



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**

**Centro Acadêmico do Agreste  
Núcleo de Formação Docente  
Curso de Química - Licenciatura**



**ANÁLISE SOBRE LIGAÇÕES QUÍMICAS EM LIVROS DIDÁTICOS DO ENSINO  
FUNDAMENTAL II APROVADOS NO PNLD 2017-2019**

**SANDIELLY NAYARA DOS SANTOS ARAQUAM SILVA**

**CARUARU**

**2017**

**SANDIELLY NAYARA DOS SANTOS ARAQUAM SILVA**

**ANÁLISE SOBRE LIGAÇÕES QUÍMICAS EM LIVROS DIDÁTICOS DO ENSINO  
FUNDAMENTAL II APROVADOS NO PNLD 2017-2019**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado de Licenciatura em Química do Centro Acadêmico do Agreste da Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciado em Química.

**Orientador:** Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Flávia Cristina Gomes Catunda de Vasconcelos

**CARUARU**

**2017**

Catálogo na fonte:

Bibliotecária – Paula Silva – CRB/4-1223

S586a Silva, Sandielly Nayara dos Santos Araquam.  
Análise sobre ligações químicas em livros didáticos do ensino fundamental II aprovados no PNLD 2017-2019 / Sandielly Nayara dos Santos Araquam Silva. – 2017. 65f.; il.: 30 cm.

Orientadora: Flávia Cristina Gomes Catunda de Vasconcelos.  
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Licenciatura em Química, 2017.  
Inclui Referências.

1. Ligações químicas. 2. Livros didáticos (Brasil). 3. Ensino fundamental (Brasil).  
I. Vasconcelos, Flávia Cristina Gomes Catunda de (Orientadora). II. Título.

371.12 CDD (23. ed.) UFPE (CAA 2017-182)

**SANDIELLY NAYARA DOS SANTOS ARAQUAM SILVA**

**ANÁLISE SOBRE LIGAÇÕES QUÍMICAS EM LIVROS DIDÁTICOS DO ENSINO  
FUNDAMENTAL II APROVADOS NO PNLD 2017-2019**

Monografia submetida ao Corpo Docente do Curso de Química – Licenciatura do Centro Acadêmico do Agreste da Universidade Federal de Pernambuco e **aprovada** em 10 de julho de 2017.

**Banca Examinadora:**

**Profa. Dra. Flávia Cristina Gomes Catunda Vasconcelos (CAA – UFPE)**  
**(Orientadora)**

**Profa. Dra. Roberta Pereira Dias (CAA-UFPE)**  
**(Examinadora 1)**

**Prof. Dr. Roberto Sá Araujo (CAA-UFPE)**  
**(Examinador 2)**

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esta, bem como todas as minhas demais conquistas, aos meus amados pais, José Gomes Araquam e Ana Maria dos Santos Araquam, que no decorrer da minha vida, proporcionaram-me muito carinho, amor, além de me guiarem sempre no caminho do bem, buscando em Deus a força maior para o meu desenvolvimento como ser humano. Assim, dedico a finalização desse sonho a vocês, meus amores, e reconhecer toda a minha gratidão e amor por vocês. A você minha irmã amada, Sielly Nyanne, também dedico a finalização desse trabalho, em nome da nossa amizade, companheirismo e amor, e por estar sempre ao meu lado, me ajudando em tudo. A vocês, Wesley Ryan e Lucas Renan, meus sobrinhos, meus dois preciosos tesouros, dedico também a finalização deste trabalho. E jamais poderia esquecer de você meu amor, meu esposo Wandson Luiz, por toda paciência durante estes últimos meses, pelas palavras de incentivo, de perseverança e por sempre acreditar no meu potencial, meu muito obrigada.

Sandielly Nayara dos Santos Araquam Silva.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que iluminou o meu caminho nessa longa caminhada, sempre me mostrando que minha força, que vem dele, é maior que qualquer obstáculo. Quero agradecer também a minha Virgem Maria, mãe imaculada, que sempre que me encontrava perdida, desesperada, me mostrava uma luz, uma força que nem eu mesma conhecia, para chegar até o fim.

Jamais poderia deixar de demonstrar meus agradecimentos aos pais que tenho, Mainha e Painho, que me trouxeram com todo o amor e carinho a este mundo, dedicaram, cuidaram e doaram incondicionalmente seu sangue e suor em forma de amor e trabalho por mim, despertando e alimentando em minha personalidade, ainda na infância, a sede pelo conhecimento e a importância deste em minha vida, vocês são essenciais em minha vida, e eu jamais teria conseguido chegar até aqui sem o apoio e ajuda de vocês, peço incansavelmente a Deus que ilumine os passos de vocês, e que essa seja só mais uma conquista nossas. Amo muito vocês.

Gostaria também de agradecer a minha irmã Sielly Nyanne por todas as palavras de incentivo, mesmo naquelas horas em que eu estava estressada, pensando em desistir, e você vinha e me animava, juntos dos meus dois tesouros, Wesley Ryan e Lucas Renan, meus sinceros agradecimentos.

A você meu amor, meu marido, Wandson Luiz, te agradeço por comemorar cada vitória minha, cada momento de alegria e por me impulsionar cada vez mais alto. Obrigada por todas as palavras de incentivo, em que você sempre me deixava de alto astral, te amo.

Jamais deixaria de agradecer aos anjos que Deus coloca em nossas vidas em forma de amigas, Taynara Melo, Brunna Macedo e Manuela Cintra, vocês são essenciais em minha vida, sempre me mostrando que tudo ia dar certo, me dando palavras de conforto, incentivando a ir até o fim, especialmente a você Brunna, que me ajudou nas horas de dúvidas, de desespero. Muito obrigada minhas amigas/irmãs.

Quero agradecer também a minha orientadora Prof<sup>a</sup> Flávia Cristina Gomes Catunda Vasconcelos, pela paciência na orientação e incentivo que tornaram possível a conclusão deste trabalho.

Agradeço também a todos os professores que me acompanharam durante a graduação, somando seus conhecimentos para a minha formação.

## RESUMO

O Livro Didático de Ciências, há muitas décadas é utilizado como uma importante ferramenta pedagógica que visa auxiliar no processo de ensino e aprendizagem nas escolas (ROSA; NETO, 2016, p. 1346). Assim, este trabalho apresenta os resultados de uma pesquisa qualitativa desenvolvida com o objetivo de analisar se o conteúdo de Ligações Químicas está sendo abordado de forma contextualizada e objetiva nos livros didáticos de nono ano inserido no PNLD 2017. O tema foi escolhido devido a importância de se pesquisar mais sobre as formas de contextualização do conceito de Ligações Químicas no nono ano do Ensino Fundamental, visto que nota-se a sua extrema importância para a compreensão de várias outras linhas de estudo da química. A pesquisa analisou a abordagem de 6 livros didáticos (LD) da disciplina de Química do Ensino Fundamental II selecionados pelo Guia de Livros Didáticos do PNLD 2017. Os dados analisados foram obtidos das sequências de conteúdo e orientações pedagógicas presentes nos livros didáticos. De acordo com o estudo realizado, observa-se que em todos os livros didáticos analisados foram detectados pontos positivos e negativos no que se refere a abordagem do conteúdo e contextualização.

**Palavras-chave:** Ligações químicas. Livro didático. Ensino fundamental

## ABSTRACT

The Science Textbook, there are many decades is used as an important educational tool which aims to assist in the process of teaching and learning in schools (Rosa e Neto (2006, p. 1346). Thus, this paper presents the results of a qualitative research developed with the purpose of analyzing the content of chemical bonds is being discussed so contextualized and objective in textbooks of ninth grade inserted into the PNLD 2017. The theme was chosen because the importance of researching more about the forms of contextualization of the concept of chemical bonds in the ninth year of basic education, since it shows the extreme importance to your understanding of several other lines of study of chemistry. The research analyzed the approach of 6 textbooks the discipline of Elementary Chemistry (II) selected by the guide Textbooks PNLD 2017. The data analyzed were obtained from the content and pedagogical guidelines sequences present in textbooks. According to the study, it was observed that in all the textbooks analyzed were detected positive and negative points regarding the approach to the content and contextualization.

**Keywords:** Chemical bonds. Textbook. Elementary School.

## LISTA DE QUADROS

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| Figura 1  | Representação da formação de composto Iônico   | 30 |
| Figura 2  | Representação NaCl. a) formação do composto NaCl. b) Representação espacial do NaCl. | 30 |
| Figura 3  | Alguns exercícios sobre Ligações Iônicas.  | 31 |
| Figura 4  | Ligação de átomos de Hidrogênio.   | 31 |
| Figura 5  | Exemplos de Ligações Covalentes resultando no Gás Cloro e na molécula de Água        | 32 |
| Figura 6  | Representação de arranjo cristalino = célula unitária.                               | 33 |
| Figura 7  | Atividade proposta sobre Ligação Química.  | 34 |
| Figura 8  | Representação da última camada dos átomos Gases Nobres.                              | 34 |
| Figura 9  | Representação eletrônica da formação do NaCl   | 35 |
| Figura 10 | Exemplo de Ligação Covalente.  | 36 |
| Figura 11 | Representação do deslocamento dos elétrons na Ligação Metálica.                      | 37 |
| Figura 12 | Introdução a Ligações Químicas.  | 38 |
| Figura 13 | Gilbert Newton Lewis   | 39 |
| Figura 14 | Utilização do Sódio Metálico.  | 40 |
| Figura 15 | Frasco contendo Cloro Gasoso.  | 40 |
| Figura 16 | Reação de formação do NaCl.  | 41 |
| Figura 17 | Representação de Lewis da ligação iônica do Cloreto de Sódio.                        | 41 |
| Figura 18 | Mina de Sal, na Polônia, e Estrutura cubica do NaCl                                  | 41 |
| Figura 19 | Ligação Iônica entre metal e ametal.   | 42 |
| Figura 20 | Formação do Gás Hidrogênio.  | 42 |
| Figura 21 | Estrutura do $\text{Na}_2\text{CO}_3$ e do $\text{CH}_4$                             | 43 |
| Figura 22 | Ligação metálica (Fe-Fe).  | 43 |
| Figura 23 | Questões dissertativas do livro L3.  | 44 |
| Figura 24 | Exemplos de Substância Simples e Composta.   | 45 |
| Figura 25 | Formação da Ligação Covalente.   | 46 |
| Figura 26 | Formação da Ligação Covalente.   | 46 |
| Figura 27 | Balões com Gás Hélio.  | 47 |
| Figura 28 | Representação da transferência de elétrons entre o sódio e o cloro.                  | 49 |
| Figura 29 | Figura 29- Representação da Ligação Iônica entre íons de sódio e cloro.              | 49 |
| Figura 30 | Representação tridimensional da formação dos cristais de Cloreto de Sódio.           | 50 |
| Figura 31 | Representação da Molécula de Hidrogênio.   | 50 |
| Figura 32 | Distribuição dos elétrons na molécula de água.                                       | 51 |
| Figura 33 | Representação das Ligações Covalentes.   | 52 |
| Figura 34 | Movimento livre dos elétrons.  | 52 |
| Figura 35 | Representação do aglomerado iônico formado por cátions de Sódio e ânions de Cloro.   | 54 |

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| Figura 36 | Teste de condutibilidade elétrica.                                     | 54 |
| Figura 37 | Representação da união entre dois átomos de H.                         | 55 |
| Figura 38 | Experiência de má condutibilidade elétrica de Substâncias Covalentes.  | 55 |
| Figura 39 | Ampliação de um fio de cobre mostrando o livre movimento dos elétrons. | 56 |
| Figura 40 | Para saber mais.   | 57 |
| Figura 41 | Questões do livro L6.  | 57 |

## LISTA DE TABELAS

|          |   |    |
|----------|---|----|
| Tabela 1 | Relação dos LD avaliados presentes no PNLD 2017.                                | 27 |
| Tabela 2 | Relação dos conteúdos abordados em Ligações Químicas.                           | 28 |
| Tabela 3 | Valencia de alguns Elementos Químicos.  | 36 |
| Tabela 4 | Distribuição dos elétrons dos gases nobres na camada de valência.               | 39 |
| Tabela 5 | Descrição das relações entre os conteúdos de Ligações Químicas e seus contextos | 58 |

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

**LD – Livro Didático**

**EB- Educação Básica**

**EF – Ensino Fundamental**

**EM – Ensino Médio**

**PNLD – Programa Nacional do Livro Didático**

**INL - Instituto Nacional do Livro**

**COLTED - Comissão do Livro Técnico e Livro Didático**

**MEC – Ministério da Educação**

**USAID - Agência Norte-Americana para o Desenvolvimento Internacional**

## SUMÁRIO

|             |   |    |
|-------------|---|----|
| <b>1</b>    | <b>INTRODUÇÃO</b> .....                                       | 13 |
| <b>2</b>    | <b>OBJETIVOS</b> .....  | 15 |
| <b>2.1</b>  | <b>Objetivo Geral</b> .....                                   | 15 |
| <b>2.2</b>  | <b>Objetivos Específicos</b> .....                            | 15 |
| <b>3</b>    | <b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....                            | 16 |
| <b>3.1</b>  | <b>Livro Didático no Contexto do Ensino no Brasil</b> .....   | 16 |
| 3.1.1       | <i>Livro Didático no Contexto do Ensino de Química</i> .....  | 17 |
| <b>3.2.</b> | <b>Analogias e Metáforas no Ensino de Química</b> .....       | 19 |
| <b>3.3</b>  | <b>Considerações teóricas sobre Ligações Químicas</b> .....   | 20 |
| 3.3.1       | <i>Ligações Iônicas</i> .....                                 | 22 |
| 3.3.2       | <i>Ligações Covalentes</i> .....                              | 22 |
| 3.3.3       | <i>Ligação Metálica</i> .....                                 | 23 |
| <b>3.4</b>  | <b>O Ensino de Ligações Químicas na Educação Básica</b> ..... | 24 |
| <b>4</b>    | <b>METODOLOGIA</b> .....                                      | 26 |
| <b>5</b>    | <b>RESULTADOS E DISCURSÕES</b> .....                          | 28 |
| <b>5.1</b>  | <b>Análise de Livro Didático</b> .....                        | 28 |
| 5.1.1       | <i>Livro Didático 1</i> .....                                 | 28 |
| 5.1.2       | <i>Livro Didático 2</i> .....                                 | 33 |
| 5.1.3       | <i>Livro Didático 3</i> .....                                 | 36 |
| 5.1.4       | <i>Livro Didático 4</i> .....                                 | 44 |
| 5.1.5       | <i>Livro Didático 5</i> .....                                 | 46 |
| 5.1.6       | <i>Livro Didático 6</i> .....                                 | 52 |
| <b>5.2</b>  | <b>Comparando os Livros Didáticos</b> .....                   | 57 |
| <b>6</b>    | <b>CONCLUSÃO</b> .....  | 61 |
|             | <b>REFERÊNCIAS</b> .....                                      | 62 |

## 1 INTRODUÇÃO

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 1998, p. 35) destaca que os conteúdos de Ciências da Natureza e suas tecnologias devem levar o estudante a construir uma visão de mundo como um todo, que está em constante transformação, além de promover as relações entre diferentes fenômenos naturais.

De acordo com Vasconcelos e Souto (2003, p.93) os procedimentos adotados devem estimular no aluno uma postura reflexiva e investigativa sobre os fenômenos da natureza, e como a sociedade nela intervém, através da utilização de recursos e criando uma nova realidade social e tecnológica.

Assim, acredita-se que o interesse e a curiosidade do aluno devem ser despertados, para que a aprendizagem seja mais eficaz, e uma maneira para que isto ocorra é o uso de recursos didáticos, que tendem a ajudar e estreitar as relações entre o professor e o aluno no processo de ensino e aprendizagem.

Segundo Pais (2000, p.1-2), o uso de recursos didáticos viabiliza a diversidade de elementos que são utilizados como suporte experimental na organização do processo de ensino e aprendizagem, tendo como finalidade servir como mediador para facilitar na relação entre professor, aluno e a construção do conhecimento em um momento da elaboração do saber.

Um desses recursos que é muito utilizado no ensino de Ciências é o Livro Didático (LD), onde Rosa e Neto (2006, p. 1346) diz que, o LD de Ciências, há muitas décadas é utilizado como uma importante ferramenta pedagógica que visa auxiliar no processo de ensino e aprendizagem nas escolas. Atualmente, o aluno pode contar com outros recursos para obter informações sobre a ciência, porém o livro didático continua tendo um importante papel na transmissão de conhecimentos científicos (MARTORANO; MARCONDES, 2009, p.342).

Segundo Vasconcelos (1993, apud VASCONCELOS; SOUTO, 2003, p.93), o livro de Ciências deve proporcionar ao aluno uma compreensão científica, filosófica e estética de sua realidade, ou seja, contextualizando com o seu dia a dia. Assim, a contextualização deve adquirir a função de inter-relacionar conhecimentos diferentes para a construção de novos significados (ABREU; GOMES; LOPES, 2005). Ou seja, os LD de Ciências, devem relacionar os conteúdos científicos com a realidade, visando uma melhor apropriação pelos alunos.

Porém, segundo Milaré e Filho (2010, p.43 apud Tiedemann, 1998; Neto e Fracalanza, 2003) pesquisas diversas mostram ainda que, mesmo com a criação de programas nacionais que

avaliam a qualidade do livro didático, como o PNLD, alguns livros apresentam erros conceituais, figuras ou esquemas impróprios, que conduzem os alunos a formação de ideias incorretas, o que causam problemas graves a aprendizagem seguinte de outros conceitos.

Outro fator agravante, segundo Vasconcelos e Souto (2003, p.94), é que, uma parcela considerável de professores, concebem o LD como inflexíveis manuais norteadores dos programas, limitando a inserção de novas abordagens e possibilidades de contextualização do conhecimento.

Nessa perspectiva, observa-se a importância de analisar se o conteúdo de Ligações Químicas está sendo abordado de forma contextualizada e objetiva nos livros didáticos de nono ano inserido no PNLD, que é o tema deste trabalho. O tema foi escolhido devido a importância de se pesquisar mais sobre as formas de contextualização do conceito de Ligações Químicas no nono ano do Ensino Fundamental, visto que este é um assunto tratado por alguns professores como “básico”.

Porém, nota-se a sua extrema importância para a compreensão de várias outras linhas de estudo da química, como por exemplo, para entender como ocorre o comportamento das soluções e dos conceitos que estão relacionados as propriedades coligativas, que são assuntos a serem trabalhados na segunda série do ensino médio, ou também, nos conceitos de solubilidade e miscibilidade, interações intermoleculares, polaridade das moléculas e dos materiais, utilizando uma maior diversidade de solventes e não somente a água. Segundo Fernandez, Campos e Marcelino Jr (2010, p.19), a ligação química acontece a partir da estrutura eletrônica dos átomos, e o aprendizado nesse conceito é primordial para a compreensão da estrutura interna da matéria e as propriedades macroscópicas e microscópicas das substâncias.

Ou seja, o conceito de Ligações Químicas é primordial para o entendimento de várias ações e estudos da Química, além de ser essencial para o desenvolvimento de outras áreas das Ciências, como diz Linus Pauling (1992, p. 521 *apud* PASSOS; GARRITZ, 2014, p. 477).

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

- Analisar se o conteúdo de Ligações Químicas está sendo abordado de forma contextualizada e eficiente nos livros didáticos de nono ano inserido no PNLD.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Analisar como a contextualização é explorada no conteúdo de Ligações Químicas em livros de nono ano do Ensino Fundamental II.
- Apontar se alguns dos parâmetros metodológicos e pedagógicos, proposto pelo PNLD, estão sendo abordados adequadamente nos livros didáticos do nono ano.
- Investigar se é possível a compreensão do conteúdo a partir do que é apresentado no livro didático.

### 3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1 Livro Didático no Contexto do Ensino no Brasil

Observa-se que o livro didático possui papel importante na dinâmica do ensino no Brasil. Lutfi (1988<sup>apud</sup> LIMA; MERÇON, 2011, p. 202) destaca que o livro didático tem caráter dominante no ensino brasileiro, norteando o professor em relação aos seus objetivos, conteúdos curriculares, exercícios e até exemplos ilustrativos.

De acordo com Rosa e Neto (2016, p. 1346), o livro didático de Ciências, há décadas, é considerado uma importante ferramenta pedagógica para os processos de ensino e aprendizagem nas escolas brasileiras de Educação Básica (EB), sendo o material didático mais presente nas diversas etapas do Ensino Fundamental (EF) e Ensino Médio (EM). Assim, o LD deve ser um instrumento capaz de promover nos alunos a capacidade de reflexão sobre diversos aspectos da realidade além de estimular o caráter investigador, assumindo a condição de agente na construção do seu conhecimento (VASCONCELOS; SOUTO, 2003).

Rodrigues e Freitas (2008) diz que os LDs chegaram até as escolas brasileiras a partir de 1929, com a criação do órgão específico que tinha função de legislar sobre políticas do LD, o Instituto Nacional do Livro (INL), tendo como objetivo contribuir para a legitimação do LD nacional, e auxiliar no aumento de sua produção. Em 1996, segundo Maia *et al.* (2011), houve a criação da Comissão do Livro Técnico e Livro Didático (COLTED), por meio de acordo entre o MEC e a Agência Norte-Americana para o Desenvolvimento Internacional (USAID), que tinha como principal objetivo disponibilizar gratuitamente 51 milhões de livros aos estudantes, durante três anos. Ainda segundos os autores, somente após alguns anos, precisamente em 1985, é que foi criado o atual Programa Nacional do Livro Didático, PNLD.

O PNLD tem como principal objetivo abastecer as escolas públicas de Ensino Fundamental e Ensino Médio com livros didáticos, acervos de obras literárias, obras complementares e dicionários (FNDE). Conforme a Resolução CD FNDE nº 42/2012, é de responsabilidade das escolas e das secretarias de educação garantir que o corpo docente da escola participe do processo de escolha do LD de forma democrática (FNDE, p. 16).

De acordo com Núñez *et al.* (2003), os professores devem ter domínio de saberes variados, pois deve assumir a responsabilidade ética de saber selecionar os livros didáticos, além de estar capacitados a avaliar as possibilidades e limitações dos livros recomendados pelo MEC, visto que o livro deve ser um, dentre várias outras ferramentas para o ensino de Ciências.

Freitag, Motta e Costa (1989 *apud* MORI E CURVELO *et al* 2013, p. 546) diz que a história do livro no Brasil se assemelhava a história da política do livro, onde “não passaria de uma sequência de decretos, leis e medidas governamentais que se sucedem, a partir de 1930, de forma aparentemente desordenada, e sem a correção ou a crítica de outros setores da sociedade”. Assim, com o passar dos anos, iniciou-se a avaliação rotineira dos LDs pelo MEC, em um modelo consolidado até os dias atuais, onde essas avaliações ficam a cargo do PNLD, e passam a ser realizadas por representantes de escolas, universidades e Governo Federal, gerando uma série de documentos, os Guias de livros didáticos, distribuídos por escolas públicas cadastradas no censo. Nesses guias, são encontradas resenhas dos livros escolhidos pelo PNLD com finalidade de ajudar a professores na melhor escolha dos livros a serem adotados.

De acordo com Maia *et al.* (2011), os livros que estão no Guia do livro didático são selecionados por uma equipe de pareceristas, composto por professores da educação básica, com qualificação mínima em mestrado, pesquisadores e professores de universidades, com significativa experiência acadêmica, didática e pedagógica, e que o guia didático tem função de orientar e nortear na escolha dos livros didáticos.

Dessa forma, é importante o papel do professor na escolha do Livro Didático adotado por sua escola, onde o próprio professor usará como uma, dentre várias ferramentas, no processo de ensino, levando o aluno a busca do conhecimento científico.

### *3.1.1 Livro Didático no Contexto do Ensino de Química*

O livro didático é utilizado no Ensino de Química como principal recurso didático em sala de aula. Segundo Martorano e Marcondes (2009), hoje o aluno pode contar com diversos recursos para obter informações sobre a ciência, porém o livro didático ainda continua tendo papel importante na transmissão de conhecimentos científicos.

Vasconcelos e Souto (2003) condiz, ao dizer que, o livro de Ciências tem papel fundamental na aplicação do método científico onde deve estimular a análise de fenômenos, o teste de hipóteses e a formulação de conclusões. Além de estimular o caráter científico nos alunos, o LD tem que abordar os conteúdos de Química de forma contextualizada. De acordo com Wartha e Alario (2005) o significado da contextualização é essencial para que se possa desenvolver estratégias de ensino que favoreçam ao preparo do exercício da cidadania.

De acordo com Neto e Fracalanza (2003) a pelo menos duas décadas, pesquisadores acadêmicos como Pretto (1983), Mortimer (1988), Fracalanza (1993), Pimentel (1998) e Sponton (2000), se dedicam a investigar a qualidade das coleções didáticas, denunciando suas deficiências e apontando soluções para melhorar a qualidade dos livros. Assim, o livro didático tem sido alvo de várias pesquisas no Ensino de Ciências, onde é perceptível observar a preocupação de diversos autores em entender como o conhecimento científico está sendo transpassado para os alunos (MARTORANO; MARCONDES, 2009, p. 342 – 343).

E, para que os alunos compreendam este conhecimento, se usa da transposição didática, para que ele seja transformado em conhecimento escolar. Este processo é denominado por Chevallard como o “trabalho de transformação de um objeto de saber ensinar em um objeto de ensino” (LOPES, 1999, p. 208). Logo, o processo de transposição didática tem como objetivo transformar os saberes selecionados claramente transmissíveis e assimiláveis pelos alunos, onde nesse processo só se considera a influência das ciências de referências, pois o papel da escola está em fornecer a didática que será utilizada como forma de fazer essa transposição (MARTORANO; MARCONDES, 2009, p. 323).

Porém, Lopes (1999, p. 208) defende que o termo ‘transposição didática’ não representa bem o processo de (re)construção de saberes na sala de aula e sim, pode estar associado a ideia de reprodução e movimento de transportar de um lugar para outro o conhecimento, sem alterações. A autora ainda enfatiza que o mais coerente seria se referir como um processo de mediação didática, no sentido dialético, como um processo de constituição de uma realidade a partir das mediações contraditórias, de relações complexas, não imediatas.

De acordo com Pozo e Crespo (2009 p.140), existe alguns estudos que confirmam a existência de grandes dificuldades em relação aos conceitos na aprendizagem de Química, mesmo depois de longos e intensos períodos de instrução. Para que a aprendizagem dos alunos seja eficaz é necessário que o professor tenha absoluto domínio e firmeza acerca dos conceitos científicos ensinados, além de planejar e desenvolver atividades capazes de fazer com que o aluno tenha habilidade para relacionar os conceitos com o cotidiano de forma contextualizada.

Porém, Milaré e Filho (2010) diz que os conteúdos propostos nos livros de Química do 9º ano possuem algumas dificuldades em relação a aprendizagem, onde existe um alto grau de complexidade e especificidade de alguns conteúdos quando comparados ao previsto pelas necessidades de alunos de 9 ano, além dos conteúdos serem abordados nos livros de nono ano de forma resumida e inadequada.

Neste sentido, o papel do professor no Ensino de Química é ser mediador do processo de aprendizagem do aluno, fazendo com que o mesmo compreenda o conceito sendo capaz de aplicá-lo em situações diversas, seja nas áreas ambientais, sociais políticas ou econômicas, além de aplicá-la no cotidiano que lhe for proposto.

### 3.2. Analogias e Metáforas no Ensino de Química

O uso de analogias e metáforas no Ensino de Química é visto como uma alternativa facilitadora do processo de ensino e aprendizagem, por muitos autores. Segundo Araújo *et al.* (2015, p.19), a utilização de figuras de linguagem como analogias e metáforas e também a criação de modelos para representar alguns conceitos são, para vários autores (Duit, 1991; Duarte, 2005; Ferraz; Terrazzan, 2001; Bozelli, 2005; Bozelli; Nardi, 2004; Almeida; Silva; Carvalho, 2010), formas que facilitam a aprendizagem e que podem colaborar para alcançar os resultados esperados.

Outros autores como Adrover e Duarte (1995 apud ANDRADE et al. 2000, p. 182), reforça essa ideia, dizendo que

a estratégia analógica de instrução consiste em uma modalidade de explicação, onde a introdução de novos conhecimentos por parte de quem ensina, se realiza a partir do estabelecimento explícito de uma analogia com um domínio de conhecimento mais familiar e melhor organizado, que serve como um marco referencial para compreender a nova informação, captar a estrutura da mesma e integrá-la de forma significativa na estrutura cognitiva.(ADROVER E DUARTE, 1995 apud ANDRADE et al. 2000, p.182).

Duit (1991, apud LOPES 1997, p. 564) condiz com os outros autores dizendo que numa perspectiva construtivista o uso de analogias e metáforas podem ser valiosas ferramentas pelo ensino de mudança conceitual, contando que seus aspectos metafóricos sejam considerados. O autor ainda diz que há uma diferença relevante entre analogia e metáfora. O termo Analogia é dita por Duit (1991, apud LOPES 1997, p. 564) como uma relação de estruturas entre dois domínios, e Metáfora são comparações onde sua base deve ser revelada ou até mesmo criada pelo destinatário da metáfora.

Por outro lado, outros autores como Araújo et al. (2015) dizem que deve-se tomar cuidado com uso inadequado das analogias e metáforas pois pode colaborar para a produção e o reforço de erros conceituais pelos alunos.

Segundo Andrade et al. (2002), deve-se ter cuidado com o uso de analogias e metáforas que são apresentadas nos livros didáticos pois, parece não haver preocupação com a forma de como são abordadas essas analogias nos livros didáticos. O autor ainda destaca que Gaston Bachelard foi um dos autores que mais alertou para a inadequada utilização de analogias e metáforas, onde publicou um livro, “A formação do espírito científico”, de 1938, onde o mesmo faz uma análise epistemológica e psicológica dos obstáculos encontrados na formação do conhecimento científico (Andrade et al. 2002).

Nessa mesma perspectiva, Lopes (1992,) condiz ao dizer que, o obstáculo epistemológico usado na prática da educação química, através da utilização dos livros didáticos, visa contribuir efetivamente para que se afirme o que Bachelard denomina obstáculo pedagógico, onde o professor não compreende o porquê do aluno não compreender. A autora ainda ressalva que o aluno não sendo tabula rasa, é necessário ultrapassar os obstáculos epistemológico que podem existir em seu conhecimento prévio, a fim de favorecer a aprendizagem através de um processo de mudança de cultura.

### **3.3 Considerações Teóricas sobre Ligações Químicas**

Sabe-se que o conceito de Ligações Químicas é essencial para a explicação de como átomos se unem. Segundo Fernandez, Campos e Marcelino Jr (2010), a ligação química acontece a partir da estrutura eletrônica dos átomos, e o aprendizado nesse conceito é primordial para a compreensão da estrutura interna da matéria e as propriedades macroscópicas e microscópicas das substâncias.

Outros autores como Ferreira e Pino (2013) reforçam essa mesma ideia, dizendo que, “de fato, a compreensão dos modelos de ligações químicas pode redimensionar a organização dos conceitos trabalhados em química, devido a abrangência que alcançam em assuntos com maior ou menor grau de complexidade e que exigem operacionalização formal”. Assim, complementa-se estas afirmações com a de Montimer (1996), o qual diz que “a ligação química

passa a representar uma interação de natureza eletromagnética que ocorre entre os núcleos, carregados positivamente, e as eletrosferas, carregadas negativamente, de átomos vizinhos”.

A partir da ideia de que existe uma união entre os átomos, essa interação deve ocorrer devido ao fato de os átomos não estarem estabilizados, e para que o mesmo ocorra é necessário que haja a ligação química para obter tal estabilidade.

De acordo com Toma (1997, p.8), “as teorias atuais sobre ligação química foram em grande parte inspiradas na ideia da união por meio de pares de elétrons, proposta por G.N. Lewis em 1916, logo após o lançamento da teoria de Bohr”. Ainda segundo o autor, as ligações seriam representadas por dois pontos, que seriam os elétrons, ao redor do símbolo do átomo representado.

“Na concepção de Lewis, os dois elétrons da ligação seriam atraídos pelos núcleos dos átomos, para que houvesse assim a estabilização dos átomos, onde seria associado a teoria do octeto” (Toma 1997, p. 8).

Segundo Duarte (2001, p. 16) a regra do octeto surge a partir do pressuposto de os átomos precisarem doar, receber ou compartilhar elétrons de tal forma que passam a apresentar configuração eletrônica semelhante à dos gases nobres, tornando-se mais estáveis em relação a tendência dos elétrons de escaparem do sistema, ou seja, a ligação como um todo torna-se mais estável.

Ainda segundo o autor, duas propriedades periódicas ajudam a explicar a natureza da ligação química, como o Potencial de Ionização e a Afinidade Eletrônica, lembrando que o potencial de ionização é a energia necessária para a retirada de um elétron do átomo e a afinidade eletrônica é a energia liberada quando um átomo recebe um elétron do outro átomo ao se ligar.

Observa-se a abordagem de três tipos de ligações químicas no ensino básico: a ligação iônica, ligação covalente e a ligação metálica. A ligação iônica, por sua vez, conduz corrente elétrica quando em meio aquoso, devido a sua força eletrostática, ou *coulômbiana*, entre dois íons (DUARTE, 2001, p.16-17). Ou seja, a ligação com caráter iônico ocorre devido a atração de cargas opostas, visto que os elementos metálicos têm tendência a formar cátions e os ametais tem tendência a formar ânions. A seguir, serão apresentadas as ideias mais gerais sobre as três ligações químicas apresentadas anteriormente.

### 3.3.1 Ligações Iônicas

De acordo Duarte (1991, p. 16) a Ligação Iônica acontece a partir da atração eletrostática entre dois íons de cargas opostas. Ainda segundo o autor, quando a transferência de elétrons entre os átomos for considerada como uma aproximação válida a uma diferença de eletronegatividade dos átomos, pode-se tratar o sistema como sendo uma interação entre íons, ou seja, puramente eletrostática (Duarte, 1991, p. 16).

Assim, a Ligação Química pode ser caracterizada, em suma, como a atração coulombica entre íons de cargas opostas, tendendo a estabilidade de ambos os átomos.

Rocha (2001, p.31) diz que, quando átomos, moléculas ou íons aproximam-se uns dos outros, podem ocorrer dois fenômenos: ou eles reagem ou interagem. Ou seja, para que uma reação química ocorra, as ligações químicas vão ser quebradas e/ou formadas.

Ainda segundo Rocha (2001, p.31), Ligações Iônicas são caracterizadas por uma interação eletrostática forte, entre cátions e ânions, que são grupos de cargas positivas e negativas, respectivamente.

Em complemento, uma vez que os íons são formados por cargas opostas, essas cargas se atraem fazendo com que os íons se liguem, acontecendo a Ligação Iônica<sup>1</sup>. Ainda segundo o autor, o que faz a ligação iônica ser de caráter forte é o fato de cada cátion se ligar aos vários ânions e conseqüentemente cada ânion se ligar a vários cátions. Assim a ligação será de atração entre os íons, deixando a ligação forte, onde são arranjados em um retículo cristalino.

### 3.3.2 Ligações Covalentes

Diferente do tipo de interação da ligação iônica, a ligação covalente ocorre entre dois átomos não metálicos (ametais) onde não há interação eletrostática devido ao maior potencial de ionização e menor afinidade eletrônica entre os átomos. Em alguns casos não há diferença de eletronegatividade entres os elementos, fazendo com que não haja formação de íons, levando os elementos a obterem a estabilidade a partir de ligações covalentes, onde não a interação eletrostática e sim o compartilhamento de elétrons.

De acordo com Toma (1997, p. 9) a abordagem de Lewis é muito útil na descrição qualitativa das ligações químicas, porém, ao se discutir as energias das ligações, geometrias ou

---

<sup>1</sup> Informações disponíveis em: <[http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/conteudos/SL\\_ligacoes\\_quimicas.pdf](http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/conteudos/SL_ligacoes_quimicas.pdf)> Acesso: 03 jul. 2017.

aspectos de natureza espectroscópica é necessário utilizar teorias quânticas que enfoquem ligações químicas em termos da combinação de orbitais. Além da teoria de Lewis, a abordagem quântica das ligações covalentes tem que ser levada em consideração.

Ainda segundo Toma (1997, p. 9), a abordagem do modelo quântico diz que dois átomos se ligam a partir de compartilhamento de elétrons devido à combinação entre os orbitais que estão interagindo.

Uma abordagem quântica utilizada é a Teoria dos Orbitais Moleculares (TOM), que explica a formação de uma ligação química a partir do comprimento de onda dos orbitais moleculares. Segundo Duarte (2001, p.18), a mecânica molecular surge como uma possibilidade para tratar sistemas muito grandes, onde a ligação química é representada por molas com a constante de Hooke parametrizada para reproduzir uma ligação no equilíbrio, tendo assim uma abordagem clássica da ligação química.

Uma outra abordagem da química quântica é a Teoria de Ligação de Valência (TLV) também conhecida como Teoria de Bandas, que é caracterizada pela disponibilidade de elétrons de valência desemparelhados devido seu baixo custo de energia, além de terem orbitais de valência mais difusos, ou seja, possuem raio médio maior, permitindo que a superposição entre eles seja mais eficiente (DUARTE, 2001, p.18).

É observada uma desvantagem na Teoria de Ligação de Valência (TLV) devido ser enfatizada o caráter covalente da ligação química, por outro lado, a Teoria do Orbital Molecular (TOM), os coeficientes moleculares são balanceados de forma a levar em conta o caráter iônico de uma ligação.

### *3.3.3 Ligação Metálica*

De acordo com Ashcroft e Mermen (1976, *apud* Duarte, 1991, p.21), Drude em 1900 aplicou a teoria cinética dos gases e obteve alguns resultados razoáveis para a época em relação à condução térmica e elétrica do metal, o que levou a acreditar que a condutibilidade dos metais estava relacionada aos elétrons estarem livres pelos átomos metálicos. Esta teoria foi logo derrubada por não levar em consideração as interações elétron-elétron e nem o potencial eletrostático dos núcleos atômicos. Desta forma, o fato de o metal ser constituído apenas de um tipo de átomo, leva a pensar que a ligação metálica apresente características de uma ligação covalente, entre átomos iguais.

Segundo Duarte (2001, p.22) o fato de que os metais alcalinos têm um potencial de ionização relativamente baixo em relação aos outros elementos da tabela periódica, os elétrons nestas bandas estão deslocalizados, ou seja, possui condução térmica. O autor ainda diz que o fato de o metal ser considerado um bom condutor térmico, semicondutor e isolante está diretamente ligado a energia de Fermi, que é à função de trabalho do metal, que por analogia podemos dizer que é o potencial de ionização do metal (DUARTE, 2001, p.22).

Porém, Coll e Treagust (2003 *apud* Szychta 2015, p.40) diz que na Ligação Metálica ocorre o mesmo compartilhamento de elétrons que na Ligação Covalente, no entanto, nos metais os átomos não são unidos aos pares eletrônicos, mas sim pela atração mútua entre um grande número de núcleos e um grande número de elétrons, onde o núcleo de um átomo metálico, onde está carregado positivamente, será atraído pelos elétrons do outro átomo metálico, e vice versa, ocorrendo a Ligação Metálica.

### **3.4 O Ensino de Ligações Químicas na Educação Básica**

O Ensino de Ligações Químicas é considerada essencial para o desenvolvimento do estudante em diversas áreas da Ciência e da Química, de acordo com o cientista Linus Pauling (1992, p. 521 *apud* PASSOS; GARRITZ, 2014, p. 477). O conceito de Ligações é tratada a partir do pressuposto da regra do octeto, enfatizando que os átomos dos demais elementos químicos, para ficarem estáveis, devem adquirir, através das ligações químicas, eletrosferas iguais às dos gases nobres, denominando-se de Regra dos oitos, mais conhecida como regra do octeto.

Segundo Pereira Jr, Azevedo e Soares (2010, p.3) para entendermos historicamente a regra do octeto, devemos mencionar alguns nomes importantes para a química que trabalharam ajudando na elaboração de novas simbologias e representações dos átomos e suas ligações. Alguns nomes como Subramanian et al. (1989), Mendelejev, Thomson (1897), segundo Pereira Jr, Azevedo e Soares (2010, p.3-4).

Partindo do conceito de regra do octeto, os professores iniciam o conteúdo de Ligações Químicas, onde segundo Nicoll, (2001); Tan e Treagust, (1999); Posada (1999) *apud* FERNANDEZ e MARCONDEZ 2006, p. 20) existe confusão por parte dos alunos em relação as ligações iônicas e covalentes. Algumas dessas confusões foram observadas por Barker e

Millar (2000 *apud* FERNANDEZ; MARCONDEZ 2006, p. 20) que identificaram que para alguns alunos os compostos iônicos existem como moléculas discretas assim como os compostos covalentes, assim as ligações iônicas são colocadas como unidirecionais e sujeitas às mesmas regras de comportamento que aos compostos de ligações covalentes.

Além desses pontos, outros equívocos são encontrados em relação a ideia de compartilhamento de elétrons, que parece pouco elaborada pelos alunos, devido alguns pensarem que os pares de elétrons são compartilhados igualmente nas ligações covalentes, Birk; Kurtz 1999 *apud* FERNANDEZ; MARCONDEZ 2006, p. 21). Outra confusão por parte dos alunos também é colocada por Boo (1998 *apud* FERNANDEZ; MARCONDEZ 2006, p. 21) que mostra que alguns alunos obtém a ideia de que na ligação covalente há o compartilhamento de um único elétron entre dois átomos.

## 4 METODOLOGIA

A abordagem qualitativa, que é o foco do trabalho, resulta segundo Denzin e Lincoln (2006 apud PINTO, 2012, p.2), em uma ênfase sobre as qualidades das entidades e sobre os processos e os significados, ressaltando a natureza socialmente construída e o que é estudado, e as limitações situacionais que influenciam a investigação.

Para isso, o observador/pesquisador deve estar situado no mundo, para que o conjunto de práticas materiais e interpretativas dê visibilidade a esse mundo. Essas práticas envolvem o estudo do uso e a coleta de uma variedade de materiais empíricos (estudo de caso, entrevista, textos e produções, textos observacionais, etc.) que descrevem momentos e significados rotineiros e problemáticos na vida dos sujeitos com o intuito de compreender melhor o assunto que está ao seu alcance (DENZIN; LINCOLN, 2006 apud PINTO, 2012).

Partindo de uma pesquisa de caráter qualitativa, a forma como foi investigada foi a partir de Análise Documental, onde segundo Lüdke e André, (1986, p. 46) diz que “esta técnica busca identificar informações factuais nos documentos a partir de questões ou hipóteses de interesse”. Ainda segundo os autores, os documentos de análise podem ser classificados em oficial (legislação, decretos, pareceres), técnicos (relatórios, planejamentos, livros) ou pessoal (carta, diário, autobiografia), logo os documentos analisados neste trabalho foram documentos técnicos, os livros didáticos.

O PNLD 2017-2019 aprovou 13 coleções didáticas, onde foram analisadas por esta pesquisa apenas 6, visto que, não foram encontradas as demais coleções.

A pesquisa analisou a abordagem de 6 livros didáticos (LD) da disciplina de Química do Ensino Fundamental II (tabela 1), selecionados pelo Guia de Livros Didáticos do PNLD 2017 (Programa Nacional do Livro Didático de 2017).

Tabela 1: Relação dos LD avaliados presentes no PNLD 2017.

| <b>LIVRO</b> | <b>TÍTULO DO LIVRO</b>                       | <b>AUTORES</b>                    | <b>EDITORA</b> | <b>ANO</b>       |
|--------------|--|-----------------------------------|----------------|------------------|
| L1           | Ciências Novo Pensar                         | Demétrio Gowdak e Eduardo Martins | FTD            | 2ª edição 2015   |
| L2           | Investigar e Conhecer - Ciências da Natureza | Sônia Lopes                       | Saraiva        | 1ª Edição - 2015 |
| L3           | Jornadas e Cie- Ciências                     | Isabel Rebelo Roque               | Saraiva        | 4ª edição 2015   |

|    |                                     |  |         |                     |
|----|-------------------------------------|--|---------|---------------------|
| L4 | Projeto Araribá                     | Maíra Rosa<br>Carnevalle   | Moderna | 4ª edição<br>2014   |
| L5 | Projeto Teláris                     | Fernando<br>Gewandsznajder   | Ática   | 2ª edição<br>2015   |
| L6 | Universos - Ciências da<br>Natureza | Ana Fukui, Denise<br>Loli, Fernando<br>Santiago dos Santos,<br>Maria Martha Argel<br>de oliveira, Lia<br>Monguilhott Bezerra | SM      | 3ª Edição -<br>2015 |

Para tanto, buscou-se identificar os contextos, os conteúdos e as propostas metodológicas sobre o conteúdo: Ligações Químicas. Desta forma, foram consideradas algumas categorias, segundo Cruz et al. (2016), como “citações, textos e ilustrações presentes nos livros referentes ao conteúdo de Ligações Químicas, além de textos informativos e imagens inseridas no contexto dos exercícios”.

Os livros analisados (tabela 1) são divididos em duas partes: Química e Física, e em capítulos ou temas, onde só foi analisado o capítulo ou tema referente ao conteúdo de Ligações Químicas (tabela 2), onde o “X” indica a presença do conteúdo.

Tabela 2: Relação dos conteúdos abordados em Ligações Químicas.

| CONTEÚDO                          | L1 | L2 | L3 | L4 | L5 | L6 |
|-----------------------------------|----|----|----|----|----|----|
| Regra do Octeto                   | X  | X  | X  |    | X  |    |
| Ligação Iônica                    | X  | X  | X  | X  | X  | X  |
| Formação de um composto iônico    | X  |    | X  | X  | X  |    |
| Ligação Covalente                 | X  | X  | X  | X  | X  | X  |
| Formação de um composto covalente | X  |    | X  | X  | X  |    |
| Ligação Metálica                  | X  | X  | X  | X  | X  | X  |
| Formação de um composto metálico  | X  |    |    | X  |    |    |

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foi realizada a análise do conteúdo de Ligações Químicas com finalidade de identificar se o conteúdo está sendo abordado de forma contextualizada e objetiva pelos livros do 9º ano do Ensino Fundamental.

Os livros L4 e L6 não abordam o conteúdo de regra do octeto, trazendo assim uma breve abordagem dos tipos de ligações químicas, onde o livro L4 mostra como essas ligações acontecem, porém o livro L6 não contempla como ocorre a formação dessas ligações, assim como também o livro L2 que inicialmente aborda o conteúdo resumido de regra do octeto para assim adentrar no conteúdo de ligações químicas, porém também o aborda de maneira resumida.

Os livros L1, L3 e L5 abordam os conteúdos de forma mais completa, quando comparado aos outros livros, trazendo assim tanto os tipos de ligações quanto a sua formação, com exceção dos livros L3 e L5 que não abordam a formação da ligação metálica.

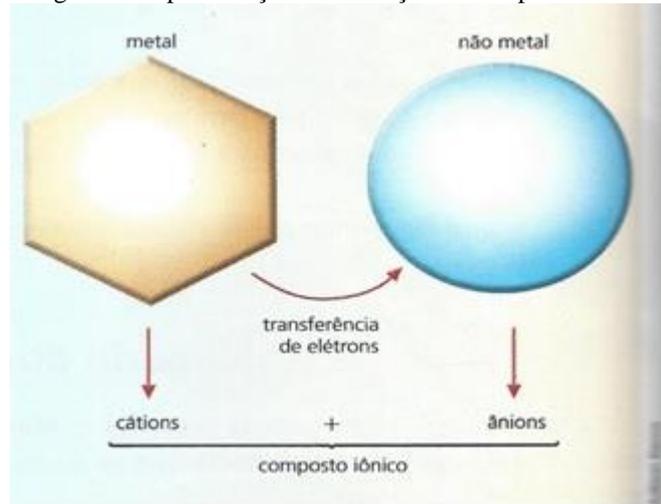
### 5.1 Análise dos Livros Didáticos

#### 5.1.1 Livro Didático L1

No livro L1, o conteúdo de Ligações Químicas é abordado inicialmente falando da estabilidade dos gases nobres relacionando com a regra do octeto, mostrando propriedades dos gases nobres e relacionando essas propriedades aos demais elementos químicos.

Nas ligações iônicas, os autores utilizam regras, como a de que “as ligações iônicas resultam de atração entre íons de cargas elétricas opostas (Martins e Gowdak, 2015), fazendo relação com a figura 1, onde comprova o que diz, porém na imagem não consta nenhuma legenda explicando o que ocorre.

Figura 1- Representação da formação de composto Iônico



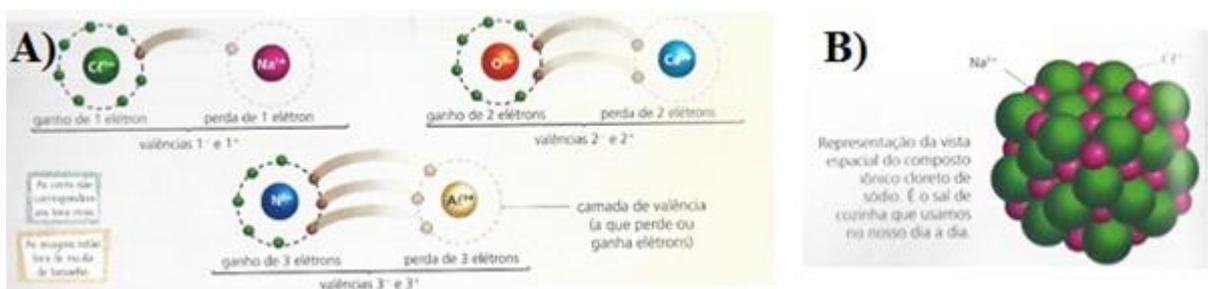
Fonte: Livro Martins e Gowdak, 2015, p.330

Otero et al. (2003; 2002 *apud* Scalco et al. 2015, p.135 diz que na área da química as imagens devem acompanhar os textos didáticos contribuindo com a aprendizagem, a compreensão de conceitos científicos além de promover a imaginação e o raciocínio. Ou seja, é importante que as imagens utilizadas nos livros didáticos venham legendadas para melhor entendimento dos alunos e não propiciar a aprendizagem inadequada em relação a essas imagens.

Outros autores como Araújo et al. (2015) dizem que deve-se tomar cuidado com uso inadequado das analogias e metáforas pois pode colaborar para a produção e o reforço de erros conceituais pelos alunos.

Em outra página seguinte, os autores dizem que “as ligações iônicas formam compostos iônicos, que são constituídos de cátions e ânions” (Martins e Gowdak, 2015, p.332), onde os autores utilizam vários exemplos de formação de compostos iônicos e uma representação espacial do composto iônico cloreto de sódio, onde indagam em sua legenda que é o sal e cozinha utilizado no dia a dia (Figura 2).

Figura 2- Representação NaCl. A) formação do composto NaCl. B) Representação espacial do NaCl



Fonte: Livro Martins e Gowdak, 2015, p.332

Em seguida, estão presentes algumas atividades no L1, onde algumas são do caráter dissertativo e outras questões de vestibulares, onde são de múltipla escolha (Figura 3).

Figura 3- Alguns exercícios sobre Ligações Iônicas.

Escreva no caderno a fórmula iônica dos compostos formados pela combinação de:

a)  $\text{Fe}^{3+}$  e  $\text{Cl}^{-}$       b)  $\text{K}^{+}$  e  $\text{O}^{2-}$       c)  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{O}^{2-}$       d)  $\text{Na}^{+}$  e  $\text{S}^{2-}$

(UFRGS-RS) O hidróxido de sódio, NaOH, é uma substância de ampla utilização industrial, sendo obtida através da eletrólise em solução aquosa do NaCl, de acordo com a reação abaixo.

$$2 \text{NaCl} + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{H}_2 + 2 \text{NaOH}$$

Considere as seguintes afirmações a respeito da quantidade de partículas atômicas presentes em algumas espécies químicas dessa reação.

- As quantidades de prótons existentes nos átomos de sódio e de cloro presentes no NaCl permanecem inalteradas quando esses átomos formam os produtos  $\text{Cl}_2$  e NaOH.
- A substância cloro gasoso é constituída por moléculas neutras formadas por átomos de cloro que apresentam 17 elétrons cada um.
- No íon positivo do elemento sódio, o número de elétrons é maior que o existente em um átomo neutro de sódio.

Quais estão corretas?

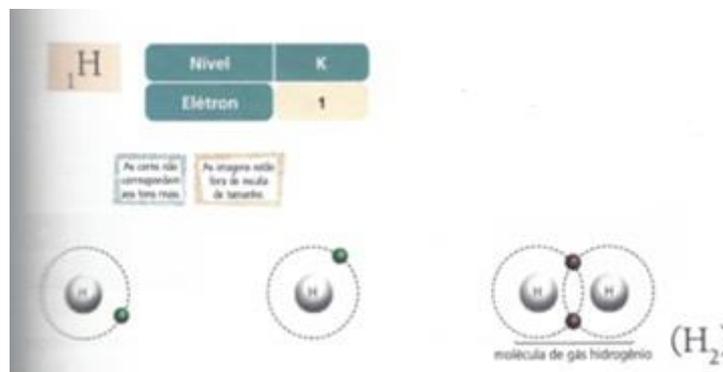
a) Apenas I.      c) Apenas III.      e) I, II e III.  
 b) Apenas II.      d) Apenas I e II.

Fonte: Livro Martins e Gowdak, 2015, p.334

A abordagem do conteúdo de ligações covalentes e metálicas, ocorre num mesmo tópico, numa ordem em que as ligações covalentes são abordadas primeiro, onde os autores iniciam a temática com uma pergunta onde indagam que: “Pode haver ligação entre dois átomos quando ambos precisam ganhar elétrons. Mais como os átomos se combinam quando precisam compartilhar elétrons”? (Martins e Gowdak, 2015, p.335).

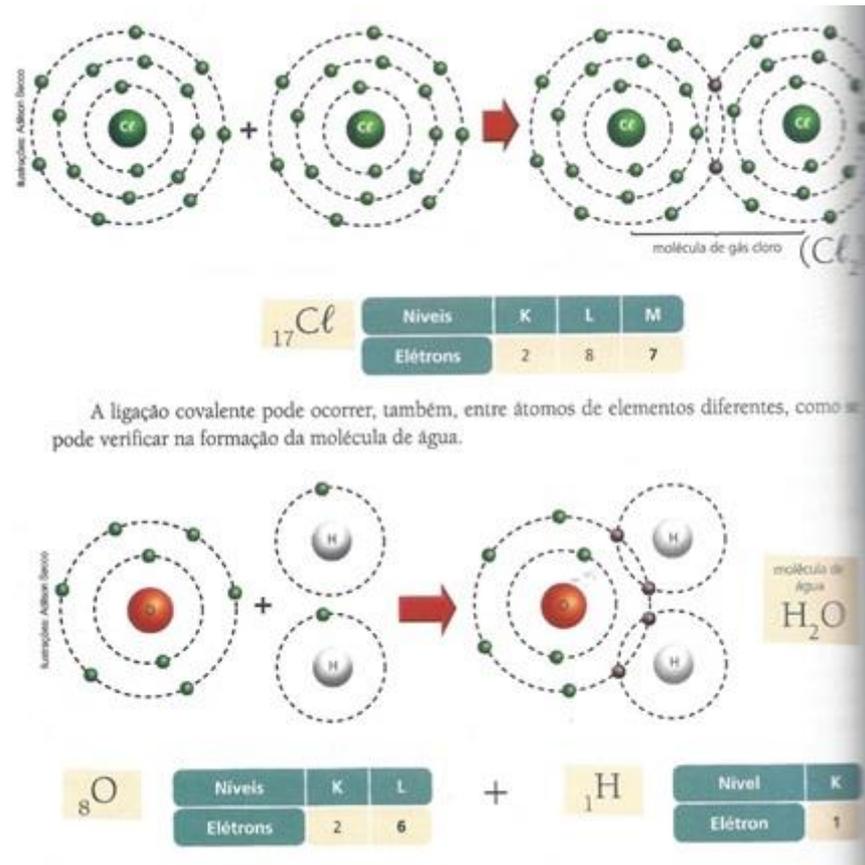
Para iniciar a discussão os autores utilizam imagens (Figura 4 e Figura 5) para mostrar como ocorre a ligação de átomos não metálicos iguais.

Figura 4- Ligação de átomos de Hidrogênio.



Fonte: Livro Martins e Gowdak, 2015, p.335

Figura 5- Exemplos de Ligações Covalentes resultando no Gás Cloro e na molécula de Água



Fonte: Livro Martins e Gowdak, 2015, p.336

Segundo Martins e Gowdak (2015, p.337) na ligação covalente os átomos compartilham elétrons no seu último nível eletrônico.

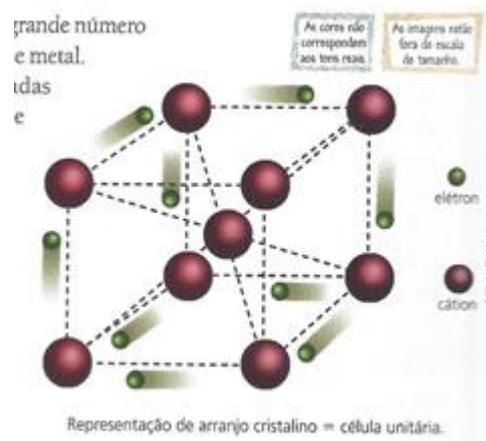
Porém, Duarte (2001) diz que a ligação covalente vai muito além do que essa definida no livro L1, ao indagar que,

dois átomos iguais se unem para compartilhar seus elétrons de valência porque a matéria formada apresenta geralmente maior potencial de ionização e menor afinidade eletrônica, ou seja, torna-se mais estável em relação a tendência dos elétrons de escaparem do sistema (Duarte, 2001 p.16).

O conceito de Ligações Metálicas é mais abreviado em comparação aos demais, onde os autores dizem que na “ligação entre átomos de um elemento metálico, ocorre a liberação parcial dos elétrons mais externos com a consequente formação de cátions. Esses cátions se juntam numa estrutura cristalina denominada célula unitária.” (Martins e Gowdak (2015, p.337). Os autores ainda enfatizam que uma amostra de metal é composta por grande número

de células unitárias formadas por cátions desse metal. Em seguida eles ilustram (Figura 6) esse arranjo cristalino de uma célula unitária facilitando a identificação por parte do aluno.

Figura 6- Representação de arranjo cristalino = célula unitária.



Fonte: Livro Martins e Gowdak, 2015, p.337

Em seguida, o livro traz um texto complementar com formato de reportagem, intitulado “Fique mais informado”, e assim chamado “Linus Pauling – O mais versátil dos mestres”, p.337 a 339, onde aborda um pouco da história de Linus Pauling e suas contribuições tanto para a Química, quanto para as pesquisas relacionadas as Ligações Químicas, e também para sua contribuição pela luta contra os testes nucleares na atmosfera.

Por fim, outra seção de questões, divididas entre múltiplas escolhas, retiradas de vestibulares, e questões dissertativas.

O livro analisado mostra alguns pontos negativos ao uso de imagens sem utilizar legendas, o que pode dificultar o entendimento dos recursos visuais utilizados pelo livro. Porém, o mesmo traz consigo textos extras que visam complementar e contextualizar o conteúdo ao dia a dia do aluno, o que pode facilitar a aprendizagem significativa do aluno.

Além de trazer diversas atividades para fixar e contextualizar o conteúdo, onde aborda imagens nas atividades e questões retiradas de concursos vestibulares, onde observou-se a presença de contextos do dia a dia do aluno, como mostrado na figura 7.

Figura 7- Atividade proposta sobre Ligação Química.



Utilize os dados para responder no caderno às questões a seguir.

a) O **ácido clorídrico** é uma substância presente no suco gástrico, secreção digestiva produzida pela mucosa estomacal. Ajuda na atividade enzimática do estômago e protege contra microrganismos invasores do trato digestório. É constituído por hidrogênio e cloro. Determine a fórmula do ácido clorídrico e identifique o tipo de ligação química que ocorre entre os átomos que formam suas moléculas. *HCl - covalente*

b) O **gás flúor** é uma substância tóxica e perigosa. Contudo, a partir dele, a indústria pode obter outras substâncias importantes na fabricação de propelentes para aerossol e aditivos para pasta de dente. Determine a fórmula do gás flúor e identifique o tipo de ligação química que ocorre entre os átomos que formam suas moléculas. *F<sub>2</sub> - coval.*

c) O **óxido de cálcio** é importante na fabricação da chamada cal hidratada, muito utilizada na construção civil. Esse composto é formado por átomos de cálcio e oxigênio. Determine sua fórmula e identifique o tipo de ligação química existente entre seus elementos formadores.

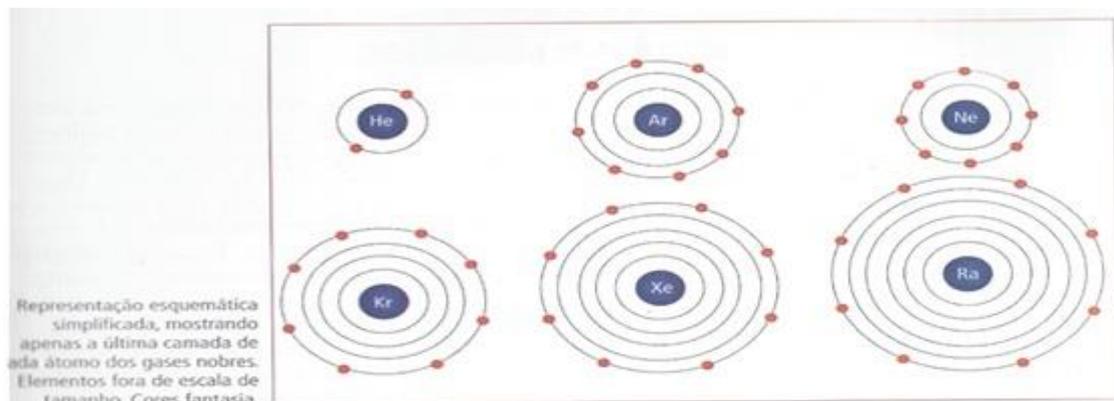
d) O **ácido sulfídrico** tem odor desagradável. Muitas vezes é liberado por processos de fermentação realizados por microrganismos anaeróbios e também pela atividade industrial. É tóxico e suas moléculas apresentam enxofre e hidrogênio. Determine a fórmula do ácido sulfídrico e identifique o tipo de ligação química que ocorre entre os átomos que formam suas moléculas.

Fonte: Livro Martins e Gowdak, 2015, p.340

### 5.1.2- Livro Didático L2

No livro L2 o conteúdo de Ligações Químicas está inserido no capítulo de elementos e substâncias, como sendo um tópico, onde abrange de maneira resumida os três tipos de ligações. O tópico “Ligação Química e Valência”, é iniciado com uma esquematização (Figura 8) da última camada dos átomos que compõem os gases nobres, introduzindo a partir daí o conceito de “estabilidade química” e “teoria do octeto”.

Figura 8- Representação da última camada dos átomos Gases Nobres.



Fonte: Livro Lopes, 2015, p.70.

Observa-se que a autora faz uso de legendas nas suas imagens, o que facilita a identificação da imagem por parte dos alunos.

Ao introduzir o conceito de Ligações Iônicas, a autora faz uso de regras como que a Ligações iônica ocorre quando “um átomo cede elétrons a outro”, e utiliza a figura 9, para ilustrar como ocorre essa transferência de elétrons.

Figura 9- Representação eletrônica da formação do NaCl



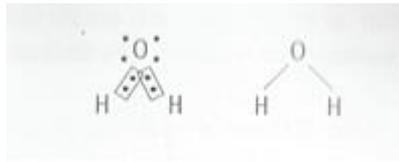
Fonte: Livro Lopes, 2015, p.71.

No entanto, Duarte (1991, p. 16) diz que a Ligação Iônica acontece a partir da atração eletrostática entre dois íons de cargas opostas, e que quando a transferência de elétrons entre os átomos for considerada como uma aproximação válida a uma diferença de eletronegatividade dos átomos, pode-se tratar o sistema como sendo uma interação entre íons, ou seja, puramente eletrostática (Duarte, 1991, p. 16).

Rocha (2001, p.31) condiz com o autor, afirmando que Ligações Iônicas são caracterizadas por uma interação eletrostática forte, entre cátions e ânions, que são grupos de cargas positivas e negativas, respectivamente. Assim, é nítido que não é explicado pela autora do livro esses aspectos de interações eletrostáticas fortes, que ocorrem entre os cátions e os ânions.

Ao falar da Ligação Covalente, a autora diz que os átomos que tendem a perder elétrons não têm elétrons suficientes para que o outro átomo adquira estabilidade química, onde nesses casos, um ou até mais elétrons passam a pertencer aos dois átomos, compartilhando alguns elétrons na última camada. Para complementar com essa explicação, faz-se uso de um exemplo (Figura 10), onde diz que a substancia formada por covalência é um composto molecular ou covalente, além de utilizar uma tabela (Tabela 3) mostrando as valências de átomos mais comuns.

Figura 10 – Exemplo de Ligação Covalente



Fonte: Livro Lopes, 2015, p.72.

Tabela 3- Valencia de alguns Elementos Químicos.

| VALÊNCIAS MAIS COMUNS DE ALGUNS ÁTOMOS DE ELEMENTOS QUÍMICOS |          |                |       |
|--|----------|----------------|-------|
| Alumínio (Al)  | 3        | Hidrogênio (H) | 1     |
| Cálcio (Ca)  | 2        | Iodo (I)       | 1     |
| Carbono (C)  | 4        | Nitrogênio (N) | 3 e 5 |
| Chumbo (Pb)  | 2 e 4    | Oxigênio (O)   | 2     |
| Cloro (Cl)   | 1        | Potássio (K)   | 1     |
| Enxofre (S)  | 2, 4 e 6 | Silício (Si)   | 4     |
| Ferro (Fe)   | 2 e 3    | Sódio (Na)     | 1     |

Fonte: Livro Lopes, 2015, p.72.

A abordagem do modelo quântico diz que dois átomos se ligam a partir de compartilhamento de elétrons devido a combinação entre os orbitais que estão interagindo, segundo Toma (1997, p. 9).

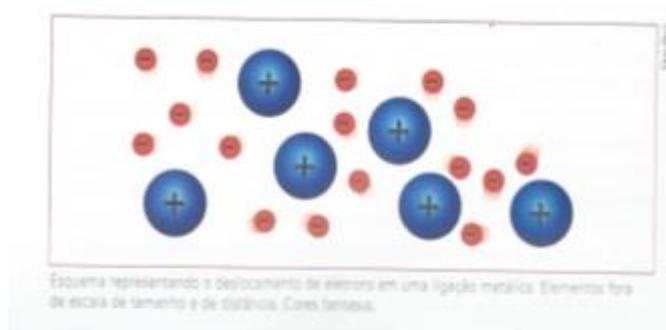
A química quântica utiliza a Teoria dos Orbitais Moleculares (TOM) para explicar a formação de uma ligação química, considerada de caráter covalente, a partir do comprimento de onda dos orbitais moleculares.

Dessa forma, é perceptível que a autora não se refere em nenhum momento sobre essa relação entre os orbitais dos átomos que estão interagindo, deixando assim uma ideia superficial sobre as Ligações Covalentes e como elas se forma.

O conteúdo de Ligações Metálicas é dito como átomos de metais que se ligam uns aos outros, formando substancias simples. Sobre as propriedades dos metais, a autora só se refere a capacidade de eles serem bons condutores de eletricidades, e serem favorecidos a formação de fios e lâminas.

Assim, faz uso de uma ilustração (Figura 11) onde é representado o deslocamento dos elétrons em uma ligação metálica.

Figura 11- Representação do deslocamento dos elétrons na Ligação Metálica.



Fonte: Livro Lopes, 2015, p.72.

Segundo Coll e Treagust (2003 *apud* Szychta 2015, p.40), na Ligação Metálica ocorre o mesmo compartilhamento de elétrons que na Ligação Covalente, no entanto, nos metais os átomos não são unidos aos pares eletrônicos, mas sim pela atração mútua entre um grande número de núcleos e um grande número de elétrons.

Dessa forma, é perceptível que a autora do livro L2 aborda as ligações metálicas de maneira superficial ao dizer que a ligação metálica se difere da eletrovalência e covalência.

O livro traz um texto complementar, em forma de curiosidade, chamado “Quem ouviu falar”, onde traz a temática de que o Brasil é um dos países campeões em reciclagem de alumínio.

Observou-se também que os exercícios referentes aos conceitos de Ligações estão dispostos no livro posterior á outro conteúdo, o de Funções Químicas, englobando questões de ambos conteúdos.

### 5.1.3- Livro Didático L3

O livro L3 trata do conteúdo de Ligações Químicas em um capítulo único, iniciando a temática com uma reportagem, retirada do Manual de estações meteorológicas de altitude (Figura 12), onde relata o uso do Gás Hidrogênio e do Gás Hélio na utilização de balões meteorológicos. Nessa mesmo texto, a autora Roque (2015) utiliza também uma imagem onde o meteorologista solta um balão de gás hélio. Em seguida, observou-se a existência de 3 questões, com título de “Bate Papo”, abordando perguntas referentes a características do gás Hélio.

Figura 12 – Introdução a Ligações Químicas

As Estações Meteorológicas de Altitude destinam-se a coletar e tratar os dados meteorológicos, especialmente de temperatura, de umidade e de pressão, desde a superfície até o nível em que o balão meteorológico se rompe na atmosfera.

[...]

Os dois gases mais apropriados para encher balões meteorológicos são o hidrogênio e o hélio, sendo este último o mais recomendado, pois seu uso não implica em risco de explosão e/ou incêndio.

**Gás hélio**

O gás hélio (He) é acondicionado dentro de um cilindro sob alta pressão e devem ser utilizados equipamentos adequados para a retirada e redução da pressão do gás.

O hélio é considerado um dos gases raros da atmosfera e como propriedades específicas destacam-se a inércia, [o fato de ser] inodoro, incolor, não inflamável, [ter] densidade menor que o ar, boa condutividade térmica [...].

**Gás hidrogênio**

O [gás] hidrogênio (H<sub>2</sub>) é um gás combustível, portanto, a geração e o uso são acompanhados de certo risco pelo fato de ser altamente inflamável.

Há dois fatores que podem causar explosão ou fogo com hidrogênio: a mistura instável de hidrogênio e oxigênio, sendo aceita uma mistura de, no máximo, 2% (dois por cento) de oxigênio na mistura com o hidrogênio, e a existência de uma fonte de ignição. Não havendo esses riscos, inexistem as possibilidades de fogo ou explosão. Propriedades físicas do H<sub>2</sub>: incolor, inodoro, insípido e não tóxico.

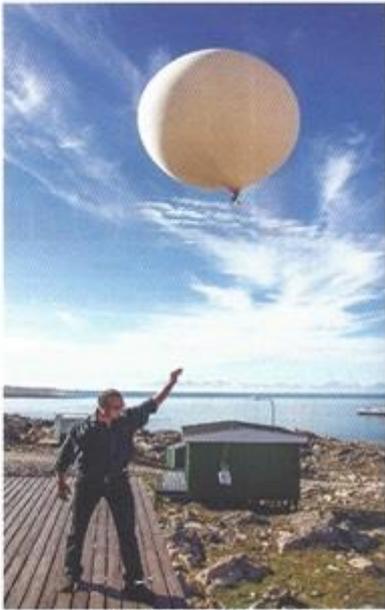
FORÇA AEREA BRASILEIRA  
Departamento de controle de espaço aéreo. AFCA 110-01  
Manual de estações meteorológicas de altitude. Jan. 2000.

Ver orientações para as atividades no Manual do Professor, ao final do livro.

**BATE-PAPO**

1. O hélio é um gás nobre. Por que você acha que esses gases são chamados "nobres"?
2. O gás hélio é formado por átomos do elemento químico hélio. Outros gases que conhecemos são formados por moléculas, como O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>. Como você explica essa diferença?
3. O que aconteceria se um balão meteorológico fosse enchido com o ar expirado de pulmões?

100



Balão meteorológico cheio de gás hélio sendo liberado por meteorologista. Ele carregará instrumentos que medem os níveis de gás carbônico e, flutuando a 1 quilômetro de altura, envia informações por um radiotransmissor, também preso em sua estrutura. Ittoqqortoormit, na Groenlândia, em 2012.

Fonte: Livro Roque, 2015, p.100.

De acordo com Abreu et al. (2005, p.411) diz que “a contextualização adquire a função de inter-relacionar conhecimentos diferentes para a construção de novos significados”. Ainda segundo os autores, os livros didáticos devem utilizar essa ideia visando valorizar o vínculo dos conhecimentos científicos com a realidade do aluno.

Assim, acredita-se que a contextualização deve despertar o interesse e a curiosidade do aluno, para que a aprendizagem seja mais eficaz, e a utilização de textos, reportagem ou “curiosidades” em que abordem o conceito a ser estudado, podem ser mediadores dessa contextualização. Dessa forma, já no início do assunto é perceptível a presença da contextualização por parte da autora.

Em seguida, se inicia a temática de regra do octeto falando que o “físico alemão Walther Kossel (1888-1956), em 1916, realizou estudos envolvendo os gases nobres, que dificilmente realizam ligações com outros elementos químicos”, e que baseado nos seus estudos, enunciou de Regra do Octeto. Partindo disso, Gilbert Newton Lewis (1875-1946) deu continuidade a seus

trabalhos e o aperfeiçoou ”. O Livro L3 traz uma imagem (Figura 13) onde mostra Lewis em uma de suas experiências que contribuíram para a termodinâmica.

Figura 13 – Gilbert Newton Lewis



O químico Gilbert Newton Lewis deu importantes contribuições no estudo de ligações químicas, termodinâmica, entre outras áreas.

Fonte: Livro Roque, 2015, p.101.

Partindo desse contexto histórico, Roque (2015) fala da estabilidade dos gases nobres, fazendo uso também de uma tabela (Tabela 4) onde ilustra a última camada eletrônica dos gases nobres.

Tabela 4- Distribuição dos elétrons dos gases nobres na camada de valência.

| Elétrons nas camadas de valência de gases nobres |   |   |    |    |    |   |   |
|--|---|---|----|----|----|---|---|
| Nível Atômico                                    | K | L | M  | N  | O  | P | Q |
| He   | 2 |   |    |    |    |   |   |
| Ne   | 2 | 8 |    |    |    |   |   |
| Ar   | 2 | 8 | 8  |    |    |   |   |
| Kr   | 2 | 8 | 18 | 8  |    |   |   |
| Xe   | 2 | 8 | 18 | 18 | 8  |   |   |
| Rn   | 2 | 8 | 18 | 32 | 18 | 8 |   |

Distribuição dos elétrons dos gases nobres e suas camadas de valência.

Fonte: Livro Roque, 2015, p.100.

Logo em seguida, existe uma atividade de pesquisa, “Pista 2”, onde é pedido ao aluno que liste exemplos de aplicações dos gases nobres partindo do que foi abordado no livro até aqui, e em seguida uma pesquisa sobre as aplicações dos gases nobres em outras áreas, como por exemplo na medicina.

Porém Júnior et al. (2011, p.10) diz que a um problema com essa tendência de sempre relacionar a regra do octeto com a estabilidade dos demais átomos ao realizarem ligações químicas, devido ter tornado um ritual a explicação da estabilidade dos compostos químicos,

substituindo princípios gerais, como as variações de energia que são envolvidas na formação de ligações entre os átomos.

A autora introduz o conceito de Ligações Iônicas trazendo elementos, como o sódio e o cloro, em que primeiro é relatado as causas e danos a saúde de cada um, isoladamente, mostrando que esses elementos são perigosos. Porém logo em seguida, ele diz que esses mesmos elementos, quando combinados, reagem e formam um composto bastante ingerido por nos seres humanos, o sal de cozinha. Nessa explanação se faz uso de imagens mostrando características tanto do sódio (Figura 14) quanto do cloro (Figura 15).

Figura 14- Utilização do Sódio Metálico.



Fonte: Livro Roque, 2015, p.102.

Figura 15- Frasco contendo Cloro Gasoso.



Fonte: Livro Roque, 2015, p.102.

Em seguida o livro mostra como a ligação iônica pode ser representada através de ilustração (Figura 16).

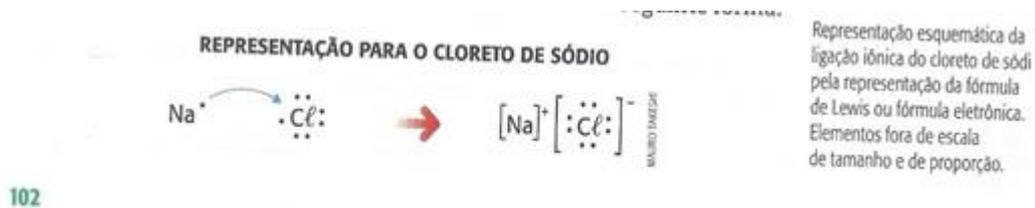
Figura 16 – Reação de formação do NaCl.



Fonte: Livro Roque, 2015, p.102.

A autora também cita que a Ligação Iônica pode ser representada de acordo com a notação de Lewis, que também é chamada de fórmula eletrônica (Figura 17).

Figura 17- Representação de Lewis da ligação iônica do Cloreto de Sódio.



Fonte: Livro Roque, 2015, p.102.

Nesta página (103), a autora ilustra uma imagem da Mina de sal na Polônia, e mais ao lado mostra uma representação do modelo molecular do cristal do sal de cozinha, relatando em sua própria legenda que se trata de um arranjo regular de átomos de sódio (em azul) e átomos de cloro (em amarelo), formando uma estrutura cúbica. (Figura 18).

Figura 18- Mina de Sal, na Polônia, e Estrutura cubica do NaCl



Fonte: Livro Roque, 2015, p.103.

Sobre a formação do composto iônico, a autora diz que as Ligações Químicas são formadas por metais e ametais, fazendo uma associação entre o texto e uma ilustração (Figura 19).

Figura 19- Ligação Iônica entre metal e ametal.

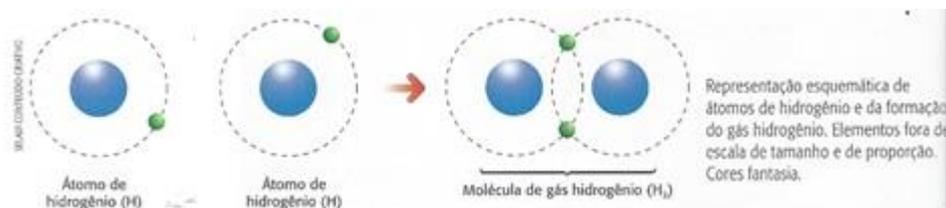


Fonte: Livro Roque, 2015, p.103.

Observa-se que tanto a autora do livro L3, quanto os autores do livro L1 fazem uso dessa mesma imagem, porém a autora do livro L3 traz a imagem como uma representação esquemática da ligação iônica, onde o aluno entenderá que não se trata de uma imagem real dos cátions e ânions. Ao contrário dos autores do livro L1, que não fazem uso de nenhuma legenda, levando os alunos a possibilidade de terem conceitos errôneos acerca das representações desses íons.

As Ligações Covalentes, são ditas pela autora, como uma união entre dois ou mais átomos através do compartilhamento de elétrons da camada de valência para se tornarem estáveis. Ela utiliza como exemplo (Figura 20) a formação do gás hidrogênio ( $H_2$ ), indagando que ambos precisam de um elétron cada, assim eles passam a se unir compartilhando seus elétrons, ficando, cada um, com dois elétrons na sua camada de valência.

Figura 20- Formação do Gás Hidrogênio.

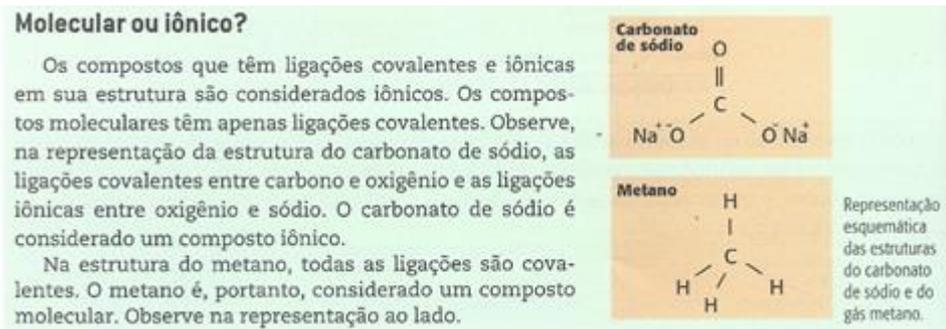


Fonte: Livro Roque, 2015, p.104.

A autora também relaciona as três formas de representar o composto metálico: 1) fórmula eletrônica ou de Lewis, 2) fórmula estrutural plana e 3) fórmula molecular, onde demonstra a molécula do gás hidrogênio das três formas.

O livro L2 traz ainda um quadro (Figura 21) onde como título tem, “Molécular ou Iônico?”, tratando-se da explicação que compostos que têm ligações tanto covalentes e iônicas em sua estrutura, são considerados compostos iônicos, e que compostos moleculares tem apenas em sua estrutura ligação covalentes.

Figura 21 – Estrutura do  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  e do  $\text{CH}_4$

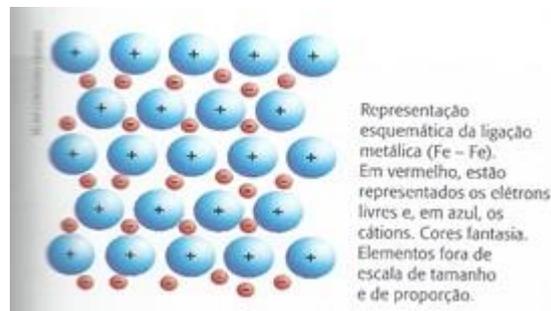


Fonte: Livro Roque, 2015, p.104.

Sobre Ligações Metálicas a autora diz que essas ligações não obedecem a regra do octeto e que com a tendência dos metais de perderem 1, 2 ou 3 elétrons, os mais externos se afastam do núcleo, virando cátions.

A autora se refere ao cátions dos metais como arranjos em padrões geométricos, e são envolvidos pelos elétrons livres, que tem grande liberdade de movimento, e diz que esse movimento chama-se “nuvem” ou “mar” de elétrons (Figura 22), explicando a condutibilidade elétrica. Segundo Duarte (2001, p.21) esse modelo foi logo derrubado, pois não leva em consideração as interações elétron-elétron e nem o potencial eletrostático devido aos núcleos atômicos.

Figura 22- Ligação metálica (Fe-Fe).



Fonte: Livro Roque, 2015, p.105.

Dessa forma, observa-se que o autor não aborda conceitos como a eletronegatividade para a explicação da ligação metálica. Além disso, a autora refere-se a algumas características, como maleabilidade e ductibilidade, em relação aos átomos dos metais se deslocarem uns sobre

os outros, porém, mesmo assim os elétrons livres os mantêm unidos, o que não ocorre nos compostos iônicos.

Em seguida, o livro traz alguns textos, como “Fique de Olho” e o “Saiba Mais”, que são textos que trazem curiosidades sobre a temática de Ligações Químicas, onde o último citado fala da estrutura cristalina (Roque, 2015 p. 106-107), mostrando alguns exemplos de compostos, e ao final deixa uma pergunta sobre “qual tipo de ligação determina a estrutura cristalina?”.

Antes de chegar nas atividades propostas, o livro traz uma seção “Experimente Fazer”, onde traz uma experiência de verificar o modelo estrutural do cloreto de sódio, com materiais simples, de baixo custo. Segundo Baratieri et al. (2008, p.21), a experiência tem capacidade de contruir a noção de que ela funciona como uma situação de descoberta da realidade, ou até mesmo de confrontação entre a teoria e prática.

Dessa forma, observa-se a presença de experimentação investigativa, onde o aluno irá desenvolver habilidades a partir da experimentação proposta, levando o aluno a colocar em prática o que viu na teoria.

As atividades propostas são todas dissertativas (figura 23), utilizando algumas imagens para ilustrar comportamentos de algumas ligações (Roque, 2015 p. 109-111), assim as imagens podem facilitar o entendimento das questões.

Foi observado também que em todas as imagens presentes nas atividades propostas, faziam uso de legendas, o que facilita ao aluno a entender a relação das imagens com o que está sendo pedido no exercício.

Figura 23- Questões dissertativas do livro L3.

1. A ilustração a seguir mostra representações dos átomos de nitrogênio e hidrogênio, quando eles formam substâncias puras simples: os gases  $N_2$  e  $H_2$ . Qual a relação entre a regra do octeto e a formação dessas ligações químicas entre os átomos?

Na resposta dê apenas e abreviadas em no final do Professor, ao final do texto.

Estrutura molecular  $N_2$

Estrutura molecular  $H_2$

Representação esquemática da estrutura molecular do gás nitrogênio ( $N_2$ ) e do gás hidrogênio ( $H_2$ ). Elementos fora de escala de tamanho e de proporção. Cores fantasia.

2. O hidrogênio apresenta apenas um elétron na camada de valência, da mesma forma que o sódio. No entanto, esses dois elementos químicos não obedecem à regra do octeto da mesma forma. Justifique essa afirmação. (Números atômicos:  $H = 1$ ;  $Na = 11$ ).

Átomo de hidrogênio

Átomo de sódio

Representação esquemática do átomo de hidrogênio ( $H$ ) e do átomo de sódio ( $Na$ ). Elementos fora de escala de tamanho e de proporção. Cores fantasia.

Fonte: Livro Roque, 2015, p.109.

#### 5.1.4- Livro Didático L4

O conteúdo de Ligações Químicas está inserido no tópico 5 do segundo capítulo do livro, onde já inicia falando que atualmente são conhecidas mais de 65 milhões de substâncias químicas, que são formadas por diferentes combinações de elementos químicos. Em seguida a autora fala sobre os gases nobres e a estabilidade das ligações químicas.

Observa-se que a autora antes de iniciar o conceito de Ligações Iônicas, ela explana rapidamente o que são substâncias simples e compostas, fazendo uso de imagens ilustrativas (Figura 24).

Figura 24- Exemplos de Substancia Simples e Composta.

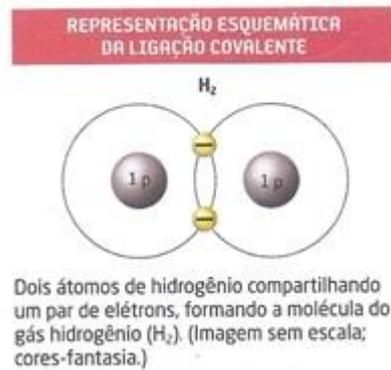


Fonte: Livro Carnevalle, 2014, p.52.

Ao caracterizar a Ligação Iônica, é dita através da regra em que resulta da atração entre cátions e ânions, que se mantêm unidos fortemente por terem cargas elétricas de sinais opostas. É utilizado também o exemplo da formação do sal de cozinha, NaCl, para falar como é feita a representação da fórmula química.

Logo em seguida já inicia a explicação de ligação covalente, em que diz ser formada pela “união entre átomos que resultam do compartilhamento de pares de elétrons da última camada de suas eletrosferas”. Para isso, a autora utiliza uma ilustração (Figura 25), onde mostra o compartilhamento de elétrons entre dois átomos de hidrogênio.

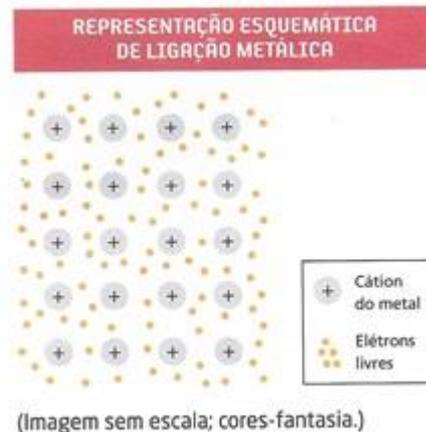
Figura 25 – Formação da Ligação Covalente



Fonte: Livro Carnevalle, 2014, p.53.

Ao falar de Ligação Metálica, é dito que em um átomo de metal a atração entre o núcleo e os elétrons da camada mais externa da eletrosfera é muito fraca, levando esses átomos a perderem elétrons, formando cátions. O livro também diz que devido os elétrons estarem se movimentando livremente pelo átomo formando uma “nuvem eletrônica” (figura 26) , e que essa nuvem é responsável pela forte atração entre os cátions, explicando assim a formação da ligação metálica e o fato deles serem bons condutores de eletricidade e apresentarem altos pontos de fusão e ebulição.

Figura 26- Formação da Ligação Covalente



Fonte: Livro Carnevalle, 2014, p.53.

A partir da análise das atividades propostas, observou-se que há uma grande quantidade de conceitos que fazem parte dessas questões, e que somente nas questões dissertativas de alternativas é que contem alguma referente ao conceito de ligações químicas.

O livro traz logo em seguida uma atividade, chamada “Explore”, sugerida a execução de uma experiência, porém a mesma fala somente dos modelos atômicos, e também alguns textos referentes aos conteúdos anteriores aos de ligações, não o envolvendo nos mesmos.

#### 5.1.5- Livro Didático L5

No livro L5, no capítulo referente a Ligações Químicas, o autor inicia a abordagem falando das diversas substâncias químicas que estão presentes no organismo humano, em produtos de higiene, vestuário, alimentos e etc., indagando que os átomos podem se unir para formar diversas substâncias diferentes. Faz uso também de uma ilustração de frutas (p.58), perguntando quais possíveis ligações químicas existem entre os átomos de diferentes alimentos.

Ao abordar a estabilidade dos gases nobres, ele faz uso de uma imagem (figura 27), onde mostra que o Gás Hélio é utilizado para que os balões de festas flutuem. Assim, o autor fala que os átomos ligam-se uns aos outros para formar moléculas ou íons estáveis, porém, o fato de os elementos dos gases nobres dificilmente reagirem com outros elementos, chamou a atenção dos cientistas, que notaram um padrão em sua estrutura: todos possuem número máximo de elétrons na última camada, no caso do Hélio, 2 elétrons, e os demais, 8 elétrons.

Partindo disso, o autor diz que a interação entre átomos que precisam perder ou ganhar elétrons para alcançar uma configuração estável, como a dos gases nobres, acontece a partir de uma ligação química, e que essa característica de os átomos se ligarem para adquirir uma configuração eletrônica semelhante a desses gases é chamada de regra do octeto.

Figura 27- Balões com Gás Hélio.



Fonte: Livro Gewandsznajder, 2015, p.59.

É utilizado uma forma de texto, chamado “Ciência e História”, intitulado como “A teoria do octeto” (p.60), onde o autor traz contextos históricos referentes aos gases nobres e suas primeiras utilizações pelo homem, além de enfatizar que para toda regra a exceção, pois essa teoria não se aplica principalmente nos elementos de transição.

Considerando a complexidade de compreensão de alguns conceitos de Química, por exemplo Ligações Químicas Interatômicas, identifica-se a necessidade do professor de Química conhecer a História da Ciência, conforme é documentado nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – PCNEM (Portal Mec, Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias, p. 96).

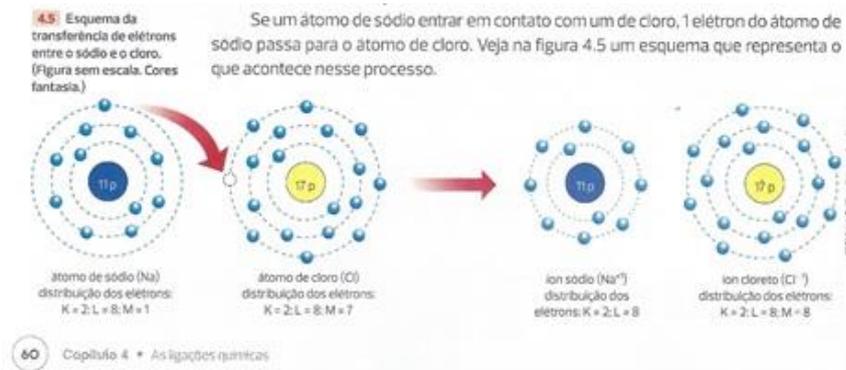
É fundamental que se mostre através da história, as transformações das ideias sobre a constituição da matéria, contextualizando-as. A simples cronologia sobre essas ideias, como é geralmente apresentada no ensino, é insuficiente, pois pode dar uma ideia equivocada da ciência e da atividade científica, segundo a qual a ciência se desenvolve de maneira neutra, objetiva e sem conflitos, graças a descobertas de cientistas, isoladas do contexto social, econômico ou político da época. (Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – PCN+ (Portal Mec. Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias, p.96).

Dessa forma é possível utilizar da História da Química para a contextualização dos conceitos, compreensão dos conhecimentos científicos, discussões entre as relações dos fenômenos observáveis e os modelos explicativos, além de auxiliar no processo de construção e reconstrução dos conceitos dos alunos.

Ao dar início as ligações iônicas, o autor primeiramente fala do átomo de sódio e cloro e suas características individuais, para assim dizer que a união dos dois resulta no que conhecemos como sal de cozinha.

É perceptível a contextualização que o autor faz, ao despertar no aluno o interesse por entender o porquê dessas situações onde traz uma representação (Figura 28) da transferência de elétrons que ocorre na formação do sal de cozinha.

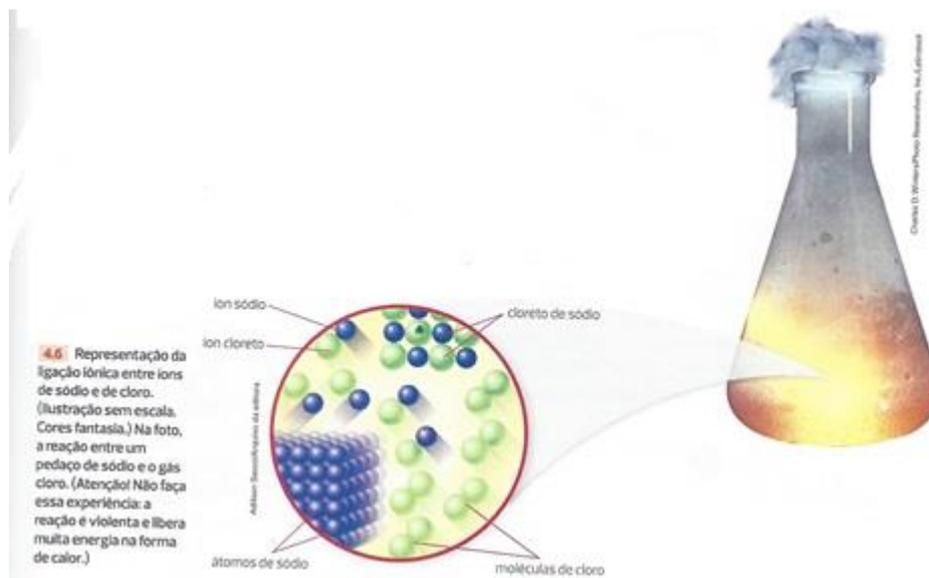
Figura 28- Representação da transferência de elétrons entre o sódio e o cloro.



Fonte: Livro Gewandsznajder , 2015, p.60.

Em seguida o autor cita que por terem cargas opostas, os íons de sódio e cloro se ligam fortemente formando a ligação iônica, como pode ser visto na figura 29.

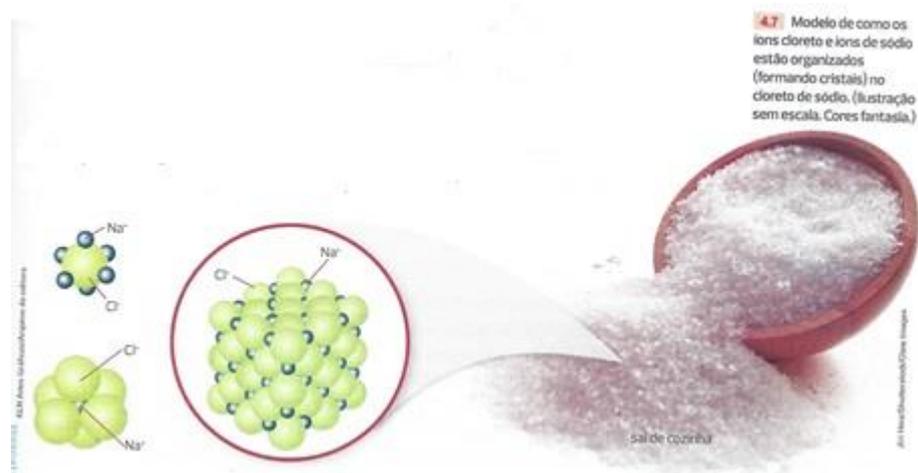
Figura 29- Representação da Ligação Iônica entre íons de sódio e cloro.



Fonte: Livro Gewandsznajder , 2015, p.61.

Em outro parágrafo, o autor comenta que a organização desses íons na formação do cloreto de sódio, forma um aglomerado, ou agregado iônico, também chamado de retículo cristalino, explicando que cada íon de sódio está diretamente ligado a 6 íons de cloro, e vice-versa, fazendo uso de uma figura 30 tridimensional onde na legenda explica ser um modelo de como esses íons estão organizados no cloreto de sódio.

Figura 30 – Representação tridimensional da formação dos cristais de Cloreto de Sódio.

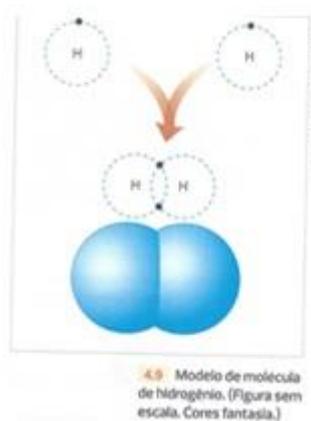


Fonte: Livro Gewandsznajder , 2015, p.61.

Na seção seguinte, o autor inicia a Ligação Covalente, relembrando o conceito de gases nobres, explicando que o gás Hélio é formado apenas por átomos isolados de Hélio, porém, no gás hidrogênio os estão unidos dois a dois, formando pares de átomos de hidrogênio, onde o mesmo ocorre no gás oxigênio.

O autor faz uso de uma ilustração (figura 31), onde mostra a formação do gás hidrogênio, e em seguida diz que os átomos de hidrogênio ao entrarem em contato, tendem a se combinar, passando a ter o número máximo de elétrons na camada de valência, onde nesse caso ao em vez de doar ou receber elétrons, eles compartilham.

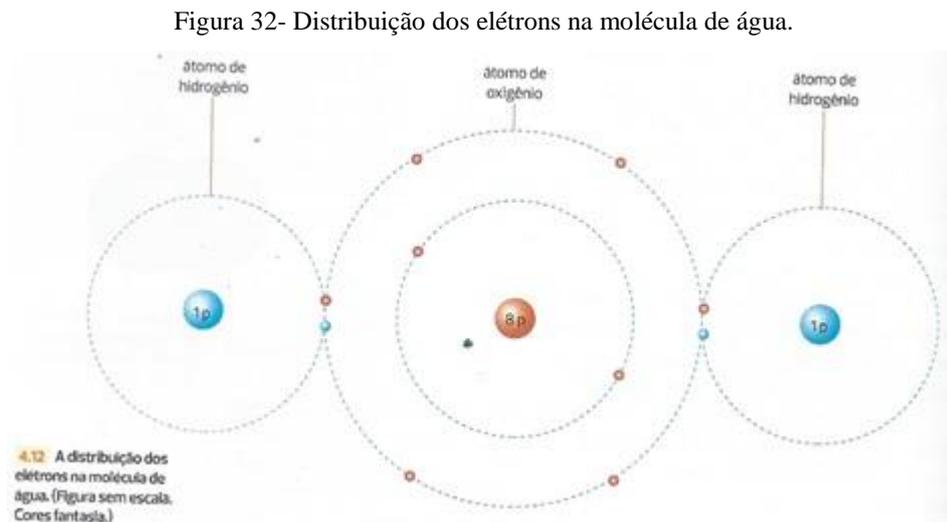
Figura 31- Representação da Molécula de Hidrogênio.



Fonte: Livro Gewandsznajder , 2015, p.63.

Em seguida o autor destaca que esse compartilhamento de elétrons é feito sempre em pares, em que ambos átomos compartilham 1 elétron, e que com esse compartilhamento cada par de elétrons pertence aos dois átomos. Dessa forma, “o autor evita a concepção alternativa que os alunos têm de que na ligação covalente ocorre compartilhamento de um único elétron entre dois átomos” (BOO, 1998 *apud* SZYCHTA 2015, p.46).

O autor ainda destaca que os elétrons compartilhados são atraídos pelos núcleos de ambos os átomos, onde cargas elétricas de sinais opostos se atraem, o que os mantém unidos, chamando assim de ligação covalente ou molecular. Porém, o autor não destaca a relação que a eletronegatividade irá influenciar no compartilhamento de elétrons, gerando a impressão de que o compartilhamento ocorre igualmente nas eletrosferas, como mostra a representação da molécula da água (figura 32), retirada do próprio livro L5.

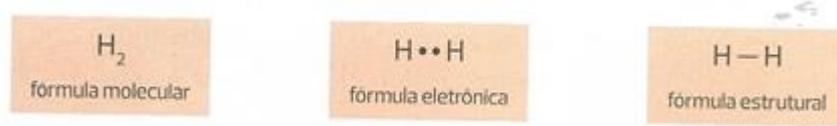


Fonte: Livro Gewandsznajder, 2015, p.64.

Este é um ponto negativo, segundo Szychta (2015, p.46), “já que pode induzir o aluno a achar que está sendo explicado utilizando o modelo de camadas de Bohr”.

Posteriormente, o autor destaca as formas como são representadas essa ligação, onde diz que pode ser usada a fórmula molecular, onde é indicada o número de átomos de cada elemento que forma a molécula, a fórmula eletrônica que indica os pares de elétrons da última camada e a fórmula estrutural, que indica com um traço o par de elétrons compartilhado (figura 33).

Figura 33- Representação das Ligações Covalentes.



Fonte: Livro Gewandsznajder, 2015, p.63.

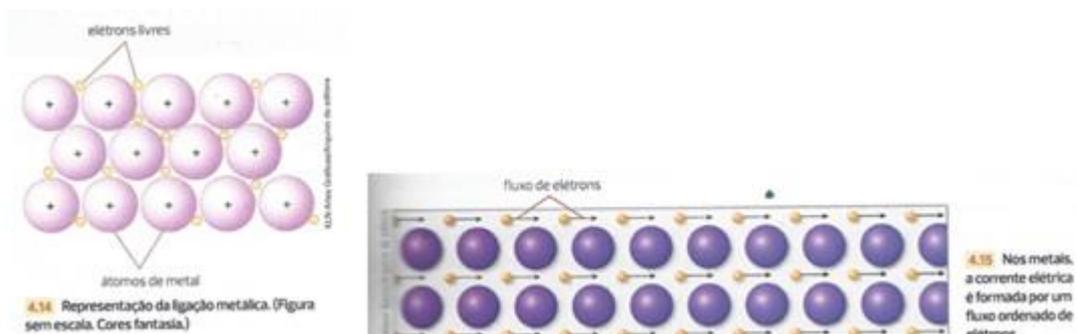
O autor destaca na página 63, um quadro onde diz: “Atenção”, os átomos não são esferas e nem têm o tamanho e cores indicados nas ilustrações, apenas são usados modelos que dão algumas informações sobre tamanho relativo dos átomos e sua organização nas moléculas. Assim, verifica-se a preocupação que tem de o autor não causar confusão em relação as representações dos átomos.

No tópico posterior, de Ligações Metálicas, o assunto é tratado de forma resumida, ao dizer, por exemplo, que no ferro como em todos os outros metais, os átomos não se ligam da mesma forma que nas ligações iônicas e covalentes, e sim pela capacidade que o elétron tem de se movimentar livremente em diversos átomos, o que costuma dizer que o metal é formado íons positivos imersos em uma “nuvem” de elétrons que se movimentam de maneira desordenada.

Porém, Coll e Treagust (2003 *apud* Szychta 2015, p.40) discorda ao dizer que na Ligação Metálica ocorre o mesmo compartilhamento de elétrons que na Ligação Covalente, no entanto, nos metais os átomos não são unidos aos pares eletrônicos, mas sim pela atração mútua entre um grande número de núcleos e um grande número de elétrons.

O autor faz uso de duas figuras (Figura 34) para mostrar tanto o movimento livre dos elétrons ao mesmo tempo que relaciona esse movimento a sua capacidade de condutividade elétrica.

Figura 34- Movimento livre dos elétrons.



Fonte: Livro Gewandsznajder, 2015, p.65.

Por fim, nesse mesmo capítulo o autor aborda os conceitos de Substâncias Simples e Substâncias Compostas, porém não foi objeto de estudo esse conteúdo, não foi feita análise do mesmo.

Ao final do capítulo, está a seção de atividades, onde é contemplada somente questões dissertativas e objetivas, não se faz uso de questões de múltipla escolha, nem de vestibulares ou concursos.

Observa-se que durante todo o capítulo o autor busca trazer diversas imagens que ajude na contextualização e na melhor forma de ajudar na aprendizagem do aluno, em que todas as imagens contêm claramente informações explicativas sobre elas. De acordo com Freitas e Rodrigues (2008, p.7) “a relação entre imagem e texto, formas, cores, enfim toda comunicação visual do impresso, necessita ser observada, especialmente em relação à sua capacidade mediadora”.

#### *5.1.6 Livro Didático L6*

No Livro Didático L6, são abordados os conteúdos de Ligações Químicas dentro do capítulo 3- A matéria e as transformações químicas, onde diz que a ligação iônica é caracterizada pela forte atração eletrostática entre os íons carregados positivamente, chamado de cátion, com os íons carregado negativamente, chamado de ânion, e que essa relação explica o motivo de as substâncias iônicas apresentarem elevada temperatura de fusão e ebulição.

Observa-se que o autor já inicia o conteúdo e não cita em nenhum momento no livro a teoria do octeto, nem faz relação com os gases nobres. O assunto vem logo após ao conteúdo de modelos atômicos, que segundo Júnior et al. (2010, p.7) uma nova estratégia de ensino para o conceito de ligações químicas, partir do pressuposto que os alunos compreendam os modelos atômicos, visto que é fundamental para a construção dos modelos no tópico de ligações químicas, compreendendo também que as transformações físicas não estão fora do contexto das ligações químicas.

O autor menciona também no livro, que no estado sólido, as substâncias iônicas aglomeram-se formando uma rede alternada de cátions e ânions, como mostra a figura 35.

Figura 35- Representação do aglomerado iônico formado por cátions de Sódio e ânions de Cloro.



Fonte: Livro Fukui et al, 2015, p.70.

O autor ainda cita a características dessas substâncias, quando no estado líquido, ou em contato com a água, conduzem eletricidade, porem lembra também que no estado sólido essas substâncias não conduzem eletricidade devido não estarem na forma de íons. O autor faz uso de uma sequência de imagens mostrando uma experiência (figura 36).

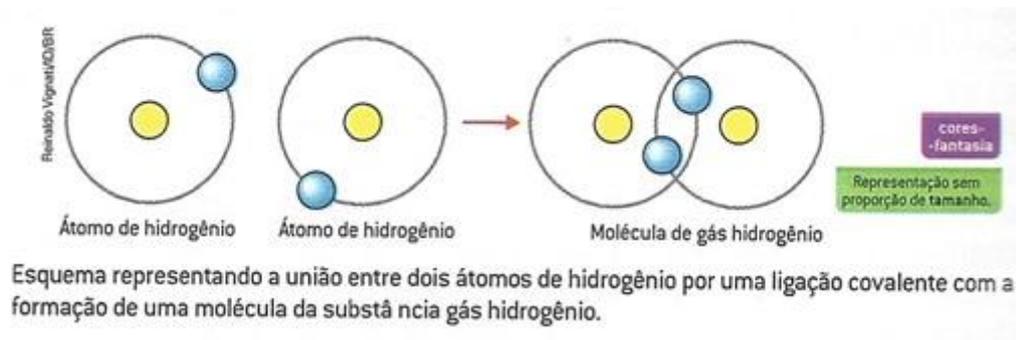
Figura 36- Teste de condutibilidade elétrica



Fonte: Livro Fukui et al, 2015, p.70.

Em seguida, ao iniciar o tópico de Ligações Covalentes ou Moleculares, como os próprios autores dizem, nessa ligação não ocorre pela união de íons, e sim dos átomos, visto que na ligação covalente não a formação de íons. Os autores utilizam uma ilustração (figura 37) para explicar como ocorre essa união dos átomos, dizendo que ambos compartilham os elétrons que possuem na última camada.

Figura 37- Representação da união entre dois átomos de H.



Fonte: Livro Fukui et al, 2015, p.71.

Os autores enfatizam ainda que como essas moléculas são eletricamente neutras, os elétrons não possuem liberdade de movimento, o que torna as substâncias moleculares más condutoras de eletricidade, como é ilustrado a partir de uma sequência de imagens (figura 38).

Figura 38- Experiência de má condutibilidade elétrica de Substâncias Covalentes.



Fonte: Livro Fukui et al, 2015, p.71.

Observa-se que os autores tiveram pontos positivos nas figuras 36 e 38, onde os autores trazem, o que caracterizamos de acordo com Silva et al. (2009), de experimentos ilustrativos, onde visam ilustrar ou demonstrar fenômenos, ou até comprovar leis, ou princípios, e é observado que o autor utiliza dessas experimentações para confirmar a teoria acerca da ligação iônica e metálica.

Um outro ponto positivo encontrado é que “o fato de o autor não utilizar os modelos da regra do octeto ou da valência para explicar tanto ligações covalentes quanto ligações iônicas beneficia em alguns pontos e prejudica em outros” (Szychta 2015, p.38).

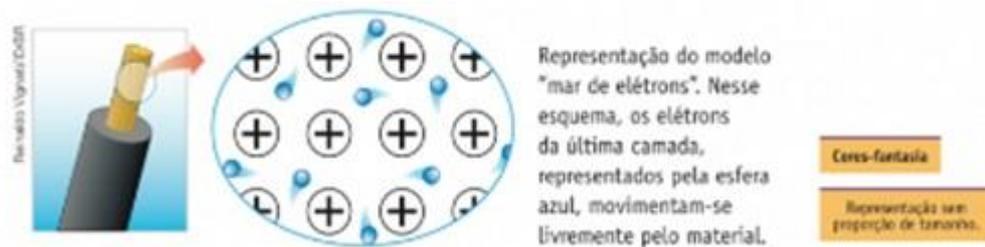
Segundo Taber (1998 apud SZYCHTA 2015, p.38), alguns pontos que pode beneficiar aos dois modelos é que a maioria dos alunos só conseguem visualizar que os átomos se unem, compartilhando elétrons na ligação covalente, para atingir a última camada completa,

assim como diz a regra do octeto, sendo a única forma de estabilidade, além de não considerarem como ligações aquelas em que não o compartilhamento de elétrons, e nas ligações iônicas beneficiam pois não favorecem as concepções de que a valência da última camada é que vai determinar o número de ligações iônicas a serem formadas, além de que essas ligações so serão formadas apenas entre os átomos que doam ou recebem elétrons, havendo somente transferência dos elétrons.

Porém, “um ponto que pode prejudicar é o fato de não explicar de que maneira esse compartilhamento de elétrons ocorre, já que apenas o cita sem maiores detalhes (BIRK; KURTZ, 1999; ABER, 1994 apud Szychta 2015, p.38).

Os autores dizem que nesse tipo de ligação, o modelo propõe que os elétrons situados na última camada tem liberdade para se movimentarem no material, assim, o núcleo não atrai fortemente esses elétrons. Os autores ainda usam o modelo do “mar de elétrons” para explicar a boa condutividade dos metais, fazendo uso de uma ilustração (figura 39).

Figura 39- Ampliação de um fio de cobre mostrando o livre movimento dos elétrons.



Fonte: Livro Fukui et al, 2015, p.71.

Observa-se que os autores não explicam como é feita, de maneira mais aprofundada, a ligação metálica, apenas de maneira geral, falam do modelo de “mar de elétrons”, deixando uma possível lacuna sobre essa temática.

Ao lado do conteúdo de ligações metálicas, é abordado um quadro (figura 40) com o título “Para saber mais”, onde os autores falam da ideia das ligas metálicas e suas possíveis utilizações pelos vários setores da sociedade.

Figura 40- Para saber mais.

**Para saber mais**

Há materiais com propriedades semelhantes às das substâncias metálicas que são formados por uma mistura de substâncias. Chamados de **ligas metálicas**, eles são usados em diversos objetos e construções. Entre os mais comuns estão o aço (ferro e carbono), o bronze (cobre e estanho) e o latão (cobre e zinco). O modelo de ligação utilizado para explicar as propriedades das ligas metálicas é o mesmo das substâncias metálicas, ou seja, a ligação metálica.

Fonte: Livro Fukui et al, 2015, p.71.

O livro traz logo em seguida uma atividade, chamada “Prática de Ciências”, sugerida a execução de uma experiência, porém a mesma fala somente dos modelos atômicos, referentes aos conteúdos anteriores aos de ligações, não o envolvendo nos mesmos, o mesmo que ocorre com o livro L4, que também traz uma atividade prática experimental porém não é sobre o conteúdo de ligações químicas.

Ao final do capítulo, o livro traz apenas 3 questões dissertativas (figura 41), onde são divididas tanto para o conteúdo de modelos atômicos, quanto para ligações químicas, tendo somente uma questão onde aborda o conteúdo analisado.

Figura 41- Questões do livro L6

**ATIVIDADES** Resposta única ou múltipla

1. Em uma atividade escolar, um aluno representou no quadro de giz três partículas diferentes: um átomo, um cátion e um ânion, conforme indicado na figura abaixo.

De acordo com os desenhos feitos pelo aluno, responda às seguintes questões.

a) Quais partículas representam um íon? Justifique sua resposta, indicando a partícula que representa o cátion e a que representa o ânion.

b) Qual das figuras desenhadas representa um átomo? Justifique sua resposta.

2. A tabela abaixo mostra algumas propriedades de três substâncias: cloreto de sódio (sal de cozinha), oxigênio (um dos componentes do ar atmosférico) e ouro, não necessariamente nessa ordem.

| Substância | Temperatura de fusão (°C) | Temperatura de ebulição (°C) | Solubilidade em água | Condutibilidade na estado sólido | Condutibilidade no estado líquido |
|------------|---------------------------|------------------------------|----------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| I          | 0 001                     | 0 010                        | Insolúvel            | condutor                         | condutor                          |
| II         | 900                       | 0 000                        | solúvel              | não condutor                     | condutor                          |
| III        | -220                      | -180                         | solúvel em água      | não condutor                     | não condutor                      |

Com base nessas informações, identifique cada uma das substâncias e o tipo de ligação química (iônica, covalente ou metálica).

3. A charge abaixo, do artista Bliztan Porto, de Belém do Pará, explora com humor a situação de agentes e técnicos especializados em descontaminar o ambiente de partículas radioativas.

a) Apesar de a utilização da energia proveniente de materiais radioativos apresentar algumas vantagens, a instalação de uma usina nuclear requer uma série de controles e orientações à população em caso de acidentes. Pesquise sobre o uso da energia nuclear e escreva um pequeno texto, descrevendo as vantagens e as desvantagens da utilização dessa tecnologia.

b) A charge ao lado apresenta algumas inadequações do ponto de vista da ciência. Escreva quais são essas inadequações.

Fonte: Livro Fukui et al, 2015, p.73.

Assim, observou-se que durante todo o capítulo de Ligações Químicas, são dadas poucas características das ligações iônicas, covalentes e metálicas. É perceptível a forma resumida de como é tratada os três tipos de ligações, onde não se é aprofundado nos conteúdos de como essas ligações são formadas no caráter microscópico, o que pode prejudicar o entendimento do aluno quando se deparar com situações de diferenciar e assimilar essas ligações com as propriedades macroscópicas.

## 5.2- Comparando os Livros Didáticos

A partir da análise de conteúdo dos livros didáticos, observou-se que todos os livros analisados tratam explicitamente do conteúdo de Ligações Químicas, porém, alguns livros se destacam por conterem mais recursos textuais, relação entre conceitos e história sobre a regra do octeto, experiências e recursos visuais a fim de ajudar na contextualização e objetividade dos conceitos.

Com a finalidade de detalhar os tópicos referentes a Ligações Químicas, construiu-se a Tabela 5 a fim de analisar os principais conteúdos e os contextos presentes nos livros.

Tabela 5 - Descrição das relações entre os conteúdos de Ligações Químicas e seus contextos

| CONTEÚDO        | Contextos                       |                               |   |                              |   |                       |
|-----------------|---------------------------------|-------------------------------|---|------------------------------|---|-----------------------|
|                 | L1                              | L2                            | L3  | L4                           | L5  | L6                    |
| Regra do Octeto | Estabilidade e dos Gases Nobres | Estabilidade dos Gases Nobres | Histórico e estabilidade dos Gases Nobres | Não há o tópico              | Histórico e estabilidade dos Gases Nobres | Não há o tópico       |
| Ligação Iônica  | Propriedades das substâncias    | Propriedades das substâncias  | Propriedades das substâncias              | Propriedades das substâncias | Propriedades das substâncias              | Atração eletrostática |

|                                   |                              |                              |                              |                              |                              |                 |
|-----------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------|
| Formação do composto iônico       | Propriedades das substâncias | Sem contexto                 | Retículo cristalino          | Propriedades das substâncias | Retículo cristalino          | Não há o tópico |
| Ligação Covalente                 | Propriedades das substâncias | Sem contexto    |
| Formação de um composto covalente | Propriedades das substâncias | Sem contexto                 | Sem contexto                 | Sem contexto                 | Atração núcleo elétron       | Não há o tópico |
| Ligação Metálica                  | Condutividade                | Propriedades das substâncias | Condutividade                | Condutividade                | Condutividade                | Sem contexto    |
| Formação de um composto metálico  | Estrutura cristalina         | Sem contexto                 | Estrutura cristalina         | Não há o tópico              | Não há o tópico              | Não há o tópico |
| Geometria Molecular               | Não há o tópico              | Não há o tópico |

Sobre os contextos abordados nos livros e sua relação direta com o conteúdo de Ligações Químicas, verificou-se que os livros L2, L4 e L6 não apresentam uma relação contextual para quase todos os tópicos abordados no conteúdo. No entanto, como mostrado na tabela 4, nos livros L1 e L3 há a contextualização de pelo menos mais da metade dos tópicos abordados, onde o livro que mais apresenta indícios de contextualização entre os tópicos é o livro L3, onde o mesmo além do conteúdo, traz entre um tópico e outro indagações que levam o aluno a despertar a curiosidade pelo conhecimento científico, como por exemplo na p. 105, em que ele traz uma curiosidade em relação ao cheiro desagradável de ovo, causado pelo gás

sulfeto de hidrogênio, relacionado a estrutura desse gás as Ligações Covalentes, e também utiliza-se de diversas imagens que ajudam na elaboração do saber do aluno.

Segundo Freitas e Rodrigues (2008, p. 7), por muito tempo o mais importante e que sempre foi valorizado ao se produzir os livros didáticos eram o texto escrito, e as imagens desempenhavam apenas um papel secundário ou simplesmente decorativo. Porém, Coutinho e Freire (2006 apud Freitas e Rodrigues 2008, p. 7) afirma que “hoje a imagem passou a ser valorizada e seu papel é visto como menos decorativo e mais ilustrativo, no sentido de apoiar e complementar o conteúdo textual”.

De acordo com Scalco et al. (2015, p.135), alguns pesquisadores, como Garcia e Palácios (2006), Farano et. al. (2005) e Silva et al. (2011), evidenciam a importância das imagens como instrumentos colaborativos no trabalho dos professores.

Outros pesquisadores, condizem que na área da química as imagens devem acompanhar os textos didáticos contribuindo com a aprendizagem, a compreensão de conceitos científicos além de promover a imaginação e o raciocínio, como diz Otero et al. (2003; 2002 apud Scalco et al. 2015, p.135). Assim, é importante que as imagens venham acompanhadas com legendas explicativas, o que não é observado em nenhuma das imagens no livro L1, no entanto o próprio livro aborda nas orientações para o professor, p.15, que é importante colocar legendas explicativas em todas as imagens (Gowdak e Martins, 2015 p.15). Já no livro L2, observou-se que em algumas ilustrações a autora não faz uso de legendas, e nos livros L3, L4, L5 e L6 todas as imagens utilizadas pelos autores desses respectivos livros faz uso sempre das legendas.

De acordo com o PNLD (FNDE, p. 16) “uma função que atribuímos às imagens e que permanece no campo ilustrativo é a de auxiliar o estudante a ver o que está muito distante ou o que é demasiado pequeno, ou seja, aquilo que não pode ser visto a olho nu”.

A partir da análise, verificou-se também que somente os livros L3 e L4 trazem ao final do capítulo de Ligações Químicas, a proposta de experiência, que de acordo com Baratiere et al. (2008, p. 22) as atividades experimentais devem:

promover a compreensão dos conceitos científicos e facilitar aos alunos a confrontação de suas concepções atuais com novas informações vindas da experimentação; desenvolver habilidades de organização e de raciocínio; familiarizar o aluno com o material tecnológico; oportunizar crescimento intelectual individual e coletivo, (Baratiere et al. 2008, p.22).

Porém, somente o livro L3 trouxe na proposta experimental, uma atividade em que consiste em “Verificar o modelo estrutural do cloreto de Sódio”, na p. 108, já o livro L4, traz uma atividade experimental relacionado a um tema que foi abordando anteriormente ao de Ligações Químicas, p. 55.

Outro aspecto que foi analisado foi que o livro L5 aborda no início do capítulo de Ligações, um texto introdutório relacionando as diferentes substâncias encontradas nos alimentos, na p. 58, para partindo desse contexto iniciar as discussões sobre os diferentes tipos de ligações.

O livro L3 também inicia o capítulo de Ligações Químicas abordando um formato de reportagem, na p. 100, onde fala da utilização do gás Hélio para encher balões meteorológicos, e mostra o porquê que sua utilização é mais aceita do que o gás Hidrogênio, seguida de uma seção, chamada “Bate Papo”, onde faz alguns questionamentos a fim de despertar o interesse do aluno em ir mais a fundo na temática.

Observou-se também que na maioria dos livros didáticos, exclusivamente nos livros L2, L4 e L6, os exercícios que são utilizados são de caráter dissertativo, porém, são exercícios que são divididos não só para as Ligações Químicas como para outros conteúdos, como modelos atômicos. O livro que apresenta maior déficit de exercícios é o L6, onde os autores só colocam 3 questões, sendo apenas a 2ª questão que aborda o conceito de ligações. Os livros L3 e L5 apresentam um capítulo isolado somente para Ligações Químicas, assim ao fim do conteúdo as questões que dispõem são exclusivas para a temática, porém não aborda nenhuma questão de concursos de vestibulares, e sim de caráter dissertativo.

O livro L1 possui assim como os livros L3 e L5 um capítulo somente para as ligações químicas, onde ao fim do tópico de ligações Iônicas já traz exercícios de concursos vestibulares e também dissertativa, e após do tópico de ligações Covalentes e Metálicas também.

Outro aspecto relevante é na apresentação dos conceitos de Ligações Químicas, onde em todos os livros ocorre uma mesma ordem: iônicas-covalentes-metálicas. Nestes livros que foram analisados essa observação não é explicada no texto didático nem nas orientações pedagógicas.

## 6.0- Conclusão

De acordo com o estudo realizado, observa-se que em todos os livros didáticos analisados foi detectado pontos negativos no que se referi a abordagem do conteúdo, onde não apresentam clareza no que está sendo explicado. Ao se referir a contextualização dos livros, observa-se também que nem todos apresentam contexto em todos os tópicos que abordam.

Dentre os livros analisados, o que mais se aproxima com os parâmetros aprovados pelo PNLD 2017, foi o livro L3, que aborda o conteúdo de Ligações Químicas contextualizando com situações do dia a dia do aluno, além de evidenciar a realização de experimentação e de atividades de aprendizagem em grupo.

O livro que apresenta menos contextualização e interação com situações do dia a dia do aluno foi o L6, onde se observou falhas tanto na abordagem dos conteúdos quando a falta de atividades propostas.

No geral, em cada livro analisado foi encontrado falhas metodológicas e de abordagem do conteúdo, o que é de se espantar, visto que todos foram analisados e aprovados pelo PNLD 2017.

Dessa forma, a compreensão do conteúdo de Ligações Químicas se torna vulnerável a falhas, visto que o conteúdo é abordado nos Livros Didáticos do 9º ano do Ensino Médio de forma sucinta e resumida. De acordo com Milaré (2008, p.9), “é necessária a abordagem correta dos modelos de átomos e de ligações para que, ao longo das fases escolares, os estudantes possam aperfeiçoar cada vez mais seus conhecimentos científicos no sentido de ampliá-los e aprofundá-los”.

Autores como Tiedemann (1998), Neto e Fracalanza (2003) *apud* Milaré e Filho (2010, p.43) apresentam pesquisas que demonstram que mesmo com a criação de programas nacionais que avaliam a qualidade do LD, muitos deles ainda apresentam erros conceituais, figuras ou esquemas impróprios que conduz a formação incorreta de ideias, causando graves problemas a aprendizagem de outros conceitos posteriores.

Como se vê, a escolha de livros didáticos pressupõe uma análise minuciosa tanto por parte dos avaliadores do PNLD, quanto dos professores sobre quem recai, em última instância, a escolha dos livros.

## REFERÊNCIAS

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. PCN+ Ensino Médio – Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da natureza, Matemática e suas tecnologias, p. 96, Brasília, 2002.

ABREU, R. G.; GOMES, M. M.; LOPES, A. C. **Contextualização e tecnologias em livros didáticos de Biologia e Química**. Investigações em Ensino de Ciências – V10(3), pp. 405-417, 2005.

ANDRADE, B. L.; ZYLBERSZTAJN, A.; FERRARI, N. As analogias e metáforas no Ensino de Ciências à luz da epistemologia de Gaston Bachelard. Pesquisa em Educação em Ciência. Volume 02 / Número 2 – Dez. 2002.

ARAÚJO, R. S.; MALHEIRO, J. M. W.; TEIXEIRA, O. P. B. Uma Análise das Analogias e Metáforas Utilizadas por um Professor de Química Durante uma Aula de Isomeria Óptica. **Química Nova na escola**. Vol. 37, N° 1, p. 19-26, fev. 2015.

ATKINS, P. **Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente** / Peter Atkins, Loretta Jones; 3 ed. – Porto Alegre : Bookman, 2006, p. 163 – 208).

BARATIERE, S. M.; BASSO, N. R. S.; BORGES, R. M. R.; FILHO, J. B. R.; Opinião dos estudantes sobre a experimentação em química no Ensino Médio. Experiências em Ensino de Ciências – V3(3), pp. 19-31, 2008.

BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio. Secretaria de Educação Média e Tecnologia, Ministério da Educação. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, 1999.

CARNEVALLE, M. R. Projeto Araribá. 4ª ed. Moderna. 2014.

CRUZ, F.; ARENAS, L.T.; PASSOS, C. G. Análise do conteúdo Ligações Químicas nos livros didáticos de Química do PNLD 2015. XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ) Florianópolis, SC, Brasil – 25 a 28 de julho de 2016.

DUARTE, H. A. Ligações Químicas: ligação Iônica, Covalente e Metálica. **Química Nova na Escola** N° 4 – Maio 2001

FERNANDES, L. S.; CAMPOS, A. F.; JÚNIOR, C. A. C. M. Concepções Alternativas dos Estudantes sobre Ligações Químicas. Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Experiências em Ensino de Ciências – V5(3), pp. 19-27, 2010.

FERNADEZ, C.; MARCONDES, M. E. R. Concepções dos estudantes sobre Ligações Químicas. **Química Nova na Escola**. N° 24, NOVEMBRO 2006.

FNDE – Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação, Ministério da Educação, Brasil. Livro Didático, PNLD. Disponível em: <http://www.fnde.gov.br/programas/livro-didatico/livro-didatico-apresentacao>

FNDE – Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação, Ministério da Educação, Brasil. Livro Didático, PNLD, GUIA DE LIVROS DIDÁTICOS ENSINO FUNDAMENTAL ANOS FINAIS. Disponível em <http://www.fnde.gov.br/programas/livro-didatico/guias-do-pnld/item/8813-guia-pnld-2017>

FREITAS, N. K.; RODRIGUES, M. H. O Livro Didático ao longo do tempo: a forma do conteúdo. Revista da Pesquisa, 2008.

FUKUI, A.; LOLI, D.; SANTOS, F. S.; OLIVEIRA, M. M. A.; BEZERRA, L. M. Universos – Ciências da Natureza. 3ª ed. SM. 2015.

GEWANDSZNAJDER, F. Projeto Teláris. 2ª ed. Ática. 2015.

GOWDAK, D.; MARTINS, E. Ciências Novo Pensar. 2ª ed. FTD. 2015.

LIMA, V. F.; MERÇON, F. Metais Pesados no Ensino de Química. **QUÍMICA NOVA NA ESCOLA** Vol. 33, Nº 4, NOVEMBRO 2011.

LOPES, S. Investigar e Conhecer – Ciências da Natureza. 1ª ed. Saraiva. 2015.

LÜDKE M.; ANDRÉ M. E. D. A.; Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. Pedagógica e Universitária, São Paulo, BR, 1986, 99p.

MAIA, J. O.; SÁ, L. P.; MASSENA, E. P.; WARTHA, E. J. O Livro Didático de Química nas Concepções de Professores do Ensino Médio da Região Sul da Bahia. **QUÍMICA NOVA NA ESCOLA**. Vol. 33, Nº 2, MAIO 2011.

MARTINS, E.; GOWDAK, D. Ciências: Novo Pensar. FTD, 2ª ed. 2015.

MARTORANO, S. A. A.; MARCONDES, M. E. R. As concepções de Ciência dos Livros Didáticos de Química, dirigidos ao Ensino Médio, no tratamento da cinética química no período de 1929 a 2004. Investigações em Ensino de Ciências – São Paulo – SP. V 14(3), pp. 341-355, 2009.

MILARÉ, T.; FILHO, J. P. A. A Química Disciplinar em Ciências do 9º Ano. **QUÍMICA NOVA NA ESCOLA**. Vol. 32, Nº 1, FEVEREIRO 2010.

MORI, R. C.; CURVELO, A. A. S. Livros de Ciências para as séries iniciais do Ensino Fundamental: a educação em Química e as influências do PNLD. Investigações em Ensino de Ciências – V18(3), pp. 545-561, 2013. São Carlos, SP

MORTIMER, E. O significado das fórmulas químicas. **Química Nova na Escola**, n. 3, p. 19-21, 1996

NETO, J. M.; FRCALANZA, H. O Livro didático de Ciências: problemas e soluções. Ciência & Educação, v. 9, n. 2, p. 147-157, 2003

OLIVEIRA, A. S. e SOARES, M. H. F. B. Juri Químico: Uma Atividade Lúdica para Discutir Conceitos Químicos. **Química Nova Na Escola**. Nº 21, MAIO 2005.

PAIS, L. C. Uma análise do significado na utilização de recursos didáticos no ensino da geometria. Reunião da ANPED 2000.

PASSOS, L.; GARRITZ, S. A. Análise de uma sequência didática sobre ligações químicas produzida por estudantes de química brasileiros em Formação Inicial. *Educación Química*. p. 470-477, 2014.

PEREIRA JR, C. A.; AZEVEDO, N. R.; SOARES, M. H. F. B. Proposta de Ensino de Ligações Químicas como Alternativa a Regra do Octeto no Ensino Médio: Diminuindo os Obstáculos para aprendizagem do conceito. XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ) – Brasília, DF, Brasil – 21 a 24 de julho de 2010.

PINTO, C. M. A Teoria Fundamentada como Método de Pesquisa. XII Seminário Internacional de Letras (XII Inletras). 2012. Santa Maria-RS.

PORTO, P. A. História e filosofia da ciência no ensino de química: em busca dos objetivos educacionais da atualidade. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (Org.). *Ensino de química em foco*. Ijuí: Editora Unijuí, 2010. p. 159-180.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

REY, N. A. Ligações Químicas: covalentes e iônicas. Sala de leitura. [http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/conteudos/SL\\_ligacoes\\_quimicas.pdf](http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/conteudos/SL_ligacoes_quimicas.pdf) acesso em: 12 de abril de 2017.

ROQUE, I. R. *Jornadas e Cie – Ciências*. 4ª ed. Saraiva. 2015.

ROSA, M. D. A.; NETO, J. M. Livro Didático de Ciências, programa nacional do Livro Didático e indústria cultural: alguns elementos para reflexão. *REVISTA DA SBENBIO*. VI Enebio e VIII Erebio Regional 3. Número 9 – 2016.

SANTANA, E. M. REZENDE, D. de B. O Uso de Jogos no ensino e aprendizagem de Química: Uma visão dos alunos do 9º ano do ensino fundamental. XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV ENEQ). 2008, Curitiba-PR (UFPR).

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 na Escola** v.4 N° 1- p.6-15. 1981.

SILVA, D. C.; QUADROS, A. L.; AMARAL, L. O. F. Os Metais e a Ligação Metálica na dinâmica dos Livros Didáticos. VII Enpec- Encontro Nacional de Pesquisa em Educação de Ciências. Florianópolis- SC, 8 de Novembro de 2009.

SCALCO, K. C.; CORDEIRO, M. R.; KIILL, K. B. Representações presentes nos Livros Didáticos: estudo realizado para o conteúdo de Ligação Iônica a partir da Semiótica Peirceana. **Química Nova na Escola**. Vol. 37, N° 2, p. 134-142, Maio 2015.

SZYCHTA, A. L. *Ligações Químicas em Livros Didáticos de Química do PNLD-2015: Análise de Conteúdo sobre um olhar das Concepções Alternativas*. p 1-69. Curso de Bacharelado e Licenciatura em Química. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2015.

VANCONCELOS, S. D.; SOUTO, E. O Livro Didático de Ciências no Ensino Fundamental – proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico. *Ciência & Educação*, v. 9, n. 1, p. 93-104, 2003.