordagem histórica, pois promovem uma visão menos dogmática da ciência com diferencial que se enquadra no movimento de inovação em LD. Deve-se considerar, todavia, que o avanço desses livros ainda é insuficiente, sendo necessário, em nosso ver, considerar uma reelaboração para proporcionar uma visão mais avançada em relação à HC.

Nesta pesquisa, foi possível perceber ainda que há muita história para ser contada que não está sendo abordada nos LD de química na construção das teorias atômicas e, por pressuposto, nos demais assuntos dessa ciência. Essa ausência impede ao estudante reconhecer a ciência como atividade complexa de reconstrução e apropriação do conhecimento.

Nesse sentido, é fundamental que os professores, ao tratarem do estudo dos modelos atômicos em suas aulas, procurem contar as outras histórias que não estão nos livros. Entendemos que o desenvolvimento da construção das teorias atômicas permite o acesso a informações mais abrangentes do conteúdo específico de determinado conhecimento da ciência e cria situações para reflexão e análise da construção desse conhecimento. Um enfoque mais aprofundado no desenvolvimento das teorias atômicas de Dalton, de Thomson e de Rutherford-Bohr pode contemplar aspectos do processo histórico como: a origem, as hipóteses, as experiências, a diversidade de ideias, as críticas, a interligação entre os fatos, o trabalho dos diversos cientistas, a ruptura das ideias, o abandono de teorias que não se mostraram compatíveis ao longo do tempo. Um ensino com essa abordagem, além de proporcionar a compreensão do papel da ciência, desenvolve a criticidade do aluno em relação à produção do conhecimento científico.

Entende-se que a melhoria da qualidade do ensino de química inclui uma contextualização histórica, oportunizando meios para uma reflexão crítica dos conteúdos abordados. Assim, é preciso que os professores de química entendam que ensinar conceitos científicos de química exige introduzir não apenas os trechos históricos fragmentados da HC, como apresentados nos LD, mas, sobretudo, as relações de produção do conhecimento científico em contexto mais amplo das sociedades.

Nota:

¹Versão preliminar do presente artigo foi apresentada no VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, realizado em Campinas, no ano de 2011. Disponível em <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiiienpec/resumos/R1264-1.pdf>.

Ligia Maria Martinho Pereira Chaves (lygya.chaves@yahoo.com.br), graduada em Licenciatura em Química pela Universidade Católica de Brasília, é mestre em Educação pela Universidade de Brasília (UnB). Brasília, DF - BR. **Wildson Luiz Pereira dos Santos** (wildson@unb.br) graduado em Licenciatura em Química pela UnB, especialista em Educação Brasileira pela UnB, mestre em Educação pela Universidade Estadual de Campinas, doutor em Educação pela Universidade Federal de Minas Gerais, realizou doutorado sanduíche como bolsista da Capes na área de Ensino de Ciências na Universidade de Leeds (Inglaterra), desenvolveu estudos de Pós-Doutorado como bolsista do CNPq no Instituto de Educação da Universidade de Londres e na Escola de Educação da Universidade

de Southampton na Inglaterra, é professor associado 2 do Instituto de Química da UnB, atuando no Programa de Pós-Graduação em Educação da Faculdade de Educação da UnB e no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências dos Institutos de Ciências Biológicas, Física e Química da UnB. Brasília, DF - BR. **Maria Helena da Silva Carneiro** (mhsilcar@unb.br), especialista em Educação Ambiental pela UnB, mestre em Didática das Disciplinas - Biologia pela Universidade Paris VII, mestre em Ecologia Humana pela Université de Paris V (Rene Descartes), doutor em Didática das disciplinas: Biologia pela Paris VII, é professor associado 3 da Faculdade de Educação da UnB. Brasília, DF - BR.

Referências

CHAVES, L.M.M.P. *Concepções de ciência reveladas nos conteúdos sobre modelos atômicos de livros didáticos de química*. 2011. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

BARBOSA, R. *Obras completas de Rui Barbosa*. v. X., 1883, Tomo II. Reforma do ensino primário e várias instituições complementares da instrução pública. Rio de Janeiro: Ministério da Educação e Saúde, 1946.

BRASIL. MEC/FNDE. *Programa Nacional do Livro do Ensino Médio para o ano de 2007 – PNLEM/ 2007*. Brasília: FAE, 2005.

_____. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio*. Brasília: MEC; SEMTEC, 2002.

CACHAPUZ, A. Superação das visões deformadas da ciência e da tecnologia: um requisito essencial para a renovação da educação científica. In: CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D.; CARVALHO, A.M.P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. *A necessária renovação do ensino das ciências*. São Paulo: Cortez, 2005.

FELTRE, R. *Química geral*, v. 1, 2, 3. 6ª ed. São Paulo: Moderna, 2000.

GALLEGO TORRES, A.P. Imagen popular de la ciencia transmitida por los cómics. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, v. 4, n. 1, p. 141-51, 2007.

GIL-PÉREZ, D. Contribución de la historia y la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las ciencias*, v. 11, n. 2, 197-212, 1993.

KUHN, T.S. *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo: Perspectiva, 2000.

LOPES, C.V.M. *Modelos atômicos no início do século XX: da física clássica à introdução da teoria quântica*. 2009. Tese (Doutorado em História da Ciência) - Pontifícia Universidade Católica, São Paulo, 2009.

LOPES, C.V.M.; MARQUES, D.M. Modelos atômicos de J. J. Thomson e Ernest Rutherford. In: BELTRAN, M.H.R.; SAITO, F.; TRINDADE, L.S.P. (Orgs.). *História da ciência: tópicos*

atuais. São Paulo: Livraria da Física, 2011. p. 131-158.

MORTIMER, E.F. A evolução dos livros didáticos de química destinados ao ensino secundário. *Em Aberto*, v. 40, p. 25-41, 1988.

MORTIMER, E.F.; SANTOS, W.L.P. Políticas e práticas de livros didáticos de química: o processo de constituição da inovação X redundância nos livros didáticos de química de 1833 a 1987. In: ROSA, M.I.P.; ROSSI, A.V. (Orgs.). *Educação química no Brasil: memórias, políticas e tendências*. Campinas: Átomo, 2008.

PAGLIARINI, C.R. *Uma análise da história e filosofia da ciência presente em livros didáticos de física para o ensino médio*. 2007. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

PETERS, J.R. *A história da matemática no ensino fundamental uma análise de livros didáticos e artigos sobre história*. 2005. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

PORTO, P.A. História e filosofia da ciência no ensino de química: em busca dos objetivos educacionais da atualidade. SANTOS, W.L.P.; MALDANER, O.A. (Orgs.). *Ensino de química em foco*. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010. p. 160-164.

PORTO, P.A.; VIANA, H.E.B. O processo de elaboração da teoria atômica de John Dalton. *Química Nova na Escola*, v. 7, p. 4-12, 2007.

SEGRÈ, E. *Dos raios X aos quarks*. Brasília: Ed. UnB, 1987.

SANTOS, W.L.P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. *Revista Brasileira de Educação*, v. 12, n. 36, p. 474-492, 2007.

VIANA, H.E.B. *A construção da teoria atômica de Dalton como estudo de caso – e algumas reflexões para o ensino de química*. 2007. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências - Modalidades Física, Química e Biologia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

VIDAL, B. *História da química*. São Paulo: Edições 70, 1986.

VIDAL, P.H.O. *A história da ciência nos livros didáticos do PNLEM 2007*. 2009. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências - Modalidades Física e Química) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

Abstract: *History of Science on atomic models in Chemistry textbooks and Science conceptions*. This paper analyses conceptions of Science apparent in descriptions of the atomic models developed by Dalton, Thomson and Rutherford-Bohr contained in six Chemistry textbooks selected by Brazil's National High-School Textbook Program (PNLEM/2007). The quantitative and qualitative research undertaken involved a review of literature on approaches to the History of Science in science teaching. It also examined the contents mentioned above, as described in works whose authors had access to the original documents. Analysis reveals a predominantly dogmatic conception of Science reflecting a linear, cumulative and ahistorical approach to the History of Science. Only two of the six textbooks examined displayed any innovative differential in their historical approach, but they too adopted a dogmatic conception of Science. These results suggest a need to undertake further research on the inclusion of History of Science contents in Chemistry textbooks.

Keywords: History of Science and science teaching; high-school Chemistry textbooks; atomic models.