



Universidade de Brasília

FACULDADE UnB PLANALTINA

LICENCIATURA EM CIÊNCIAS NATURAIS

**PERCEPÇÕES SOBRE MODELOS E MODELAGENS NO
ENSINO DE MODELOS ATÔMICOS PRESENTES EM
LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA**

AUTORA: GRAZIELLE ROCHA FERREIRA

ORIENTADOR: Prof. Dr. ALEXANDRE LUIS PARIZE

Planaltina - DF

Junho 2013



Universidade de Brasília

FACULDADE UnB PLANALTINA

LICENCIATURA EM CIÊNCIAS NATURAIS

**PERCEPÇÕES SOBRE MODELOS E MODELAGENS NO
ENSINO DE MODELOS ATÔMICOS PRESENTES EM
LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA**

AUTORA: GRAZIELLE ROCHA FERREIRA

ORIENTADOR: Prof. Dr. ALEXANDRE LUIS PARIZE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca Examinadora, como exigência parcial para a obtenção de título de Licenciado do Curso de Licenciatura em Ciências Naturais, da Faculdade UnB Planaltina, sob a orientação do Prof. Dr. Alexandre L. Parize.

Planaltina - DF

Junho 2013

Agradecimentos

Primeiramente, agradeço a Deus, fonte de minha inspiração e causa primária de todas as coisas. Agradeço por toda a proteção, sabedoria e amor incondicional que tanto me fortaleceu diante das dificuldades para a conquista dos meus sonhos.

A minha fonte de amor sublime, minha querida mãe, pelo apoio e por sempre estar ao meu lado me dando força, fé e me ensinando todos os princípios de moral cristã para conseguir viver em um mundo marcado por tantas individualidades de personalidades humanas.

Ao meu querido pai e irmão, pelo apoio e torcida nos momentos difíceis e felizes.

Ao meu namorado, Wallas, pela compreensão, amor e carinho demonstrados durante estes sete anos.

A minha grande e eterna amiga, Adriana, pelo amor, carinho e amizade verdadeira.

A professora Louise Brandes Moura Ferreira pelos ensinamentos e sugestões de referências bibliográficas para a confecção do meu trabalho.

A professora Maria de Lourdes Lazzari de Freitas, pela paciência, dedicação e acolhimento maternal a todos os alunos da Universidade.

Ao professor, Alexandre Luis Parize, que nos últimos segundos do segundo tempo, me auxiliou na construção do meu trabalho, sendo o meu orientador. Parabéns, pelo seu profissionalismo e atitudes nobres que o faz brilhar ainda mais no palco da vida.

A todo o corpo docente da Faculdade UnB de Planaltina, por todos os ensinamentos e pelo tratamento fraternal e amigável a todos os alunos. Inclusive este fato faz da FUP um grande espaço de conhecimento e fortalecimento de laços eternos de amizade.

Aos meus caros colegas, Adriana, Antônia, Samara, Luana, Alzineide, Andrezza, Raquel, Diego, Dilmar, Daylane, Ágatha, Raíssa, Anderson (SS), Elton, Pollyanna, Amanda, Cecília, Luciléia, Hilquias, Silvanilda, Bruno, Júlia, Bruna, enfim todos aqueles que fizeram os meus dias na Universidade mais alegres e me mostraram que é necessário, sempre, trabalhar e compartilhar momentos juntos.

Enfim, agradeço a todos os que compõem a Universidade e que fazem dela um espaço de aprendizado, encontros e, sobretudo, de fortalecimento de relações humanas verdadeiras.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todos àqueles que acreditam numa educação libertadora voltada para o pensar crítico e reflexivo.

PERCEPÇÕES SOBRE MODELOS E MODELAGENS NO ENSINO DE MODELOS ATÔMICOS PRESENTES EM LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA

Grazielle Rocha Ferreira

RESUMO

Este trabalho tem como enfoque o estudo de livros tradicionais de Química para o Ensino Médio, aprovado pelo PNLD 2012, consistindo numa análise qualitativa, restrita à unidade de Estrutura Atômica. Esta análise tem como finalidade verificar a utilização de modelos e estímulo à modelagem apresentados nestas obras didáticas, observando de que forma elas conseguem auxiliar o aluno na construção do seu conhecimento.

Palavras-chave: Livro Didático, Análise Qualitativa, Estrutura Atômica, Modelos, Modelagem.

1. INTRODUÇÃO

Uma das atividades mais importantes da Ciência é a elaboração e o desenvolvimento de modelos. De Demócrito e Leucipo, no século V a.C. até os dias atuais, modelos atômicos têm sido propostos e revistos na dinâmica da construção do conhecimento científico, sendo o átomo a base de toda Química.

A ideia da existência de átomos vem desde a época da Grécia Antiga. Demócrito (460-370 a.C) e outros pensadores argumentavam que a matéria seria constituída por partículas indivisíveis, chamadas de átomo. Dalton, em 1803, deu prosseguimento ao modelo de Demócrito afirmando que toda a matéria é composta de partículas fundamentais, o átomo, propondo um modelo para o mesmo. Dalton formulou um modelo, onde o átomo era maciço, esférico e indivisível, sendo comparado, algumas vezes, com a bola de bilhar. Contudo, o modelo de Dalton deixou dúvidas em vários pontos como, por exemplo: na distinção entre um átomo e uma molécula (Russel, 1994); a ausência de evidências para existência de átomos, bem como aspectos ligados a natureza do conhecimento científico e métodos utilizados pelos cientistas da época (Machado e Mortimer, 2011). Ao longo do séc. XIX, vários cientistas começaram a investigar fenômenos relacionados à eletricidade e a emissão de luz pela matéria (Machado e Mortimer, 2011). Assim, experiências com os tubos de raios catódicos começaram a tomar espaço nos laboratórios de ciência. A partir destes experimentos descobriram-se os elétrons. Em 1898, J.J. Thomson sugeriu que o átomo poderia ser uma esfera carregada positivamente, na qual alguns elétrons estão incrustados e apontou que isso levaria a uma fácil remoção de elétrons do átomo (Russel, 1994). Esta última afirmação ratifica a ideia de que o átomo não é indivisível e sim divisível. Este modelo de Thomson é comparado, algumas vezes, com o “pudim de passas”. Esta teoria foi aceita por muitos anos, porém, pouco depois do início do séc. XX, experimentos realizados por alguns físicos, entre eles Rutherford, levou à reformulação do modelo de Thomson. Rutherford propôs um modelo de átomo que consistia em um pequeno núcleo rodeado por um grande volume no qual os elétrons estão distribuídos, descrevendo órbitas circulares em torno do núcleo (Russel, 1994). Este modelo é comparado, algumas vezes, com o sistema solar. No entanto, o modelo de Rutherford aumentou a dúvida sobre a localização e movimento dos elétrons no átomo, pois segundo a física clássica, seria de se esperar que os átomos entrassem em colapso com o núcleo, devido à atração entre partículas de sinais opostos (Russel, 1994). Assim, como o modelo de Rutherford não conseguia explicar esta discrepância, Bohr desenvolveu um

modelo atômico no qual postulou a existência de níveis de energia eletrônica quantizada. Ele afirmou que os elétrons estavam dispersos em camadas eletrônicas, girando em volta do núcleo. Ressaltou também que os elétrons apresentam determinado nível de energia, não podendo chegar à zero (Machado e Mortimer, 2011). Como todo modelo apresenta limitações, embora o modelo de Bohr seja o mais recente e capaz de explicar muitos aspectos da matéria, este é inadequado para explicar o espectro de alguns elementos, além do hidrogênio (Machado e Mortimer, 2011).

Diante desta breve explanação de como se processou a construção do conhecimento científico relacionado à estrutura atômica, percebe-se que a elaboração de modelos é um importante instrumento para esta seção da Química. Logo, compreender como os modelos são construídos, bem como suas limitações e abrangências, é algo central não só para o cientista como também para o aprendiz em ciências (Ferreira e Justi, 2005). Entretanto, como sinalizam Ribeiro *et al*, 2010:

“O Ensino de Química é uma prática de ensino encaminhada quase exclusivamente para retenção por parte do aluno, de enormes quantidades de informações passivas, com o propósito de que estas sejam memorizadas, evocadas e devolvidas nos mesmos termos em que foram apresentadas na hora dos exames, por meio de provas, testes, exercícios mecânicos repetitivos.”

Esta problemática apresentada acima se deve, entre outros aspectos, a ação pedagógica docente, que se encontra ainda fragilizada e não compreendeu o significado de ensinar química. Pode-se verificar este fato quando Melo e Neto (2013) salientam:

“O Ensino de Química está baseado em modelos, não somente os atômicos, mas também os moleculares, os de reações, os matemáticos e essa ideia não é contemplada pelo professor, pela maioria dos livros didáticos e, conseqüentemente, pelo aluno. Nas escolas, temos o estudo de moléculas, de reações, mas não de modelos de moléculas, modelos de reações, ficando a sensação de que os químicos trabalham com entidades palpáveis e visíveis.”

Não só o Ensino de Química, mas também o Ensino de Ciências estão baseados na construção de modelos. Segundo Ferreira *et al* 2006 (apud Hodson 1992), o Ensino de Ciências apresenta objetivos gerais, tais como: “aprender Ciências” que significa compreender o conhecimento científico conceitual; “aprender sobre Ciências” que tem a finalidade de compreender aspectos de história, filosofia e metodologia das ciências e, por fim, “aprender a fazer Ciências”, que significa tornar-se capaz de participar de atividades que objetivem a aquisição do conhecimento científico. Logo, todo o aparato de conhecimentos científicos que temos acesso hoje, provém de atividades que visam à construção de modelos científicos.

Neto e Melo (2013) afirmam:

“[...] os modelos científicos se constroem mediante a ação conjunta de uma comunidade científica, que tem a disposição de seus membros ferramentas poderosas para representar aspectos da realidade”.

Portanto, os modelos são representações de aspectos da realidade provenientes de ideias, processos, objetos processados por meio do pensar imaginário. Em Ciências, um modelo pode ser definido como uma representação parcial de um objeto, evento, processo ou ideia que é produzida com propósitos específicos como, por exemplo, facilitar a visualização, fundamentar a elaboração e teste de novas ideias, possibilitar a elaboração de explicações e previsões sobre comportamentos e propriedades do sistema modelado (Ferreira *et al*, 2006 apud Gilbert, Boulter

e Elmer, 2000; Just e Gilbert, 2002). Quando se fala que o modelo é proveniente do pensar imaginário, isto indica que o mesmo se origina de uma atividade mental. Justi e Monteiro (2000) afirmam que o modelo existe inicialmente como um modelo mental ou modelo expresso, podendo ser acessado diretamente, mas pode ser expresso através de ações, da fala, da escrita ou outra forma simbólica. A partir do momento que uma comunidade de indivíduos aceita este modelo expresso, o mesmo passa a ser um modelo consensual (Justi e Monteiro 2000 apud Gilbert e Boulter, 1995).

No entanto, a literatura nos trás o desafio de se promover um processo de ensino-aprendizagem que desenvolva no aluno esta ideia de estimular a investigação, ou seja, “Fazer Ciência” para construção do conhecimento. Na seção do Ensino de Química relacionada a modelos atômicos, várias pesquisas já apontaram as dificuldades de aprendizagem dos alunos. Este fato provém de vários fatores, entre eles, salientamos estes: incompreensão tanto dos alunos quanto de alguns professores de que o átomo é uma criação científica representada por modelos e que o mesmo não foi descoberto, ou seja, a sua teoria é que foi construída (Melo e Neto 2013 apud Melo, 2002); esta incompreensão de modelos atômicos pode estar ligada a como os livros didáticos abordam o conceito de modelo, já que estes são um dos principais instrumentos utilizados pelos professores para o processo de ensino-aprendizagem (Lopes, 1992); a abordagem histórica dos modelos atômicos nos livros didáticos, bem como a utilização de algumas analogias e a natureza essencialmente abstrata dos modelos consensuais.

Em contrapartida, a literatura também nos trás que o desenvolvimento e a utilização de modelos de ensino em sala de aula, entre eles, estão as analogias e o processo de estímulo á modelagem, quando adequados, apresentam excelentes resultados que podem sanar estas dificuldades apresentadas, de maneira que estimule o pensar do educando e o faça agir como um cientista. De acordo com Justi e Monteiro (2000):

“A função de um modelo de ensino é fornecer suporte aos alunos a fim de que eles elaborem modelos mentais aceitáveis dos modelos consensuais. Um bom modelo de ensino deve apresentar os principais aspectos do modelo consensual ao qual se refere, deve ser desenvolvido a partir da consideração do conhecimento prévio dos alunos e das habilidades que eles possuem de lidar com entidades concretas e abstratas.”

1.1 Utilização e função de Analogias no Ensino

As analogias apresentam grande representatividade neste processo de compartilhamento de investigação com o educando para a construção do conhecimento. A Analogia é definida como uma comparação baseada em similaridades entre estruturas de dois domínios diferentes (Justi e Monteiro 2000 apud Duit, 1991). Logo, para que uma analogia seja um modelo de ensino útil, ela deve possuir um conteúdo que é familiar aos alunos e um outro que é desconhecido por eles (Justi e Monteiro 2000 apud Reigeluth, 1983). O aspecto familiar é chamado “domínio da analogia”, o aspecto desconhecido é chamado “domínio do alvo” (Justi e Monteiro 2000 apud Curtis e Reigeluth, 1984). Pode-se exemplificar este fato quando, por exemplo, vemos a seguinte analogia:

“Mas, o que ocorre quando um átomo é colocado em uma chama?”

Quando objetos são atirados para cima, eles voltam e se chocam com a superfície. A energia anteriormente recebida, na forma cinética, é devolvida como calor ou como o trabalho, já que o objeto pode até causar alguma deformação na superfície onde cai.

Analogamente, quando uma mola é esticada, sua energia potencial aumenta. Ao voltar à sua posição inicial, a mola devolve ao meio a energia anteriormente recebida também nas formas de calor e/ou trabalho.

Analisando estes dois exemplos, e muitos outros que poderiam ser discutidos, podemos concluir que os corpos têm uma tendência a permanecerem com menor energia. Nos átomos a situação não é diferente. Em cada um deles deve existir uma determinada situação que envolva uma quantidade mínima de energia. Esta situação é denominada ESTADO FUNDAMENTAL. (Justi e Monteiro, 2000).

Esta analogia apresenta dois domínios análogos (queda do objeto e distensão da mola) que são os aspectos familiares do aluno. O domínio do alvo é o fenômeno do estado fundamental do átomo. A proposta é facilitar a visualização do aluno com algo que seja mais familiar, mostrando que as relações são as mesmas, porém as partes não. Justi e Monteiro (2000) sinalizam a necessidade de auxiliar os alunos a identificarem não só as similaridades como também as diferenças entre o domínio da analogia e o domínio do alvo. Outro ponto destacado na literatura, é que ao fazer analogias deve-se ter cuidado em não fugir do objetivo principal, ou seja, focalizar a atenção nos atributos a serem compartilhados com o domínio alvo. No exemplo acima, pode-se observar que os atributos da mola distendida e da queda do objeto estão em sintonia de relação com o domínio alvo que é o estado fundamental do átomo.

A função de uma analogia pode ser explicativa ou criativa. Quando for explicativa, a analogia apresenta novos conceitos em termos mais familiares para o indivíduo. Por outro lado, quando for criativa, ela estimula a solução de problemas existentes, a identificação de novos problemas e a elaboração de novas hipóteses (Justi e Monteiro, 2000 apud Glynn et al, p.383). De acordo com Ferreira *et al*, 2006 (apud Duit 1991):

“As analogias podem ser instrumentos valiosos no auxílio da construção do conhecimento, pois atuam de forma explanatória e heurística por meio do desencadeamento da tensão cognitiva e do processo de associações entre o estranho e o familiar, ou os conhecimentos prévios e os novos.”

Este tipo de pensamento retoma a teoria construtivista, pois parte do pressuposto de que o conhecimento não está concluído, isto é, faz-se necessário conectar conhecimentos prévios e novos por meio de estratégias que motivem o aluno e o instigue a perceber e investigar as relações que são estabelecidas com o que está ao seu redor. Portanto, o uso adequado da analogia no ensino estimula o pensar por si mesmo, principalmente, quando o aluno atinge um grau de maturidade de raciocínio crítico que o faça a participar da construção de analogias no seu processo de aprendizagem, de maneira a exercitar a sua capacidade crítica e criativa, assim como a imaginação.

1.2 Processo de Modelagem e sua Importância no Ensino de Ciências

A forma tradicional de ensino que vem sendo adotada para explicar conceitos abstratos do Ensino de Química é um dos fatores que justificam as dificuldades associadas ao ensino e a aprendizagem desta ciência. Contudo, este aspecto não apresenta apenas pontos negativos, ou seja, ele pode servir como instrumento de alerta para o desenvolvimento de atividades que amenizem o caráter abstrato da Química. Para tanto, atividades de estímulo à modelagem vem ganhando espaço, principalmente no campo da pesquisa em educação. Pois, se acredita que este tipo de atividade pode auxiliar o aluno a lidar com aspectos intangíveis das ciências, bem como é uma proposta diferenciada que reduz o tradicionalismo em que estes conteúdos vêm sendo tratados.

Costa *et al.*(2011) salientam que há poucos trabalhos na literatura que objetivam a formação do conhecimento científico por meio de situações em que os alunos são solicitados a construir e reformular modelos visando o entendimento de algum conteúdo específico, desenvolvimento de habilidades e melhoramento de suas visões sobre modelo na ciência. Então faz-se necessário incentivar estudos nesta área já que a mesma vem se mostrando eficiente para o processo de aprendizagem.

Pesquisadores em ensino como, por exemplo (Maia e Justi, 2009 apud Justi e Gilbert, 2002; Justi e Ferreira, 2008) definem o processo chamado modelagem como uma prática de construção e reformulação de modelos, onde os alunos deverão ser capazes de pensar nos modelos, visualizar o seu funcionamento em suas mentes e usá-los como ferramentas, indo além da simples declaração do conhecimento.

A modelagem apresenta vários benefícios, entre eles, podemos citar: favorece a compreensão do conhecimento científico como construção humana, em que modelos variam em sua capacidade de aproximar, explicar e produzir fenômenos do mundo real (Maia e Justi, 2009); ajuda os alunos a desenvolver um entendimento que vai além da memorização de fatos, estimulando o conhecimento flexível e crítico (Ferreira e Justi 2005 apud Clement, 2000); permite ao aluno perceber a complexidade e as limitações envolvidas na construção do conhecimento científico, apresentando-o a uma realidade de dúvidas e incertezas, diferente da exatidão com que o conhecimento escolar é normalmente apresentado. (Ferreira e Justi, 2008).

Constata-se que incentivar o uso de modelagem em sala de aula e, sobretudo, trabalhar esta proposta de ensino com educadores e futuros docentes é muito importante, pois se acredita que desta forma a aprendizagem será significativa, onde o educando compreenderá o verdadeiro significado do “Fazer Ciência”.

Diante desta exposição, é possível propor um caminho que pode ser eficaz a fim de eliminar o ensino de química fragmentado, descontextualizado e memorizado. Este seria levar para a sala de aula uma metodologia de ensino baseada no processo de construção do “Fazer Ciência”, ou seja, estimular o aluno a traçar uma trajetória de buscar lacunas, levantar hipóteses, testar soluções, retestar, errar para depois obter êxito. Quando o conhecimento é construído com esta postura pedagógica, acredita-se que o mesmo passa a ter mais sentido, bem como desenvolve cidadãos com olhares críticos e criativos bem diferenciados, capazes de resolver qualquer problemática, seja ela de qualquer área do conhecimento. Portanto, o objetivo deste trabalho é analisar a maneira como os livros didáticos tradicionais abordam o estudo dos modelos atômicos, dando destaque para os modelos adotados pelos mesmos e o processo de estímulo à modelagem. O interesse por este tipo de pesquisa é tentar contribuir para esta proposta de ensino inovadora

que faz o aluno participar ativamente do processo de aprendizagem, bem como o auxilia no desenvolvimento do pensamento crítico e criativo.

2. Objetivo Geral

Fazer uma análise qualitativa de livros didáticos tradicionais na seção referente à estrutura atômica com a finalidade de verificar a utilização de modelos e estímulo à modelagem, bem como observar de que maneira os mesmos estimulam o aluno na construção do seu conhecimento.

2.1 Objetivos Específicos:

- Investigar a forma como os autores fazem a abordagem do uso de modelos de ensino dentro da seção de modelos atômicos;
- Analisar a frequência de atividades propostas pelos livros didáticos analisados que envolvam o aluno no processo de modelagem;
- Avaliar qual dos livros didáticos apresentam uma proposta mais adequada sobre o uso de modelos e estímulo à modelagem.

3. Metodologia

A proposta deste estudo é realizar uma análise qualitativa de livros de química para o Ensino Médio, aprovados pelo Plano Nacional do Livro Didático (BRASIL, 2011). Esta análise será baseada em alguns tópicos que estejam ligados a utilização de modelos e estímulo à modelagem na seção referente à estrutura atômica. Estes tópicos são: presença de texto motivador que explique a definição de modelos científicos; utilização de modelos de ensino (desenhos, simulações, analogias, diagramas, imagens, etc), estímulo à modelagem e ênfase na importância de cada modelo atômico que foi proposto.

O Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) apresenta a finalidade de comprar e distribuir obras didáticas aos alunos do ensino fundamental e médio, na modalidade regular ou Educação de Jovens e Adultos (EJA). No Guia do livro didático (BRASIL, 2011), para o componente curricular de Química, cada obra foi avaliada de acordo com os seguintes critérios, entre eles, damos destaques a estes: apresenta o pensamento químico como constituído por uma linguagem marcada por representações e símbolos especificamente significativos para essa ciência e mediados na relação pedagógica; e traz uma visão de experimentação que se afine com uma perspectiva investigativa, que leve os jovens a pensar a ciência como campo de construção de conhecimento permeado por teoria e observação, pensamento e linguagem.

Portanto, neste trabalho esses critérios servirão como um auxílio na análise deste estudo pelo fato de considerá-los como fatores que estão mais interligados com a proposta de analisar o uso de modelos e estímulo à modelagem.

Para este estudo, foram analisados três livros didáticos de Química para o Ensino Médio, sendo estes:

Livro A: Canto e Peruzzo, Química na Abordagem do cotidiano. Volume 1, 4ª edição, p.64-112, 2010;

Livro B: Lisboa, Química Ser Protagonista, Volume 1, 1ª edição, p. 110-139, 2010;

Livro C: Machado e Mortimer, Química 1 (livro do professor), Volume 1, 1ª edição, p. 136-201, 2011.

Ao longo deste trabalho, estes livros serão chamados de livros A, B, C, nesta sequência, com o propósito de facilitar a leitura.

4. Análise e Discussão:

4.1 Visão Geral dos livros:

Inicialmente, será realizada uma apresentação geral das obras a serem analisadas neste trabalho, a fim de familiarizar o leitor a respeito da estrutura e organização de cada livro didático.



Figura 1 – Livro A



Figura 2 – Livro B

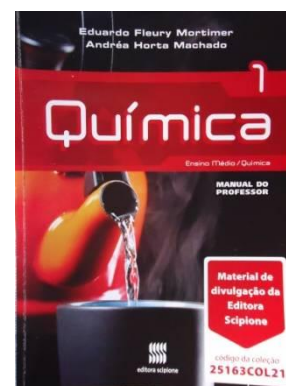


Figura 3 – Livro C

O Livro A (Figura 1) apresenta quinze capítulos, onde é trabalhada a Química Geral e a Inorgânica. Inicialmente, cada capítulo contém fotografias de situações do cotidiano, um resumo dos principais conteúdos que serão abordados, um bloco ilustrativo cuja finalidade é realizar um levantamento de concepções prévias do aluno e um texto introdutório que serve para situar o aluno sobre o tema a ser explorado. Ao longo dos capítulos, tem-se a presença de fotografias,

desenhos, esquemas e um quadro denominado “Informe-se sobre química”. Este quadro é, normalmente, textos de jornais de grande circulação nacional, agências de notícias ou, até mesmo, de livros de divulgação científica referentes ao tema explorado no capítulo do livro. No final de cada capítulo, existem mapas conceituais incompletos, onde a finalidade é fazer o aluno completá-lo com os novos conceitos trabalhados no capítulo. Segundo o Guia do PNL D (BRASIL, 2011) a proposta de sondagem das concepções prévias dos alunos presente no início de cada capítulo não são tão claras pelo fato de não fornecer orientações esclarecedoras para o professor durante o processo de ensino-aprendizagem.

O livro B (Figura 2) contém dez unidades, sendo vinte e um capítulos. Conforme o Guia do PNL D-2012 (BRASIL, 2011) este livro é estruturado tomando como tema central o protagonismo do estudante, onde o autor lança mão de uma série de recursos, como o uso de textos, imagens e propostas de atividades associados a questionamentos que requerem dos alunos reflexão e posicionamento crítico. Cada unidade é iniciada com uma fotografia referente ao assunto, bem como um texto motivador, seguido de “Questões para Reflexão”. Nos capítulos têm-se seis tipos de quadros, denominados: “Química tem História”, “Saiba Mais”, “Você se Lembra?”, “Teia de Conhecimentos”, “Exercícios”. A finalidade destes quadros é trabalhar contextos históricos, interdisciplinaridade, estímulo à curiosidade e identificar concepções prévias dos alunos. É importante ressaltar que estes seis quadros não estão presentes em todos os capítulos. No final de algumas unidades, é apresentada a seção “Para Explorar”, a qual fornece sugestões de leituras complementares relacionadas ao conteúdo trabalhado no capítulo.

O livro C (Figura 3) apresenta nove capítulos. A obra está organizada em seções, sendo estas as atividades: “atividades experimentais”, acompanhadas de questões sobre o tema; “projeto” que sugere o desenvolvimento de projetos relacionados ao tema estudado no capítulo; “texto” que indica o fechamento de algumas questões propostas na atividade; exercícios; “na internet” que traz sugestões de sites com conteúdos de vestibulares e do ENEM. Segundo a análise feita pelo Guia do PNL D (BRASIL, 2011), esta obra caracteriza-se como uma proposta de formação num sentido amplo, valorizando o desenvolvimento da autonomia dos alunos e de seu pensamento crítico.

Esta visão geral referente a cada livro tem a finalidade de apresentar, de maneira sucinta, cada obra que será analisada neste estudo, bem como mostrar as análises feitas pelo Guia do PNL D, sobre as mesmas. Após esta breve apresentação, este estudo pretende utilizar de critérios de análise que estejam interligados com o objetivo geral deste trabalho, os quais já foram abordados na metodologia.

4.2 Análise do Tópico 1: Presença de texto motivador que explique a definição de modelos científicos

Este tópico apresenta grande representatividade, pois o mesmo servirá de alerta ao aluno, isto é, o educando deverá compreender que o modelo científico é uma representação da natureza e não cópia da realidade. Desta forma, é possível dar início a eliminação da ideia errônea de que o átomo foi descoberto, como já foi abordado por Melo e Neto (2013), dando espaço a concepção

correta de que o mesmo provém de processos de suposições e confecções de modelos para explicar as propriedades da matéria.

No livro A, os autores promovem atividades e textos muito oportunos para o desenvolvimento da ideia de modelos.

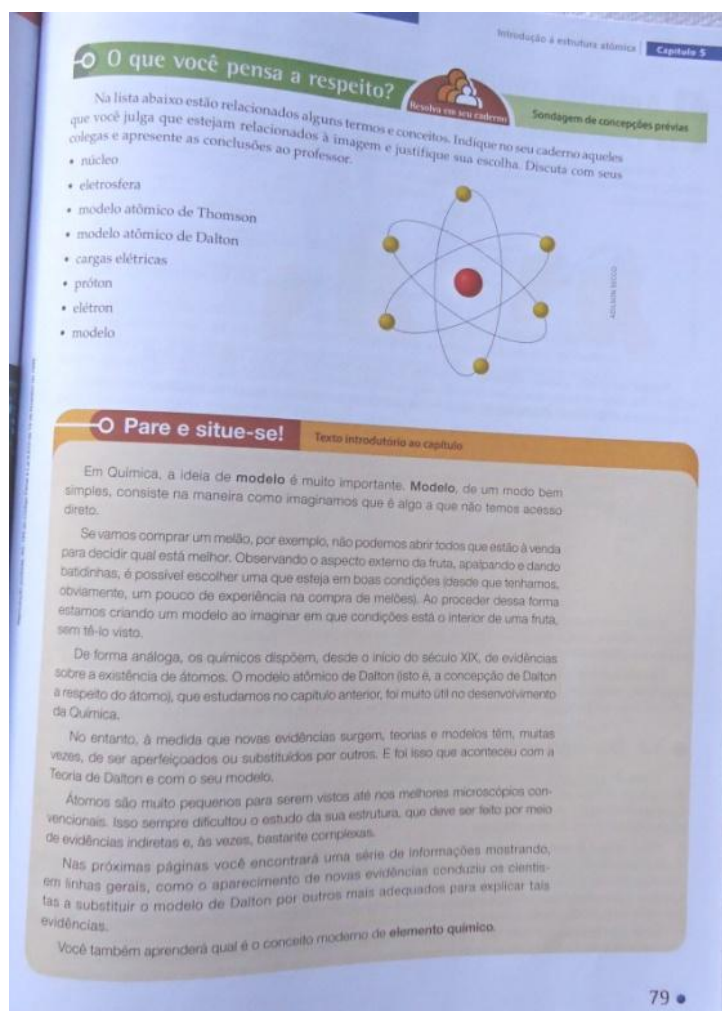


Figura 4 - Texto introdutório do livro A

Como podemos verificar, nesta atividade de “concepções prévias”, percebe-se a intenção construtivista dos autores, pois é demonstrado a preocupação dos mesmos em estimular a investigação dos alunos a respeito dos conhecimentos prévios que estes apresentam, bem como abre caminho para que o educando esteja mais receptivo para os conhecimentos novos. Já no quadro referente “Pare e situe-se”, observamos a intenção dos autores em explicar a definição e importância dos modelos na construção da história da Química. (Figura 4)

O Livro B ressalta que “um modelo científico é uma representação da natureza, uma imagem construída, que permite a compreensão de alguns fenômenos e, quando adequado, permite previsões acerca dos fenômenos estudados e torna possível a melhor compreensão da natureza”.

O Livro C elucida que “nunca devemos enxergar um modelo como uma cópia da realidade, sendo apenas uma representação, uma aproximação do que ocorre na realidade”.

Portanto, verifica-se a preocupação dos autores neste aspecto, onde alguns trabalham este tópico com mais detalhes e de maneira didática e outros apenas ressaltam o significado de modelos científicos. Talvez um maior detalhamento neste tópico poderia auxiliar os alunos para uma melhor compreensão do Ensino de Química, já que esta é uma ciência dinâmica, abstrata e construída por meio de modelos científicos.

4.3 Análise do Tópico 2: Utilização de modelos de ensino (desenhos, simulações, analogias, diagramas, imagens)

Em relação ao uso das analogias, percebe-se a repetição frequente do mesmo tipo de analogia para determinado modelo atômico. Pode-se ratificar este fato, por meio da analogia do “pudim de passas”, proposta por Thomson para facilitar a compreensão do seu modelo. Porém, a literatura já advertiu que esta analogia se mostrou inadequada por alguns motivos: os alunos podem pensar que os elétrons estão distribuídos da mesma maneira que as passas em um pudim e conforme a nossa experiência cotidiana, passas se distribuem na superfície do pudim e não por toda essa massa, assim o domínio análogo utilizado pelos autores do livro não possui o principal atributo a ser compartilhado com o domínio alvo, o que o torna inconveniente para explicar o modelo de Thomson (Justi e Monteiro, 2000); distanciamento da analogia “pudim de passas” do contexto sócio-histórico dos alunos brasileiros, pois este tipo de pudim não é familiar ao cotidiano brasileiro e muitos alunos não sabem qual o seu formato e como estão distribuídas as passas. Os livros A e B utilizaram apenas esta analogia.

Em contrapartida, o livro C utiliza a imagem do panetone para fazer analogia ao modelo de Thomson, como podemos verificar na Figura 5:



Figura 6-16: Na analogia ao modelo de Thomson, a massa do panetone corresponderia à esfera com carga positiva uniformemente distribuída, enquanto as passas seriam os elétrons.

Figura 5 – Modelo de Ensino apresentado no Livro C

Observa-se que os autores deixaram evidente que a Figura 5 trata-se de uma analogia. Eles utilizaram como domínio análogo, o panetone que é próximo da realidade do aluno brasileiro e compartilha o atributo principal do domínio alvo, que são as passas distribuídas por toda a massa (representando as distribuições dos elétrons) e a esfera positiva (representada pela massa do panetone).

Outra analogia utilizada nos livros A e C foi a comparação do sistema solar com o modelo atômico de Rutherford. Ferreira *et al.* (2006) já mostraram que a compreensão dos alunos é maior em relação ao estabelecimento desta analogia que aquela adotada para o modelo de Thomson, o “pudim de passas”. Pois é algo mais familiar para o aluno e compartilha do atributo principal do domínio alvo que é a existência de duas entidades distintas, o sol e os planetas, onde o sol é o núcleo do átomo e os planetas são os elétrons.

Observemos esta analogia presente no Livro A (Figura 6):

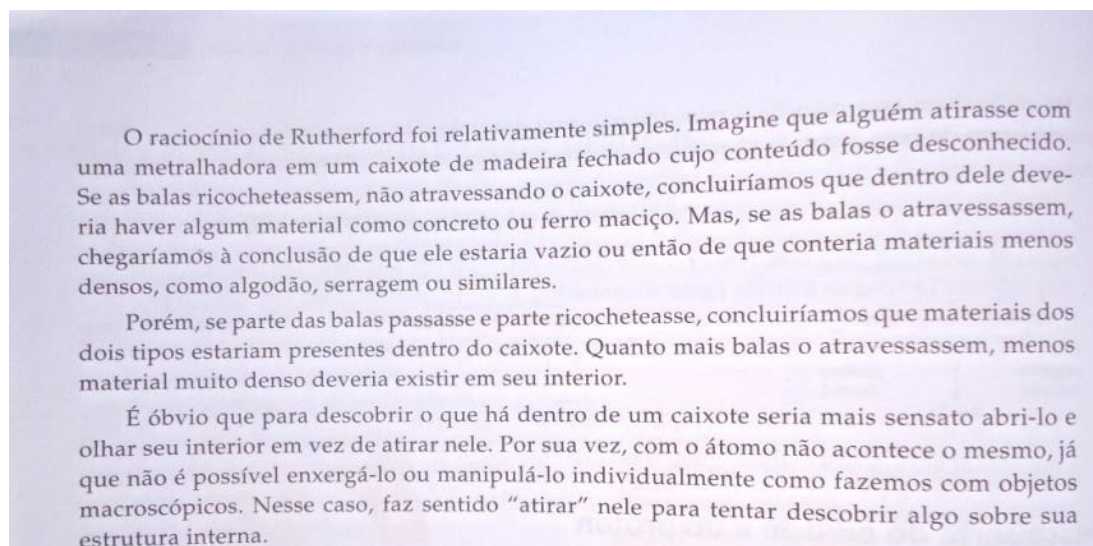


Figura 6 – Modelo de Ensino apresentado no Livro A

Esta analogia utilizada acima representa um bom exemplo, pois além de familiarizar o experimento de Rutherford com algo mais próximo a realidade do aluno, os autores tiveram o cuidado de ressaltar a limitação desta analogia empregada. Outro ponto que merece destaque é que em relação a todos os livros analisados, o Livro A foi o único a ressaltar a limitação da analogia e este fato é muito importante quando se faz uso de modelos de ensino, pois é possível mostrar ao aluno que um modelo é uma mera representação utilizada para facilitar a visualização, compreensão, porém não é uma verdade absoluta. Neste mesmo livro, é apresentada a Figura 7 como um mecanismo de demonstração e facilitação da visualização mental do aluno em relação ao tamanho do raio do átomo e o seu núcleo.

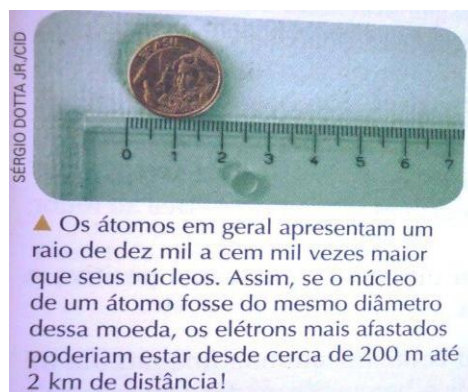


Figura 7 – Modelo de Ensino apresentado no Livro A.

Para exemplificar esta mesma ideia trabalhada na imagem acima, o livro C faz uso da seguinte analogia:

“Para que possamos imaginar a diferença de tamanho entre núcleo atômico e o átomo, fazemos a seguinte comparação: o núcleo atômico, quando comparado com os átomos, é como uma pulga no centro de um estádio de futebol, como o Maracanã”.

Logo, percebe-se que dentre todos os modelos de ensino que existem, as analogias foram utilizadas com maior frequência nesta seção de estrutura atômica que foi analisada.

4.4 Análise do Tópico 3: Estímulo à modelagem

O processo de modelagem, conforme foi abordado na introdução, consiste no envolvimento dos alunos em atividades de construção e reformulação de modelos, onde o aluno atuará ativamente no seu processo de ensino-aprendizagem e perceberá como foram construídos os modelos científicos. Observe as Figuras 8 e 9:

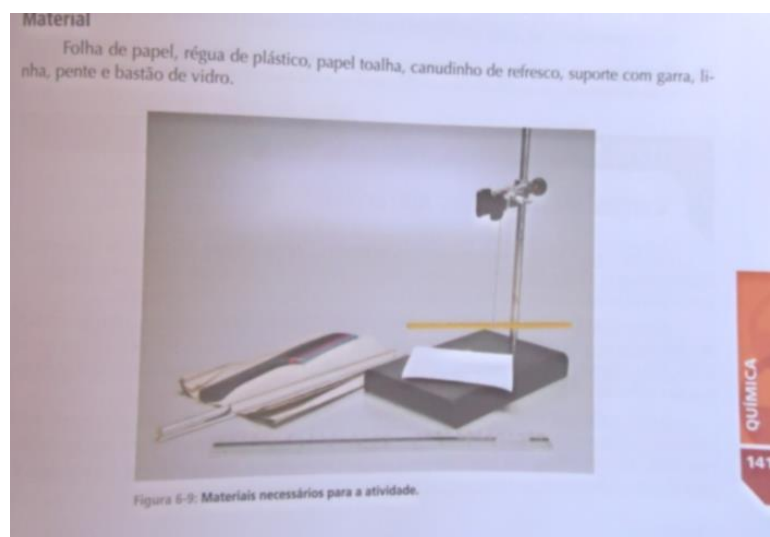


Figura 8 – Experimento adotado pelo Livro C

O que fazer

A1 Peguem a folha de papel e recortem-na em pedaços bem pequenos. Aproximem a régua de plástico dos pedaços de papel, sem tocá-los. Observem e registrem o que ocorreu.

A2 Atritem a régua com o papel toalha e aproximem-no do papel picado, sem tocá-lo. Observem e registrem o que ocorreu.

A3 Amarrem o canudinho de refresco com a linha e prendam-no ao suporte com garra, de modo que o canudinho possa girar livremente. Atritem o canudinho com o papel toalha. Atritem um bastão de vidro contra um pedaço de papel toalha e aproximem-no da extremidade do canudinho que foi atritada. Observem e registrem o que ocorreu.

A4 Repitam esse procedimento usando um pente que vocês tenham acabado de passar num cabelo limpo no lugar do bastão de vidro. Observem e registrem o que ocorreu.

Questões para discussão

Q1. Em quais experimentos vocês constataram que houve atração entre os materiais?

Q2. Em quais experimentos vocês constataram que houve repulsão entre os materiais?

Q3. Por que é necessário atritar o material (por exemplo, o pente com o cabelo ou o bastão de vidro com o papel toalha) para que esse fenômeno de repulsão e de atração apareça?

Q4. O que esses fenômenos sugerem em relação à constituição da matéria?

Q5. Considerando que os materiais sejam constituídos por dois tipos de partículas com cargas elétricas opostas – positiva e negativa –, desenhem como as cargas se distribuem:

- no canudinho e no bastão de vidro antes de eles terem sido atritados com o papel toalha no experimento do item A3.
- no canudinho e no bastão de vidro depois de terem sido atritados com o papel.
- no canudinho e no pente no experimento do item A4, depois de terem sido atritados.

Q6. Proponham um modelo para o átomo que seja coerente com as observações e hipóteses discutidas nesta atividade.

Figura 9 – Proposta de modelagem do Livro C

O livro C foi o único, entre todos os analisados, que propôs a modelagem. Inicialmente sugeriu um experimento e por meio deste instigou o aluno, com o auxílio de questionamentos, a encontrar as possíveis soluções para os fenômenos que aconteceram no experimento. Estas perguntas servem para que o aluno inicie o processo de elaboração de um modelo mental. Após isto, os autores pedem para que o aluno proponha um modelo para o átomo que seja coerente com as observações e hipóteses discutidas no experimento. Esta atividade foi utilizada para dar início à apresentação do modelo de Thomson. O interessante é que antes de mostrar o modelo deste, os autores conduzem o aluno, por meio de experimentos que seguem os mesmos princípios dos experimentos de Thomson, para que ele chegue a confeccionar um modelo com as mesmas relações do modelo proposto por Thomson. Observa-se que este tipo de atividade ainda é pouco sugerida nos livros didáticos, porém se o aluno a compreende e participa com mais frequência da mesma, acredita-se que os resultados serão significativos para o processo de melhoria de aprendizagem do aluno. Segundo Ferreira e Justi (2005) a introdução de estudantes em atividades de construção de modelos, além de contribuir para a elaboração de conhecimentos específicos, ajuda o aluno a construir seus próprios modelos; assim o aluno se torna sujeito ativo do seu próprio processo de construção de conhecimento, estando engajado em atividades que propiciem a reflexão crítica sobre o objeto de estudo.

4.5 Análise do Tópico 4: Ênfase na Importância de cada Modelo Atômico que foi proposto

Melo e Neto (2013) afirmam que talvez fosse importante adotar uma abordagem histórica na qual o estudante percebesse que não há um modelo correto, mas sim leituras diferentes dos mesmos fenômenos microscópicos, mostrando o caráter dinâmico da Química.

Dalton propôs um modelo de átomo, onde o mesmo seria uma esfera maciça, indivisível e indestrutível. Este modelo foi muito eficiente para a explicação sobre o comportamento dos gases em função da pressão e temperatura, leis de Lavoisier e Proust. Porém, o modelo de Dalton não explicava a propriedade da matéria relacionada à eletricidade. Após vários experimentos, Thomson propõe a existência de partículas positivas, os prótons, implicando em um modelo de átomo constituído por uma esfera maciça, de carga positiva, que continha elétrons nela dispersos. Desta forma, é fundamental observarmos que o modelo de Thomson não descartou todas as ideias de Dalton, ocorrendo uma reformulação do modelo. A descoberta da radioatividade levou grandes cientistas a pesquisar sobre a mesma, entre eles destacou-se Rutherford. Este realizou vários experimentos que culminaram, novamente, na reformulação do modelo de Thomson. Rutherford concluiu que o átomo não era maciço, como pensava seus antecessores, e que o mesmo seria constituído por duas regiões: uma central, chamada núcleo e uma periférica, denominada eletrosfera. No entanto, esse modelo não era capaz de explicar como os elétrons podiam se movimentar em torno de um núcleo sem perder energia e sem colidir com ele. Então, Niels Bohr aprimora o modelo de Rutherford de maneira a solucionar a limitação do modelo do seu antecessor. Em seu modelo ele propõe que os elétrons ocupam níveis de energia ou camada eletrônica, onde os mesmos não podem ter energia zero, apresentando energia, ainda que seja mínima. Assim, este modelo tem sido o mais recente, sendo utilizado para explicar as propriedades da matéria. Porém não significa que o mesmo não apresenta limitações e que os outros modelos propostos anteriormente estejam errados ou não contribuíram para o desenvolvimento da Química.

Portanto, este tipo de abordagem foi observada nos três livros:

Livro A: “A teoria de Dalton é uma proposta (bem sucedida) de explicação para a Lei de Lavoisier e a Lei de Proust. No entanto, à medida que novas evidências surgem, teorias e modelos têm, muitas vezes, de ser aperfeiçoados ou substituídos por outros”.

Livro B: “Observe, então uma característica muito importante do desenvolvimento científico: assim como o modelo de Thomson incorpora novas ideias ao de Dalton, sem descartá-las completamente, a comunidade científica aceita o princípio de que, para que haja avanços, nem sempre é necessário jogar fora ideias anteriores. Ao contrário, elas são fundamentais para a evolução do conhecimento humano”.

Livro C: “[...] cada modelo é útil na explicação de certas propriedades e transformações que a realidade apresenta. Se algumas transformações ou propriedades da matéria não puderem ser explicadas por um modelo, ele deve ser substituído ou modificado; isso não impede que ele continue sendo usado nas situações mais simples.”

Por isso, é interessante ressaltar que cada modelo atômico apresenta a sua contribuição para o desenvolvimento da Química e este fato foi bem trabalhado nos Livros A, B e C, onde não foi utilizado termos como: Dalton estava equivocado ou Rutherford estava errado. Isto ratifica a visão diferenciada dos autores em mostrar que os modelos científicos, ainda que antigos,

apresentam a sua importância para a ciência, pois são capazes de explicar algumas propriedades da matéria e serviram como marco inicial para o desenvolvimento de modelos posteriores.

4.6 Análise Final e Discussão

No geral, percebe-se que os autores destes livros didáticos começaram a fazer uma abordagem diferenciada em relação ao uso de modelos e estímulo à modelagem. Nas três obras, constata-se a presença da definição de modelos científicos, apesar de percebermos que não é dado a devida ênfase e estímulo para que o aluno sintasse-se mais envolvido pelo assunto.

O Livro A tenta fazer uma abordagem diferente em relação a este aspecto comentado anteriormente por meio de uma atividade de concepções prévias e um texto introdutório. A iniciativa é muito válida e inovadora, se comparada com os outros livros analisados, porém poderia ser mais explorada ao longo do capítulo, a fim de trabalhar com mais ênfase na importância dos modelos na ciência.

Em relação à utilização de modelos de ensino, as analogias apresentam-se em maior frequência em todas as obras, porém a presença de imagens também é marcante, só que em menor frequência. As simulações e os diagramas são quase inexistentes nesta seção de estrutura atômica destes exemplares. Os Livros C e A ganharam destaque na utilização de analogias pelo fato de terem inovado o uso das mesmas, respeitando critérios, como: limitação da analogia, coerência do atributo principal compartilhado entre o domínio alvo e o domínio análogo e a proximidade com o contexto histórico social do aluno. Estas já foram comentadas com mais detalhes no tópico “Utilização de Modelos de Ensino”.

Infelizmente, no tópico “Estímulo à Modelagem” percebe-se o número reduzido de atividades que proporcionem a atuação do aluno para a construção de seus próprios modelos. Apenas o Livro C ganha destaque neste quesito e propõe somente uma questão que envolva modelagem, o que é ainda muito pouco para um tema que facilita o trabalho com este tipo de atividade, pois é um dos mecanismos mais favoráveis para trabalhar esta parte mais abstrata da química.

Por fim, em relação ao último tópico, todos os livros apresentam um contexto histórico evolutivo dos modelos atômicos. Conforme já foi abordado, nenhum deles faz uso de palavras que eliminem o modelo atômico mais antigo. O Livro C apresenta o contexto histórico evolutivo de maneira dinamizada e problematizadora, onde propõe atividades e textos para que o aluno reflita. Já o Livro B, apesar de apresentar este contexto histórico de maneira mais tradicional e densa, ele trabalha com mais ênfase nas limitações de cada modelo, explicando com mais clareza alguns detalhes destas limitações. Percebeu-se, também, que neste contexto de história e evolução de modelos atômicos é fundamental trabalhar com a interdisciplinaridade, pois conceitos de física são fundamentais para a compreensão do desenvolvimento de criação dos modelos atômicos.

Portanto, entre os três livros analisados, aquele que apresenta uma proposta mais adequada sobre o uso de modelos e estímulo à modelagem é o Livro C, pois propõe atividades ao longo do capítulo que envolve os alunos no processo de compreensão sobre o que é modelo e estimula o educando a construir o seu modelo, deixando mais claro para o aluno como se dá o processo de “Fazer Ciência”.

5. Considerações Finais

Os estudos voltados para esta área de modelos e modelagem são muito importantes, pois eles são os norteadores de uma visão de educação diferente, isto é, voltada para o “pensar”, onde o aluno possa pensar por si mesmo, desenvolvendo o pensamento crítico, reflexivo e criativo.

Quando nos colocamos neste trabalho como pesquisadores-docentes, percebemos que é fundamental dar prosseguimento a investigação a respeito da forma como os autores fazem a abordagem de modelos de ensino e modelagem em suas obras; analisar a frequência de atividades propostas pelos livros didáticos que envolvem este processo de modelagem, bem como avaliar se as obras didáticas apresentam adequação ou aproximação com a proposta de utilização de modelos e modelagem no Ensino de Ciências. Outro ponto que merece destaque é a investigação a respeito da forma como vem sendo preparados os professores e futuros professores para este tipo de atividade com os alunos.

Logo, se faz necessário estimular e desenvolver atividades não só para professores, como também para todos os integrantes do sistema educacional brasileiro sobre a forma como deve ser trabalhada esta proposta de modelos e modelagem a fim de garantir adequadamente o processo de aprendizagem significativa do aluno.

Referências Bibliográficas

BRASIL. Guia de livros didáticos: PNLD 2012: Apresentação. – Brasília : Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2011.

COSTA, P.P.; JUSTI, R.; MOZZER, N.B. O Processo de Co-Construção de Conhecimento no Contexto de Atividades de Modelagem e a Produção de Argumentos por Estudantes do Ensino Médio. Em: **VIII ENPEC**, Campinas, 2011

FERREIRA, P.F. M.; SOUZA, V.C.A.; JUSTI, R.S. Analogias utilizadas no Ensino dos Modelos atômicos de Thomson e Bohr: Uma análise crítica sobre o que os alunos pensam a partir delas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 11, p.7-28, 2006.

FERREIRA, P.F.; JUSTI, R. Atividades de construção de modelos e ações envolvidas. Em: **V Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências**, 5, 2005, Bauru. Atas do V ENPEC. Bauru: ABRAPEC, 2005. p.1-12.

FERREIRA, P.F.M., JUSTI, R.S. Modelagem e o “Fazer Ciência”. **Química Nova na Escola**, v.28, p. 32-36, 2008.

JUSTI, R.S.; MAIA, P.F. Contribuições de Atividades de Modelagem Para o Desenvolvimento de Habilidades de Investigação. Em: **VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, p.1-12, 2009

JUSTI, R.; MONTEIRO, I.G. Analogias em Livros Didáticos de Química Brasileiros Destinados ao Ensino Médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 5, p.67-91, 2000.

LOPES, A.C. Livros didáticos: obstáculos ao aprendizado da ciência química. **Química Nova**, v. 1, p. 254-261, 1992.

MACHADO, A.H; MORTIMER, E.F. **Química 1-Ensino Médio**. Vol. 1, 1ª edição, p. 136-201, 2011

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

RIBEIRO, E.M.F.; MAIA, J.O.; WARTHA, E.J. As Questões Ambientais e a Química dos Sabões e Detergentes. **Revista Química Nova na Escola**, v. 32, p. 169-175, 2010.

RUSSEL, John B. **Química Geral**. Vol. 1, 2ª edição, 1994.