

A VISÃO DE CIÊNCIA APRESENTADA EM LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA NA ABORDAGEM DE FORÇAS INTERMOLECULARES

The vision of Science presented in the textbooks of Chemistry in the approach of intermolecular forces

Ana Carolina Gomes MIRANDA¹
Maurícus Selvero PAZINATO²
Mara Elisa F. BRAIBANTE³

RESUMO:

O presente trabalho apresenta os resultados de uma pesquisa, cujo objetivo foi identificar a visão de Ciência veiculada aos conceitos relacionados às forças intermoleculares nos livros didáticos (LD) brasileiros, selecionados pelo Programa Nacional do Livro Didático (triênio 2015-2017). A proposta metodológica empregada para análise dos LD está baseada nos pressupostos teóricos desenvolvidos por Niaz (2001) e nas categorias propostas por Martorano (2007). Os resultados revelaram que as concepções empirista/indutivista ainda estão presentes na metade dos LD analisados, o que pode implicar na disseminação de distorções sobre a natureza do conhecimento científico. Desta forma, considerando a importância da epistemologia da Ciência no processo de ensino e aprendizagem de forças intermoleculares, esperamos que os resultados desta pesquisa fomentem futuras discussões sobre os LD, tanto em nível acadêmico quanto na formação de professores, para que o ensino deste tópico se aproxime de concepções mais racionalistas.

Palavras-chave: Epistemologia da Ciência, Forças intermoleculares e Livros Didáticos.

ABSTRACT:

The present work presents the results of a research, whose objective was to identify the vision of Science conveyed to the concepts related to the intermolecular forces in Brazilian textbooks (LD), selected by the National Program of Didactic Book (triennium 2015-2017). The methodological proposal used to analyze the LD is based on the theoretical assumptions of the line of research developed by Cachapuz (2011) and in the categories proposed by Martorano (2007). The results revealed that the empiricist / inductive conceptions are still present in half of the LD analyzed, which may imply the dissemination of distortions on the nature of scientific knowledge. Considering the importance of the epistemology of science in the process of teaching and learning intermolecular forces, we hope that the results of this research will contribute to the LD approaching more rationalist conceptions.

Keywords: Epistemology of Science, Intermolecular Forces and Didactic Books.

¹ Doutora em Ensino de Ciências, professora da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), campus Dom Pedrito.

² Doutor em Ensino de Ciências, professor da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS.

³ Doutora em Ciências, professora da Universidade Federal de Santa Maria, UFSM.

INTRODUÇÃO

No estudo de qualquer disciplina, em específico da Química, o livro didático (LD) possui papel de destaque na dinâmica do processo de ensino e aprendizagem. Embora o aluno e o professor possam contar com outros recursos para obter informações sobre a Ciência, no contexto escolar o LD continua tendo um papel importante na obtenção de conhecimentos científicos. Melzer (2008) afirma que o LD se apresenta como um importante instrumento, não só de apoio, mas como base teórico-metodológica para os professores e de base teórico-científica para os estudantes.

A base legal jurídica que regulamenta o LD no Brasil é o decreto nº 9145/1985, que instituiu o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD). Essa lei estabelece que a elaboração do LD deve considerar aspectos teórico-metodológicos sobre a epistemologia da Ciência, de modo que orientem o trabalho docente objetivando a constituição de habilidades, que permitam compreender as ciências não como um conjunto de conhecimentos isolados e neutros, mas sim como construção, rupturas e elaboração de ideias sucessivamente mais complexas. Entretanto, muitas pesquisas (NIAZ, 1994; MARTORANO, 2007; CACHAPUZ, 1997) desenvolvidas sobre o tema em questão, destacam que os LD apresentam distorções sobre a natureza epistemológica do conhecimento científico, desenvolvendo o conteúdo químico, muitas vezes, de maneira empirista, o que implica em um tratamento neutro, linear, contínuo, cumulativo, universal e estritamente científico da Química.

Neste contexto, segundo Cachapuz (1997), o LD possui um papel decisivo na formação das concepções de Ciência entre estudantes e professores. Lopes (1992) também concorda com essas ideias, afirmando a relevância do papel desempenhado por estes materiais didáticos no processo de aquisição do conhecimento. Os autores acrescentam que a utilização do LD pode contribuir para a formação de concepções do senso comum.

Muitas vezes, o LD é a única ferramenta de acesso aos conceitos científicos dos estudantes e pode-se afirmar que ele influencia em suas visões de Ciência. Desta maneira, compreende-se que o ensino de Química não deve ser apresentado como um conjunto de conhecimentos isolados, prontos e acabados, mas sim como construções humanas em constante transformação, por meio de hipóteses, problemas e teorias que orientam a observação de fenômenos.

A nova filosofia da Ciência defende que não existe um método científico único para a construção de teorias e leis científicas. Vários filósofos abordam o desenvolvimento da ciência por meio de distintas perspectivas, propondo diferentes caminhos para a construção do conhecimento científico. Nesta perspectiva, Niaz (2001) utiliza critérios para a análise de conteúdos de Química em LD baseados na Filosofia da Ciência, considerando a reconstrução racional do desenvolvimento do conhecimento científico. Tais critérios serviram de base teórica para o desenvolvimento desta pesquisa.

Segundo Cachapuz (1997), a teoria científica não é um mero produto de acumulação de informação, nem a simples adição de novas ideias. É o resultado de extensos processos de construção, reconstrução e de elaboração árduos, pensados por investigadores frequentemente em discórdia. Os resultados, quase sempre, são frutos de dezenas de anos de pesquisa extensiva em busca de afirmação e não um simples processo de substituição e revisão.

Em uma concepção epistemológica empirista, a Ciência começa com a observação, devendo o observador registrar de modo fidedigno tudo aquilo que pode ver, sentir, tocar e ouvir. A partir disso, estabelece uma série de enunciados dos quais emanam as teorias científicas que vão construir o conhecimento (MELLADO E CARRACEDO, 1993).

Já na perspectiva racionalista, considera-se indispensável um enquadramento teórico que oriente a observação, admitindo que ela não é neutra nem objetiva. Isso não significa dizer que o racionalismo defenda o abandono da observação, mas que ela seja cada vez mais orientada por

doutrinas mais elaboradas (CACHAPUZ, 1997). Desta forma, uma simples explicação empírica não sustenta os fatos científicos, pois eles são construídos através de um longo percurso eivados de teoria.

Os conceitos relativos ao tópico de forças intermoleculares foram escolhidos como foco de investigação neste trabalho, por considerá-los indispensáveis para a formação básica em Química do aluno do ensino médio. Este conteúdo constitui ponto chave para a compreensão das propriedades dos materiais, tais como: temperatura de fusão e ebulição, solubilidade, densidade e viscosidade, além de permear diversos campos do conhecimento e proporcionar o entendimento dos fenômenos do dia a dia.

Diante do exposto, o presente trabalho objetiva identificar e analisar as visões de Ciência veiculadas nos livros didáticos brasileiros selecionados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), do triênio 2015-2017, na abordagem do conteúdo de forças intermoleculares.

REFERENCIAL TEÓRICO

Os Livros Didáticos de Química vêm sendo foco de pesquisas da área de Ensino desde a década de 80 (SCHNETZLER, 1981). Ao longo deste período, identifica-se uma diversidade de interesses das investigações desenvolvidas, dentre os quais destacam-se: o papel atribuído a este material no contexto escolar (MEGID NETO e FRACALANZA, 2003); a abordagem de conceitos químicos (Mendonça, Campos e Jófili, 2004; Cássio et al., 2012); a abordagem histórica da Ciência (VIDAL e PORTO, 2012); os recursos visuais empregados nos LD (GIBIN, KIILL e FERREIRA, 2009; SILVA; BRAIBANTE; PAZINATO, 2013; PAZINATO et al., 2016), dentre outros. No contexto das pesquisas já realizadas, o presente artigo possui como enfoque as visões de Ciência presentes nos LD durante a abordagem de um importante tópico de Química: as forças intermoleculares.

Justifica-se a escolha pelas interações intermoleculares devido ao fato de constituírem um conhecimento essencial para a compreensão das propriedades dos materiais, tais como: temperatura de fusão e ebulição, solubilidade, densidade e viscosidade (Miranda, 2018). Além disso, de acordo com os documentos oficiais da educação brasileira, o estudante do nível médio deve: compreender as propriedades das substâncias e dos materiais em função das interações entre átomos, moléculas ou íons; compreender os conceitos de temperatura de ebulição e fusão e suas relações com a natureza das substâncias; compreender o conceito de densidade e solubilidade e a sua dependência com a temperatura e com a natureza do material e reconhecer que as aplicações tecnológicas das substâncias e materiais estão relacionadas às suas propriedades (BRASIL, 2006).

Para análise dos livros foram utilizadas as categorias propostas por Martorano (2007). Essa pesquisa visa analisar a construção do conhecimento científico de forças intermoleculares nos livros didáticos sob a perspectiva epistemológica de duas correntes filosóficas, a empirista/indutivista e a racionalista.

Segundo Cachapuz (2011), a teoria científica não é um mero produto de acumulação de informação, nem a simples adição de novas ideias. É o resultado de extensos processos de construção, reconstrução e de elaboração árduos, pensados por investigadores frequentemente em discórdia. Os resultados, quase sempre, são frutos de dezenas de anos de pesquisa extensiva em busca de afirmação e não um simples processo de substituição e revisão.

A corrente filosófica, quase sempre, presente nos currículos de Química é tendencialmente a empirista/indutivista, herdada dos postulados positivistas. Nessa concepção está implícita recomendações, tais como: façam observações repetidas, observem com atenção, selecione as observações mais importantes, dentre outras. Para o autor, a questão não é menosprezar o papel da

observação na ciência ou no ensino de Química, mas sim de reavaliar o seu papel na construção do conhecimento (CACHAPUZ, 2011).

Em uma concepção epistemológica empirista, a ciência começa com a observação, devendo o observador registrar de modo fidedigno tudo aquilo que pode ver, sentir, tocar e ouvir. Para a partir disso, estabelecer uma série de enunciados dos quais emanam as teorias científicas que vão construir o conhecimento científico (MELLADO e CARRACEDO, 1993).

Já na perspectiva racionalista, considera-se indispensável um enquadramento teórico que oriente a observação, admitindo que ela não é neutra nem objetiva. Isso não significa dizer que o racionalismo defenda o abandono da observação, mas que seja cada vez mais orientada por doutrinas mais elaboradas (CACHAPUZ, 2011). Desta forma, uma simples explicação empírica não sustenta os fatos científicos, pois eles são construídos através de um longo percurso eivados de teoria.

Cachapuz (2011) sintetiza as principais características dos dois paradigmas epistemológicos mencionadas (Quadro 1).

Quadro 1 - Perspectivas empiristas e racionalistas: caracterização sumária.

Dimensões epistemológicas	Atributos de tendência Empirista	Atributos de tendência Racionalista
<i>Construção do conhecimento científico</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Os discursos científicos aparecem como verdades absolutas. - O conhecimento científico é dotado de exterioridade, descrição do mundo real. - O desenvolvimento da ciência dá-se pelo acúmulo e justaposição de conhecimentos. - São valorizadas experiências e observações como elementos independentes das diretrizes da teoria. - A evolução da ciência é acumulativa. 	<ul style="list-style-type: none"> - Levam em conta as rupturas entre o tratamento científico e o pensamento do senso comum. - Nasce da crítica e reformulação de hipóteses, partindo de situações não explicadas pela teoria. - Concebe como empreendimento humano e cultural que procura ser mais acessível aos cidadãos, ajudando-os a uma maior conscientização em suas opções e tomadas de decisões.
<i>Teoria em Ciência</i>	<ul style="list-style-type: none"> - É induzida das observações que ditam os fatos. - Consta de verdades descobertas através de experiências rigorosas. - É sistematicamente, posta à prova pela experiência-confirmação. 	<ul style="list-style-type: none"> - Está onipresente na pesquisa e autoriza hipóteses, as observações e as experiências. - Possui papel primordial da seleção e avaliação dos dados. - Possui sentido preditivo; a partir das teorias são feitas deduções orientadas para prognosticar acontecimentos observáveis. - É vista como saber explicativo, dinamicamente construído e sujeito à crítica, e, por esta razão, tende a ganhar caráter de paradigma.
	<ul style="list-style-type: none"> - É enunciado um conjunto de regras precisas de observação. - É neutra, possuindo registro 	<ul style="list-style-type: none"> - É guiada por uma hipótese que não se submete apenas à confirmação positiva, mas deve

<i>Observação em Ciência</i>	passivo de dados e fatos destituídos da componente teórica. - Distinção clara entre observação e interpretação; sentido de imparcialidade. - É a observação dos fatos que confere significado às ideias e que conduz ao conhecimento objetivo da realidade. - São as observações ocasionais que geram, muitas vezes, as descobertas em ciência.	funcionar também, como tentativa de retificação das hipóteses. - Uma de suas funções é conduzir à formulação de novas hipóteses. - Traduz-se por um diálogo complexo e permanente com a teoria, no que se influenciam e se enriquecem mutuamente.
------------------------------	--	---

Na presente investigação, esses dois paradigmas foram escolhidos porque representam dois pressupostos bem distintos em relação ao entendimento da ciência. Martorano (2007) enfatiza que a diferença mais marcante, entre as concepções empiristas e a racionalista (perspectiva de Lakatos), é a ideia que a ciência não é estática e nem se desenvolve em linha reta. E sim, que a ciência é dinâmica e progride por meio de muitos pontos de vistas conflituosos. A autora destaca que é através destes conflitos que pode gerar a concorrência entre programas rivais, contribuindo para que a ciência aumente o poder explicativo de suas teorias.

METODOLOGIA

A pesquisa desenvolvida apresenta características de uma investigação qualitativa, visto que os dados foram coletados diretamente na fonte natural (os livros didáticos), de forma predominantemente descritiva, e a análise seguiu um processo indutivo (LÜDKE e ANDRÉ, 1986).

Inicialmente, selecionaram-se os primeiros volumes dos quatro LD aprovados pelo PNLD do triênio 2015-2017 como fonte dos dados desta pesquisa. Por se tratar de material de domínio público e distribuído por intermédio de um programa federal às escolas brasileiras, optou-se por designar letras a cada obra conforme o Quadro 2 e permitir o conhecimento desta relação pelos leitores.

Quadro 2: Códigos de identificação, livros analisados e suas informações.

Código	Livro	Autor	Editora	Edição	Ano
A	Química 1	Martha Reis M. da Fonseca	Ática	1ª	2013
B	Química 1	Eduardo Fleury Mortimer e Andréa Horta Machado	Scipione	2ª	2013
C	Química cidadã	Wildson Santos e Gerson Mol (coords.)	AJS	2ª	2013
D	Ser protagonista: Química	Murilo Tissoni Antunes	SM	2ª	2013

Optou-se por analisar as visões de Ciência, presentes nos capítulos referentes às forças intermoleculares do LD supracitados, baseados nas categorias propostas Martorano (2007), sob o ponto de vista de duas correntes filosóficas distintas: perspectiva empirista/indutivista e racionalista.

As categorias estão relacionadas ao processo de construção do conhecimento, sendo elas: Concepção de Ciência, Desenvolvimento da Ciência e Construção do conhecimento científico. A seguir são definidas as categorias utilizadas para análise.

1. Concepção de Ciência: Nesta categoria investigou-se como são desenvolvidas as leis e teorias científicas nos LD. Dentro da perspectiva empirista/indutivista, o conhecimento é considerado como um conjunto de enunciados universais. A ciência é apresentada como um corpo de conhecimentos científicos formado por fatos e teorias que são considerados verdades absolutas. Já na perspectiva racionalista, os LD apresentam o caráter dinâmico da ciência, pois o conhecimento científico é visto como um conjunto de hipóteses que são modificáveis e tendem a fazer uma descrição da realidade.

2. Desenvolvimento da Ciência: Com esta categoria investigou-se como os autores dos LD apresentam o desenvolvimento dos conceitos científicos, no caso específico, relacionados às forças intermoleculares. Na perspectiva racionalista, as teorias vão aumentando seu poder heurístico, proporcionando o surgimento de modelos com explicações mais amplas e complexas para um determinado fenômeno em estudo. Na visão empirista, somente a teoria mais atual possui valor de verdade absoluta, os modelos explicativos anteriores são considerados como erros que devem ser abandonados. Enquadram-se nesta perspectiva, os LD que apresentarem somente a explicação considerada pelos autores como a mais atual, excluindo mudanças ou a evolução das teorias científicas (Martorano, 2007).

3. Construção do conhecimento científico: Para analisar esta categoria, investigou-se como o LD aborda a construção do conhecimento científico. Segundo Martorano (2007), o LD pode desenvolver as teorias utilizando uma sequência de procedimentos, tais como: observação-experiência-resultados-conclusões, seguindo uma perspectiva empirista. Ou o LD pode assumir uma tendência racionalista, evidenciando o pluralismo metodológico na apresentação das teorias científicas.

O Quadro 3 apresenta o resumo das categorias para análise dos livros didáticos, baseados nas ideias de Martorano (2007).

Quadro 3 - Categorias para análise dos livros didáticos.

Categorias	Empirista/indutivista	Racionalista
<i>Concepção de Ciência</i>	Conjunto de enunciados universais.	Conjunto de hipóteses, modificáveis, organizadas e que tendem a fazer uma descrição da realidade.
<i>O Desenvolvimento da Ciência</i>	- O desenvolvimento da ciência é apresentado de uma forma contínua e acumulativa. -A partir de dados experimentais, elaboram-se hipóteses e estas se tornam teorias que depois se tornam leis dependendo da quantidade de “provas por trás da ideia”.	- O progresso da ciência é caracterizado como uma “problemática progressiva” de uma tentativa teórica para outra. - O conhecimento é construído com base em teorias que orientam a observação, em outras palavras, uma observação depende da teoria.

<p><i>A construção do conhecimento científico</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - A observação é tida como a etapa mais importante do método científico. - O papel da experimentação é a comprovação do conhecimento. - O papel dos cientistas é o de induzir e estabelecer comprovações empíricas de leis e princípios. 	<ul style="list-style-type: none"> - O método científico não é entendido como uma sucessão linear de etapas, mas antes um processo conducente à elaboração de ideias sucessivamente mais complexas. - O papel dos cientistas é o estabelecer hipóteses e elaborar explicações Racionais (dedutivas).
---	--	--

Primeiramente, o método de análise dos LD foi desenvolvido de forma independente por três pesquisadores (autores deste artigo), conforme os critérios estabelecidos. As classificações individuais foram confrontadas para que quando ocorressem divergências entre os pesquisadores, essas fossem discutidas e reavaliadas a fim de um acordo a respeito da classificação.

RESULTADOS

Os capítulos referentes ao conteúdo de forças intermoleculares foram avaliados quanto aos modelos teóricos utilizados para explicar a natureza dessas interações e a sua influência nas propriedades dos materiais. O Quadro 4 apresenta a síntese dos resultados para as categorias supracitadas.

Quadro 4 – Concepções de Ciências apresentadas pelos livros didáticos aprovados no PNLD.

Categorias			
LD	1. Concepção de Ciência	2. Desenvolvimento da Ciência	3. Construção do conhecimento científico
A	Empirista/indutivista	Empirista/indutivista	Empirista/indutivista
B	Racionalista	Racionalista	Racionalista
C	Racionalista	Racionalista	Racionalista
D	Empirista/indutivista	Empirista/indutivista	Nenhum

Em relação à primeira categoria “Concepção de Ciência”, percebeu-se que apesar do ensino de Química atual possuir forte influência da nova filosofia da Ciência, metade dos LD analisados ainda apresentam concepções predominantemente empiristas/indutivistas. Os livros A e D apresentam características que são coerentes com essa visão de Ciência. Os conceitos relativos às forças intermoleculares são apresentados pelos autores como um conjunto de enunciados universais, neutros e estritamente científicos. Não fazem referência à ideia de que são modelos explicativos e podem ser provisórios, os quais sofrem transformações ao longo do tempo. O trecho a seguir, foi extraído do livro A, e exemplifica essa visão:

[...] As forças de dipolo permanente são forças de intensidade média e ocorrem entre moléculas polares. Estabelecem-se de tal forma que o átomo com caráter parcial negativo de uma molécula é atraído pelo átomo com caráter parcial positivo de outra molécula (Fonseca, 2013, p. 246).

Percebe-se que o conhecimento científico é apresentado de maneira que pode induzir a ideia de que este conhecimento é único, verdadeiro e definitivo. De acordo Gil Perez et al. (2001), tais ideias podem reforçar concepções epistemológicas deformadas sobre a natureza da ciência, como uma concepção empírico indutivista e ateorica; visão rígida, algorítmica e exata da prática científica; visão aproblemática e ahistórica; visão acumulativa de crescimento linear; visão individualista e elitista; e uma visão socialmente neutra da Ciência. Os autores defendem que não existe uma única e correta da Ciência, entretanto é preciso ficar atento para que essas concepções/visões de Ciências não sejam difundidas pelos livros didáticos.

É importante destacar que os resultados encontrados na presente pesquisa corroboram com o estudo desenvolvido por Martorano (2007). A autora investigou como o conhecimento científico sobre cinética química foi apropriado pelos LD destinados ao ensino médio, identificando as possíveis concepções sobre ciência vinculadas a estes livros. Diante disso, o trabalho destaca que a perspectiva filosófica que aparece predominantemente nos LD avaliados é a empirista/indutivista, ou seja, em 15 livros a ciência é vista como um conjunto de enunciados universais, e não como modelos explicativos modificáveis que são elaborados pelos cientistas. Desta forma, a autora conclui que é importante considerar que os LD podem ter influência na visão que os alunos estão construindo sobre a ciência e que espera contribuir e estabelecer relações com os possíveis reflexos educacionais, tendo em vista as mudanças na concepção de ciência e de ensino.

Entretanto, nos livros B e C, é possível encontrar indícios de uma concepção de Ciência veiculada à perspectiva racionalista:

[...] Apesar de as moléculas dessas substâncias serem formadas por ligações covalentes, não é o modelo de ligação covalente que explica suas propriedades físicas. Se assim fosse, seria de esperar que estas substâncias apresentassem altas temperaturas de fusão (como o diamante) e fossem insolúveis tanto em solventes polares como apolares [...] (Mortimer e Machado, 2013, pg. 260).

O entendimento tanto das propriedades como das interações entre as substâncias abrange a compreensão da natureza de seus constituintes. Daí o porquê de os químicos se aprofundarem na elaboração de vários modelos dos constituintes das substâncias, pois é com esses modelos que podem fazer previsões do comportamento químico das substâncias do dia a dia (Santos e Mól, 2013, pg. 258).

Desta maneira, o conhecimento científico é apresentado por meio de formulação de hipóteses e modelos explicativos modificáveis que são elaborados pelos cientistas e tendem fazer uma descrição da realidade. Assim, o livro didático pode mostrar o caráter dinâmico da Ciência. Observa-se a influência das concepções da nova filosofia da ciência, dentro de uma perspectiva racionalista do conhecimento científico. Nestes livros, infere-se que seus autores estão empenhados em oferecer aos alunos de ensino médio, um material que vai ao encontro de uma visão moderna da ciência.

Em relação à categoria “Desenvolvimento da Ciência” a perspectiva filosófica apresentada pelos livros A e D continua sendo predominantemente empirista/indutivista, pois o desenvolvimento dos conceitos é apresentado de maneira linear, contínua e acumulativa. Nesses livros, encontraram-se explicações conceituais consideradas pelos autores como a mais atual, excluindo as evoluções das teorias científicas, o que implica uma visão empirista do desenvolvimento da Ciência.

Já nos LD B e C, percebeu-se o aumento do poder heurístico das teorias durante o desenvolvimento dos conceitos relacionados às forças intermoleculares, ou seja, as explicações tornam-se mais completas e complexas ao longo da abordagem desses conceitos. Segundo Martorano (2007), essa forma de apresentação dos conteúdos contribui para o desenvolvimento de uma imagem de Ciência coerente com a perspectiva racionalista, em que o progresso científico é caracterizado por uma problemática progressiva, de uma tentativa teórica para outra.

Alguns pesquisadores (DRIVER et al., 1996; MARTORANO, 2007; NIAZ, 2001) defendem que os LD deveriam abordar os conteúdos por meio da utilização das principais características do desenvolvimento da Ciência, tais como: o processo gradual e lento da construção do conhecimento científico pelos pesquisadores, o papel da comunidade científica na aceitação ou rejeição de teorias e o processo de evolução ou troca de uma determinada teoria para outra. Em relação a isso:

[...] ao abordar as dificuldades na aceitação de uma nova teoria, tanto o professor quanto o aluno que utilizam o livro didático, podem verificar que este processo, às vezes, podem durar longos anos. Se a aceitação de uma nova teoria foi tão difícil para os próprios cientistas, maior atenção deveria ser dada a ela, principalmente por parte do professor ao planejar as suas estratégias de ensino (MARTORANO, 2007, p. 29).

Para categoria “Construção do conhecimento científico”, o Livro A utiliza as atividades experimentais como estratégia para o desenvolvimento do conteúdo de forças intermoleculares. Entretanto, o papel dessas atividades se restringe em comprovar as teorias e leis apresentadas. Esse tipo de abordagem pode contribuir para que alunos e professores desenvolvam concepções distorcidas sobre a construção do conhecimento científico, em que é priorizado o papel da observação e verificação em detrimento do exercício de formular hipóteses e modelos explicativos, conforme observado na Figura 1.

Figura 1. Atividade experimental retirada do LD A.

Na proveta, são colocados 50 mL de gasolina.

Material por equipe

- 1 proveta de 100 mL com tampa de vidro
- 50 mL de gasolina
- solução aquosa de cloreto de sódio a 10% em massa

Procedimento

1. Coloque 50 mL de gasolina em uma proveta de 100 mL.
2. Acrescente solução aquosa de cloreto de sódio até que o volume de líquido na proveta totalize 100 mL.
3. Verifique a fase em que se encontra a água e a fase em que se encontra a gasolina, anotando o volume de cada uma delas.
4. Tampe a proveta e agite seu conteúdo, colocando-a de cabeça para baixo várias vezes.
5. Leia, na proveta, o volume da fase aquosa. Anote o valor.

Segundo Lôbo e Moradillo (2003), a predominância da concepção empirista/indutivista em atividades experimentais apresentadas em LD pode levar a práticas docentes inadequadas, como a utilização de aulas de laboratório para desenvolver apenas habilidades de observar, medir, comparar, anotar e tirar conclusões, enfatizando exclusivamente o produto final do conhecimento científico. Essas ideias corroboram com Campos e Cachapuz (1997), os quais enfatizam que esse tipo de abordagem pode levar os alunos a compreenderem o método científico como um conjunto de regras fixas para encontrar “a verdade”, começando invariavelmente pela observação dos fenômenos, seguindo assim, uma orientação predominantemente empirista.

Dentro desta perspectiva, Güllich e Silva (2013) investigaram como os LD abordam as atividades experimentais no ensino de Ciências. Para isso, os autores fizeram uma análise documental e analisaram 10 LD de Ciências de diferentes séries, autores e coleções, em uso e catalogados no Banco do Livro de escolas públicas de Dourados, Mato Grosso do Sul. Os resultados encontrados nesta pesquisa revelam que nove, dos 10 livros avaliados, apresentam uma visão de ciência “reproducionista”, ou seja, a mera reprodução de verdades científicas, o que por compromete a construção do conhecimento científico nas escolas. Em relação a isso, os autores afirmam:

Essa concepção positivista e simplista de ciência tem influenciado fortemente o ensino

nessa área científica, concebido simplesmente como um processo da ciência. Por isso, as reformas curriculares, propostas para o ensino de ciências em diversos países e disseminadas para o mundo todo na década de oitenta, colocam maior ênfase nos procedimentos da ciência em detrimento do modelo de aprendizagem propiciada pelo ensino na área científica. Nesse sentido, o conhecimento de procedimentos acaba sendo considerado como aspecto fundamental do ensino experimental de ciências, em detrimento à reflexão e ao conhecimento de conceitos. Isso se dá porque o trabalho científico escolar usualmente se orienta pela prática indutiva, isto é, pela utilização de uma série de passos consecutivos e característicos: observação e experimentação, generalização indutiva, formulação de hipóteses, tentativa de verificação, comprovação ou recusa e obtenção de conhecimento objetivo (GÜLLICH E SILVA, 2013. p.3).

Logo, é importante evitar atividades experimentais que induzam a uma visão de Ciência neutra, ainda presente em muitas práticas escolares e nos livros didáticos.

Os Livros B e C também utilizam a experimentação para o desenvolvimento do conteúdo, entretanto recomendam que os estudantes elaborem modelos para explicar os fenômenos que serão observados:

[...] Explique por que o sal cristalizou nas condições que você realizou o experimento [...] Observando as formas dos cristais formados pelo cloreto de sódio, proponha um modelo para organização de seus íons (Santos e Mól, 2013, p. 258).

Quando se comparam as temperaturas de ebulição do grupo CH_4 com as do grupo HF, observa-se que este último grupo apresenta temperaturas de ebulição mais altas, apesar de os pesos moleculares não serem muito diferentes. Proponha um modelo para explicar esse fato (MORTIMER E MACHADO, 2013, p. 260).

Esta abordagem é coerente com uma perspectiva racionalista, pois os autores direcionam a construção ativa do conhecimento pelos estudantes e não a mera aquisição de conceitos. Em oposição à concepção empirista/positivista, as atividades experimentais podem assumir um caráter construtivista e possibilitar a reelaboração, reestruturação e reconstrução do conhecimento (GONÇALVES e MARQUES, 2006). Dessa forma, deve-se buscar desenvolver no estudante a capacidade de elaborar seus próprios argumentos, através de atividades experimentais que partam da problematização de situações reais, na qual o aluno deve entendê-las e procurar solucioná-las, permitindo que reflita e questione sobre a prática e a teoria. Nessa perspectiva, a atividade experimental pode ser uma eficiente metodologia para o ensino de Ciências.

CONCLUSÕES

Pesquisadores da área (GÜLLICH e SILVA, 2013; MARTORANO, 2007; VIDAL e PORTO, 2012) têm defendido que o conhecimento sobre a epistemologia da Ciência pode se constituir uma possibilidade para o enfrentamento de diversos problemas relacionados ao Ensino de Ciências, conforme apontado ao longo da pesquisa. Sabe-se que no estudo das Ciências, o livro didático ainda é uma referência importante no processo de ensino e aprendizagem. Embora o aluno e o professor possam contar com outros recursos para obterem informações sobre a ciência, o LD continua tendo um papel fundamental na divulgação de conhecimentos científicos. Melzer (2008) afirma que o LD se apresenta como um importante instrumento, não só de apoio, mas como base teórico-metodológica para os professores e de base teórico-científica para os estudantes. Diante disso, há também uma enorme preocupação sobre a imagem da ciência que estes livros vêm transmitindo aos alunos.

Em relação a isso, a forma como um LD apresenta e desenvolve os conceitos científicos pode influenciar a visão que professores e estudantes constroem sobre a Ciência. Os resultados da

presente pesquisa revelaram que, em relação ao conteúdo de forças intermoleculares, metade dos LD analisados (A e D) apresenta uma visão empirista/indutivista da Ciência. Isso, muitas vezes, pode levar o leitor a construir uma visão de Ciência linear, cumulativa, neutra e restrita aos cientistas. Em contrapartida, os LD B e C proporcionam o desenvolvimento de uma visão mais moderna da Ciência, uma vez que apresentam o conteúdo de forças intermoleculares dentro de uma perspectiva racionalista.

Diante disso, é possível inferir que um número significativo de livros didáticos apresenta concepções empiristas na forma de abordar os conteúdos referentes às forças intermoleculares, o que pode acarretar em práticas pedagógicas inadequadas, como: um ensino predominantemente desenvolvido por transmissão-recepção, descontextualizado, a-problemático, a-histórico e que não considera o papel ativo do estudante na construção do conhecimento. Desta forma, é importante que questões epistemológicas sejam inseridas nos currículos de formação inicial e continuada de professores, uma vez que os aspectos epistemológicos são fundamentais para uma formação mais crítica e para superação do modelo empirista ainda predominante.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Ensino Básico. *Orientações Curriculares para o Ensino Médio*. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, 2, 135 p., 2006.
- CACHAPUZ, A.; CAMPOS, C. Imagens de ciência em manuais de química portugueses. *Química Nova na Escola*. No.6, p.23-29, 1997
- CÁSSIO, F. L.; CORDEIRO, D. S.; CORIO, P.; FERNANDEZ, C. O protagonismo subestimado dos íons nas transformações químicas em solução por livros didáticos e estudantes de química. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 11 (3), p.595-619, 2012.
- DRIVER, R.; LEACH, J.; MILLAR, R.; SCOTT, P. Young People's Images of Science. p.1-44. Open university Press, 1996
- GIBIN, G. B.; KIILL, K. B.; FERREIRA, L. H. Categorização das imagens referentes ao tema equilíbrio químico nos livros aprovados pelo PNLEM. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8 (2), p.711-721, 2009.
- GIL-PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J.; Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação*, v.7, n.2, 2001.
- GONÇALVES, F. P.; MARQUES C. A. Contribuições pedagógicas e epistemológicas em textos de experimentação no ensino de química. *Investigações em Ensino de Ciências*, v.11, n.2, p.219-238, 2006.
- GÜLLICH, R. I. S.; SILVA, L. H. A. O enredo da experimentação no livro didático: construção de conhecimentos ou reprodução de teorias e verdades científicas? *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, vol. 15, n. 2, 2013
- LÔBO S. F. Epistemologia e a formação docente em química, *Revista Química Nova na Escola*, p. 25-42, 2003.
- LOPES, R. C. A. Livros Didáticos: Obstáculos ao aprendizado da ciência química. *Química Nova*, 15, p.254-261, 1992.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: Editora EPU, 99 p, 1986.
- MEGID NETO, J.; FRACALANZA, H. O livro didático de Ciências: problemas e soluções. *Ciência & Educação*, 9 (2), p.147-157, 2003
- MARTORANO, A. A. S. As concepções de ciência dos livros didáticos de química, dirigidos ao ensino médio, no tratamento da cinética química no período de 1929 a 2004. *Dissertação de*

mestrado. Universidade de São Paulo, Brasil, 2007.

MELLADO, V.; CARRACEDO, D. Contribuciones de la Filosofía de la Ciencia a La Didáctica de las Ciencias. Historia y Epistemología de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, p.331-339, 1993.

MELZER, E. E. M. Modelos Atômicos nos Livros Didáticos de Química: Obstáculos à Aprendizagem?. VII ENPEC, Águas de Lindóia, SP, Brasil, 2008.

MENDONÇA, R. J.; CAMPOS, A. F.; JÓFILI, Z. M. S. O conceito de oxidação-redução nos livros didáticos de Química Orgânica do ensino médio. *Química Nova na Escola*, 20, p. 45-48, 2004.

MIRANDA, A. C. G. Transição Progressiva dos modelos explicativos de estudantes do nível médio sobre Forças Intermoleculares. *Tese de Doutorado*, Universidade Federal de Santa Maria, Brasil, 2018.

NÍAZ, M. Más allá del Positivismo: Una Interpretación Lakatosiana de la Enseñanza de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 12, 97-100, 1994.

NÍAZ, M. How Important are the Laws of Definite and Multiple Proportions in Chemistry and Teaching Chemistry? A History and Philosophy of Science Perspective. *Science & Education* (10), p.243-266, 2001.

PAZINATO, M. S.; BRAIBANTE, M. E. F.; MIRANDA, A. C. G.; FREITAS, R. T. G. Análise dos recursos visuais utilizados no capítulo de ligações químicas dos livros didáticos do PNL 2015. *Acta Scientiae*, 18 (1), p.121-144, 2016.

SCHNETZLER, R. P. Um estudo sobre o tratamento do conhecimento químico em livros didáticos brasileiros dirigidos ao ensino secundário de Química de 1875 a 1978. *Química Nova*, p. 6-15, 1981.

SILVA, G. S.; BRAIBANTE, M. E. F.; PAZINATO, M. S. Os recursos visuais utilizados na abordagem dos modelos atômicos: uma análise nos livros didáticos de Química. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 13 (2), p.159-182, 2013.