

# Concepções de Ciência Reveladas nos conteúdos sobre Modelos Atômicos de Livros Didáticos de Química

## Conceptions about Science Revealed on Atomic Models of Chemistry Textbooks

*Lígia M. Martinho Pereira Chaves* – Universidade de Brasília (UnB)  
lygya.chaves@yahoo.com.br

*Wildson Luis Pereira dos Santos* – Universidade de Brasília (UnB)  
wildson@unb.br

*Maria Helena da Silva Carneiro* – Universidade de Brasília (UnB)  
mhsilcar@unb.br

### Resumo

Neste artigo é apresentada 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 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 ahistórica. 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.

**Palavras-chave:** História da Ciência, História da Ciência e ensino de Ciências, Livro Didático de Química, Modelos Atômicos, Prog. Nac. Livro Didático do Ensino Médio.

### Abstract

This article presents an analysis of conceptions of Science revealed in the historical of atomic models from Dalton, Thomson and Rutherford-Bohr showed in Chemistry textbooks from The Brazilian Governmental Program for High School Textbooks. This is a quantitative and qualitative research, carried out by review about those referred contents above in academic works which had access to original documents and about the History of Science (HS) approached in science education. The analysis identified in the textbooks the HS approach reveals a prevalent dogmatic view of science constructed in the linear way, accumulative and ahistorical. Only two books, which represent the innovative movement of textbooks, show some difference in the HS approach; however these same textbooks reinforce a dogmatic view. This shows that new studies have to be developed about the inclusion of HS on Chemistry textbooks.

**Keywords:** The History of Science Conceptions; Science/Chemistry Teaching and Learning; High School Chemistry Textbooks; Atomic Models; Brazilian Governmental Program for High School Textbooks Assessment and Delivery (PNLEM/2007).

## Introdução

Este artigo descreve parte do estudo desenvolvido em uma dissertação de mestrado, na qual se pesquisou sobre a 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 LD de Química do ensino médio. A análise foi desenvolvida a partir dos trabalhos de LOPES (2009) e de VIDAL (2009), 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 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 abalançavam 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 sódio, depois – carbonato e clorureto de amoníum; 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 idéia o menino do que veem a ser os cloruretos, distingue o carbono dos sulfatos, conhece o cálcium, o amoníum, 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. (BARBOSA, 1947, p. 42-43).

Dentre as diferentes possibilidades de organização do trabalho pedagógico no ensino de Química, a abordagem histórica no âmbito da HC pode contribuir para a diversificação das práticas de ensino-aprendizagem, visando à alfabetização e ao letramento científico e, dessa forma, atenuá-las em suas tendências e dimensões descontextualizadoras ou baseadas exclusivamente no exercício da memorização.

A HC é uma área do conhecimento que compõe o currículo de cursos de Ciências Naturais em razão do interesse dos historiadores em relacioná-la a outras áreas do conhecimento que influenciaram a própria história. Sua relevância na área de Ciências da natureza justifica-se com a construção do conhecimento científico em seu contexto cultural, de maneira menos fragmentada, o que permitirá uma melhor análise crítica da construção desse conhecimento e, por conseguinte, possibilitará compreensão das condições e realidade em que se deu a produção desse conhecimento. Embora se tenha o conhecimento atual como ponto de partida, o retorno estratégico às tradições nas culturas do passado pode contribuir para uma visão global sobre o empreendimento da humanidade na construção do conhecimento científico, em *movimento espiralado*, ou seja, os cientistas buscam no passado as ideias científicas para articulá-las às do

presente e verificar a validade de seus instrumentos de análise com níveis diferentes de complexidade e profundidade e promover o desenvolvimento da ciência por acumulação, continuidade ou ruptura do conhecimento.

Nas propostas pedagógicas de ensino das Ciências há demasiada centralidade nos conteúdos conceituais e não processuais, tendo como referência a lógica interna da própria ciência e, assim, fica relegada ao esquecimento a formação que exige a construção científica (ACEVEDO, *et al.* 2005). Dessa forma, a escola não contempla o ensino de Química contextualizado historicamente.

O argumento para se incorporar a HC no currículo escolar, é defendida por pesquisadores da área (e.g. FREIRE JR., 2002; MATTHEWS, 1995; MASSONI e MOREIRA, 2007; OSTERMANN, 2000; PRETTO, 1985). Matthews (1995) assinala a importância das dimensões culturais da ciência, sua história, seus aspectos filosóficos e suas implicações morais e religiosas para o ensino de ciências tornar-se mais reflexivo e significativo, bem como a contribuição da HC para a abordagem de conceitos nucleares do conhecimento científico, nos quais a reflexão sobre que tipo de história e casos históricos devem ser incluídos no ensino para facilitar o entendimento de ideias da ciência e dos cientistas. Um ensino que adentre o mundo fechado das ciências e possibilite conhecer as influências culturais sobre o desenvolvimento científico pode segundo Mathews (1995):

Motivar e atrair os alunos; humanizar a matéria; promover uma compreensão melhor dos conceitos científicos; haver um valor intrínseco em se compreender certos episódios fundamentais na história da ciência; demonstrar que a ciência é mutável e que, por isso, o pensamento científico atual está sujeito a transformações; se opor a ideologia cientificista; permitir uma compreensão mais profícua do método científico e apresentar os padrões de mudança na metodologia vigente. (MATTHEWS, 1995, p. 172).

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 valores das comunidades científicas atuais que muitas vezes se assemelham com as do passado, o que pode configurar a HC como uma das estratégias possíveis para promover o letramento científico.

Os argumentos favoráveis à abordagem histórica ao ensino de ciências são muito antigos. No entanto, parece ter havido um distanciamento entre a história, a filosofia da ciência e o ensino de ciências. Segundo Freire Jr. (2002), esse distanciamento trouxe um grande prejuízo para a educação porque foi nesse período que houve um grande desenvolvimento e profissionalização da HC e a generalização da crítica ao empirismo lógico na Filosofia da Ciência. Para Matthews (1995), esse distanciamento pode ter ocorrido tanto pela influência da psicologia behaviorista na educação quanto pelo predomínio de uma abordagem com ênfase especialista, teórica-disciplinar, nas reformas do ensino de ciências nos Estados Unidos no período pós *Sputinik* com o direcionamento da educação para a rápida formação de cientistas<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Segundo Carneiro, a História da Ciência sempre esteve presente nos conteúdos de Biologia. Por exemplo, no volume 3 do BSCS, no capítulo sobre fecundação, são apresentadas, pelo menos três páginas com informações históricas.

Várias medidas foram tomadas para favorecer a aproximação entre a História e a Filosofia da Ciência e o ensino de ciências como a criação do Projeto 2061 pela Associação Americana para o Progresso da Ciência (AAA<sup>2</sup>), visando uma maior contextualização e uma maior abordagem histórico-filosófica no ensino de Ciências (AAA, 1989, p. 113 apud MATTHEWS, 1995). Na mesma década, o Currículo Nacional Britânico de Ciências (NCC<sup>3</sup>) descreve as habilidades que os alunos deverão desenvolver: “distinguir entre asserções e argumentos pautados em dados e provas científicas e os que não o são; considerar a maneira pela qual o desenvolvimento de uma determinada teoria ou pensamento científico se relaciona ao seu contexto moral, espiritual, cultural e histórico; estudar exemplos de controvérsias científicas e de mudanças no pensamento científico” (NCC, 1988, p. 113 apud MATTHEWS, 1995).

A “reaproximação” entre a História e a Filosofia da Ciência e a educação científica ocorreu pela crise no ensino de ciências e pela necessidade de novas referências teóricas na investigação nesta área (MATTHEWS, 1995). Essa crise se expressa, conforme estudos sobre a situação dos EUA, na persistência das pré-concepções dos estudantes, no esvaziamento das aulas de ciências onde estas não são obrigatórias, na diminuição da procura por carreiras universitárias em ciências e tecnologias e pela existência, em índices significativos entre o público com formação universitária, de opiniões completamente equivocadas sobre questões essenciais na visão científica do mundo (MATTHEWS, 1995).

Para Matthews (1995), uma abordagem histórica deve assegurar à criança e ao adolescente sua introdução às melhores tradições de suas culturas para que elas entendam o conteúdo da disciplina, sua metodologia, premissas, limitações, etc. Além disso, uma abordagem histórica deve relacionar assuntos particulares com questões éticas, religiosas, culturais, econômicas e políticas. Ou seja, o ensino de ciências não deveria ser só uma educação ou treino em ciências, mas também uma educação sobre ciências. 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. Incluir a história da construção do conhecimento científico mostra o seu aspecto sociocultural, oferecendo explicações e discutindo cada contribuição dentro do seu contexto científico. Aprender como mudam as ideias científicas no tempo e como o contexto social afeta o seu desenvolvimento permite ao aluno conhecer o raciocínio desenvolvido pelos cientistas. Mostrar que o processo de construção das teorias científicas não é o acúmulo de informações, mas uma construção de ideias que envolve observação, argumentação, interpretação, relação entre fatos e generalização antes de serem aceitas pela comunidade científica revela as dificuldades no processo de construção dos conceitos científicos e faz reconhecer a ciência como uma atividade sujeita a erros e transitoriedade. Por isso, apresentar a informação final não dá a visão da ciência enquanto empreendimento humano é preciso apresentar o longo e dinâmico caminho de crescimento.

## Concepções de Ciência

---

<sup>2</sup> American Association for the Advancement of Science: 1989, *Science for All Americans*. AAAS, Washington.

<sup>3</sup> National Curriculum Council: 1988, *Science in the National Curriculum*, NCC, York.

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. Esta 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. A Ciência seria, portanto, portadora de verdades inquestionáveis (GIL-PÉREZ, 2000) e a experimentação “neutra” que concebe os conhecimentos científicos como resultado da inferência indutiva independente da interpretação coerente com um sistema teórico (CACHAPUZ, *et al.* 2005).

Outra concepção de Ciência, de acordo com Cachapuz *et al.* (2005), é denominada *aproblemática e ahistórica* 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 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 (SANTOS, *et al.* 2009). Também mostra que a tecnologia é considerada um simples processo de aplicação dos conhecimentos científicos e reforça o caráter neutro à interesses e conflitos sociais (CACHAPUZ, *et al.* 2005).

A concepção de ciência denominada *acumulativa*, de crescimento ou gradação linear, não mostra as controvérsias existentes durante o processo do desenvolvimento das teorias 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 depreende 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 consiste 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 serão identificados com os respectivos códigos do quadro de referências bibliográficas abaixo:

Cód.	Referências Bibliográficas
LQ1	Peruzzo, F. M., Canto, E. L. Química geral e inorgânica, vols. 1, 2 e 3. 3ª ed. S.P.: Moderna, 2003.
LQ2	Feltre, R. Química geral, vols. 1, 2, 3. 6ª ed. S.P.: Moderna, 2000.
LQ3	Bianchi, J. C. A., Albrecht, C. H., Maia, D. J. Universo da química, vol. ún. 1ª ed. S.P.: FTD, 2005.
LQ4	Nóbrega, O. S., Silva, E. R., Silva, R. H. Química, vol. ún. 1ª ed. S.P.: Ática, 2005.
LQ5	Mortimer, E. F., Machado, A. H. Química, vol. ún. 1ª ed. S.P.: Scipione, 2005.
LQ6	Santos, W. L. P., Mól, G. S. Química e sociedade, vol. ún. 1ª ed. S.P.: Nova Geração, 2005.

O objeto de análise foi identificado e isolado nas seções e/ou capítulos relativos aos modelos atômicos citados, nos referidos LD. O referencial teórico está baseado nos trabalhos de HC sobre o histórico dos modelos atômicos que foram desenvolvidos a partir de documentos originais (LOPES, 2009 e VIDAL, 2009) e respectiva literatura, além das referências sobre HC e suas concepções.

Foram estabelecidas categorias analíticas que caracterizam concepções de Ciência na abordagem histórica, sistematizadas a partir dos pressupostos teóricos e de pesquisas sobre História da Ciência em LD (CACHAPUZ, *et al.* 2005, PAGLIARINI, 2007; PETERS, 2005 e VIDAL, 2009).

A tabela abaixo apresenta a organização das categorias analíticas e exemplos dos LD de Química:

<b>Categoria Analítica</b>	<b>Subcategoria</b>	<b>Classe</b>	<b>Caracterização</b>	<b>LQ</b>	<b>Exemplo</b>
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		- 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 a interpretação de seus resultados. Além do esquema do átomo, imaginado pelo cientista H. Nagaoka que esclarece o movimento dos elétrons girando em forma de anéis ao redor da partícula central de carga positiva . Outro esquema ilustra os níveis de energia e os orbitais 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 a construção do conhecimento científico.	5	Citação direta de trecho histórico relatado por Sègre (1980) 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 matemático disponível ou ausente 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, evidenciado-se os conhecimentos sobre a condução de eletricidade anteriores ao modelo atômico de Thomson.
E – Natureza do conhecimento científico	- Historicidade /problematicidade	- 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 formado por partículas indivisíveis, chamadas átomos.” (p. 53) para explicar as duas leis ponderais propostas pelos cientistas Lavoisier e Proust.

## **Análise e discussão dos resultados**

Em primeira 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. Os relatórios de avaliação do Ministério da Educação e os manuais do professor de todos os livros didáticos corroboram essa constatação o que guarda coerência com Mathews (1995), quando propôs tarefa para a pedagogia na produção de uma história que ‘lance uma luz sobre a matéria e que não seja apenas um processo histórico caricatural’. Dentre os livros didáticos analisados, as formas gráficas mais frequentes de apresentação do conteúdo histórico são: as imagens de esquemas provavelmente pela facilidade de sua construção e de ilustrar os aparelhos complexos utilizados pelos cientistas em seus experimentos. De acordo com Cachapuz, *et al.* (2005) na concepção *empírico-indutivista* o conhecimento científico é concebido como resultado do raciocínio indutivo, a partir de dados observáveis por meio da experimentação.

Todos os livros didáticos veiculam informações históricas secundárias, isto é, “interpretadas” pelos próprios autores. Apenas um livro expõe trecho de texto científico primário e nenhum faz referência bibliográfica da época histórica em que o conhecimento foi construído, não indicam consulta às obras originais, nem despertam ou provocam o interesse do estudante para essa questão. Nesse sentido, seria oportuno considerar as bases epistemológicas da HC como subsídio para o aprofundamento conceitual, de modo a permitir uma abordagem histórica adequada. 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 pouco acrescentam nas leituras. Percebe-se também que há prevalência de informações dos conhecimentos científicos de cada momento histórico, em detrimento das informações contextuais sobre tecnologia, política, sociedade e religião que permearam a construção das teorias atômicas. Essas contextualizações históricas apesar de serem tratadas de alguma forma em alguns livros didáticos não são aprofundadas de forma significativa a expressar o contexto da construção histórica. A exposição do contexto tecnológico aparece como um processo de aplicação dos conhecimentos científicos. Segundo Cachapuz, *et al.* (2005) a visão *descontextualizada* da atividade tecnológica reforça um caráter neutro a interesses e conflitos sociais. A maior frequência de apresentação de informação contextual científica se deve à relação direta com o próprio conteúdo abordado, uma vez que ele próprio se justifica como integrante da área estudada.

Em relação à análise específica do modelo atômico de Dalton os livros didáticos relacionam 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. Apenas, percebe-se que o LQ5 apresenta uma maior contextualização histórica, porém ele não apresenta a evolução e natureza do desenvolvimento dos conhecimentos científicos que levaram à construção dessa teoria atômica, conforme discute Vidal (2009), desde a origem dos estudos do cientista Dalton no interesse pelos fenômenos atmosféricos, a influência das teorias corpusculares existentes no século XVIII, mais precisamente, o corpuscularismo newtoniano e o trabalho desenvolvido sobre a solubilidade dos gases em água que levou ao desenvolvimento da teoria atômica. Nesse sentido, a abordagem do modelo atômico de Dalton nos livros analisados reproduz uma concepção histórica da Ciência muito menos problemática, reforçando uma visão *ahistórica*, pois não relata os problemas que estão na origem do debate sobre os

conhecimentos científicos. Nessa linha, o trabalho científico exposto nas obras aparece como fruto de um trabalho isolado, no qual os créditos do avanço científico são atribuídos ao último cientista que consolidou as pesquisas de seus antecessores e, portanto, o destaque como o mais importante, caracterizando uma concepção *individualista e elitista da ciência*. Além disso, os conteúdos sobre modelo atômico de Dalton estabelecem a teoria sem a devida referência às polêmicas e confrontações entre os defensores de conhecimentos científicos pré-existentes à época, confirmando a concepção de ciência *acumulativa e de crescimento linear*. Ademais, os livros também apresentam a teoria daltoniana fundamentada apenas na experimentação, reforçando a ideia de que o conhecimento humano tem origem na observação de experimentos mediada pelos sentidos, o que caracteriza a concepção *empírico-indutivista*. Em linhas gerais, há pouca contextualização histórica na construção do modelo atômico de Dalton nos livros analisados. Dessa forma, os autores preocupam-se, precipuamente, em apresentar o resultado final do conhecimento científico.

Na descrição do modelo atômico de Thomson, percebe-se que a abordagem basicamente se limita à apresentação do experimento correlato na ampola de Crookes. Nessa linha, a apresentação do conhecimento desenvolvido apenas pela experimentação revela a concepção *empírico-indutivista*. Nesse sentido, a ausência de outros fatos históricos deixa lacunas na construção do conhecimento e impede a compreensão contextualizada dos resultados alcançados e dessa teoria atômica. De modo similar, é precária a oferta de informações sobre a origem do problema científico que levou Thomson a se interessar pelo estudo do átomo, pois parece que o conhecimento surgiu de maneira arbitrária e despropositada, reproduzindo assim uma visão *aprobématica, ahistórica, linear e acumulativa*. Por outro lado, o trabalho científico aparece como fruto de um trabalho isolado, na perspectiva da concepção *individualista e elitista da ciência*. Além do reducionismo à informação mitológica também está presente nos livros didáticos como a exposição do átomo como uma esfera carregada positivamente, na qual estariam incrustados os elétrons com carga negativa passando a ideia de um átomo estático.

Na descrição do modelo atômico de Rutherford-Bohr percebe-se que todos os livros referem-se aos experimentos do espalhamento das partículas alfa em lâminas de ouro refoçando as concepções *empírico-indutivista e exclusivamente analítica*. Há uma maior extensão de conteúdos sobre contextualização histórica no LQ5 e LQ6. O LQ6 apresenta uma abordagem histórica ainda mais contextualizada e detalhada, desde o desenvolvimento do acelerador de partículas que foi determinante para o estudo e entendimento da estrutura do átomo, passando pelo anúncio da descoberta de partículas subatômicas, até a construção da teoria atômica abordando as controvérsias existentes à época, bem como a definição do conhecimento científico. Apesar de tratar-se de conteúdo já superado na atualidade, sua exposição em gradação evolutiva nesses dois livros didáticos de Química, revela-se importante para que os estudantes percebam o processo de construção da teoria atômica e as rupturas na forma de pensar o conhecimento científico anterior, permitindo assim a identificação de condições de produção da Ciência apresentando os conhecimentos científicos em sua integridade e uma concepção contemporânea de Ciência. No entanto, apresentam a informação quanto ao núcleo do átomo ser contituído por cargas positivas com elétrons de carga negativa ao redor. Segundo Lopes (2009), inicialmente a proposta atômica de Rutherford não definiu as cargas atômicas. Além disso, os problemas enfrentados pelo modelo atômico proposto por Rutherford, na época, apenas a instabilidade mecânica é que levou a rejeição inicial do modelo atômico nuclear e não a irradiação de energia

como mostram alguns textos históricos. Os demais livros, LQ1, LQ2, LQ3 e LQ4, não contextualizam a abordagem desse modelo de forma abrangente, de maneira que eles apresentam os fatos históricos de forma linear e acumulativa.

Esses dados evidenciam a pouca problematização histórica pelos livros didáticos analisados em relação aos três modelos atômicos. Percebe-se, contudo, que LQ5 e LQ6 apresentam uma maior contextualização histórica, o que contribui para uma visão um pouco menos dogmática de Ciência em relação aos demais. Por exemplo, LQ5 apresenta referência ao modelo mecanicista da Física Clássica de Issac Newton que embasou as ideias de Dalton, com as teorias Clássicas o que explicita a contextualização histórica entre conhecimentos da Química com os da Física, na construção do modelo para os átomos. LQ5 apresenta a origem dos estudos do cientista Dalton referente ao interesse pelos fenômenos atmosféricos. Outra informação histórica presente nesse livro didático é sobre os experimentos de Jean Perrin os quais demonstraram a carga elétrica negativa das partículas constituintes dos raios catódicos. Na descrição do modelo atômico de Rutherford-Bohr é mostrada a imagem do cientista Geiger que trabalhou juntamente com Rutherford nas pesquisas com as partículas alfa. Apresenta os conhecimentos científicos matemáticos disponíveis na época que possibilitaram calcular o ângulo de desvio das partículas alfa e que essas partículas são átomos de hélio expelidos em sucessivos estágios de uma desintegração radioativa. E ainda expõe o estudo da teoria corpuscular e ondulatória da luz.

O LQ6 ressalta que a teoria atômica de Dalton passou a ser aceita na metade do séc. XIX, pelas inúmeras evidências experimentais. Apresenta as imagens dos cientistas Michael Faraday e William Crookes cujos trabalhos foram a base para as investigações de Thomson. Na descrição do modelo atômico de Rutherford, apresenta-se o conhecimento das partículas alfa no uso do acelerador de partículas e expõe o interesse do cientista em conhecer a natureza dessas partículas que levou ao desenvolvimento da experiência do espalhamento das partículas alfa. O LQ6 também apresenta o estudo dos fenômenos da radiação do corpo negro e do efeito fotoelétrico que contrariavam as teorias da Física Clássica.

Além disso, LQ5 e LQ6 destacam a aceitação da teoria dos quatro elementos de Aristóteles durante muito tempo, em detrimento do atomismo de Demócrito e Leucipo. Fazem menção às críticas que a teoria atômica de Dalton recebeu da comunidade científica pela falta de evidências experimentais para a existência dos átomos. Apresentam a experiência de eletrólise do cientista Michael Faraday que possibilitou identificar que a partícula constituinte da matéria é uma unidade natural de carga elétrica e que serviu de base nas investigações de Thomson. Também expõem o estudo do espectro atômico do elemento hidrogênio. E ainda as contribuições de Max Planck, Maxwell e Balmer para resolver os problemas apresentados no modelo atômico de Rutherford. Embora esses dois livros diferenciem-se dos demais na abordagem histórica, na medida em que eles apresentam uma contextualização histórica mais abrangente e melhor estruturada, entretanto muito restrita em nossa compreensão. Por se enquadrarem no movimento de inovação de livros didáticos, deve-se considerar que o avanço desses livros ainda não é suficiente para proporcionar uma visão mais avançada em relação a HC.

Ademais, para caracterizar quantitativamente a abordagem histórica foram identificados trechos do livro em que há menção à HC e calculado o percentual relativo à extensão linear desse conteúdo, comparativamente à extensão linear total dos trechos do livro que tratam dos três modelos atômicos. Os percentuais evidenciam dois grupos

de livros com abordagem diferenciada, LQ5 com 61,5% e LQ6 com 53,3%, se comparados com LQ1 34,9%, LQ2 37,9%, LQ3 45,2% e LQ4 29,2%. Esses percentuais confirmam as análises qualitativas supracitadas.

## Considerações finais

Considerando que conforme pesquisa de Vidal (2009) o capítulo de modelos atômicos é um dos que mais aborda conteúdos de HC nos LD do PNLEM/2007, pode-se afirmar que os resultados desta pesquisa revelam a concepção predominante de Ciência revelada por esses livros em relação à HC.

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 e que as 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 neutralidade científica. Pode-se dizer que o ensino de Química é tratado pelos livros de forma *ahistórica* 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, no entanto, 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 de LD. Deve-se considerar, todavia, que o avanço desses livros ainda é insuficiente, sendo necessário, em nosso ver, considerar reelaboração para proporcionar uma visão mais avançada em relação à HC.

Em nosso trabalho, considerando os trabalhos de Vidal (2009) e Lopes (2009), que contemplam a análise de fontes primárias, em documentos originais dos cientistas envolvidos na elaboração dos modelos atômicos, 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. Mostrar o desenvolvimento da construção das teorias atômicas permite o acesso a informações mais abrangentes do conteúdo específico de determinado conhecimento da Ciência, 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, à 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 perpassa a definição de uma metodologia de ensino que privilegie a contextualização histórica oportunizando meios para uma reflexão crítica dos conteúdos abordados. Os LD de Química não são totalmente desprovidos de elementos de HC, porém, em sua maioria, o tipo de história presente não segue os propósitos discutidos, em que se busca uma melhor concepção de Ciência e seus processos. Assim, ensinar conceitos científicos de Química exige introduzir não apenas os trechos históricos fragmentados da HC, mas, sobretudo, as relações de produção do conhecimento científico em contexto mais amplo.

Espera-se, com este trabalho, indicar aos professores a necessidade de ampliar as informações históricas que não estão contidas nos LD e, dessa forma, motivar a busca de novas formas e estratégias de abordagem de conteúdos que incluam a HC aos conteúdos da área a fim, como por exemplo, ao conteúdo de estrutura atômica tratado nesta pesquisa. Paralelamente, lança-se o desafio aos autores para que promovam revisão dos textos didáticos para contemplar a real construção do conhecimento científico, no que diz respeito, a elaboração dos conceitos científicos pelos estudantes. Espera-se finalmente contribuir com o debate sobre critérios de HC que devem ser explorados nos materiais didáticos de Química.

## Referências Bibliográficas

ABRANTES, P. Problemas metodológicos em historiografia da ciência. In: SILVA FILHO, W. J. (Org.). **Epistemologia e ensino de ciências**. Salvador: Arcádia, 2002. p. 51-91.

ACEVEDO, J. A. *et al.* Mitos da didática das ciências acerca dos motivos para incluir a natureza da ciência no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 11, n. 1, p. 1-15, 2005.

BARBOSA, R. **Obras Completas de Rui Barbosa**. Vol. X. 1883, Tomo II.

BIANCHI, J. C. A., ALBRECHT, C. H., MAIA, D. J. **Universo da química**, volume único 1ª ed. São Paulo: FTD, 2005.

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

CACHAPUZ, A. *et al.* 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. de.; PRAIA, J.; VILCHES, A. **A Necessária Renovação do Ensino das Ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

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

FERNÁNDEZ, I. *et al.* Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. **Enseñanza de Las Ciencias**. Barcelona, v. 20, n.3, p. 477-488, 2002.

FREIRE JR, Olival. A Relevância da filosofia e da história das ciências para a formação dos professores de ciências. **Epistemologia e Ensino de Ciências**. Salvador: Arcádia, 2002, p. 13-30.

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. (1993). Contribución de la historia y la filosofía de las ciencias al desarrollo de um modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. **Enseñanza de las ciencias**, 11(2), 197-212.

GIL-PÉREZ, D. ¿Que hemos de saber y saber hacer los profesores de ciencias? Intento de Síntesis de las aportaciones de la investigación didáctica. In: MAIZTEGUI. **La formación de los profesores de ciencias en Iberoamerica**, Revista Iberoamericana n° 24, septiembre-diciembre, 2000.

GIL-PÉREZ, D. *et al.* Uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

LOPES, C. V. M. **Modelos atômicos no início do século XX: da física clássica à introdução da teoria quântica**. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2009. Tese de doutorado.

MASSONI, N. T; MOREIRA, M. A. O cotidiano da sala de aula de uma disciplina de história e epistemologia da física para futuros professores de física. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 12 p. 7-54, 2007.

MORTIMER, E. F., MACHADO, A. H. **Química**, volume único 1ª ed. São Paulo: Scipione, 2005

NÓBREGA, O. S., SILVA, E. R., SILVA, R. H. **Química**, volume único 1ª ed. São Paulo: Ática, 2005.

OSTERMANN, F. Física contemporânea em la escuela secundaria: uma experiência em el aula involucrando formación de profesores. **Enseñanza de Las Ciencias**. Barcelona, v. 18, n.3, p. 391- 404, dezembro, 2000.

PAGLIARINI, C. R. **Uma análise da história e filosofia da ciência presente em livros didáticos de física para o ensino médio**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2007. Dissertação de mestrado.

PERUZZO, F. M., CANTO, E. L. **Química geral e inorgânica**, vols. 1, 2 e 3. 3ª ed. São Paulo: Moderna, 2003.

PETERS, J. R. **A história da matemática no ensino fundamental uma análise de livros didáticos e artigos sobre história**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2005. Dissertação de mestrado.

PRETTO, N. D. L. **A ciência nos livros didáticos**. Campinas: Editora da Unicamp, 1995.

SANTOS, W. L. P., MÓL, G. S. **Química e sociedade**, volume único 1ª ed. São Paulo: Nova Geração, 2005.

SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S.; SILVA, R. R.; CASTRO, E. N. F.; SILVA, G. S.; MATSUNAGA, R.; SANTOS, S. M. O.; DIB, S. M. F. Química e Sociedade: um projeto brasileiro para o ensino de química por meio de temas CTS. **Educació Química EduQ**, n. 3, p. 20-28, 2009.

VIDAL, P. H. O. **A história da ciência nos livros didáticos do PNLEM 2007**. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo-São Paulo, 2009.