

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FORMAÇÃO CIENTÍFICA,
EDUCACIONAL E TECNOLÓGICA – PPGFCET.

EVANDRO ESPANHOL

**AS CONCEPÇÕES DOS ALUNOS DO ENSINO MÉDIO SOBRE O
CONTEÚDO DE LIGAÇÕES QUÍMICAS: UMA ANÁLISE NOS LIVROS
DIDÁTICOS ATRAVÉS DA PRÁTICA EDUCACIONAL DO SESI/PR**

DISSERTAÇÃO

CURITIBA

2017

EVANDRO ESPANHOL

**AS CONCEPÇÕES DOS ALUNOS DO ENSINO MÉDIO SOBRE O
CONTEÚDO DE LIGAÇÕES QUÍMICAS: UMA ANÁLISE NOS LIVROS
DIDÁTICOS ATRAVÉS DA PRÁTICA EDUCACIONAL DO SESI/PR**

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do grau de Mestre em Formação Científica, Educacional e Tecnológica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Área de Concentração: Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente. Linha de Pesquisa: Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) no Ensino de Ciências.

Orientador: Profa. Dra. Fabiana Roberta Gonçalves e Silva Hussein

CURITIBA

2017

TERMO DE LICENCIAMENTO

Esta Dissertação e o seu respectivo Produto Educacional estão licenciados sob uma Licença Creative Commons *atribuição uso não-comercial/compartilhamento sob a mesma licença 4.0 Brasil*. Para ver uma cópia desta licença, visite o endereço <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/> ou envie uma carta para Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, USA.



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

E77c Espanhol, Evandro
2017 As concepções dos alunos do ensino médio sobre o conteúdo de ligações químicas : uma análise nos livros didáticos através da prática educacional no SESI/PR / Evandro Espanhol.-- 2017.
104 f.: il.; 30 cm.

Disponível também via World Wide Web.
Texto em português, com resumo em inglês.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica. Área de Concentração: Ciência, Tecnologia e Ambiente Educacional, Curitiba, 2017.
Bibliografia: f. 66-69.

1. Ligações químicas - Estudo e ensino (Ensino médio).
2. Livros didáticos. 3. Aprendizagem. 4. Trabalho de grupo na educação. 5. Prática de ensino. 6. Química - Estudo e ensino.
7. Ciência - Estudo e ensino - Dissertações. I. Hussein, Fabiana Roberta Gonçalves e Silva, orient. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica. III. Título.

CDD: Ed. 22 -- 507.2

TERMO DE APROVAÇÃO DE DISSERTAÇÃO Nº 07/2017

A Dissertação de Mestrado intitulada "As Concepções dos Alunos do Ensino Médio Sobre o Conteúdo de Ligações Químicas: Uma Análise nos Livros Didáticos Através da Prática Educacional do SESI/PR", defendida em sessão pública pelo(a) candidato(a) Evandro Espanhol, no dia 12 de junho de 2017, foi julgada para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências, área de concentração Ciência, Tecnologia E Ambiente Educacional, e aprovada em sua forma final, pelo Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional E Tecnológica.

BANCA EXAMINADORA:

Prof(a). Dr(a). Fabiana Roberta Gonçalves E Silva Hussein - Presidente - UTFPR

Prof(a). Dr(a). Edenia Maria Ribeiro do Amaral - UFRPE

Prof(a). Dr(a). Cláudia Regina Xavier – UTFPR

Prof(a). Dr(a). Roberta Carolina Rizzo Domingues – UTFPR

A via original deste documento encontra-se arquivada na Secretaria do Programa, contendo a assinatura da Coordenação após a entrega da versão corrigida do trabalho.

Curitiba, 12 de junho de 2017.

Carimbo e Assinatura do(a) Coordenador(a) do Programa

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da vida, pela fé e perseverança para vencer os obstáculos.

Aos meus pais Francisco e Antônia, pela orientação, dedicação e incentivo nesta fase do curso e durante toda minha vida.

À minha orientadora Prof^a. Dra. Fabiana Roberta Gonçalves e Silva Hussein, pelas orientações ao longo do desenvolvimento da pesquisa.

Aos meus irmãos Eleandro e Eslaine, pelo incentivo de sempre buscar novos caminhos.

Ao meu amigo Tiago Franceschini da Rosa, que em todos os momentos desta jornada me acompanhou, sendo companheiro, trocando ideias e informações sobre os assuntos tratados.

Aos meus amigos Caibar, Aline, Talita e Rubiane, sempre me apoiando e aconselhando em todos os momentos.

Aos professores do curso do Mestrado em Formação Científica, Educacional e Tecnológica, em especial as professoras Cláudia Regina Xavier e Roberta Carolina Pelissari Rizzo Domingues pelos conhecimentos transmitidos e ajuda nesta dissertação.

À professora Edenia Maria Ribeiro do Amaral pela sua contribuição neste trabalho.

Enfim, sou grato a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para realização desta etapa da minha vida.

“É muito melhor lançar-se em busca de conquistas grandiosas, mesmo expondo-se ao fracasso, do que alinhar-se com os pobres de espírito, que nem gozam muito nem sofrem muito, porque vivem numa penumbra cinzenta, onde não conhecem nem vitória, nem derrota. ”
(THEODORE ROOSEVELT)

RESUMO

ESPANHOL, E. As concepções dos alunos do Ensino Médio sobre o conteúdo de Ligações Químicas: Uma Análise nos Livros Didáticos através da Prática Educacional no SESI/PR. 2017. 104 folhas. Dissertação (Mestrado em Formação Científica, Educacional e Tecnológica). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

O presente trabalho objetivou investigar as concepções alternativas dos alunos de Ensino Médio que usam como referência os livros do Plano Nacional do Livro Didático de Química - PNLD, vigentes no ano de 2016, abordando a temática de ligações químicas, através de uma prática educacional por oficinas e trabalho em equipe. Os resultados desta avaliação orientaram a tabulação dos dados, que foram confrontados com um teste aplicado após o ensino e aprendizagem usando os livros didáticos. A intervenção foi realizada em quatro turmas de Ensino Médio que apresentavam estudantes interseriados e no mesmo nível de conhecimento. Cada turma recebeu um livro vigente do PNLD 2016 durante o bimestre, para estudos sobre as ligações químicas. Verificou-se que os alunos apresentaram confusões entre ligação iônica e covalente, estabilidade das substâncias na formação do octeto, dificuldades na visualização tridimensional das moléculas, observação sobre os eventos do nível observável microscópico e dificuldades na representação das ligações químicas. Concluiu-se também, que os alunos apresentam dificuldades na identificação dos íons formados pelos átomos quando a ligação iônica acontece. Pelos resultados obtidos, percebeu-se que, nos quatro livros do PNLD aplicados no ensino e aprendizagem deste conteúdo químico, os alunos obtiveram resultados significativos de aprendizagem, porém todas as turmas apresentaram concepções alternativas, após os estudos realizados através dos livros. Por fim, com a realização deste trabalho, foi disponibilizada uma sequência didática, apresentando aulas, definindo um procedimento encadeado de passos para tornar mais eficiente o processo de aprendizado dos alunos e pretendendo contribuir com a reflexão e o trabalho dos docentes no Ensino de Química.

Palavras-chave: Concepções alternativas; Diagnóstico; Estratégias de ensino.

ABSTRACT

ESPANHOL, E. The conceptions of the students of the High School on the content of Chemical Links: An Analysis in Didactic Books through the Educational Practice in SESI / PR. 2017. 104 sheets. Dissertation (Master in Scientific, Educational and Technological Training). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

The present research aimed to investigate the alternative concepts of High School students who use as reference for his/her studies books of the 2016's NPDB (National Plan for Chemistry workbooks) approaching the theme of 'chemical bounding' through a workshop educational practice and group work. The results of this evaluation guided the tabulation of data, which were faced with a test applied after teaching and learning using textbooks. The intervention was conducted in four high school classes that presented interserial students and the same level of knowledge. Each class received a current book from NPDB 2016 during the Bimaster, for studies on chemical bonds. It was found that the students presented confusion between ionic and covalent bonding, stability of the substances in the formation of the octet, difficulties in the three-dimensional visualization of molecules, observation about the events of the microscopic observable level and difficulties in the representation of the chemical bonds. It was also concluded that students have difficulties identifying the ions formed by the atoms when the ionic connection happens. By the results obtained, it was noted that in the four books of the NPDB applied in the teaching and learning of this chemical content, students obtained significant learning results, but all the classes presented alternate concepts after the studies conducted through the books. Finally, with the realization of this work, a didactic sequence was made available, presenting lessons, defining a procedure-chained steps to make the pupils ' learning process more efficient and intend to contribute to the reflection and work of teachers in chemistry teaching.

Keywords: Alternative conceptions; Diagnosis; Teaching strategies.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Análise da questão 1 nos livros didáticos	67
Gráfico 2 - Análise da questão 2: respostas dos estudantes com a utilização dos livros didáticos.....	70
Gráfico 3 - Análise do pré e pós-teste, da questão 3, dos alunos que estudaram nos livros didáticos.....	73
Gráfico 4 - Análise da questão 4, que fez um comparativo dos alunos que responderam à questão versus o livro utilizado.	78
Gráfico 5 - Análise da questão 5 relacionada aos livros didáticos.....	81
Gráfico 6 - Análise da questão 6 pelo uso dos livros didáticos.....	83
Gráfico 7 - Análise da questão 7 pelo uso dos livros didáticos.....	85
Gráfico 8 - Comparativo dos resultados pós-teste das respostas dos alunos após estudos com o livro didático.....	87

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Resumo esquemático das fases da Análise de Conteúdo.....	44
Figura 2 - Fluxograma demonstrativo dos conteúdos aplicados nas turmas do ensino médio	48
Figura 3 - Mapa do Estado do Paraná e, em destaque, localização Geográfica do Município de São José dos Pinhais.	50
Figura 4 – Modelo do diário de bordo utilizado para anotações durante as aulas.....	56
Figura 5 - Realização das atividades referente ao LD01.....	57
Figura 6 - Realização das atividades referente ao LD02.....	59
Figura 7 - Realização das atividades referente ao LD03.....	61
Figura 8 - Realização das atividades referente ao LD04.....	64
Figura 9 - Imagem da atividade em que o aluno confunde ligação iônica, covalente e metálica no pré-teste.....	68
Figura 10 - Demonstração de erro na quantidade de íons na ligação iônica no pós-teste.	70
Figura 11 - Representação de Lewis de um aluno para ligação iônica em K_3X no Pós-teste.	71
Figura 12 - Concepção alternativa apresentada com maior frequência pelos alunos que utilizaram o LD04.	72
Figura 13 - Representação de Lewis de dois alunos no LD01.	74
Figura 14 - Confusão dos alunos entre ligação iônica e covalente relatado no pós-teste.	75
Figura 15 - Concepção do aluno referente à formação de íons, após o estudo pelo LD03.....	76
Figura 16 - Concepções apresentadas pelos alunos na questão 3, no pós-teste, que utilizaram o LD04.	77
Figura 17 - Concepção alternativa mais frequente nas respostas dos alunos.	80
Figura 18 - Concepção do aluno referentes a forças intermoleculares	85
Figura 19 - Questionário com resposta de um aluno.....	86

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Principais concepções alternativas dos alunos em Ligações Químicas.	26
Tabela 2: Cronologia do processo de escolha dos livros didáticos.	29

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1 O PAPEL DO PROFESSOR NO ENSINO-APRENDIZAGEM	15
1.2 OBJETIVOS DA PESQUISA	16
1.2.1 Objetivo Geral	16
1.2.1 Objetivo Específico.....	16
2. REFLEXÕES TEÓRICAS E A PROBLEMATIZAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA ATRAVÉS DAS LIGAÇÕES QUÍMICAS	17
2.1 IMPORTÂNCIA DO ENSINO DE QUÍMICA VERSUS DIFICULDADES DE APRENDIZADO	18
2.2 CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS NO ENSINO DE QUÍMICA.....	23
2.3 CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS NO CONTEÚDO DE LIGAÇÕES QUÍMICAS.....	25
3 LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA E PNLD	29
3.1 HISTÓRICO DO PROGRAMA PNLD E O PROCESSO DE ESCOLHAS DOS LIVROS DIDÁTICOS PELAS ESCOLAS NA REDE PÚBLICA.	31
3.2 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO PARA ESCOLHA DOS LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA SELECIONADOS NO PNLD.....	32
3.3 GUIA PARA O PROFESSOR NA ESCOLHA DO LIVRO DIDÁTICO	34
4 A PEDAGOGIA DE PROJETOS – INTERDISCIPLINARIDADE E TRABALHO EM EQUIPE	37
5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	43
5.1 ANÁLISE DAS CONCEPÇÕES PRÉVIAS SOBRE LIGAÇÕES QUÍMICAS.....	43
5.3 LOCAL DE PESQUISA	50
5.4 TIPO DE PESQUISA.....	51
5.5 INSTRUMENTOS E COLETA DE DADOS	52
5.6 ANÁLISE DE DADOS.....	53
6 RESULTADO E DISCUSSÃO	55
6.1 DIÁRIO DE BORDO: LIVROS DIDÁTICOS	55
6.1.1 Anotações do diário de bordo da sala que utilizou o LD01.....	56
6.1.2 Anotações do diário de bordo da sala que utilizou o LD02.....	59
6.1.3 Anotações do diário de bordo da sala que utilizou o LD03.....	61
6.1.4 Anotações do diário de bordo da sala que utilizou o LD04.....	63
6.2 AVALIAÇÃO DO PRÉ E PÓS-TESTES DOS LIVROS DIDÁTICOS	66
6.2.1 Análise dos resultados referente à questão 1	66
6.2.2 Análise dos resultados referente à questão 2	69
6.2.3 Análise dos resultados referente à questão 3	72
6.2.4 Análise dos resultados referentes à questão 4.....	77
6.2.5 Análise dos resultados referentes à questão 5.....	80
6.2.6 Análise dos resultados referentes à questão 6.....	82
6.2.7 Análise dos resultados referentes à questão 7.....	84
6.3 COMPARATIVO DAS QUESTÕES NOS LIVROS DIDÁTICOS ANALISADOS..	87
CONCLUSÃO	90
APÊNDICE A – AUTORIZAÇÃO SOLICITADA AO COLÉGIO	100
APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DESTINADO AO PRÉ-TESTE	101
APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO DESTINADO AO PÓS-TESTE	103

1. INTRODUÇÃO

O sistema de educação defronta-se com diversas dificuldades na aprendizagem, procedentes de inúmeras causas, entre as quais a má formação do professor, como apontado por Pereira (2000), o qual destaca que a formação de professores nas licenciaturas, de um modo geral, apresenta “velhos problemas”, porém que, diante de “novas questões”, se colocam também desafios a serem superados. Os materiais e livros de apoio escolhidos de qualquer forma, sem um objetivo específico ou um planejamento prévio são alguns problemas que se apresentam, pois, muitas vezes, os professores são condicionados pela propaganda das editoras, pela própria formação cultural e científica (LOPES, 1991).

Rosa (2013), em sua pesquisa de dissertação, revela algumas constatações interessantes sobre a escolha do livro didático, como, por exemplo, a preferência dos professores por livros com figuras chamativas e coloridas, com fotos no lugar de esquemas e desenhos. Já, em relação aos textos, observa que os professores preferem trabalhar com os livros que apresentam passagens mais curtas e de fácil leitura para os alunos.

Verifica-se também a situação para o docente de que o bom livro é aquele que existe para contemplar os currículos propostos e obedecer a padronizações, segundo as quais a Secretaria de Educação Básica, através de debates, desenvolve indicativos no sentido de oferecer alternativas para a organização do trabalho pedagógico, a fim de atender as necessidades das escolas na estruturação do currículo para o Ensino Médio (ROSA, 2013).

Cabe ao professor fazer uma escolha que priorize o aprendizado do aluno e não suas necessidades e facilidades para lecionar. Ainda, conforme Rosa (2013), um dos problemas é justamente o excesso de padronizações e fragmentações de conteúdo, o que não contribui para despertar o interesse dos estudantes. Pelo fato de não questionar o material que tem em mãos, muitas vezes este professor não consegue ver uma possível relação entre a (falta de) qualidade destes livros e as dificuldades cognitivas dos seus estudantes.

Além das escolhas de materiais que contribuem para o despertar da aprendizagem, o professor se depara com algumas dificuldades de aprendizagem dos alunos. Fernandez e Marcondes apontam que, mesmo após uma educação

formal em química, os estudantes apresentam falhas na compreensão dos conceitos químicos (FERNANDEZ e MARCONDES, 2006).

Ao entrar na aula de química, os alunos já ganharam uma infinidade de experiências e desenvolveram várias ideias sobre questões científicas, que, para a ciência, são ideias pré-instrucionais que não são coerentes na visão científica. Para Fernandez e Marcondes, essas ideias mentais definidas dos alunos podem ocasionar as Concepções Alternativas, onde o aluno distorce o conceito científico (FERNANDEZ e MARCONDES, 2006).

Levando em consideração esses aspectos, ao longo deste trabalho será realizado um levantamento de dados sobre as concepções alternativas dos alunos sobre as Ligações Químicas, e o professor, como mediador, desenvolve atividades com os livros vigentes do PNLD de 2016 e também, será proporcionado aos professores, como produto final deste trabalho, uma sequência didática para ampliação de possibilidades de trabalho em equipes dentro de sala de aula.

O capítulo 1 deste trabalho será dedicado à discussão sobre o papel do professor no ensino e aprendizagem e na necessidade de mudanças na forma de abordar os conteúdos científicos com os alunos.

O capítulo 2 trará as reflexões teóricas e a problematização para o ensino de química, tais como a importância do aprendizado e a relação com as concepções alternativas dos alunos sobre ligações químicas.

No capítulo 3, será apresentado um histórico do processo de escolhas dos livros didáticos nas escolas da rede pública, critérios de avaliação para esta escolha dos livros de química e uma visão geral, segundo o guia do PNLD.

No capítulo 4 será explicitada a pedagogia de projetos e o trabalho em equipes interdisciplinar e interseriado realizado no colégio onde ocorreu a pesquisa com esta metodologia.

O capítulo 5 apresentará os procedimentos metodológicos sobre as análises das concepções prévias dos alunos sobre as ligações químicas, o tipo e local da pesquisa, tais como os instrumentos e coleta da análise de dados.

Por fim, no capítulo 6 serão analisados os resultados obtidos através dos procedimentos metodológicos e as discussões deste trabalho.

1.1 O PAPEL DO PROFESSOR NO ENSINO-APRENDIZAGEM

Apesar de todas as transformações tecnológicas, nota-se que o professor tem um papel de fundamental importância na mediação do conhecimento científico dos alunos. Na busca de avanços para um processo de ensino-aprendizagem atual, se tem o seguinte problema de pesquisa: Quais as principais concepções alternativas apresentadas pelos alunos do ensino médio, no conteúdo das ligações químicas, através dos livros didáticos do PNLD, vigentes no ano de 2016?

Esta pesquisa envolve a observação sobre as concepções alternativas dos alunos que estudaram através dos livros didáticos do PNLD, vigentes no Estado do Paraná em 2016, com relação aos capítulos específicos em que se apresentam representações e atividades sobre o conteúdo de ligações químicas.

O interesse na abordagem desse assunto decorre da importância de o aluno relacionar os conteúdos que envolvam o universo do macroscópico com o submicroscópico, em que para muitos, os conhecimentos que estão relacionados ao conteúdo da área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias são considerados difíceis, e por isso, acabam encontrando dificuldades em aprendê-los e utilizá-los em situações práticas de seu dia a dia.

Conforme afirmam Maldaner e Zanon (2001):

O fato é que quando analisamos o ensino de Ciências, é notável que o perfil do trabalho exercido em sala de aula nestes componentes curriculares está rigorosamente marcado pelo livro didático, tendo como principais características: conteudismo, fragmentação, linearidade, excessiva exigência de memorização de algoritmos e terminologias, além da descontextualização e ausência de articulação com as demais disciplinas do currículo.

Com essa afirmação, fica claro que o professor deve promover uma articulação entre o conteúdo praticado em sala de aula com os livros didáticos, a fim de promover uma contextualização no processo de ensino e aprendizagem.

Nesse sentido, segundo Mortimer (2004), inúmeras pesquisas na área do ensino de química alertavam para a necessidade de mudanças nas formas de abordar os conteúdos científicos desta ciência, sendo que o professor tem papel importante em desenvolver atividades que sejam fundamentadas, contextualizadas,

permitindo que os conteúdos transmitidos sejam feitos de maneira que possibilite aos alunos uma conexão com seu cotidiano, disponibilizando argumentos e motivação aos educandos.

1.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar as concepções alternativas dos alunos do Ensino Médio, através do emprego de livros didáticos no PNLD, vigentes no ano de 2016, para o ensino de ligações químicas e apresentar uma estratégia alternativa de ensino através de uma sequência didática que possa ser utilizada em sala de aula para: 1) inserir conteúdos científicos de química, facilitando aos alunos uma melhor compreensão das ligações químicas; 2) propor, ao professor de química, aulas planejadas para ensinar o conteúdo, organizadas de acordo com os seus objetivos, facilitando uma melhor aprendizagem para seus alunos.

1.2.1 Objetivo Específico

- Identificar as concepções prévias típicas no ensino de química relacionadas às Ligações Químicas;
- Identificar limites e potencialidades dos livros didáticos quanto ao ensino do conceito de ligações químicas, usados nos processos de conhecimentos escolares por parte de estudantes do Ensino Médio;
- Conhecer as principais concepções alternativas dos alunos sobre ligações químicas, o que irá auxiliar na elaboração das atividades propostas na Sequência Didática;
- Desenvolver uma Sequência Didática, preconizando formas diferentes de auxiliar os discentes a uma reflexão e apreensão acerca das ligações químicas.

2. REFLEXÕES TEÓRICAS E A PROBLEMATIZAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA ATRAVÉS DAS LIGAÇÕES QUÍMICAS

A química pode ser definida resumidamente como a ciência que estuda a estrutura das substâncias, suas transformações e propriedades. Os conceitos químicos estão presentes e podem ser estudados em todos os materiais existentes no dia a dia do ser humano, desde um alimento consumido até nos materiais usados em grandes construções. Também

está na base do desenvolvimento econômico e tecnológico. Da siderurgia à indústria da informática, das artes à construção civil, da agricultura à indústria aeroespacial, não há área ou setor que não utilize em seus processos ou produtos algum insumo que não seja de origem química (SILVA e BANDEIRA, 2006).

Assim, é uma ciência em constante renovação e avanços devido à descoberta de novos materiais e do desenvolvimento de novas teorias. Também possibilita ao homem o desenvolvimento de uma visão do mundo que o cerca, podendo analisar, compreender e utilizar esse conhecimento, sendo capaz de interferir e auxiliar na busca das soluções para problemas ambientais que afetam grandes cidades, contribuindo para uma melhor qualidade de vida. A consequência de todos esses avanços foi o surgimento da indústria química (CHASSOT, 2004).

Quanto ao lado acadêmico, a química está incorporada na matriz curricular e, no entanto, verifica-se que ao longo dos tempos muitos alunos vêm demonstrando grandes dificuldades no processo de aprendizagem dessa ciência, como afirmam Melo e Neto (2012):

a ciência não é algo neutro e acabado, mas construída socialmente e em constante evolução, já que alguns modelos teóricos se apresentam com determinadas limitações na explicação do observado macroscopicamente, exigindo que novos modelos e leis sejam elaborados para explicar além das limitações.

Ou seja, para ir além das limitações encontradas e ser construído socialmente, o ensino de química deve ser contextualizado com o cotidiano do aluno, de modo a ser significativo para ele, o que faz questionar o ensino tradicional, conteudista, em que se prioriza a simples cópia e memorização de fórmulas e textos.

Portanto, o professor deve promover uma articulação para desenvolver o aprendizado do aluno, desenvolvendo, assim, formas para explicar certos modelos e romper a barreira das limitações dos alunos (MELO e NETO, 2012).

2.1 IMPORTÂNCIA DO ENSINO DE QUÍMICA VERSUS DIFICULDADES DE APRENDIZADO

As dificuldades do ensino dos conhecimentos químicos não são atuais, o que causa distanciamento e desinteresse dos alunos, fazendo com que eles assumam uma atitude passiva frente à disciplina, esperando respostas em vez de dá-las, simplesmente cumprindo um ritual escolar (POZO e CRESPO, 2009). A desmotivação, então, acarreta toda uma posição de neutralidade e desatenção por parte dos estudantes acarretando em erros e equívocos nos conceitos estudados. Mortimer (2011) afirma ainda que grande parte dos erros cometidos estão vinculados com a dificuldade de o aluno em entender o submicroscópico, ou seja, o que não está vendo.

Muitas vezes, os alunos não conseguem adquirir as habilidades necessárias, seja para elaborar um gráfico a partir de alguns dados ou para observar corretamente através de um microscópio, mas outras vezes o problema é que eles sabem fazer as coisas, mas não entendem o que estão fazendo e, portanto, não conseguem explicá-las nem aplicá-las em novas situações. Esse é um déficit muito comum (POZO e CRESPO, 2009).

Para Pozo e Crespo (2009), uma pessoa adquire um conceito quando é capaz de dotar de significado um material ou uma informação que lhe é apresentada, ou seja, quando “compreende” esse material, e compreender seria equivalente, mais ou menos, a traduzir algo para suas próprias palavras.

Ao identificar a desatenção e o não aprendizado dos alunos, o professor deve criar um ambiente de aprendizagem que favoreça o interesse e a responsabilidade de assumir o aprendizado, com estratégias e metodologias que sejam significativas para os estudantes.

Mesmo quando as salas de aula e laboratórios de ensino não correspondem a um ideal perfeito de aprendizagem, os professores aprendem a usar questionários e técnicas para verificar se os alunos compreenderam o conteúdo.

O aluno tem seus próprios modelos ou representações da realidade, ou seja:

Uma pessoa adquire um conceito quando é capaz de dotar de significado um material ou uma informação que lhe é representada, ou seja, quando “compreende” esse material, em que compreender seria equivalente, mais ou menos, a traduzir algo para suas palavras. (...) O mesmo ocorre com o aluno em sala de aula: este possui seus próprios modelos ou representações da realidade, e podemos dizer que entendeu o conceito de evaporação ou seleção natural quando conseguimos fazer com que ele estabeleça uma ligação com essas representações prévias que o “traduza” para suas próprias palavras e para sua própria realidade (COLL et al, 1998).

Assim, o professor deve interagir com o aluno, auxiliando-o para que ele consiga traduzir com suas próprias palavras o conteúdo apresentado.

Como a aprendizagem requer reforço regular e revisão, o esquecimento também é um problema que o professor enfrenta. No entanto, os professores podem aproveitar todas as oportunidades para trazer no trabalho anterior (retomada de conteúdo) e relacioná-lo com novos tópicos, assim incentivando habilidades de estudo eficazes em seus alunos.

Sem dúvida, todas as técnicas profissionais são muito úteis, mas, mesmo com as melhorias que podem trazer, não se espera que toda a classe obtenha o aprendizado completo nos resultados de testes de aplicação.

Mortimer (1996) relata que, a partir da década de 70, começou a aparecer um grande número de estudos preocupados com os conteúdos das ideias dos estudantes em diversos conceitos científicos aprendidos na escola, existindo assim um esforço muito grande de pesquisa para analisar todos os tipos de perguntas sobre muitos temas da ciência, antes, durante e após o ensino.

Algumas dificuldades de aprendizagem no ensino de química seriam determinadas pela forma como o aluno organiza seus conhecimentos a partir de suas próprias teorias implícitas sobre a matéria, sendo assim, a teoria científica implicaria superar restrições que as teorias implícitas mantidas pelos alunos impõem (POZO e CRESPO, 2009).

É muito claro que os professores não podem seguramente assumir que os seus alunos virão a classes sem quaisquer ideias pré-concebidas sobre um certo tópico. O aluno, como qualquer pessoa, pode ter convicções fortes, bem como noções vagas e ideias relativamente isoladas, bem como estruturas logicamente desenvolvidos de concepções.

Assim, muitas são as denominações utilizadas para os conhecimentos que os estudantes têm sobre os objetos de estudos em Ciências Naturais. Segundo Giordan (1995), as concepções intervêm na identificação da situação, na seleção das informações necessárias, no tratamento dessas informações para a produção de sentidos.

A química, em comum com todas as ciências, tem um vocabulário distinto de palavras com muitos significados específicos. A maior parte do ensino e aprendizagem da química é aproximar esta língua de uma forma que auxilie os alunos no desenvolvimento de sua compreensão nos conceitos relacionados à disciplina.

Evidências sugerem que alguns conceitos perdidos, sejam eles não atribuídos nos livros didáticos ou não apresentados pelos professores, contribui para frágeis aprendizados dos conceitos básicos. Em muitos casos, a questão está na forma de como esses conceitos são transmitidos para ele, fazendo necessário uma maneira diferenciada de o professor apresentar o conteúdo, apropriando-o às condições do aluno, visando as potencialidades de cada um (CARRAHER e SCHLIEMANN, 1989).

Como já observado, a química é frequentemente considerada como uma matéria difícil, uma observação que, por vezes, repele alunos de continuar com os estudos nesta área. Uma das características essenciais da química é a interação constante entre os níveis macroscópicos e microscópicos de pensamento, e é este aspecto da química que representa um desafio significativo.

Assim, o ensino de química requer dos professores uma constante busca por novos modelos que possam conduzir os alunos, pois sabe-se que a química permite aos alunos entender o que aconteceu em torno deles, isto porque tópicos de química são geralmente relacionados com base na estrutura da matéria que forma a maior parte das coisas que conhecemos.

O motivo da química se apresentar como um assunto difícil para muitos alunos é o fato de, muitas vezes, ter que incorporar muitos conceitos abstratos, exigindo do aluno um conjunto de alto nível de habilidade para a compreensão do assunto.

Para o aluno compreender a química é preciso uma mudança na lógica a partir da qual o aluno organiza suas teorias. Implica em superar concepções organizadas em torno daquilo que temos chamado de realismo ingênuo, com uma visão do mundo centrada em seus aspectos e substituí-las pelo

que temos chamado de construtivismo ou relativismo, caracterizado por uma interpretação da realidade a partir de modelos (POZO e CRESPO, 2009).

Portanto, surge a necessidade de priorizar as dificuldades conceituais para fundamentar decisões na organização e no sequenciamento dos conteúdos conceituais.

A Ciência, como prática nas escolas, visa dar aos alunos a oportunidade de obter uma aprendizagem, adquirir habilidades e atitudes que lhes permitam viver e contribuir para o desenvolvimento da sociedade, constituindo-se na forma mais eficiente de gerar conhecimento expressivo tanto para resolução como para encaminhamento de muitos problemas humanos (VALE, 1998).

O ensino de química tende a acontecer a partir do momento em que alunos estiverem interessados a aprender, sendo orientados por professores favoráveis a utilizar métodos e recursos apropriados para ensiná-los. No contexto escolar, podem-se encontrar estudantes desenvolvendo todo seu potencial, enquanto outros parecem poucos interessados, muitas vezes fazendo atividades por obrigação, insatisfeitos com boa parte da vida escolar (GUIMARÃES e BORUCHOVITCH, 2004).

Contudo, os Parâmetros Curriculares Nacionais preveem que

o aprendizado de Química no ensino médio “deve possibilitar ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos em si, quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas” (BRASIL, 2002).

Assim os alunos podem julgar com fundamentos as informações vindas da tradição cultural e tomar as próprias decisões enquanto cidadãos.

Os estudantes, por natureza, são curiosos e precisam estar ativamente envolvidos no processo de aprendizagem em que estão inseridos, e o professor deve envolvê-los nesse processo, despertando a sua curiosidade. Na química, como em qualquer outra disciplina, os alunos precisam ser motivados à construção de conhecimentos, ser instigados a aprofundar-se nas informações transmitidas, deixando de ser um passivo na educação para evoluir na aprendizagem.

Nessa perspectiva, facilitar o desenvolvimento das competências e habilidades, enfatizando situações problemáticas reais de forma crítica, permite ao

aluno desenvolver capacidades como interpretar e analisar dados, argumentar, tirar conclusões, avaliar e tomar decisões (BRASIL, 2002). Os conhecimentos da química podem ser considerados na essência de todas as outras ciências, bem como de muitas outras áreas da atividade humana, fornecendo uma contribuição essencial à humanidade com alimentos e medicamentos, com roupas e moradia, com energia e matérias-primas, com transportes e comunicações e, ainda, materiais para a Física e para a indústria, modelos e substratos a Biologia e Farmacologia, propriedades e procedimentos para outras ciências e tecnologias (ZUCCO, 2011).

Apesar de grandes esforços dos profissionais na área do ensino de química, os desempenhos dos estudantes na área de ciências, em geral, ainda são baixos. A abordagem tradicional não permite tempo ou espaço para desenvolver e consolidar a aprendizagem dos alunos.

É preciso substituir a pedagogia das certezas e dos saberes pré-fixados por uma pedagogia da pergunta, do melhoramento das perguntas e do acesso a informações. Em suma, por uma pedagogia da complexidade, que saiba trabalhar com conceitos transversais, abertos para a surpresa e o imprevisto (ASSMANN, 2007)

Dessa forma, as escolhas devem se pautar pela seleção de conteúdos e temas relevantes que favoreçam a compreensão do mundo natural, social, político e econômico, ou seja, o ensino de química, assim como das outras disciplinas do currículo do Ensino Médio, deve pautar suas aprendizagens em conteúdo, de forma a integrar o aluno ao mundo e suas áreas de desenvolvimento (MENDES e ALTARUGIO, 2016).

Grande parte da dificuldade dos estudantes é que muitos deles não conseguem reconhecer o que, a princípio, está a olho nu no mundo macroscópico em que vivem, não relacionando a química com atividades no seu dia a dia e do seu contexto.

A redução dos obstáculos à aprendizagem é, naturalmente, o objetivo dos professores de química em todos os níveis, de tal maneira que a aprendizagem máxima possa ter lugar e, assim,

entende-se que a melhoria da qualidade do ensino de Química passa pela definição de uma metodologia de ensino que privilegie a contextualização como uma das formas de aquisição de dados da realidade, oportunizando ao aprendiz uma reflexão crítica do mundo e um desenvolvimento cognitivo,

através de seu envolvimento de forma ativa, criadora e construtiva com os conteúdos abordados em sala de aula” (OLIVEIRA, 2010).

Conforme a afirmação, não há dúvida de que a motivação para aprender é um fator importante para o sucesso de aprendizagem, de forma que os professores enfrentam problemas quando seus alunos não têm essa motivação para estudar e compreender os conteúdos científicos. Se a abordagem despertar interesse fazendo com que a química traga respostas para acontecimentos significativos, que permitam uma contextualização e estímulo de questionamentos, desafiadores, criativos e envolventes, pode-se então promover mudanças nas perspectivas de mundo dos educandos e a aprendizagem pode ser motivadora e estimulante para os estudantes.

2.2 CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS NO ENSINO DE QUÍMICA

A aprendizagem de química exige muita reflexão intelectual e discernimento porque o conteúdo está repleto de conceitos abstratos.

Concepções alternativas ou ideias prévias são aquelas que o sujeito constrói para interpretar e explicar eventos naturais cotidianos e, segundo Silva e Núñez (2007), são construções que os estudantes elaboram para dar resposta às necessidades pessoais de interpretar fenômenos naturais.

As concepções alternativas não são um problema a mais, e sim uma outra manifestação do problema, que tem dimensões atitudinais, procedimentais e conceituais: a desconexão entre o conhecimento que os alunos geram para dar sentido ao mundo que os rodeia, um mundo de objetos e pessoas, e o conhecimento científico, infestado de estranhos símbolos e conceitos abstratos referentes a um mundo mais imaginário do que real (POZO, 2009).

Com essa afirmação, o autor relata que o professor não deve somente objetivar uma mudança de conceitos, mas através de um fazer pedagógico deve conduzir o aluno a uma mudança de atitudes, principalmente quando se vê incapaz de dar sentido e criar novas representações àquilo que é ensinado em função de seus conceitos preexistentes. Muitas vezes, quando isso acontece, nem o professor nem o aluno está ciente de que está reinterpretando o material desta maneira.

Segundo Giordan e Vecchi (1996):

A “concepção”, tal como a reconhecemos, não é, portanto, um produto, mas sim o processo de uma atividade de construção mental do real. Essa elaboração efetua-se, é claro, a partir das informações que o aprendiz recebe pelo intermediário de seus sentidos, mas também das relações que mantém com outrem, indivíduos ou grupos, durante sua história, e que permanecem gravadas em sua memória. Mas essas informações são codificadas, organizadas, categorizadas num sistema cognitivo global e coerente, em relação com suas preocupações e os usos que lhes dá (GIORDAN e VECCHI, 1996).

As concepções não devem, portanto, ser interpretadas unicamente como coleções de informações passadas ou como os elementos de um estoque informativo simplesmente destinado a consultas posteriores. Correspondem primeiramente a uma mobilização do adquirido em vista de uma explicação, previsão, ou ainda uma ação simulada ou real (GIORDAN e VECCHI, 1996).

Sabe-se que a química é um assunto com base em conceitos, muitos dos quais são abstratos e geralmente são difíceis de compreender e aprender, especialmente quando os alunos são colocados em uma posição de acreditar em algo tão microscópico e invisível a olho nu.

Devido à complexidade de alguns assuntos na química, quando os alunos precisam se envolver totalmente em determinados temas, apesar de muito esforço do professor, ocasionalmente, algumas questões ainda geram dúvidas nos alunos, e nem sempre é possível, para o professor, solucionar tais dificuldades, resultando em equívocos dentro da sala de aula. Muitas concepções são geradas através da forma com que os alunos lidam com certas informações e modelos apresentados na escola, sendo que não estão preparados para imaginar ou entender tais acontecimentos (GRAVINA e BUCHWEITZ, 1994).

Boa parte dessas concepções alternativas seriam formadas de modo espontâneo, na tentativa de dar significado às atividades cotidianas, e seriam baseadas essencialmente no uso de regras de inferência causal aplicadas sobre dados colhidos – no caso do mundo natural – por meio de processos sensoriais e perceptivos (POZO, 2009).

Pozo (2009) apresenta algumas regras que estariam vinculadas ao funcionamento do sistema cognitivo humano como processador de informação com recursos limitados, tais como: a semelhança entre causa e efeito ou entre a realidade que observamos e o modelo que a explicaria; contiguidade espacial e, se

for possível, o contato físico entre causa e efeito; a contiguidade temporal entre a causa e o efeito, que devem suceder-se de modo próximo não apenas no espaço, mas também no tempo; covariação qualitativa entre causa e efeito, variáveis relevantes serão aquelas que ocorram sempre que se produz efeito e a covariação quantitativa entre causa e efeito, de modo que um aumento da causa produza um aumento proporcional do efeito. Isto, normalmente, se formaria de modo inconsciente e mecânico.

Em resumo, concepções alternativas não são processos acidentais, sendo um resultado de mente ou um sistema cognitivo que tenta dar sentido ao mundo definido, tanto pelos objetos físicos e pelas relações sociais e culturais (POZO, 2009).

A concepção é uma verdadeira estratégia cognitiva implementada pelo aluno para selecionar as informações pertinentes, de maneira a estruturar e organizar o real. Assim, as concepções do aluno estão situadas no cerne dos problemas de aprendizagem, pois elas participam do jogo das relações existentes entre as informações à disposição de um indivíduo e as que ele encontrará ao longo da sua vida; sobre esses elementos é que se elaboram seus novos saberes e, com isso, suas futuras condutas (GIORDAN e VECCHI, 1996).

2.3 CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS NO CONTEÚDO DE LIGAÇÕES QUÍMICAS

As teorias que tratam do conceito sobre as ligações químicas, por serem abstratas, longe das experiências dos alunos, têm, conseqüentemente, grande potencial para gerar concepções equivocadas por parte dos estudantes (FERNANDEZ e MARCONDES, 2006).

Ao não conseguir entender um átomo ou a sua estrutura e como ele interage com os outros átomos, é difícil compreender os conceitos envolvidos no tópico de química e há um grande potencial para a formação de concepções alternativas.

Nas ligações químicas, os alunos apresentam algumas das concepções alternativas, conforme tabela 1:

Tabela 1: Principais concepções alternativas dos alunos em Ligações Químicas.

Confusão entre ligação iônica e covalente	Para alguns alunos, os compostos iônicos existem como moléculas discretas assim como os compostos covalentes, utilizando as mesmas regras da ligação covalente. O compartilhamento de elétrons parece pouco elaborado entre os estudantes, demonstrando que o conceito eletronegatividade não fica claro para o aluno.
Antropomorfismos	Os alunos, para justificar a ligação, utilizam do antropomorfismo, ou seja, “a razão para os elétrons serem transferidos é a obtenção de uma camada completa”
Regra do Octeto	Há uma tendência generalizada no ensino de Química de atribuir a estabilidade das substâncias à formação do octeto eletrônico e que esta “crença” não é abalada facilmente nos alunos por evidências experimentais.
Geometria das moléculas e polaridade	Advém de dificuldades de visualização tridimensional e da falta de pré-requisitos para esse conhecimento.
Energia de ligações químicas	Para os estudantes, a formação da ligação requer energia e sua quebra libera energia. Essa concepção pode resultar de uma extrapolação sobre os eventos do nível observável para o nível microscópico.
Representação das ligações	Em vários livros e representações em sala de aula os átomos e moléculas são demonstrados com círculos, bolas, núcleo e camadas, bolas separadas ou juntas, sendo que os diferentes modelos podem confundir os alunos, cuja tendência básica é tratar os átomos e as moléculas como se fossem substâncias.

Fonte: FERNANDEZ e MARCONDES, 2006

Assim, Fernandez e Marcondes relatam que as principais concepções sobre ligações químicas apresentadas pelos estudantes podem ser agrupadas nas seguintes categorias: a) confusão entre ligação iônica e covalente; b)

antropomorfismos; c) regra do octeto; d) geometria das moléculas e polaridade; e) energia nas ligações químicas; e f) representação das ligações.

Butts e Smith (1987) descobriram que a maioria dos estudantes associou cloreto de sódio com ligações iônicas, com transferência de elétrons de sódio para cloreto, mas muitos não compreendem a natureza tridimensional da ligação iônica.

Boo (1998) descobriu que alguns alunos pensavam que a atração entre íons com cargas opostas, em um composto iônico, resultava na neutralização das cargas, levando à formação de uma estrutura constituída por moléculas neutras.

Taber (1994) descobriu que muitos estudantes acreditavam que a configuração eletrônica atômica determina o número de ligações formadas. Por exemplo, um átomo de sódio só pode doar um elétron, para que ele possa formar apenas uma ligação. Ainda descobriu, através de pesquisas com os alunos, que as ligações são formadas somente entre os átomos que doam/aceitam elétrons. Por exemplo, no cloreto de sódio, o cloreto está ligado ao átomo de sódio que doou um elétron para ele.

Boo (2000) relata que alguns alunos mantiveram equívocos sobre a ligação covalente, e é frequente encontrar nos livros didáticos expressões como: “Uma ligação covalente é o par de elétrons compartilhados em uma molécula covalente” e “dois pares de elétrons compartilhados constituem uma ligação dupla”. Boo (2000) sugere que seja necessário apontar claramente para os alunos que na ligação química ocorrem forças de naturezas distintas que atuam no interior da matéria, as forças intermoleculares.

Segundo Fernandez e Marcondes (2006), alunos acreditam que os elétrons numa ligação não se movem e fazem confusão entre camadas e orbitais.

As representações de modelos apresentadas em livros textos podem levar a interpretações errôneas por parte dos estudantes. Por exemplo, a formação do $\text{NaCl}_{(s)}$ é muitas vezes representada de uma forma que pode levar o aluno a pensar que um único átomo de sódio reage com um único átomo de cloro formando um único par iônico de NaCl , não levando em consideração a rede cristalina formada (FERNANDEZ e MARCONDES, 2006).

Um outro problema que deve ser considerado é que, tanto nos textos como em sala de aula, os átomos e as moléculas são representados de muitas maneiras: como círculos, bolas, núcleo e camadas, bolas separadas ou juntas etc. Muitas

vezes os modelos diferentes, usados sem explicação, podem confundir os alunos (FERNANDEZ e MARCONDES, 2006).

Assim, os professores precisam conhecer as concepções alternativas para ajudar os alunos a perceberem as limitações dessas concepções e as vantagens dos conceitos científicos aceitos sobre eles.

3 LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA E PNLD

Atualmente, em circulação, existem vários materiais didáticos que podem contribuir para a melhoria do processo de aprendizagem dentro da sala de aula. O livro didático é apenas um, dentre esses recursos de ensino, que é utilizado por professores e alunos. É fundamental reconhecer as funções pedagógicas que o livro didático pode desempenhar. Com esse propósito, foi feita uma análise e cronologia desse material, com informações obtidas através do portal do Fundo de Desenvolvimento da Educação (FNDE, 2012), segundo as quais, atualmente, é feita a escolha dos livros didáticos (conforme a Tabela 2).

Tabela 2: Cronologia do processo de escolha dos livros didáticos.

Adesão	As escolas deverão manifestar o interesse em participar dos programas de material didático.
Editais	São estabelecidas as regras para a inscrição do livro didático.
Inscrição	As editoras apresentam as obras pelas empresas detentoras de direitos autorais.
Triagem/Avaliação	Uma equipe técnica irá constatar se as obras inscritas se enquadram nas exigências técnicas e físicas do edital, realizada pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT).
Guia do Livro	O Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação – FNDE - disponibiliza o guia de livros didáticos que orientará a escolha dos livros a serem adotados pelas escolas.
Escolha dos livros didáticos	É realizada pelos professores e diretores, que passam por um processo democrático, com base no guia de livros didáticos.
Pedido	A escola formaliza a escolha dos livros didáticos via internet.
Aquisição	Após a compilação dos dados referentes aos

	pedidos realizados pela internet, o FNDE inicia o processo de negociação com as editoras.
Produção	Após concluída a negociação, o FNDE firma o contrato e informa as quantidades de livros a serem produzidos e as localidades de entrega para as editoras, iniciando-se o processo de produção, que tem supervisão dos técnicos do FNDE.
Análise	O Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) acompanha também o processo de produção, sendo responsável pela coleta de amostras e pela análise das características físicas dos livros, a fim de realizar a qualidade física dos livros.
Distribuição	É feita a distribuição nas escolas, através de acompanhamento de técnicos do FNDE.
Recebimento	Os livros chegam às escolas entre outubro do ano anterior ao atendimento e o início do ano letivo.

Fonte: (FNDE, 2012).

3.1 HISTÓRICO DO PROGRAMA PNLD E O PROCESSO DE ESCOLHAS DOS LIVROS DIDÁTICOS PELAS ESCOLAS NA REDE PÚBLICA.

O programa de distribuição de obras tem como objetivo prover as escolas públicas, no Ensino Fundamental e Médio, de livros e acervos como instrumento, para o professor e para alunos, auxiliando no desenvolvimento e aprendizagem da sociedade.

A distribuição de obras aos estudantes da rede pública do país teve início em 1929 e, ao longo dos anos, foi se aperfeiçoando quanto aos critérios de distribuição. No início, 1929, foi criado um órgão específico para legislar sobre as políticas, o Instituto Nacional do Livro (INL). Em 1938, pelo Decreto-Lei nº 1.006, de 30/12/38, o Presidente da República, na época Getúlio Vargas, usando das suas atribuições, estabelece condições de produção, importação e utilização do livro didático. Nessa lei, conforme Art. 5º, ele decreta que

Os poderes públicos não poderão determinar a obrigatoriedade de adoção de um só livro ou de certos e determinados livros para cada grau ou ramo de ensino, nem estabelecer preferências entre os livros didáticos de uso autorizado, sendo livre aos diretores, nas escolas pré-primárias e primárias e aos professores, nas escolas normais, profissionais e secundárias, a escolha de livros para uso dos alunos, uma vez que constem da relação oficial das obras de uso autorizado, e respeitada a restrição formulada no art. 25 desta lei.

Em 1945, pelo Decreto-Lei nº 8.460, de 26/12/45 consolida-se a legislação sobre a importação e utilização do livro didático, restringido ao professor a escolha do livro a ser utilizado, sendo que os poderes públicos não poderão determinar a obrigatoriedade de adoção de um só livro ou certos e determinados livros para cada grau ou ramo de ensino, assim, não podendo estabelecer uma preferência, tornando livre ao professor a escolha.

Um acordo entre o Ministério da Educação (MEC) e a Agência Norte-Americana, em 1966, permitiu a criação de uma comissão, com objetivo de coordenar ações referentes a produções, edição e distribuição do livro didático, e assegurou ao MEC recursos suficientes para distribuição gratuita de 51 milhões de livros no período de três anos e, em 1970, foi implementado o sistema de coedição de livros com editoras nacionais, com recursos do Instituto Nacional do Livro (INL).

Em 1976 o governo assumiu boa parcela sobre a compra dos livros para distribuir nas escolas. Por fim, em 1985, com a edição do Decreto nº 91.542, de 19/8/85, cria-se o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), que traz diversas mudanças, como: indicação do livro didático pelos professores; reutilização do livro, implicando a abolição do livro descartável e o aperfeiçoamento das especificações técnicas para sua produção; extensão da oferta aos alunos de 1ª e 2ª série das escolas públicas e comunitárias. Assim, em 1996 é iniciado o processo de avaliação pedagógica dos livros inscritos para o PNLD, sendo publicado o primeiro “Guia de Livros Didáticos” de 1ª a 4ª série. Os livros são avaliados pelo MEC conforme critérios previamente discutidos. Esse procedimento foi aperfeiçoado, sendo aplicado até hoje. Os livros que apresentam erros conceituais, indução a erros, desatualização, preconceito ou discriminação de qualquer tipo são excluídos do Guia do Livro Didático.

3.2 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO PARA ESCOLHA DOS LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA SELECIONADOS NO PNLD

Os critérios de avaliação para a escolha de livros seguem a ordem das obras submetidas a uma avaliação, a partir de um edital específico do PNLD e cuja análise é feita por especialistas qualificados, com competência na área científica e composta por professores doutores de diferentes universidades brasileiras, abrangendo todas as regiões geográficas do Brasil. Além da qualificação desses doutores, a maioria possui ampla experiência profissional na Educação Básica.

Cada obra é avaliada por dois especialistas, individualmente, logo após isso, em conjunto e não identificando os elementos de editoria - título, autoria e editora. Os critérios de avaliação oferecem um detalhe das características, das qualidades e dos problemas de cada coleção, sendo que cada obra aprovada nesse processo é feita uma resenha para um guia posterior de livros didáticos. Este guia é um norteador para os professores dos colégios tomarem a decisão da obra a ser selecionada durante o período letivo (BRASIL, 2014).

Segundo o portal do Ministério da Educação, acessado em 29 de outubro de 2016, para o componente curricular Química, cada obra é avaliada de acordo com os seguintes critérios (BRASIL, 2014):

1. apresenta a química como ciência de natureza humana marcada pelo seu caráter provisório, enfatizando as limitações de cada modelo explicativo, por meio de exposição de suas diferentes possibilidades de aplicação;
2. aborda a dimensão ambiental dos problemas contemporâneos, levando em conta não somente situações e conceitos que envolvem as transformações da matéria e os artefatos tecnológicos em si, mas também os processos humanos subjacentes aos modos de produção do mundo do trabalho;
3. apresenta o conhecimento químico de forma contextualizada, considerando dimensões sociais, econômicas e culturais da vida humana, em detrimento de visões simplistas acerca do cotidiano, estritamente voltadas à menção de exemplos ilustrativos genéricos que não podem ser considerados significativos como vivência;
4. não emprega discursos maniqueístas a respeito da química, calcados em crenças de que essa ciência é permanentemente responsável pelas catástrofes ambientais, fenômenos de poluição e pela artificialidade de produtos, principalmente aqueles relacionados com alimentação e remédios;
5. trata os conteúdos articulando-os com outras disciplinas escolares, tanto na área das Ciências da Natureza quanto em outras áreas;
6. aborda noções e conceitos sobre propriedades das substâncias e dos materiais, sua caracterização, aspectos energéticos e dinâmicos, bem como os modelos de constituição da matéria a eles relacionados;
7. valoriza a constituição do conhecimento químico a partir de uma linguagem marcada por representações e símbolos especificamente significativos para essa ciência e que necessitam ser mediados na relação pedagógica;
8. valoriza, em sua atividade, a necessidade de leitura e compreensão de representações nas suas diferentes formas, equações químicas, gráficos, esquemas e figuras a partir do conteúdo apresentado;
9. não apresenta atividades didáticas que enfatizam exclusivamente aprendizagens mecânicas, com a mera memorização de fórmulas, nomes e regras, de forma descontextualizada;
10. apresenta experimentos adequados à realidade escolar, previamente testados e com periculosidade controlada, ressaltando a necessidade de alertas acerca dos cuidados específicos necessários para cada procedimento, indicando o modo correto para o descarte dos resíduos produzidos em cada experimento.

3.3 GUIA PARA O PROFESSOR NA ESCOLHA DO LIVRO DIDÁTICO

O guia do livro didático é um documento, apresentado aos docentes, com resenhas sobre as obras escolhidas para a efetivação da escolha do livro. No guia do livro didático, relata informações sobre cada obra apresentada no Plano Nacional do Livro Didático (PNLD), tais como as novidades para reflexões, orientações quanto ao conteúdo e potencialidades para a prática pedagógica. Torna-se fundamental a leitura do mesmo, pois é um instrumento com informações e orientações, fundamentando a apreciação e decisão sobre as obras que melhor possam contribuir para as atividades didáticas da sua região (BRASIL, 2014).

Conforme mencionado no Guia de 2015, a partir da década de 80, foi criado um movimento para a consolidação de grupos de pesquisa em ensino de química, decidindo elaborar materiais didáticos apoiados e fundamentados teórico-metodológicos para articular as concepções de ensino-aprendizagem de ciência e de educação. Esse grupo preconizou a interdisciplinaridade como eixo didático-metodológico (BRASIL, 2014).

Acredita-se que a escolha correta do livro pode contribuir de forma decisiva para estimular a docência e o aprendizado significativo dos alunos, gerando ações pedagógicas que fortaleçam em torno dos temas sociais, culturais e científicos.

Com esse guia, o professor deverá definir a obra que irá trabalhar durante os anos seguintes. Cada obra é avaliada usando-se vários critérios: abordagem de dimensões ambientais dos problemas contemporâneos e situações envolvendo transformações de eixos tecnológicos; conhecimentos químicos contextualizados, considerando dimensões sociais, econômicas e culturais voltadas a menções simplistas no cotidiano de cada aluno e experimentos adequados à realidade escolar (BRASIL, 2014).

No guia para escolha dos livros didáticos é apresentado uma visão geral das obras escolhidas para os vigentes anos. Para o livro intitulado “Química” de Martha Reis Marques da Fonseca, a obra traz abordagens exclusivamente em regras, nomenclaturas e resoluções de questões de vestibulares. São três volumes, onde se valoriza a relação de conhecimentos científicos, tecnológicos, sociais e ambientais. Possibilita, também, textos contextualizados dos conceitos químicos, apresentando conceitos claros e objetivos, além de demonstrar curiosidades com fatos intrigantes

para estimular a autonomia do aluno às pesquisas das relações químicas com o cotidiano e exposição do conhecimento científico. O presente livro apresenta algumas analogias e linguagens do senso comum, para o entendimento do micro para o macroscópico, porém bastante complexas, o que adverte ao professor bastante atenção para o aluno não interpretar erroneamente o conteúdo. É preciso a discussão professor-aluno para discernimento e familiarização com a linguagem fornecida, alertando-se às formas de interpretações dos alunos sobre as representações, principalmente nas ligações e moléculas (BRASIL, 2014).

O seguinte livro, intitulado “Química para o Ensino Médio, apresentado na visão geral do guia do professor é de Eduardo Fleury Mortimer, apresentando uma visão de ensino inovador em química. Apresentado em três volumes, está organizado em atividades, projetos e textos, em que se propõem experimentos a serem desenvolvidos com os alunos e estudos dirigidos com textos fornecidos pelo próprio livro ou pesquisados de outras fontes. É bem estruturado com temas considerados fundamentais para a construção de uma base conceitual, fornecendo uma visão ampla para a construção do conhecimento interdisciplinar, contextualizada e promovendo discussão e participação dos estudantes, aplicando suas opiniões e conhecimentos que eles já possuem. Conforme afirma o manual do PNLD, o livro é contextualizado, motivando os alunos a compreender a importância da química, sem ser “conteudista”, evitando apresentação de definições de fórmulas e aprendizado mecânico. Por fim, o livro apresenta uma forma metodológica com abordagens que valorizam as concepções trazidas pelos alunos (BRASIL, 2014).

No livro Química Cidadã, Wildson Luiz Pereira dos Santos apresenta foco no desenvolvimento e o exercício da cidadania dos estudantes, considerados como sujeitos ativos na construção do conhecimento. Apresenta “Tema em Foco”, com textos e situações geradoras de discussões e problemas ambientais, fazendo o aluno refletir em busca de soluções. Um ponto forte é a perspectiva sócio-histórica apresentada na visão da ciência. Constituída por três volumes, motiva o aluno a buscar informações e relacionar com o cotidiano. É baseado através de resultados de pesquisas feitas para busca de superação de um programa tradicional e linear. Seções de Ação e Cidadania e Atitude Sustentável propicia autonomia intelectual na construção de conhecimentos. As atividades experimentais fornecem natureza investigativa e problematizadoras (BRASIL, 2014).

O livro *Ser Protagonista* de Murilo Tissoni Antunes valoriza conceitos estruturadores, tais como substância química e transformação química. A organização favorece a progressão do processo ensino-aprendizagem. Além das atividades práticas e teóricas, apresenta habilidades, atitudes e valores. Relaciona, através de seções, várias áreas de conhecimento, bem como questões ambientais e contemporâneas. Composto de três volumes, busca uma maior relevância através dos eixos sociocultural, histórico e experimentação. São apresentados projetos que levam ao desenvolvimento de várias habilidades e ao aprofundamento dos conteúdos discutidos. Um fator a considerar pelo professor é que não são expostos claramente os possíveis tipos de relações que podem ocorrer entre as temáticas dos projetos com outras disciplinas, de modo que o professor deve atentar-se às possíveis articulações (BRASIL, 2014).

4 A PEDAGOGIA DE PROJETOS – INTERDISCIPLINARIDADE E TRABALHO EM EQUIPE

Atualmente, acredita-se que as gerações futuras devem ser educadas para compreender a dinâmica de interconexões, inferindo as propriedades das partes e seus padrões interativos na constituição do todo. É a mediação didática que pode oferecer a necessária “experiência escolar”, à qual se pode referir o discurso na sala de aula. Ela constitui a ligação compartilhada a que se reportam os interlocutores - professor e aluno (PENTECORVO, 2005).

De acordo com Moraes (1997), de forma coerente com os fundamentos filosóficos e sociológicos, será desenvolvido o processo educacional pela visão sistêmica ou holística de educação, em uma visão que busca a superação da fragmentação do conhecimento, o resgate do ser humano em sua totalidade, considerando o homem em suas múltiplas dimensões e inteligências, levando à formação de um ser humano não só racional, mas ético e sensível. Considerar o ser humano em sua totalidade significa visualizá-lo não somente sob o prisma do intelecto, da razão, mas também da emoção, da sensibilidade e da espiritualidade.

Em relação ao aspecto cognitivo, tendo em vista a formação integral do ser humano, é preciso considerar a inter-relação e o desenvolvimento de ambos os hemisférios cerebrais. Segundo estudos neuronais (MORAES, 1997), cada hemisfério cerebral tem sua singularidade, embora sejam complementares. No hemisfério esquerdo, define-se a análise, a lógica e a compreensão do tempo sequencial. No direito, a apreensão das formas globais, a emoção, a intuição, a orientação espacial e as aptidões musicais. No esquerdo estão localizadas as áreas responsáveis pelo pensamento analítico, abstrato, a racionalidade, o cálculo, a sequencialidade e, no direito, o pensamento intuitivo, a compreensão, a arte, a síntese, a percepção da globalidade.

Nesse sentido, a educação precisa desenvolver não apenas as habilidades básicas relacionadas com a leitura, a escrita e o cálculo, mas também os vários outros potenciais dos educandos a fim de valorizar seus talentos, pois a multiplicidade e a diversidade das capacidades humanas constituem a grande riqueza da humanidade (MORAES, 1997).

Mais do que formar a mente humana, a educação no paradigma sistêmico também precisa despertar maior consciência de unidade do próprio ser, ou seja, a dimensão corporal e a emocional, além das dimensões espirituais. O conhecimento do próprio corpo, de como funciona nas mais diversas situações e de como isso interfere na mente e nas emoções é fundamental ao equilíbrio e à qualidade de vida. A escola não deve ser um local para educar somente as mentes, mas também educar os corpos e as emoções para que, de fato, os educandos realizem-se por completo (SESI, 2011).

Essa visão busca a superação da fragmentação do conhecimento, é o oposto do pensamento cartesiano que ainda influencia o cenário educacional, e mesmo outros setores da vida em sociedade. Palavras-chave como ordem necessária para os estudos, pré-requisitos, seriação, ordenação ou encadeamento linear são substituídas nesta nova visão por flexibilidade, abertura ao diferente, conexões, interdependência. O conhecimento, nessa perspectiva, é compreendido como algo em processo (MORAES, 1997). De uma base sólida do conhecimento estruturado em blocos rígidos, constituída de leis fundamentais, passa-se para a metáfora do conhecimento em rede, representado por uma teia onde tudo está interligado.

A concretização dessa nova visão requer um projeto coletivo, um rumo para que todas as disciplinas auxiliem na construção do conhecimento desejado pela sua totalidade e significado. O que se busca é o estabelecimento de uma intercomunicação efetiva entre as disciplinas por meio do enriquecimento das relações entre elas, através da composição de um objeto comum e de eixos interdisciplinares de modo a se ligar aos objetos particulares de cada uma das disciplinas (PENTECORVO, 2005).

Para além da interdisciplinaridade, é necessário situar o conhecimento a serviço do projeto das pessoas, dos projetos do mundo do trabalho enquanto produção da existência individual e coletiva. Dessa forma, se buscará a transdisciplinaridade, o significado do conhecimento para além da escola, um conhecimento a serviço da inteligência e da coletividade (SESI, 2011).

No Colégio Sesi/PR, onde foi desenvolvido o trabalho, promove a aprendizagem cognitiva do aluno através de situações-problemas, independentemente das suas condições culturais. A aprendizagem relacional onde há organização da aprendizagem, os educandos interagem em equipes, com planos

e metas em comum, organizando-se para o aprendizado, partilhando conhecimentos, experiências, dificuldades e erros (SESI, 2011).

Com relação à mediação didática e a dinâmica de interação entre alunos, a prática pedagógica do colégio Sesi do Paraná se promove através de Oficinas de Aprendizagem, similar aos Projetos de Trabalho propostos por Hernández (1998), dando importância não só à aquisição de estratégias cognitivas, mas também ao papel do estudante como responsável por sua própria aprendizagem e seus consequentes desafios.

A metodologia do colégio é concebida como oficina, ofertada durante o bimestre, em que existe desafios, por meio de perguntas, contextualizadas num tema e, os educandos, independentemente da série/ano em que estão matriculados, escolhem qual oficina irão estudar, através do tema e conteúdo ofertado.

Dessa forma, educandos de séries diferentes, mas do mesmo nível de ensino da Educação Básica, podem estar na mesma sala, nas mesmas equipes, estudando os conteúdos previstos para aquela Oficina. Portanto, a proposta do Colégio Sesi não propõe a multisseriação¹, mas sim a interseriação, permitindo que os educandos se agrupem pelas necessidades e/ou interesses de aprendizagem (SESI, 2011).

O professor deve comportar-se como um mediador, a fim de facilitar a aprendizagem dos alunos pelas atividades de sala de aula adequadas e problemas que têm relevância e significado para os alunos (JUNCKES, 2013).

Segundo Miquelin (2008), as Oficinas de Aprendizagem são:

[...] constituídas como estruturas flexíveis, em torno de um desafio central, contextualizado num tema, com modo de funcionamento semelhante a uma rede de significados. Essa rede não prioriza disciplinas, mas, sim, a natureza de um problema que na verdade é interdisciplinar e real, sem caráter artificial. Sendo uma rede, ela leva os sujeitos a criarem e interpretarem múltiplas soluções, e não a encontrarem uma solução predeterminada (a questão que possui uma única e determinada resposta não constitui um problema) (MIQUELIN, 2008).

Em torno do desafio proposto na oficina de aprendizagem, o professor deixa de transmitir conhecimento e passa a ser um mediador a favor do aprendizado, tratando os alunos como responsáveis pelo seu próprio processo educativo. Ele incita a aprendizagem, deixa de ser dominador, para ser o motivador e instigador.

¹ Salas de aula cujos alunos estão em níveis distintos de aprendizagem, ou seja, em séries diferentes, separados por salas.

Nesse processo, é fundamental que o educador tome iniciativa, aproveite as oportunidades e ferramentas, não utilizando o ensino tradicional e ainda hegemônico com tanta frequência (SANTOS e MOL, 2013).

Na interação, o aluno pode desenvolver sua capacidade de compartilhar as suas ideias e estilos de pensamento assim,

aprende-se participando, vivenciando sentimentos, tomando atitudes diante dos fatos, escolhendo procedimentos para atingir determinados objetivos. Ensina-se não só pelas respostas dadas, mas principalmente pelas experiências proporcionadas, pelos problemas criados, pela ação desencadeada. (LEITE, 2000).

É através do diálogo entre o mediador e aluno, que o aluno estabelece consigo, com os outros, com a cultura e com o contexto que o sujeito aprende. Além do diálogo, outro princípio que a metodologia do colégio prevê é da cooperação, ou seja, interação constante (SANTOS e MOL, 2013).

Assim,

Transformar a sala de aula em local de trabalho conjunto, não de aula, é uma empreitada desafiadora, porque significa, desde logo, não privilegiar o professor, mas o aluno, como, aliás, querem as teorias modernas. Este deve poder se movimentar, comunicar-se, organizar seu trabalho, buscar formas diferentes de participação, a par de também precisar de silêncios, disciplina, atenção nos momentos adequados... Em vez de carteira individual, provavelmente seria melhor mesas redondas. Em vez do silêncio obsequioso, seria preferível o barulho animado de um grupo interessado em realizar questionamentos reconstrutivos (DEMO, 1997).

Segundo a citação acima, a interação deve acontecer não havendo realidades objetivas, apenas realidades múltiplas baseadas em experiências interativas dos alunos e definições da situação. A interação social no grupo de sala de aula é, pois, fundamental para que a aprendizagem circule, movida pelas relações afetivas.

Após as escolhas das oficinas, no início do bimestre, os alunos são instigados a buscar novas respostas em equipes de trabalho, formadas preferencialmente por 5 alunos, onde permanecem juntos até o final do bimestre. Poderão formar as equipes de trabalho espontaneamente, atentando-se a cada bimestre em formar equipes com colegas diferentes, preferencialmente com séries diferentes e alternando entre meninos e meninas na mesma equipe, estimulando, assim, a interação com a diversidade humana (SESI, 2011).

As equipes, quando formadas, permanecem até o final do bimestre, criando assim, um vínculo para possíveis discussões e troca de ideias apresentadas pelo professor e, por meio dessas equipes o professor

Oportunizará situações em que os alunos participem cada vez mais intensamente na resolução das atividades e no processo de elaboração pessoal, em vez de se limitar a copiar e reproduzir automaticamente as instruções ou explicações dos professores. Por isso, hoje o aluno é convidado a buscar, descobrir, construir, criticar, comparar, dialogar, analisar, vivenciar o próprio processo de construção do conhecimento (ZABALLA, 1998).

Durante o bimestre, já com as equipes formadas, a aprendizagem se dá pela pesquisa, leituras, experimentos, análises de filmes e aulas de campo, sendo que as ideias e construção de conhecimento devem ser trocadas entre os integrantes das equipes, partilhando dos materiais.

Os alunos são sujeitos responsáveis pelo seu aprendizado, pela construção do conhecimento com os seus colegas de equipe e de sala de aula, compartilhando com eles suas habilidades, suas competências e seus saberes, até mesmo suas dificuldades e limitações (SANTOS e MOL, 2013).

Durante o bimestre, nas oficinas, os professores mantêm contato entre si para trocarem informações e ações específicas, concretizando a interdisciplinaridade, o que, às vezes, parece difícil, pois leva o professor a sair de sua “zona de conforto”, conforme afirma Hammes (2008):

[...] Em termos de praticidade, pode ser confortável trabalhar individualmente, mas o reconhecimento da limitação do próprio conhecimento deve causar um incômodo suficiente para gerar inquietação. Que essa movimentação leve os professores a procurarem uns aos outros para desempenhar um trabalho de ensino em equipe e integrador de conteúdos para a visão de totalidade que almejamos na formação do aluno (HAMMES, 2008).

Porém, quando realizado um trabalho interdisciplinar, espera-se que aconteça uma interação entre os alunos, destes com os professores e também no convívio grupal, promovendo, ainda, uma união escolar em torno do objetivo comum de formação de indivíduos sociais.

Ao final do bimestre, as Oficinas de Aprendizagem podem possibilitar aos alunos diferentes potenciais a serem explorados, sendo que alguns alunos se

destacam na procura de informações, outros na organização e outros na redação, assim propiciando troca de conhecimentos. Assim, as oficinas parecem de alguma forma auxiliar, com seus conceitos e didática, as necessidades de maneira mais dinâmica e ativa para praticar a interdisciplinaridade (NOGUEIRA, 2007).

A avaliação no Colégio Sesi/PR acontece no decorrer do bimestre, sendo um processo amplo, no qual o aluno reestrutura seu conhecimento por meio de atividades que lhe são propostas, e é desenvolvida pelo professor de forma processual e contínua.

Conforme o Projeto Político Pedagógico do Colégio Sesi/PR e, de acordo com a minha visão de experiência durante os anos atuando nesta instituição, adotam-se alguns procedimentos avaliativos, tais como:

- observação e intervenção formativa que consiste no acompanhamento e no monitoramento das variáveis que interferem no processo de aprendizado, seja ele em equipe ou individual;

- avaliação formal, ou seja, uma parada para fazer o “balanço” do que foi aprendido, envolvendo a utilização de instrumentos avaliativos que são aplicados conforme cronograma, elaborado em conjunto por docentes, pedagogo e direção do colégio, e informado aos educandos;

- autoavaliação, em que os próprios educandos e equipes identificam se atendem ou não as expectativas e, até mesmo, emitem sua nota, sob orientação do professor. Isso ocorre após a aplicação de cada instrumento avaliativo aplicado, a partir dos critérios estabelecidos, previamente comunicados e entendidos. A autoavaliação permite que os educandos tomem consciência e reflitam sobre seu processo de aprendizado e de como ele é demonstrado, o que os leva ao campo da metacognição². Com essa reflexão, de forma contínua, espera-se que os educandos adquiram o hábito de considerar os critérios avaliativos, antes mesmo de realizar a avaliação, o que os levará ao êxito.

Por fim, é necessário o professor observar e acompanhar o processo de aprendizagem do aluno, nas relações referentes de como os membros da equipe fazem, como interagem, como se organizam, fazendo uma contribuição individual de cada um e possibilitando habilidades para aprender a trabalhar em grupo.

² A metacognição é o conhecimento que as pessoas têm sobre seus próprios processos cognitivos e a habilidade de controlar esses processos, monitorando, organizando e modificando-os para realizar objetivos concretos.

5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

5.1 ANÁLISE DAS CONCEPÇÕES PRÉVIAS SOBRE LIGAÇÕES QUÍMICAS

Será apresentada neste capítulo a organização metodológica utilizada para entender as representações dos alunos do Ensino Médio, sobre o conteúdo das ligações químicas em diferentes livros didáticos. Ainda, serão apresentados os procedimentos de coleta e análise de dados, bem como as justificativas que buscam atender aos objetivos e respostas referentes à pesquisa.

Para a análise de dados, utilizou-se como referencial a teoria de Bardin (2009); Marconi e Lakatos (2003), onde a análise de conteúdo não é somente um instrumento, “mas um leque de apetrechos; ou, com maior rigor, será um único instrumento, mas marcado por uma grande disparidade de formas e adaptável a um campo de aplicação muito vasto: as comunicações” (BARDIN, 2009).

A metodologia aplicada foi de caráter qualitativo e quantitativo, tratando as informações a partir de um roteiro específico iniciando com pré-análise, onde aconteceu a escolha dos documentos a serem submetidos à análise, a formulação das hipóteses e dos objetivos e a elaboração dos indicadores (BARDIN, 2009).

A pesquisa ocorreu de caráter onde houve a mudança quantitativa para qualitativa, tratando-se de analisar “em certos graus de mudança quantitativa, produzindo, subitamente, uma conversão qualitativa” (MARCONI e LAKATOS, 2003).

Assim como afirmam Marconi e Lakatos (2003),

por vezes, as mudanças qualitativas não são graduais, mas rápidas, súbitas, e se operam por saltos de um estado a outro; essas mudanças não são contingentes, mas necessárias; são o resultado da acumulação de mudanças quantitativas insensíveis e graduais”.

Houve então a necessidade de operar, tanto no método quantitativo, medindo-se a quantidade de acertos e erros no pré e pós testes, quanto qualitativo, analisando se as respostas estavam coerentes com o meio científico.

Seguido da exploração do material, na qual se aplicaram técnicas específicas com referência nos objetivos.

Por último, houve o tratamento dos resultados e interpretações, assim permitindo as conclusões e o avanço da pesquisa (BARDIN, 2009).

A Figura 1 é uma representação esquemática produzida por Laurence Bardin (2009), na qual melhor se adequou a investigação, a respeito das fases de pesquisas que serão utilizadas na metodologia.

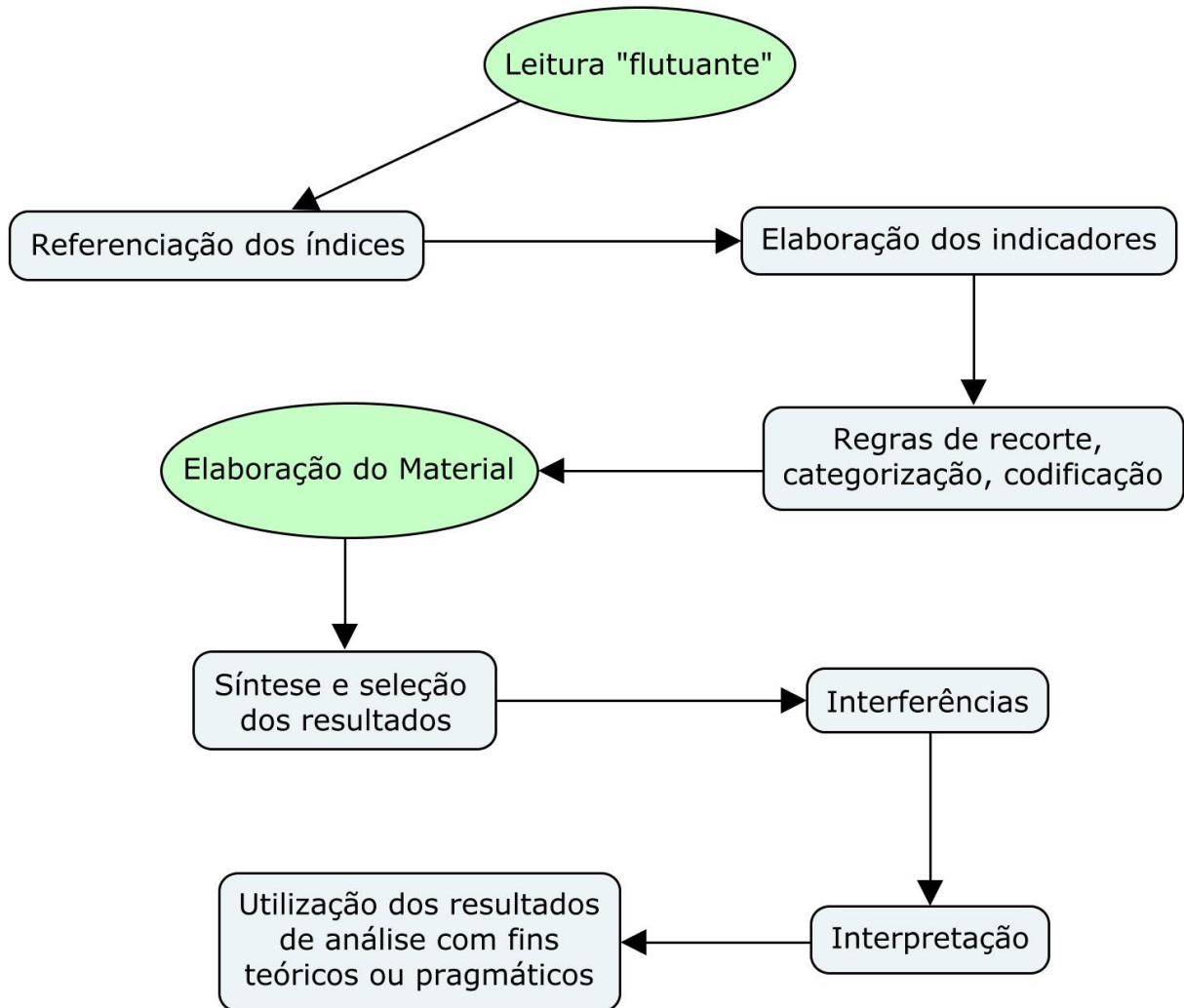


Figura 1 - Resumo esquemático das fases da Análise de Conteúdo.
Fonte: BARDIN, 2009, p. 132.

Através de uma pesquisa exploratória, a pré-análise teve início com a realização de uma atividade conhecida como “leitura flutuante”, escolha dos documentos, preparação do material e elaboração de indicadores, para gerar impressões sobre o material a ser analisado com o objetivo de sistematizar as ideias iniciais.

A exploração do material, sendo os livros didáticos, aconteceu para permitir atingir a representação do conteúdo e sua expressão, determinando o tema e o

objetivo, para não haver distorções devido à subjetividade do trabalho, acontecendo através de anotações de diários de bordo, pelo professor e análise de pré e pós-teste.

Por fim, na última etapa foi realizado o tratamento estatístico dos resultados, permitindo a elaboração de tabelas que condensam e destacam as informações fornecidas para análise.

5.2 ABORDAGEM CONSTRUTIVISTA

Os resultados da pesquisa consistiram em determinar as concepções alternativas dos alunos sobre ligações químicas, utilizando uma metodologia em que o professor segue como mediador, fazendo intervenção quando necessária no ensino e, o aluno, em buscar seus conhecimentos através da leitura e resolução das atividades do livro didático, contando também com ajuda dos colegas de classe.

A pesquisa utilizou de estratégia com base na abordagem construtivista, considerando que o aluno, observando fenômenos e identificando situações no livro didático, pudesse responder as questões fornecidas com mediação do professor.

Através de discussão com os colegas de equipe e coma utilização dos livros didáticos, os alunos deveriam explorar o conteúdo, refletindo possíveis alternativas, procurando novas informações, envolvendo-se em debate, analisando dados e integrando uma solução, com conhecimentos e experiências existentes em que as tomadas de decisões e resoluções das atividades eram compartilhadas com a equipe.

Com relação às trocas de experiências, a construção do conhecimento envolve uma interpenetração de fatos, teorias, valores e interpretações, o que pode gerar diferentes formas de ver e representar a realidade (MORTIMER, 2000).

A interação deverá estar sempre provocando uma influência recíproca entre os participantes do processo de ensino, o que permite afirmar que os alunos não aprenderão apenas com o professor, mas também através da troca de conhecimentos, sentimentos e emoções dos outros alunos (VEIGA, 2000).

Com a finalidade de abordar as questões de investigação, o estudo refere-se a ações tomadas pelo estudante antes de tentar resolver o problema. Tais ações incluem determinar o objetivo do problema, identificar informações relevantes para as concepções sobre as ligações químicas e de como resolver as dificuldades que os alunos enfrentam para resolver as confusões relacionadas com as ligações dos átomos.

Partindo do contexto, em que o aluno devia conhecer para valorizar o tema da oficina utilizada no Colégio Sesi, de São José dos Pinhais, o desafio proposto pelos professores e disponibilizado aos alunos foi o de relacionar as ligações químicas com as consequências da migração no processo de urbanização e recomposição do

espaço urbano, tendo como justificativa a grande aglomeração de pessoas nas cidades, quando essas não disponibilizam infraestrutura suficiente para a população, gerando uma série de dificuldades de ordem ambiental e social.

Diante desse desafio, podem-se enumerar os problemas gerados pelo processo de urbanização ocorridos principalmente em países subdesenvolvidos, que, dentre muitos, são: desemprego, favelas, loteamentos populares irregulares, enchentes, problemas de mobilidade urbana, entre outros.

Para a disciplina de química, os alunos devem analisar as consequências do processo de urbanização em relação à adsorção dos nutrientes do solo e relacionar a fixação dos íons ou moléculas de uma substância, tais como nutrientes que o solo absorve, distinguindo o tipo de ligação química e o tipo de substância formada pelos elementos, reconhecendo as fórmulas e representações dos compostos iônicos, as ligações químicas estabelecidas entre os átomos e a interpretação do comportamento das substâncias moleculares.

Partindo da ideia de que o aluno deve trabalhar o conteúdo de química contextualizado com seu dia a dia, essa abordagem construtivista focaliza no conhecimento prévio dos alunos, dando-lhes a oportunidade de refletirem sobre os seus conhecimentos e construir significado através da interação com objetos, eventos e pessoas.

Assim, a oficina de que participaram os alunos apresentou, não somente uma metodologia, mas uma concepção de ensino, uma maneira diferente de suscitar a compreensão dos alunos sobre os conhecimentos que circulam fora da escola (HERNANDEZ, 1998).

No início do bimestre, a sala de 35 alunos foi dividida em sete equipes com 5 alunos cada. Essa formação de pequenos grupos, constituído com meninos e meninas de forma interseriada, com o objetivo de propiciar aos estudantes o compartilhamento de seus conhecimentos e discutir sobre as tomadas de decisões nas atividades.

Desta forma, a metodologia utilizada segue estratégias na abordagem construtivista, em que o estudo em grupo permite ao professor identificar e compreender as concepções prévias dos alunos sobre as ligações químicas enquanto eles trabalharam em conjunto para desenvolver a compreensão de fenômenos científicos.

Foram selecionadas 4 salas contendo 35 alunos, mantendo a mesma configuração cada uma delas, ou seja, formação das 7 equipes formando pequenos grupos, interseriados e distribuindo uniformemente meninos e meninas em todas as equipes.

Por meio de sorteio, cada sala recebeu uma obra do PNLD para utilizar durante o bimestre.

Na figura 2 a seguir, apresenta-se o fluxograma demonstrando as atividades que cada sala realizou durante o bimestre.

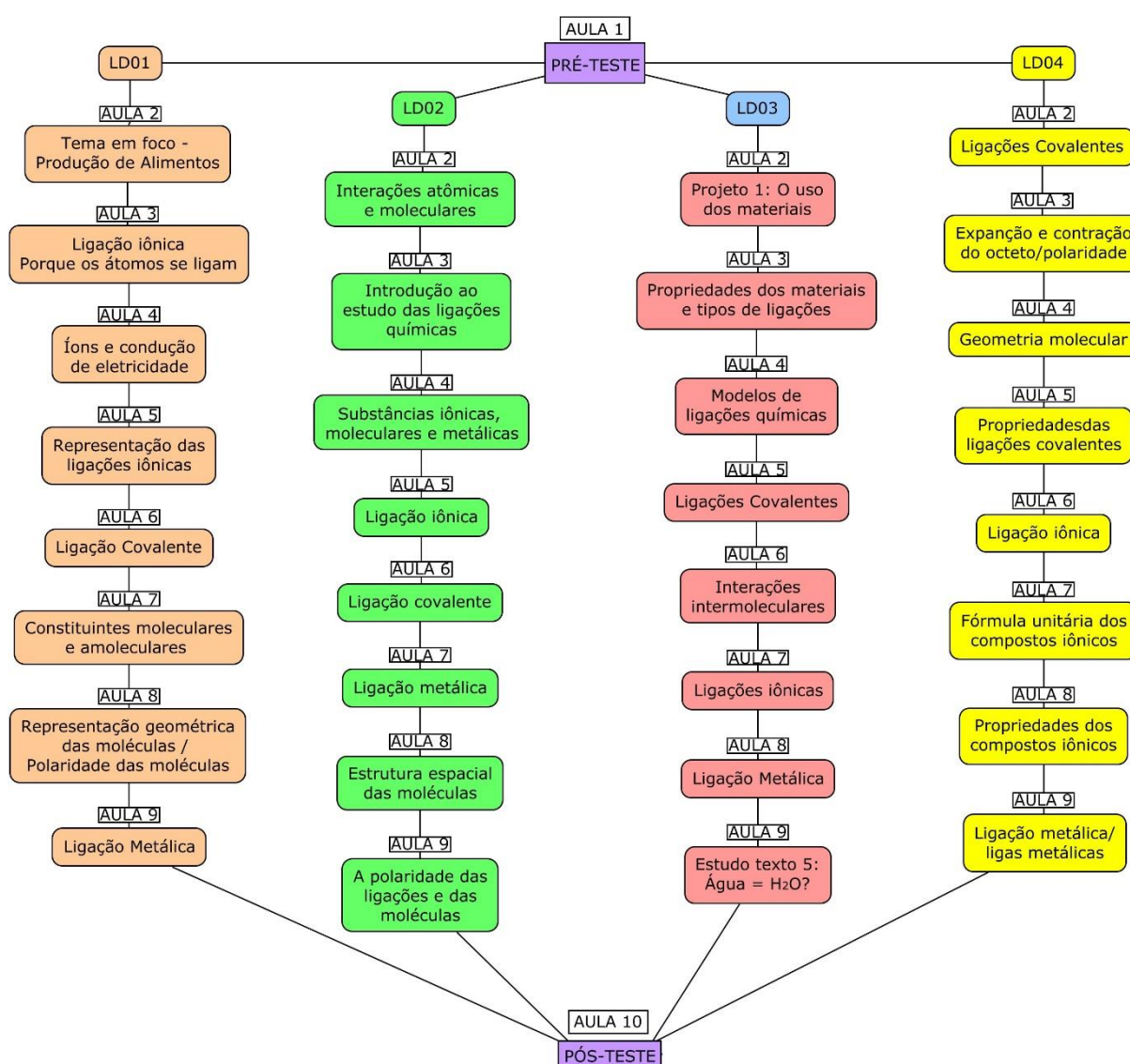


Figura 2 - Fluxograma demonstrativo dos conteúdos aplicados nas turmas do ensino médio

Cada aula, apresentada na figura 2, teve duração de 2 horas-aula, pois foram aulas conjugadas. A sala 1 recebeu o LD01 como fonte de estudo, sendo o livro didático Química Cidadã de Wildson Santos e Gerson Mol (2013), a sala 2 recebeu o LD02 - Ser Protagonista (2010), a sala 3 trabalhou com o LD03 de Eduardo Flery Mortimer (2013) e a Sala 4 o LD04 de Martha Reis Marques da Fonseca (2013). De forma que foi distribuído um título diferente para cada sala, para serem utilizados durante o bimestre.

Cada sala realizou as atividades conforme cronograma apresentado na Figura 2, seguindo a sequência de atividades do livro didático proposto.

A distribuição de cada livro didático foi realizada para cada sala com o intuito de observar como os alunos interpretam o conteúdo de ligações químicas, apresentando as dificuldades e concepções alternativas que cada livro pode induzir.

5.3 LOCAL DE PESQUISA

A pesquisa foi realizada com os alunos do Colégio Sesi Afonso Pena – São José dos Pinhais. Esses estudantes possuem idade entre 14 a 18 anos.

O município de São José dos Pinhais está localizado na região metropolitana de Curitiba. Passou a ser considerado como cidade em 1897 e, atualmente, conta com um número superior a 260 mil habitantes. Entre os 399 municípios do Paraná, apresentou o melhor desempenho nos indicadores socioeconômicos. Na figura 3 apresenta-se a localização do município de São José dos Pinhais no Estado do Paraná, onde ocorreu esta pesquisa.



Figura 3 - Mapa do Estado do Paraná e, em destaque, localização Geográfica do Município de São José dos Pinhais.

Fonte: Site: <https://pt.wikipedia.org/wiki/S%C3%A3o_Jos%C3%A9_dos_Pinhais>
Acesso em: 13/01/2016

5.4 TIPO DE PESQUISA

Este trabalho irá tratar de uma pesquisa qualitativa, exploratória e, em relação aos procedimentos metodológicos, classifica-se como levantamento de dados.

A coleta de informações se deu em sete etapas:

- a) Aceite da coordenação (Termo de Consentimento solicitado à diretora do Colégio Sesi Afonso Pena);
- b) Escolha de 4 salas interseriadas³, que possuem o mesmo nível de conhecimento;
- c) Aplicação do pré-teste, conforme Apêndice B;
- d) Identificação dos livros didáticos fornecidos pelo PNLD 2016;
- e) Distribuição das obras selecionadas, onde cada sala recebeu uma obra específica (sala 1: LD01; sala 2: LD02; sala 3: LD03 e sala 4: LD04);
- f) Realização das atividades, durante o bimestre, utilizando as obras recebidas em cada sala;
- g) Aplicação do pós-teste, conforme Apêndice C.

Na análise, consideraram-se os dados de identificação do livro, a seleção de conteúdos bem como a articulação entre eles. Além disso, foram selecionados os capítulos com os conteúdos de ligações químicas, a fim de analisar a abordagem metodológica e de que forma os exercícios eram propostos.

O principal objetivo foi verificar as concepções alternativas que cada livro pode induzir ao conteúdo de ligações químicas. Destaca-se, ainda, que este processo foi produzido por momentos em que os alunos, nas equipes, utilizavam das discussões para auxiliar nas resoluções das atividades e interpretação do conteúdo de ligações químicas.

³ Educandos de séries diferentes, mas do mesmo nível de ensino da Educação Básica, podem estar na mesma sala, nas mesmas equipes, estudando os conteúdos previstos para aquela Oficina. Portanto, a proposta do Colégio Sesi não propõe a multisseriação, mas sim a interseriação, permitindo que os educandos se agrupem pelas necessidades e/ou interesses de aprendizagem.

5.5 INSTRUMENTOS E COLETA DE DADOS

Foram selecionadas quatro salas interseriadas, com 35 alunos cada, que foram dispostos em séries diferentes e idades entre 14 a 18 anos.

Cada sala recebeu um livro didático do PNLCD, vigente em 2016 pelo Estado do Paraná e, durante todas as aulas, os alunos eram direcionados à leitura do livro e resolução dos exercícios do livro didático fornecido e, além das atividades propostas, os alunos realizavam discussões, em suas equipes, para trocarem ideias e informações relacionadas às ligações químicas.

Para análise de dados, foi aplicado um pré-teste, conforme anexo no Apêndice B, analisando o conhecimento prévio dos alunos, com questões referentes às ligações químicas, ocorrido no primeiro dia de aula de química do bimestre, envolvendo problemas sobre ligações químicas, investigando as concepções que os alunos do Ensino Médio possuíam sobre este tema.

Um pós-teste foi aplicado, conforme anexo no Apêndice C, no final do bimestre, em que os alunos, ao término do capítulo referente às ligações químicas dos livros fornecidos, resolveram problemas propostos para identificar suas concepções alternativas.

Foram selecionados sete problemas para o pré e pós-teste, sobre ligações químicas, em que a expectativa era do aluno demonstrar as seguintes habilidades:

1 – Compreender a condutividade elétrica das substâncias químicas e apropriar-se de conhecimentos da química para interpretar e avaliar intervenções científicas, caracterizando os materiais ou substâncias, identificando as ligações através de procedimento prático.

2 - O aluno deveria elaborar a fórmula do composto baseando-se na ligação química através da estrutura de Lewis e, através da fórmula molecular ou iônica, reconhecer essa relação molecular com os elementos químicos às suas propriedades, bem como suas principais aplicabilidades.

3 – Investigar se os alunos têm competência de descrever a geometria molecular ou iônica, através da estrutura de Lewis, representando como os elétrons estão distribuídos entre os átomos. Consideram-se coerentes as estruturas de Lewis que mostram a ligação entre os átomos, onde o núcleo é representado pelo símbolo do elemento e os elétrons esquematicamente ao seu redor.

4 - Esperava-se que o aluno entendesse como descrever a fórmula molecular da união entre os átomos. Compreende-se que esta união dos átomos acontece devido ao que é chamado de ligação química, que ocorre quando, na aproximação entre dois átomos, for verificado o surgimento de uma força de atração suficientemente forte para mantê-los unidos e uma estabilização energética, fazendo com que eles fiquem ligados quimicamente. Analisa-se também, nesta questão, a compreensão da relação da posição dos elementos na tabela periódica com as ligações químicas que eles podem formar.

5 – Esperava-se que o aluno pudesse discutir qual ligação química é predominante na molécula fornecida, escrevendo a fórmula de Lewis. O aluno poderia ter a competência para distinguir entre ligação covalente e ligação iônica, perceberia que elementos de alta afinidade eletrônica, não metálico, ligam-se entre si, predominantemente com ligações covalentes.

6 - Esperava-se que o aluno responda que os átomos são mantidos unidos por causa das forças, ou seja, que átomos pequenos são mais eletronegativos, sendo estes com níveis eletrônicos quase preenchidos, apresentando alta eletronegatividade.

7 – Nesta última questão, se pretendia identificar se o aluno compreenderia que os átomos são mantidos unidos por causa da compensação energética envolvida nas forças atrativas e repulsivas de seus núcleos e elétrons.

Além do pré e pós-testes, para analisar as concepções alternativas dos alunos, o professor mediador, durante todas as aulas, descreveu em um diário de bordo algumas das dificuldades de aprendizagem apresentadas pelos alunos durante as aulas.

5.6 ANÁLISE DE DADOS

As tabulações dos dados foram contabilizadas com as respostas das atividades aplicadas aos alunos antes e após a utilização dos livros didáticos. Para uma melhor organização, foi utilizado o programa Excel para avaliar os dados e, a partir deste momento, criar tabelas e gráficos representativos. Também foi feita a leitura dos diários de bordo para compreender os erros e dificuldades enfrentados pelos alunos durante a aplicação do recurso.

Para Bardin (2009), a análise de conteúdo, enquanto método, torna-se um conjunto de técnicas de análise das comunicações que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens.

Após o estudo de análise dos livros do PNL, foi desenvolvida uma estratégia eficaz de ensino-aprendizagem para a compreensão dos conceitos de ligações químicas através de uma Sequência Didática, que aborda este conteúdo, preparando os alunos adequadamente para processar as informações no conceito das Ligações Químicas.

Para observar o aprendizado dos alunos, durante as aulas, o professor utilizou de anotações através de um diário de bordo. De acordo com Alves (2001), o diário de bordo é um momento em que o professor transforma todas as suas anotações e observações em registros escritos e documentados.

Nessa perspectiva, o diário fornece ao professor uma organização de pensamento para retomada e reflexão das experiências tomadas no contexto escolar. Assim, foram realizadas anotações das observações feitas durante todas as aulas.

6 RESULTADO E DISCUSSÃO

No presente capítulo serão abordados os resultados do ensino sobre ligações químicas, nas diferentes turmas em que o trabalho foi aplicado, demonstrando a evolução dos alunos entre as sequências didáticas elaboradas com base nos livros didáticos analisados. Nesse aspecto, as discussões realizadas nas equipes referentes às atividades aplicadas foram anotadas pelo professor as dificuldades apresentadas e o desenvolvimento dos alunos em um diário de bordo. O trabalho foi realizado com 140 alunos, e suas percepções foram analisadas através de um pré e pós-teste aplicado.

6.1 DIÁRIO DE BORDO: LIVROS DIDÁTICOS

O diário de bordo forneceu ao professor uma organização do pensamento das experiências tomadas durante a aplicação das atividades.

A figura 4, a seguir, apresenta um modelo do diário de bordo utilizado durante as aulas, para anotações do professor.

Parágrafo Estilo

2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16

Anotações das aulas – Sala 1 (LD01) - Manhã

✚ Livro escolhido para trabalhar nesta oficina: QUÍMICA CIDADÃ – Wildson Santos

Data	Aula	Anotações
09/05/2016	01	- Aplicação do pré-teste. - Alunos matriculados na oficina são de 35. Ausentes do dia: 3 (não realizaram pré-teste).
16/05/2016	02	- Alunos formaram suas equipes de origem para realizar as atividades. Receberam o capítulo 7 do livro em questão para fazer a leitura e interpretação das atividades. - "Tema em foco": Produção de Alimentos e Ambiente: Faces da Mesma Moeda. - Os alunos realizaram as atividades e, após discussão em equipes, expuseram suas opiniões e conclusões para o grupo todo - professor mediador dessa discussão. - Não houve dúvidas sobre as questões do texto.
23/05/2016	03	Leitura e interpretação sobre Ligações Químicas. - Alunos realizaram, nas equipes, atividades sobre o porquê de os átomos se ligarem e sobre regra do octeto. - Professor atendeu todas as equipes, mediando o conteúdo e relatou que não houve dificuldades.
30/05/2016	04	- Atividade sobre a formação dos íons, utilizando o modelo do cloreto de sódio como parâmetro e explicando a exceção dos gases nobres. - A atividade também apresentava a regra do octeto e a relação dos elementos com a tabela periódica, onde os metais tendem a perder elétrons e os elementos do grupo não metais tendem a ganhar elétrons, formando, assim, cátions e ânions. - Não houve dificuldades de interpretação por parte dos alunos.
06/06/2016	05	- Resolução das atividades sobre ligações iônicas e representação do modelo de Lewis; - As equipes não apresentaram dificuldades com a interpretação e resolução da atividade sobre a representação da ligação iônica.
13/06/2016	06	- Interpretação sobre as substâncias que não conduzem corrente elétrica - Nesta aula, os alunos apresentaram um maior domínio do conteúdo, desenvolveram as atividades sobre formação da estrutura de Lewis e molecular, a relação entre os tipos de ligações químicas e seus grupos na tabela periódica com maior facilidade.
20/06/2016	07	- Resolução das atividades sobre ligação covalente; - Os alunos não tiveram dificuldades para resoluções dos exercícios; - O livro apresentava, através de uma imagem, os constituintes moleculares da água, e os alunos puderam identificar pequenas estruturas formadas por dois átomos de hidrogênio e um átomo de oxigênio, formando as moléculas.
27/06/2016	08	Apresentação para os alunos da fórmula estrutural plana e o modelo espacial de alguns elementos; - Os alunos compreenderam as representações geométricas das moléculas com maior facilidade.
04/07/2016	09	O conteúdo apresentado sobre ligações metálicas, em que o livro apresenta que os átomos de metais são fracamente atraídos por seu núcleo e, com isso, os elétrons apresentam um grau de liberdade que permite a eles transitar facilmente entre os átomos do material, conduzindo corrente elétrica. Nesta atividade, proposta pelo livro, os alunos tiveram dificuldades nas formas geométricas dos átomos e, por isso, pediram ajuda ao professor.
11/07/2016	10	Aplicação do Pós-teste

Figura 4 – Modelo do diário de bordo utilizado para anotações durante as aulas.

Conforme a figura 4, é apresentado o modelo de diário de bordo em que o professor utilizou para registrar o desenvolvimento dos alunos durante as aulas. Este registro detalhou os fatos, passos e indagações das equipes e dos alunos durante todas as aulas.

6.1.1 Anotações do diário de bordo da sala que utilizou o LD01.

O livro didático intitulado LD01 é “Química Cidadã” de Wildson Santos e Gerson Mol (2013).

A Figura 5 apresenta a sequência das atividades realizadas pelos alunos durante o bimestre.

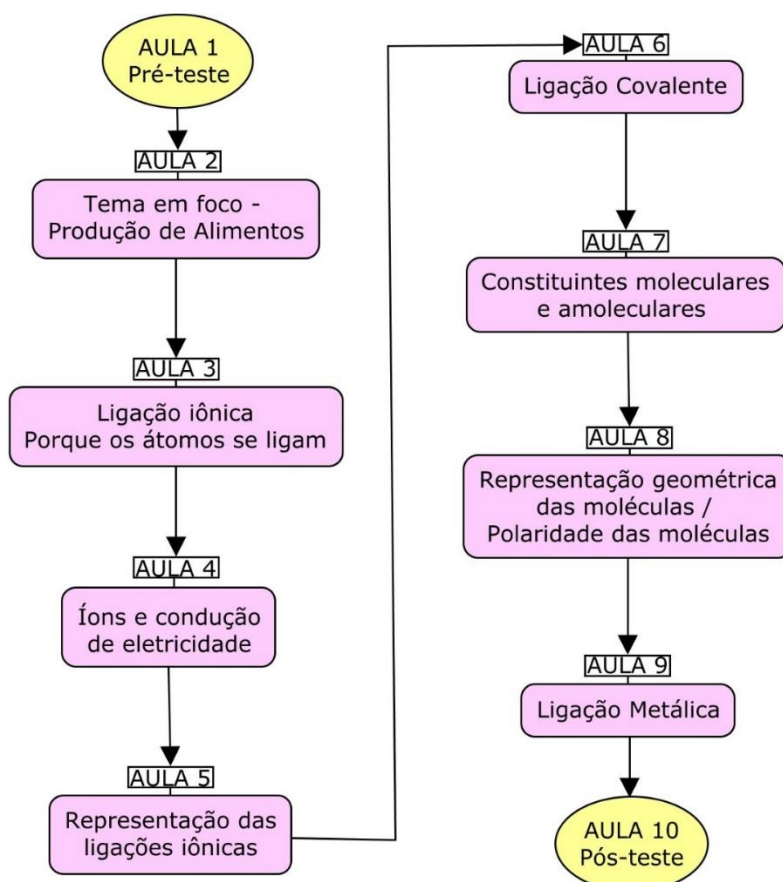


Figura 5 - Realização das atividades referente ao LD01

Conforme a Figura 5, na primeira aula de química, os alunos foram direcionados a um pré-teste sobre ligações químicas para avaliar o nível de conhecimento. Na sala em questão, em que foi utilizado este livro, havia um total de 32 alunos presentes neste dia.

Na aula 2, os alunos formaram suas equipes de origem para realizar as atividades. Receberam o capítulo 7 do livro em questão para fazer a leitura e interpretação das atividades da introdução, em relação à atividade “Tema em foco”, sobre Produção de Alimentos e Ambiente: Faces da Mesma Moeda. Os alunos realizaram as atividades e, após discussão em equipes, expuseram suas opiniões e conclusões para o grupo todo, sendo o professor mediador dessa discussão e os alunos não demonstraram naquele momento dúvidas sobre as questões do texto.

Na aula 3, realizaram a leitura e interpretação sobre Ligações Químicas e desenvolveram atividades sobre o porquê de os átomos se ligarem, além de

resolverem atividades, em equipe, sobre regra do octeto. Nesta presente aula, o professor atendeu todas as equipes, mediando o conteúdo.

Na aula 4, a atividade realizada foi sobre a formação dos íons, utilizando o modelo do cloreto de sódio como parâmetro e explicando a exceção dos gases nobres. A atividade também apresentava a regra do octeto e a relação dos elementos com a tabela periódica, onde os metais tendem a perder elétrons e os elementos do grupo não metais tendem a ganhar elétrons, formando, assim, cátions e ânions.

Na aula 5, conforme observado pelo professor, as equipes não tiveram muitas dificuldades com a interpretação e resolução da atividade sobre a representação da ligação iônica. Desta forma, o livro demonstrou clareza na representação de Lewis para a ligação iônica.

Para a atividade da aula 6, os alunos estudaram sobre as substâncias que não conduzem corrente elétrica, nem mesmo em solução aquosa, onde na interação entre esses átomos não há transferência de elétrons. Segundo o modelo apresentado pelo livro, os átomos que possuem de quatro a sete elétrons na camada de valência, apresentados na tabela periódica nos grupos 14 a 17, classificados como não-metais, compartilham elétrons para completar o octeto. Nesta aula, os alunos demonstraram um entendimento maior sobre o conteúdo e desenvolveram as atividades sobre formação da estrutura de Lewis e molecular, a relação entre os tipos de ligações químicas e seus grupos na tabela periódica com maior facilidade.

Na atividade 7, os alunos não tiveram dificuldades para resoluções dos exercícios; o livro apresentava, através de uma imagem, os constituintes moleculares da água, e os alunos puderam identificar pequenas estruturas formadas por dois átomos de hidrogênios e um átomo de oxigênio, formando as moléculas.

Na atividade 8, em que o livro apresenta a fórmula estrutural plana e o modelo espacial de alguns elementos, os alunos compreenderam as representações geométricas das moléculas com maior facilidade.

Por último, a aula 9 foi sobre ligações metálicas, em que foi explicado que os átomos de metais são fracamente atraídos por seu núcleo e, com isso, os elétrons apresentam um grau de liberdade que permite a eles transitar facilmente entre os átomos do material, conduzindo corrente elétrica. Nas atividades propostas pelo

livro, os alunos tiveram dificuldades nas formas geométricas dos átomos e, por isso, pediram ajuda ao professor.

6.1.2 Anotações do diário de bordo da sala que utilizou o LD02.

Neste estudo, as anotações foram feitas sobre as atividades realizadas pelos alunos do livro Ser Protagonista (2010), intitulado LD02, utilizando o Capítulo 9. As anotações foram realizadas em sala pelo professor, através do diário de bordo, sendo que no primeiro encontro os alunos também realizaram um pré-teste, conforme Figura 6.

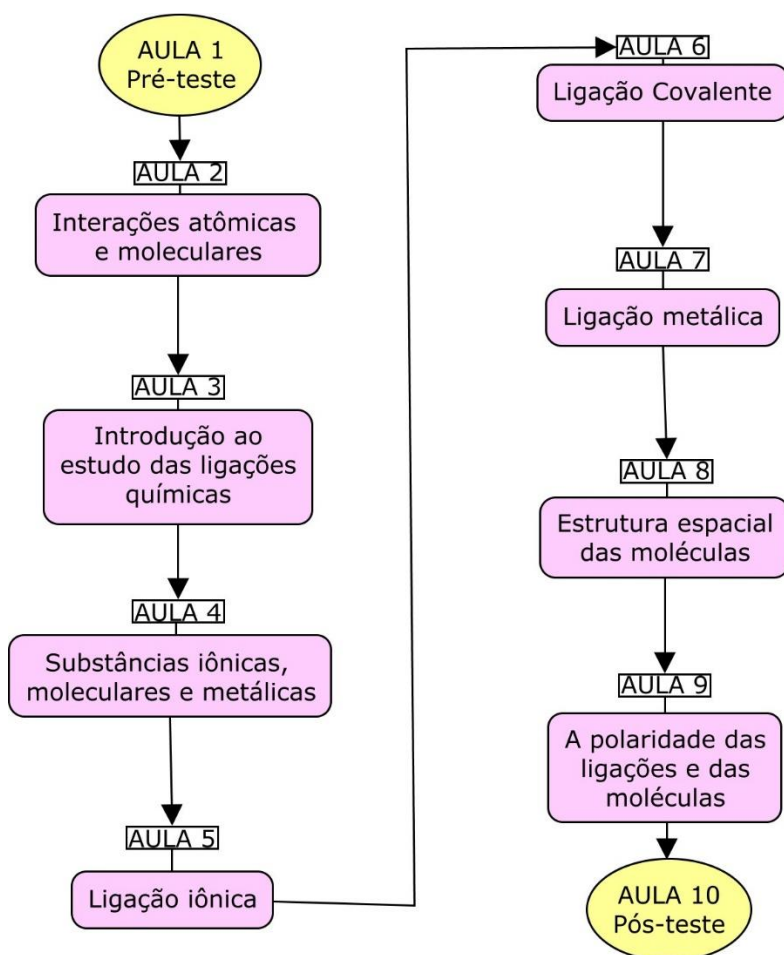


Figura 6 - Realização das atividades referente ao LD02

Na aula 2, os alunos foram direcionados à formação de suas equipes, independentemente da sua série, conforme a metodologia do colégio. Na introdução do capítulo LD02, o texto em questão envolvia o tema sobre Água e a ligação

química realizada entre o hidrogênio e o oxigênio. Ao término da leitura dinâmica do texto, o professor abriu discussão entre os integrantes das equipes para compreensão e, após todos formarem suas ideias, apresentaram para o grupo todo. Na sequência, iniciaram as atividades do livro, resolvendo questões de reflexão, tais como “o porquê de a água ser essencial para a sobrevivência humana e qual o motivo dos átomos de hidrogênio e oxigênio estarem unidos”.

Na terceira aula, conforme a figura 6, os alunos apresentaram suas respostas sobre as atividades da segunda aula.

A aula terceira e a quarta aula, sobre as propriedades das substâncias, os alunos correlacionaram as estruturas das substâncias com as propriedades dos materiais. Havia uma tabela bem explicativa envolvendo as propriedades dos materiais, demonstrando a condutibilidade elétrica dos mesmos e, na sequência, os elementos eram representados como ligações iônicas, covalentes e metálicas. Os alunos não apresentaram maiores dúvidas com a explicação desta tabela, o que facilitou na resolução das atividades em questão.

O próximo tópico do livro, no capítulo 9, envolvia ligação iônica. Nesta quinta aula, os alunos estudaram sobre as propriedades, fórmulas, nomenclatura e dissolução das substâncias iônicas em água. Como mediador, o professor ajudou as equipes que, no momento da resolução das atividades, apresentaram dúvidas na nomenclatura e formação dos íons.

Para a sexta aula, o presente livro trouxe informações sobre as ligações covalentes, exemplificando esse tipo de ligação como compartilhamento de um ou mais pares de elétrons e apresentando a força de atração entre o núcleo e os elétrons. As equipes tiveram dúvidas na representação de Lewis, ligações duplas e triplas, e o professor os ajudou na interpretação das atividades.

Na continuação do capítulo, sétima aula, as ligas metálicas foram apresentadas, contextualizando a ligação metálica com o uso dos metais e a fabricação de joias desde a antiguidade. O conceito de eletronegatividade também foi abordado, representando que as uniões entre os átomos de eletronegatividade mais alta são de caráter covalente.

Na oitava e nona aula, os alunos interpretaram, nas equipes, os conceitos sobre estrutura espacial das moléculas, teoria de repulsão, geometria molecular e polaridade das moléculas. Nesse momento, o professor precisou intervir, pois a

dúvida para prever a geometria molecular foi do grupo todo. Após a intervenção do professor, todos foram direcionados para as resoluções dos exercícios que o LD02 apresentava, ao final do capítulo.

6.1.3 Anotações do diário de bordo da sala que utilizou o LD03.

A análise seguinte foi procedida no livro de Eduardo Flery Mortimer (2013), LD03, utilizando o Capítulo 9, e as observações realizadas pelo professor foram anotadas em um diário de bordo, em todas as aulas presentes com os alunos. O livro utilizado para realização das atividades foi LD03, e, em um primeiro momento, os alunos responderam ao pré-teste de avaliação inicial, apresentado na primeira aula, conforme figura 7.

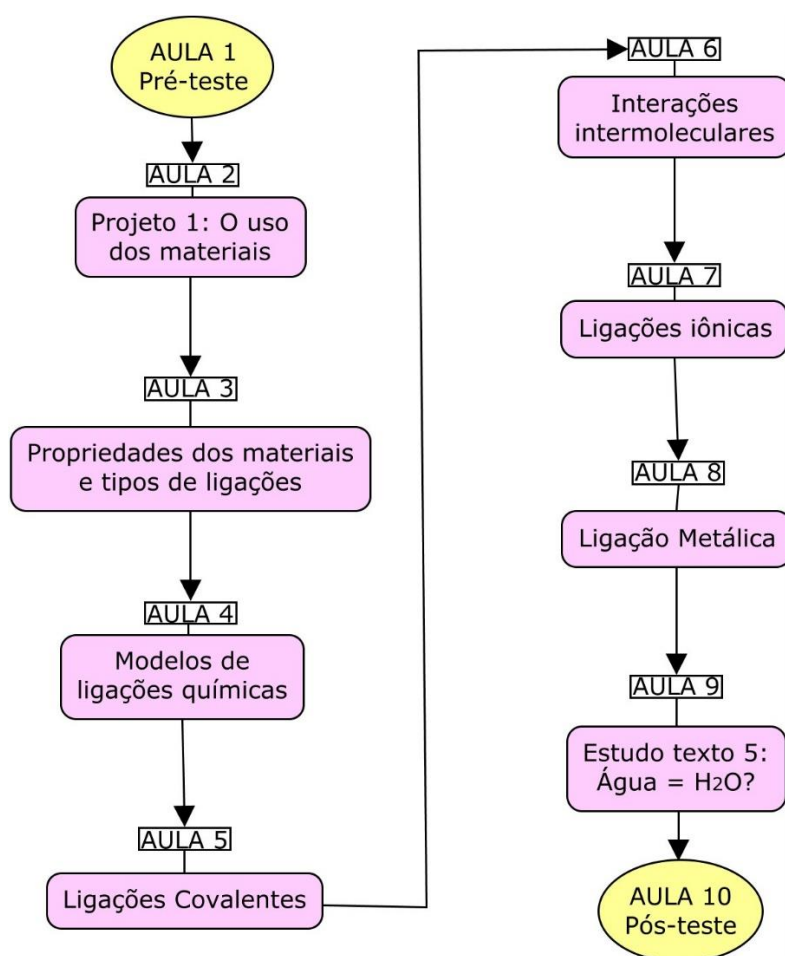


Figura 7 - Realização das atividades referente ao LD03

Na segunda aula, os alunos retornaram à formação das equipes originais e começaram a desenvolver as leituras e atividades do LD03. O tema inicial do livro era sobre o uso dos materiais, suas propriedades e os modelos de ligações químicas. Dentre o projeto descrito como atividade, os alunos foram direcionados ao laboratório de informática para pesquisarem sobre os temas relacionados no projeto 1 do livro utilizado. Cada equipe recebeu um material, conforme solicitado pelo livro (tais como: metais (ferro e aço); vidros e tijolos refratários; materiais de origem vegetal -madeira, papel, fibras vegetais; biomateriais, catalisadores, polímeros condutores; plásticos e borrachas; silício e outros materiais utilizados na fabricação de componentes eletrônicos) e foram direcionados para o laboratório de informática para pesquisa e elaboração de um relatório, respondendo as questões do LD03.

Na terceira aula, as equipes apresentaram para todo o grupo as informações pesquisadas sobre a atividade da segunda aula, demonstrando cada material e a conclusão a que chegaram referente ao material escolhido. O professor percebeu um grande empenho para a pesquisa e apresentação desse projeto.

Na quarta aula, dando continuidade no capítulo do livro, alunos nas suas equipes realizaram a leitura e discutiram sobre as propriedades dos materiais e a condutividade elétrica dos mesmos. Percebeu-se que o livro apresentava textos contextualizados sobre a natureza das ligações químicas, facilitando a prática educacional dos alunos.

Na quinta aula, o texto 2, do LD03, foi apresentado às equipes, que fizeram a leitura. O tema era sobre as ligações covalentes e polaridade, trazendo informações sobre o que acontece quando dois átomos se ligam. Neste momento, na resolução das atividades, os alunos tiveram algumas dificuldades em relação as polaridades, solicitando a intervenção do professor.

Na sexta aula, os alunos interpretaram sobre as interações entre as moléculas, em que o que determina as propriedades físicas do material são as interações entre suas moléculas, uma vez que essas interações são responsáveis pela agregação das partículas. Os alunos apresentaram dificuldades na interpretação do gráfico crescente das interações de Van der Waals.

O texto 3 foi apresentado na sétima aula, e os alunos foram direcionados à leitura e resolução das atividades sobre ligações iônicas e suas propriedades. Algumas dúvidas surgiram nas equipes para a resolução das atividades, tal como o

porquê de o nitrato de potássio ser solúvel em água enquanto o iodeto de chumbo é insolúvel.

Na oitava aula, o texto 4 trazia informações sobre as ligações metálicas e suas propriedades. Para a resolução dos exercícios, as equipes não apresentaram maiores dúvidas.

Por fim, na nona aula, o texto 5 sobre as propriedades da água foi discutido entre as equipes na sala de aula e sem maiores dificuldades o assunto foi apresentado ao professor.

6.1.4 Anotações do diário de bordo da sala que utilizou o LD04.

Com o objetivo de observar a percepção dos alunos que estudaram com o LD04, usando o Capítulo 14 do livro de Química: Martha Reis Marques da Fonseca (2013), o professor, a cada aula, foi anotando através do diário de bordo todas as informações necessárias para análises posteriores. No primeiro encontro na sala, quando o LD04 foi analisado, os alunos receberam o formulário pré-teste, conforme figura 8.

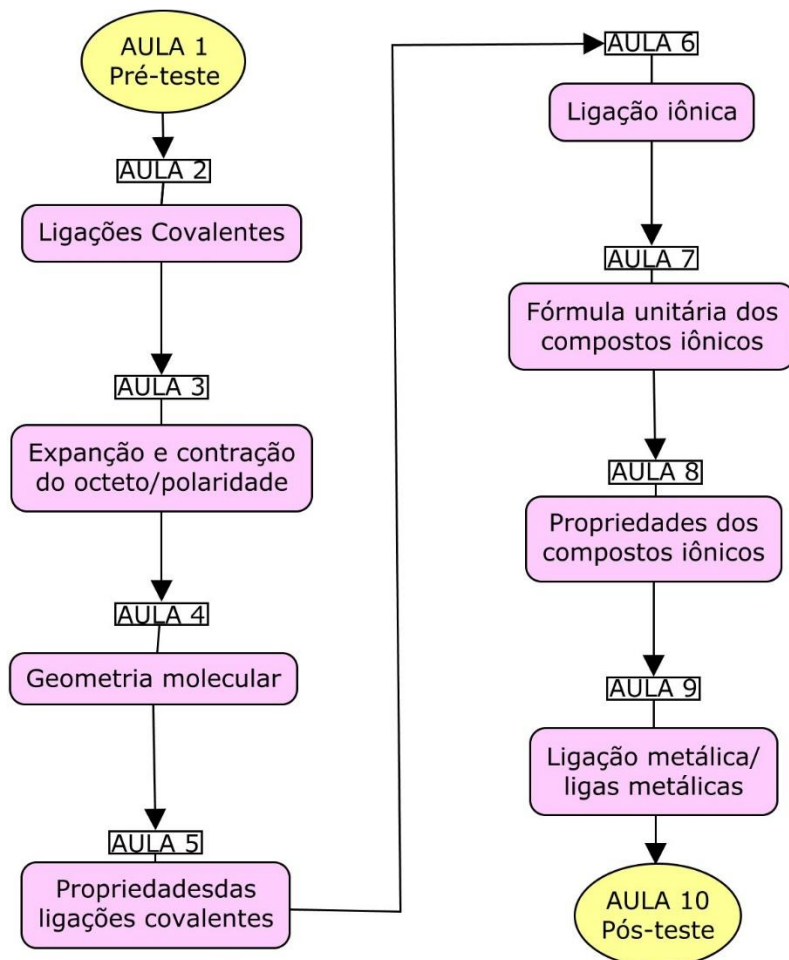


Figura 8 - Realização das atividades referente ao LD04

Ao total de 34 alunos, com apenas 1 ausente, os alunos realizaram o pré-teste.

Na segunda aula, os alunos retornaram às suas equipes de origem e iniciaram a leitura do texto introdutório, no qual se contextualizam as ligações químicas com as causas da poluição na atmosfera. Após a leitura, os alunos em equipes discutiram sobre o texto, apresentando suas opiniões e dúvidas ao grupo todo. Além de discutirem em equipe, também realizaram a primeira atividade do livro sobre substâncias poluentes.

Na terceira aula, foi introduzido o assunto regra do octeto, apresentando a distribuição eletrônica e como os átomos dos diferentes elementos estabelecem ligações, doando, recebendo ou compartilhando elétrons para adquirir em uma configuração idêntica a dos gases nobres. Notou-se que os alunos conseguiram interpretar a atividade em que o livro apresentava, porém o professor trabalhou

como mediador, explicando a camada de valência e distribuição eletrônica para as equipes.

Após resolverem as atividades sobre ligações covalentes, na aula 4, os alunos interpretaram e resolveram atividades envolvendo polaridade, geometria molecular e cálculo de carga formal. Neste momento, nas atividades, os alunos tiveram dificuldades em fazer o cálculo da carga formal⁴.

Na quinta aula, o LD04 trouxe informações sobre ligação covalente, energia, forças de atração, repulsão, a fórmula estrutural e os casos especiais da ligação. Para a resolução das atividades deste momento, os alunos tiveram bastante dificuldades para interpretação, sendo o professor mediador em alguns momentos.

Para a aula seguinte, a sexta aula, os alunos interpretaram e discutiram em equipes sobre ligações iônicas, formação da ligação iônica e propriedades dos compostos iônicos, iniciaram a resolução das atividades sobre o tema sugerido.

Na sequência, sétima aula do LD04, os alunos discutiram sobre as fórmulas unitárias do composto iônico. O livro apresenta que a ligação iônica é característica do cristal como um todo, e a liberação de energia que ocorre na formação do composto iônico leva em conta todo o conjunto de cátions e ânions que forma o cristal. Nesta atividade, os alunos conseguiram interpretar e resolver as atividades, representando os cátions e os ânions.

Para a oitava aula, os alunos continuaram com as atividades da aula anterior, sobre as fórmulas unitárias e discutiram juntos sobre as propriedades dos compostos iônicos, tais como: estado de agregação, pontos de fusão e ebulição, solubilidade, dureza, tenacidade e condutividade elétrica.

Na última aula, o capítulo apresenta as propriedades e características dos elementos que possuem ligações metálicas, tanto quanto sua dureza, tenacidade, resistência, solubilidade, ponto de fusão e ponto de ebulição. Os alunos interpretaram sobre a estrutura cristalina e analisaram um texto contextualizado sobre corrosão. Ao final, resolveram as atividades do capítulo exposto.

⁴ Se há duas ou mais estruturas de Lewis possíveis para uma molécula ou um íon, a estrutura que possui maior probabilidade de existência real é aquela que apresenta a menor energia possível, ou seja, aquela em que a carga formal dos átomos está mais próxima de zero (FONSECA, 2013).

6.2 AVALIAÇÃO DO PRÉ E PÓS-TESTES DOS LIVROS DIDÁTICOS

Durante a fase de desenvolvimento da aplicação dos testes, foram determinados os objetivos da pesquisa, tais como aplicação de um pré-teste para análise de concepções sobre as ligações químicas, em seguida, fornecidos os instrumentos, no caso o livro didático, para cada turma, indicando a unidade relacionada com ligações químicas, na qual os alunos, em equipe de cinco, conforme a metodologia do colégio prevê, interpretariam cada unidade do livro e resolveriam as questões fornecidas pelo livro didático, e o professor, como mediador, auxiliaria os alunos nas dúvidas frequentes.

Através de anotações de diário de bordo, o professor relatou as dificuldades dos alunos. As questões dos testes foram desenvolvidas a partir de várias literaturas relacionadas a ligações químicas e validados por docentes do PPGFCET e com alunos que não participaram da pesquisa.

6.2.1 Análise dos resultados referente à questão 1

Um material pode se diferenciar do outro segundo a sua condutividade elétrica. O modelo iônico é particularmente apropriado para a descrição de compostos binários formados por um elemento metálico e um elemento não metálico (ATKINS, 2012). Sendo assim, alguns materiais são bons condutores elétricos, outros não. Através da condução, podem-se diferenciar materiais que possuem ligações iônicas, covalentes ou metálicas. Ainda, conforme Atkins, um sólido iônico é um conjunto de cátions e ânions que se mantém juntos em um arranjo regular (ATKINS, 2012)⁵.

O fato de os elétrons se deslocarem facilmente onde existe a formação de íons é responsável pela condução elétrica em soluções aquosas ou em amostras fundidas de compostos iônicos como o cloreto de sódio, nos quais os íons sódio migram para o cátodo, e os íons de cloreto migram para o ânodo. No estado sólido,

⁵ A ligação química é a junção de dois átomos. Quando se forma uma ligação química entre dois átomos, o arranjo resultante dos dois núcleos e seus elétrons tem menos energia total dos átomos separados. Se o abaixamento de energia pode ser obtido pela transferência completa de um ou mais elétrons de um átomo para outro, formam-se íons e o composto mantém-se pela atração eletrostática entre eles. Essa atração é chamada de ligação iônica. Se a diminuição de energia pode ser atingida pelo compartilhamento dos elétrons, os átomos unem-se por uma ligação covalente para formar moléculas discretas (ATKINS, 2012).

os compostos iônicos conduzem eletricidade em pequeno grau (semicondução), caso existam defeitos no retículo cristalino.

O átomo de carbono possui quatro elétrons de valência. Se todos eles forem utilizados para formar quatro ligações, a camada de valência estará completa e não haverá elétrons livres para conduzir a eletricidade (LEE, 1999), explicando assim os materiais com carbono que formam ligações covalentes.

Na questão 1 do pré e pós-testes, esperava-se que o aluno, através de uma tabela fornecida com determinados materiais e suas respectivas conduções de eletricidade em estado líquido e sólido, interpretasse em quais estariam formando ligação iônica, covalente ou metálica.

O gráfico 1 apresenta os dados obtidos dos alunos, referente às quatro turmas onde os livros didáticos de diferentes autores foram aplicados.

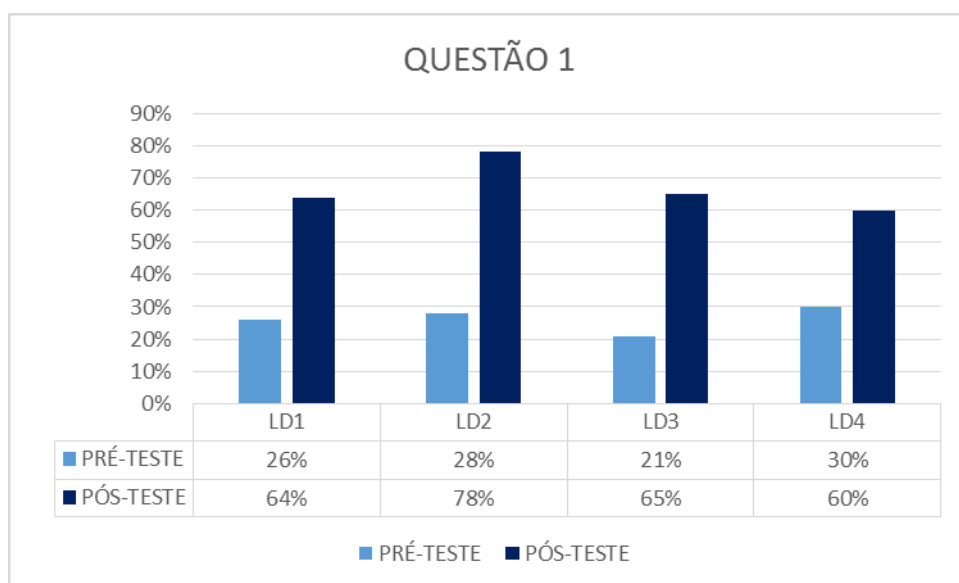


Gráfico 1 - Análise da questão 1 nos livros didáticos

Como aponta gráfico 1, os alunos do LD01 tiveram uma evolução de 38%, sendo que no pré-teste apenas 26% conseguiram interpretar e relacionar a condução elétrica dos materiais fornecidos com as ligações químicas. O livro ajudou nesta compreensão, pois apresenta uma prática onde os alunos utilizam um aparato para observar os materiais que conduzem corrente elétrica, dissolvidos em água.

A figura 8, a seguir, apresenta a concepção alternativa mais comum dos alunos no pré-teste, relacionar o elemento ouro com a ligação iônica, tal como

esperado, pois não haviam estudado sobre ligações químicas e não tinham um conhecimento prévio sobre este conteúdo.

b) Conforme a tabela apresentada, quais elementos possuem ligações:

- Metálica:

ferro
 cobre

- Iônica:

ouro
 sacarose

- Covalentes:

cloreto de sódio
 cloreto de cálcio
 água / cloro

Figura 9 - Imagem da atividade em que o aluno confunde ligação iônica, covalente e metálica no pré-teste.

Ficou constatado, conforme a figura 9 do pré-teste, que o aluno não compreendia satisfatoriamente sobre a estrutura dos metais e não entendia como ocorre a condução elétrica nessas substâncias, antes da utilização do livro didático, sendo a estrutura interna dos metais uma dificuldade para a aprendizagem dos conceitos científicos e compreensão dos fenômenos. Ainda, para os alunos que resolveram o pré-teste, aproximadamente 32% deles deixaram a questão sem resposta, ou seja, sem ao menos tentar observar e relacionar as substâncias fornecidas com as ligações químicas. Para o pós-teste, apenas 3% dos alunos deixaram a questão sem responder, percebendo que o LD01 foi eficaz para responder à questão.

Ainda, na imagem 9, pode-se verificar uma concepção alternativa do aluno, a qual indica a sua dificuldade em entender o processo de interação entre os átomos na formação da substância (MILARÉ, 2007). Essa dificuldade de aprendizagem seria determinada pela forma como o aluno organiza seus conhecimentos a partir de suas próprias teorias implícitas (POZO, 2009).

Para o LD02, os alunos obtiveram uma evolução de 50%, conforme apresenta o gráfico 1. A possibilidade desse grande avanço, já que no pós-teste houve 78% de respostas corretas, foi a representatividade do livro em fornecer uma

tabela relacionando as substâncias, fórmulas, temperatura de fusão e ebulição e condutibilidade, facilitando assim o desenvolvimento da questão pelos alunos.

Ainda considerando o gráfico 1, com o objetivo de analisar o aprendizado dos alunos na questão 1, cuja questão apresentava uma tabela com materiais nos estados sólidos e líquidos, ou diluídos em soluções aquosas, os alunos deveriam analisar quando existisse a condutibilidade ou não em solução aquosa; os alunos que estudaram através do LD03 tiveram um bom desempenho, com um aumento de 44% de acertos, alcançando o objetivo esperado pela resolução da questão. O percentual de alunos que não responderam, ou nem tentaram resolver a questão, foi apenas de 7%.

Tendo em conta os objetivos estabelecidos para este estudo, é possível identificar que, na questão 1, os alunos que usaram o LD4, conforme aponta o gráfico 1, onde a condutividade elétrica era relacionada com os tipos de ligações químicas, houve um aumento no nível de aprendizado dos estudantes de 30%. Acredita-se que este aumento considerável se deu pelo fato do livro em questão trazer informações e práticas relacionadas com o objetivo da habilidade cobrada no exercício.

6.2.2 Análise dos resultados referente à questão 2

O químico Gilbert Newton Lewis (1875-1946) desenvolveu vários trabalhos que contribuíram para o avanço da compreensão da estrutura molecular e, em um de seus artigos, sugeriu que o compartilhamento de pares de elétrons seria o fundamento da ligação química nas substâncias moleculares (LISBOA, 2010).

Assim, formulou-se a base para a teoria eletrônica das ligações, segundo a qual os átomos dos elementos químicos estabelecem ligações químicas para adquirir configurações eletrônicas semelhantes às dos átomos dos gases nobres mais próximos a eles, na tabela periódica, e que são encontrados na natureza isolados, sem se combinar com outros átomos (SANTOS e MOL, 2013).

Questão 2: *“Sabendo que um elemento X reage com o elemento potássio (grupo 1), formando assim a substância K_3X . Represente a fórmula de Lewis para essa ligação e indique qual grupo na tabela periódica está localizado o elemento X”*. Esperava-se que o aluno demonstrasse a fórmula eletrônica de Lewis,

representando os elementos, o número de átomos envolvidos, os elétrons da camada de valência de cada átomo e a formação de pares eletrônicos. Além disso, tinha como objetivo analisar também, pela quantidade de elétrons na camada de valência, os grupos dos átomos envolvidos na ligação química.

O gráfico 2, a seguir, apresenta um demonstrativo de análise do pré e pós-testes aplicados em todos os livros didáticos envolvidos na pesquisa.

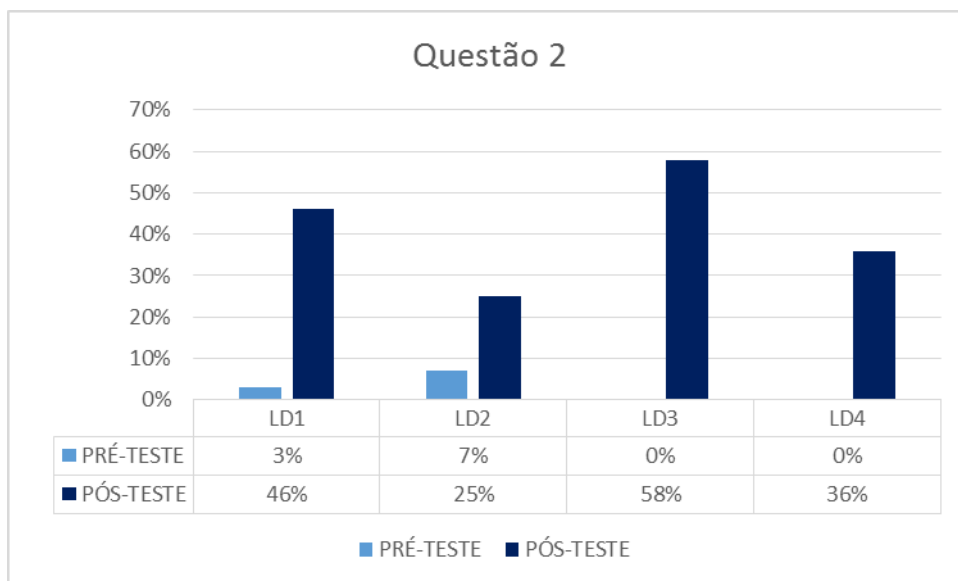


Gráfico 2 - Análise da questão 2: respostas dos estudantes com a utilização dos livros didáticos

Fazendo um comparativo entre o pré e pós-testes aplicados nas diferentes turmas com os diferentes livros didáticos, o gráfico 2 apresenta que, no LD01, os alunos tiveram acertos de aproximadamente 43%, demonstrando uma melhora na aprendizagem. A questão evidenciava a habilidade para elaborar a fórmula molecular e estrutural de Lewis entre os átomos e reconhecer a posição dos elementos químicos na tabela periódica. A figura 10, a seguir, demonstra a dificuldade de um aluno para identificar a quantidade de íons presente na formação da molécula.

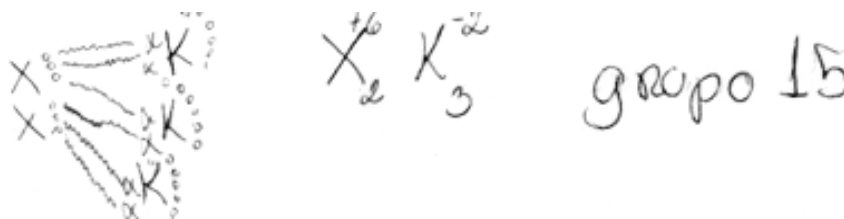


Figura 10 - Demonstração de erro na quantidade de íons na ligação iônica no pós-teste.

Mesmo depois da educação formal, ou seja, a atividade apresentada pelo livro didático, os estudantes apresentaram falhas a respeito dos íons formados nas ligações químicas e apresentaram confusão a respeito das ligações covalentes e iônicas, representada pela figura 10. Como aponta Maia, essas dificuldades encontradas talvez sejam devido aos conceitos serem bastante complexos, em termos de exigir do aluno uma visão mais representacional das estruturas das substâncias, das partículas, no sentido de construir adequadas representações mentais de conceitos tão abstratos (MAIA et al, 2007).

No LD02, inicialmente, 7% dos alunos conseguiram apresentar uma resposta adequada para a questão; houve apenas 18% de acertos, ou seja, apenas 25% da sala respondeu conforme esperado a questão no teste final.

Na sequência, na figura 11, observam-se algumas dúvidas mais frequentes dos alunos que utilizaram o LD02 como referência, tal como um elemento do grupo 1 fazendo ligação com elemento do grupo 15. O aluno entendeu que o K_3X se referia a um elemento do grupo 13, como o Alumínio.

02. Sabendo que um elemento X reage com o elemento potássio (grupo 1), formando assim a substância K_3X . Represente a fórmula de Lewis para essa ligação e indique qual grupo na tabela periódica está localizado o elemento X.



Figura 11 - Representação de Lewis de um aluno para ligação iônica em K_3X no Pós-teste.

Ficou evidente, conforme figura 11, que os alunos não conseguiram compreender as propriedades dos elementos e que o potássio não poderia reagir com um elemento do grupo 13 da tabela periódica⁶, como ele representou e, também, evidencia que a questão em pauta não foi compreendida pelo aluno. Para a compreensão desta questão, aproximadamente 28% dos alunos nem tentaram resolver, o que indica a sua dificuldade. Fica evidente que os alunos não

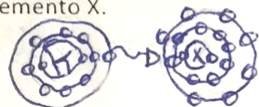
⁶ A ligação iônica depende do ganho e da perda de elétron, de forma que ela é geralmente encontrada em compostos de metais e com elementos eletronegativos. Assim, na formação da ligação iônica, um metal cede um elétron, devido a sua baixa eletronegatividade formando um íon positivo ou cátion.

representam de maneira apropriada as ligações entre as partículas, nem a utilização consciente da linguagem simbólica (FERNANDEZ E MARCONDES, 2006).

Quando questionados sobre elaboração da fórmula do composto na ligação química e a sua estrutura de Lewis, na turma que estudou pelo LD03, nenhum aluno havia acertado essa questão no pré-teste, passando assim para 58% de acertos. Este índice considerável de acertos pode estar relacionado com a forma de representação no livro didático. Para essa questão, os alunos que estudaram através do LD03, não foi identificado nenhum aluno com alguma concepção alternativa, pois os alunos que não acertaram a questão nem tentaram resolver.

Ainda, em um comparativo com o gráfico 2, os alunos que utilizaram o LD04, em relação à questão 2 sobre as fórmulas moleculares e os elementos da tabela periódica com suas propriedades e aplicabilidades, inicialmente nenhum aluno havia acertado a questão, porém, após todo o processo metodológico utilizando o LD04, 36% dos alunos obtiveram respostas adequadas nessa questão. A figura 12, a seguir, mostra a concepção alternativa representada por um aluno:

02. Sabendo que um elemento X reage com o elemento potássio (grupo 1), formando assim a substância K_3X . Represente a fórmula de Lewis para essa ligação e indique qual grupo na tabela periódica está localizado o elemento X.



grupo 17

Figura 12 - Concepção alternativa apresentada com maior frequência pelos alunos que utilizaram o LD04.

Fica evidente, na figura 12, que o aluno conseguiu formular a estrutura de Lewis corretamente, porém houve uma grande dificuldade entre os alunos em analisar a camada de valência e relacionar a molécula formada com o grupo do elemento da tabela periódica. Essa concepção alternativa refere-se aos estudantes usarem a regra do octeto como base para explicar as reações e as ligações químicas (FERNANDEZ e MARCONDES, 2006).

6.2.3 Análise dos resultados referente à questão 3

Os átomos dos diferentes elementos estabelecem ligações, doando, recebendo ou compartilhando elétrons para adquirir uma configuração eletrônica

igual à de um gás nobre no estado fundamental: 8 elétrons no nível de energia mais externo ou, então, 2 elétrons se o nível mais externo for o primeiro (FONSECA, 2013). Ainda, a fórmula eletrônica ou fórmula de Lewis mostra os elétrons da camada de valência de cada átomo, colocando lado a lado os que estão sendo compartilhados (FONSECA, 2013).

Com base na estrutura de Lewis e a camada de valência, conforme aponta Fonseca (2013), na questão 3 da avaliação, os alunos foram provocados a representar a estrutura de Lewis, representando o compartilhamento dos elétrons, conforme estrutura de Lewis e também fórmula estrutural plana.

A questão 3 solicitava ao aluno a demonstrar a estrutura de Lewis para as seguintes substâncias: KCl, N₂ e HCl.

No gráfico 3 a seguir, apresenta-se as respostas aceitáveis do pré e pós-teste dos quatro livros didáticos quanto à aprendizagem dos alunos na questão 3.

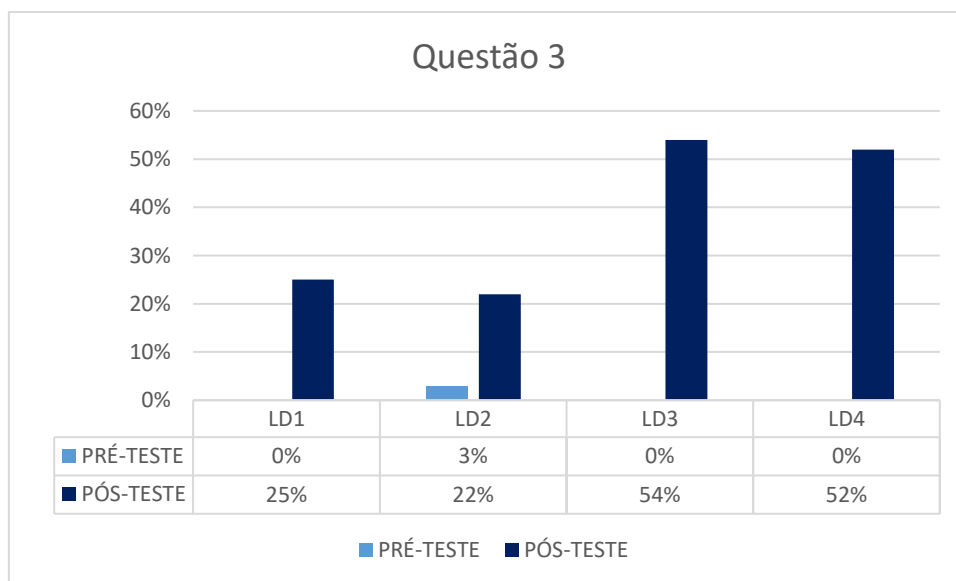


Gráfico 3 - Análise do pré e pós-teste, da questão 3, dos alunos que estudaram nos livros didáticos.

Conforme apresentado no gráfico 3, em que os alunos deveriam formar estruturas de Lewis e uma conectividade entre os átomos, a turma que empregou o uso do LD01 apresentou uma evolução de 25%, sendo que no pré-teste nenhum

aluno conseguiu fazer essa estrutura. Apesar de ter um avanço significativo, muitos alunos ainda confundiram a quantidade de átomos para as ligações pretendidas.

Na figura 13, a seguir, apresentam-se os erros mais comuns dos alunos que utilizaram o LD01, conforme o pós-teste, apresentando grande confusão na representação das ligações químicas e as quantidades de elementos para formação da molécula e, segundo Fernandes (2012), tornou-se assim evidente a concepção alternativa dos alunos, ou seja, a confusão entre a ligação iônica e a ligação covalente.

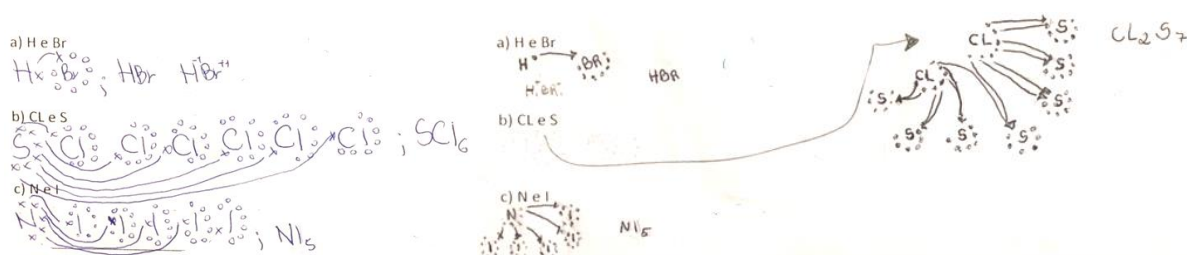


Figura 13 - Representação de Lewis de dois alunos no LD01.

A figura 13 demonstrou a concepção alternativa dos alunos em representar o átomo de enxofre com vários átomos de cloros. Essa concepção alternativa é uma confusão que vários alunos fazem entre as ligações iônicas com as ligações covalentes. Para muitos alunos, parece que o conceito de ligação não está convenientemente diferenciado (FERNANDEZ e MARCONDEZ, 2006). Ainda na figura 13, os alunos descreveram vários átomos de iodios para um único átomo de nitrogênio, constituindo uma dificuldade na aprendizagem do ensino das ligações, cabendo ao professor levar essas dificuldades em consideração para o planejamento de suas aulas.

Os resultados da terceira questão para a turma que estudou com o LD02, apresentados no gráfico 3, serviu para avaliar como os alunos representam a fórmula de Lewis, estrutural e eletrônica. Com esse livro, os alunos evoluíram 19% comparando-se ao resultado do pré-teste. Inicialmente, somente 3% dos alunos representaram corretamente as moléculas e, logo após a utilização do LD02 para estudos do conteúdo, 22% dos alunos responderam corretamente à atividade.

A figura 14, a seguir, apresenta as concepções alternativas sobre a confusão da ligação iônica com a ligação covalente, dos alunos para a resolução do exercício, apontado no pós-teste. As confusões feitas pelos estudantes entre as ligações iônica

e covalente são baseadas na concepção de que os compostos iônicos são formados por moléculas, ou seja, que a ligação iônica é formada apenas entre o par de átomos que doaram e receberam elétrons (BARKER e MILLAR, 2000).

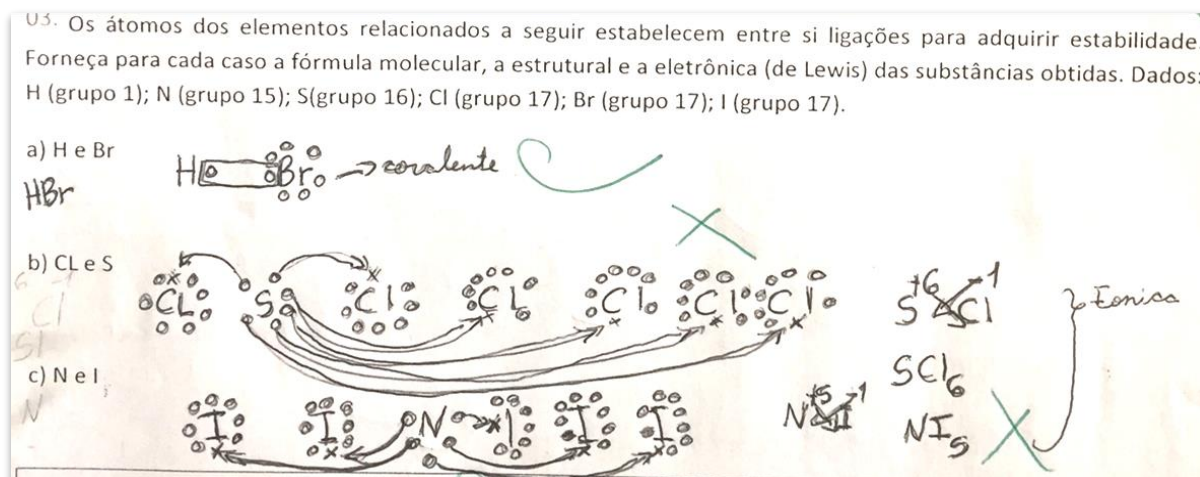


Figura 14 - Confusão dos alunos entre ligação iônica e covalente relatado no pós-teste.

Assim, observa-se na figura 14 a confusão que os alunos fizeram em representar as estruturas de Lewis, estrutural plana e molecular. A relação que fizeram era que um átomo, obrigatoriamente, precisava doar elétrons e não lembraram da formação da ligação covalente, ou seja, compartilhamento dos elétrons. A abstração associada ao tema leva à utilização de diferentes modelos e teorias para a compreensão conceitual das tipologias existentes, tornando esse assunto bastante complexo e potencializando a geração de concepções alternativas por parte dos estudantes (FERNANDEZ e MARCONDES, 2006).

Investigando se o aluno possui a habilidade de descrever a geometria da molécula, através da estrutura de Lewis, os alunos que utilizaram o LD03 apresentaram 54% de aproveitamento, conforme o gráfico 3, desenvolvendo satisfatoriamente a questão 3.

A figura 15 apresenta as maiores dificuldades dos alunos na resolução da questão, após o estudo pelo LD03:

03. Os átomos dos elementos relacionados a seguir estabelecem entre si ligações para adquirir estabilidade. Forneça para cada caso a fórmula molecular, a estrutural e a eletrônica (de Lewis) das substâncias obtidas. Dados: H (grupo 1); N (grupo 15); S (grupo 16); Cl (grupo 17); Br (grupo 17); I (grupo 17).

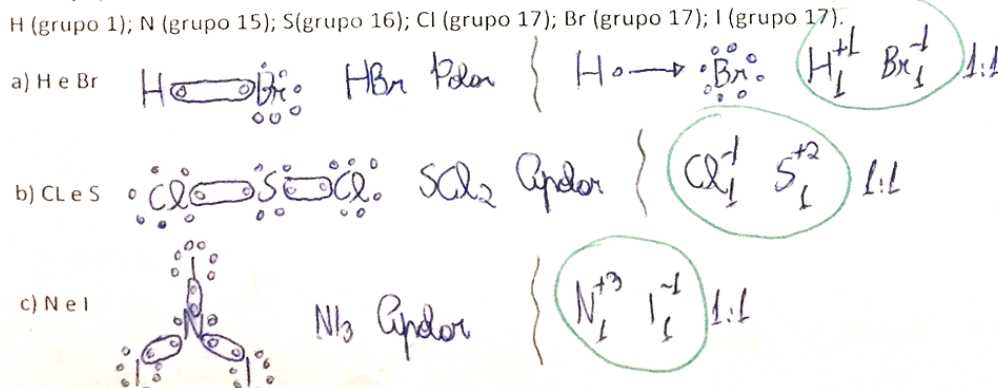


Figura 15 - Concepção do aluno referente à formação de íons, após o estudo pelo LD03.

Algumas analogias foram identificadas no pós-teste pela figura 15, onde o aluno representa a estrutura de Lewis corretamente, porém indica íons positivos e negativos na fórmula molecular. Isso é decorrente da confusão com ligações iônicas. Segundo Franco e Ruiz (2006, apud FERNANDEZ, 2012), as concepções alternativas dos estudantes sobre ligação química, em geral, não se formam fora da sala de aula, dado o nível de abstração deste conceito e também porque as experiências dos estudantes com a ligação química são muito indiretas, de modo que se pode atribuir as concepções alternativas dos estudantes à forma pela qual o tema é abordado em sala de aula, aos materiais didáticos que são utilizados e, sobretudo, às representações que os estudantes constroem sobre este conceito.

No LD04, algumas concepções alternativas foram observadas e, conforme o gráfico 3, houve um índice considerável de aprendizado se forem comparados o pré com o pós-teste, em que, no primeiro, nenhum aluno havia acertado a questão, passando para 52% de acertos no segundo.

A figura 16 apresenta concepções alternativas mais frequentes dos alunos que estudaram com o LD04, onde boa parte dos alunos tentou utilizar a regra do octeto para explicar as ligações químicas e acabou se confundindo.

03. Os átomos dos elementos relacionados a seguir estabelecem entre si ligações para adquirir estabilidade. Forneça para cada caso a fórmula molecular, a estrutural e a eletrônica (de Lewis) das substâncias obtidas. Dados: H (grupo 1); N (grupo 15); S (grupo 16); Cl (grupo 17); Br (grupo 17); I (grupo 17).

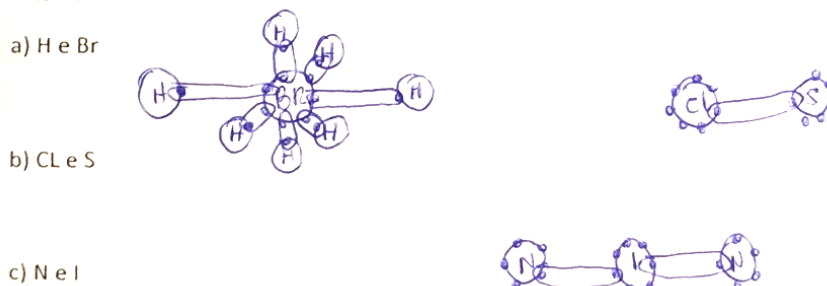


Figura 16 - Concepções apresentadas pelos alunos na questão 3, no pós-teste, que utilizaram o LD04.

Grande parte dos alunos apresentou concepções alternativas em relação às ligações, conforme a figura 16, e tiveram dúvidas na quantidade de elétrons da última camada. Percebe-se, também, a confusão em achar que o elemento bromo deveria compartilhar todos seus elétrons de valência, além do esquecimento do conceito mais importante, o de que o átomo que completa a última camada de sua eletrosfera, com oito elétrons, adquire as características de um gás nobre, ou seja, torna-se estável. A palavra “compartilhar”, na química, significa que o par de elétrons existe em algum lugar entre os átomos na molécula e, na linguagem do dia a dia, compartilhar significa usar conjuntamente, ou seja, tais palavras parecem aumentar as concepções alternativas nos estudantes, uma vez que eles constroem novos significados a partir de conceitos já existentes (PETERSON e TREAGUST, 1989).

6.2.4 Análise dos resultados referentes à questão 4

Para a formação das moléculas, em especial nas ligações químicas, é importante que os alunos compreendam que existe a ligação de dois ou mais átomos, através de uma força para formar a molécula. Quando se forma uma ligação química entre dois átomos, o arranjo resultante dos dois núcleos e seus elétrons tem menos energia do que a energia total dos átomos separados (ATKINS, 2012).

Assim, de modo geral, os químicos representam as substâncias iônicas utilizando simplesmente a fórmula mínima, onde íons de elementos diferentes são mantidos unidos em arranjos rígidos e simétricos como resultado da atração entre suas cargas opostas (SHRIVER e ATKINS, 2008). No caso do cloreto de sódio (NaCl), temos um cátion sódio para cada ânion cloro, ou seja, a proporção é de um

para um. No caso do fluoreto de cálcio (CaF_2), a proporção é de 1 cátion para 2 ânions. Para definir a fórmula mínima de uma substância iônica, devemos considerar que as substâncias são sempre neutras, ou seja, o total de cargas positivas será sempre igual ao de negativas (SANTOS e MOL, 2013).

Conforme a explicação anterior, na questão 4, esperava-se que o aluno realizasse a combinação dos átomos com diferentes propriedades, assim interpretando e identificando elementos que eram formadores de íons, diferenciando cátions e ânions formados.

A seguir, no gráfico 4, é apresentado um demonstrativo da aprendizagem dos alunos sobre as concepções que obtiveram sobre a realização e interpretação para formação das fórmulas mínimas e combinação dos átomos para formação das moléculas.

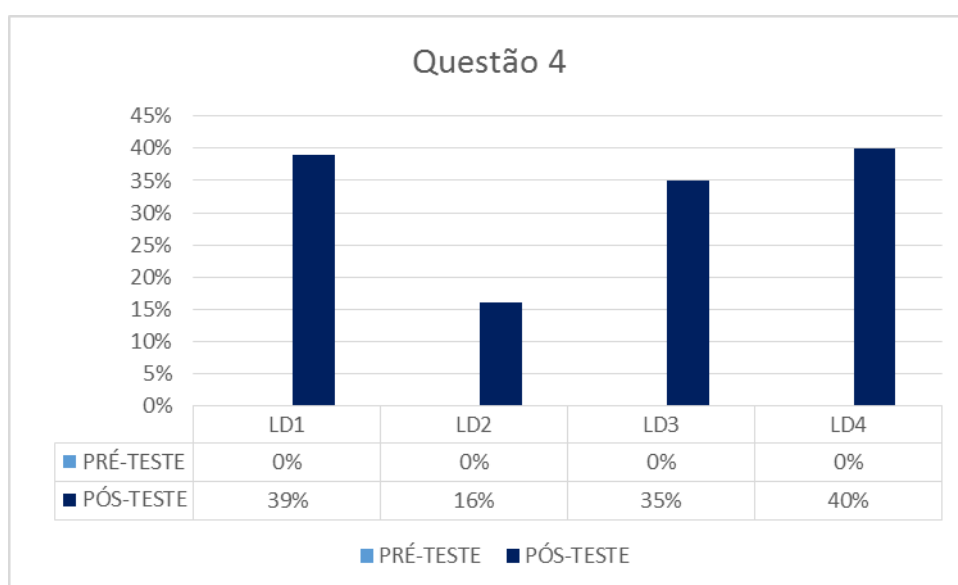


Gráfico 4 - Análise da questão 4, que fez um comparativo dos alunos que responderam à questão versus o livro utilizado.

No resultado apresentado pelo gráfico 4, no pré-teste da turma que usou o LD01, nenhum aluno conseguiu compreender essa definição, já no pós-teste apresentaram uma porcentagem de acertos de 39%. Mesmo observando um desempenho significativo dos alunos, percebe-se a dificuldade em fazer uma relação direta da tabela periódica entre os grupos e representar a formação dos íons presentes no átomo, conforme estrutura de Lewis, até mesmo, em perceber que um

elemento do Grupo 1, menos eletronegativo, sofreria ionização, perdendo um elétron e formando um cátion. Esse resultado evidencia que 61% dos estudantes da sala não souberam relacionar eletronegatividade com ligações químicas, ou seja, reconhecer uma das propriedades periódicas.

No gráfico 4 também se observa um baixo desempenho para os alunos que desenvolveram a atividade após estudar com o LD02. Aproximadamente 84% dos alunos não conseguiram nem responder quais tipos de íons são formados pelos elementos descritos na questão 4, ou seja, deixaram a atividade sem nenhuma resposta. De forma que houve apenas 16% dos alunos entre o pré e pós-teste que responderam corretamente à questão 4. Os alunos que não responderam e os que pelo menos tentaram, mas erraram, representaram 84%. Assim, existe a evidência da dificuldade no ensino e aprendizagem deste tópico. Um grande fator a considerar é que o livro traz a explicação de como montar a fórmula química através da indicação da proporção entre o cátion e o ânion, ou seja, o aluno deveria escrever primeiro o símbolo do cátion e, depois, o do ânion. Os números em subscrito indicam a proporção entre os átomos do cátion e os do ânion. O livro também apresenta uma tabela com os símbolos e as cargas de alguns íons. Esta representação pode ter gerado confusão em algumas concepções que os alunos já haviam aprendido.

Na questão 4 do teste, os alunos deveriam identificar os íons na ligação dos átomos, informando que os elementos cálcio, iodo, magnésio, potássio e selênio, fazem parte de uma dieta, como sais minerais e vitaminas. Na turma que usou o LD03, 35% dos alunos atingiram o objetivo dessa questão. A maior confusão dos demais alunos foi para a identificação dos íons positivos e negativos.

Analisando a turma que empregou o LD04, conforme o gráfico 4, o desempenho dos alunos foi um pouco melhor em comparação com os que usaram os outros livros. Percebe-se que 40% dos alunos conseguiram responder à questão e formar a molécula do elemento. Um motivo para que os alunos tenham respondido melhor esta questão é que o livro demonstrava detalhadamente a fórmula unitária explicando o número de cátions e ânions através da representação de Lewis pelos elétrons de valência.

A seguir, na figura 17, são apresentados alguns dos erros comuns entres todas as turmas no pós-teste.

04. A alimentação saudável envolve a escolha de alimentos não somente para manter um peso ideal, mas também para garantir uma boa saúde. As dietas são rotinas alimentares que buscam atingir certos objetivos, tais como algumas vitaminas e sais minerais que contenham átomos de elementos como cálcio (grupo 1), iodo (grupo 17), magnésio (grupo 2), potássio (grupo 1), selênio (grupo 16), entre outros. Com relação aos elementos citados, descubra se os elementos citados são cátions ou ânions.

Handwritten student response:
 Iodo - cátions / Selênio - cátions
 Cálcio - ânions / mg - ânions
 K - ânions

Figura 17 - Concepção alternativa mais frequente nas respostas dos alunos.

Nesta figura, verificou-se que os alunos tiveram dificuldades em relacionar os grupos da tabela periódica com as suas propriedades, neste caso a eletronegatividade. Muitos autores consideram esse tema difícil de ser trabalhado em aulas de química, pois para compreender as ligações químicas é preciso que os estudantes já tenham noção de alguns conceitos, como “átomos, prótons, elétrons, elemento, íons, polaridade, eletronegatividade, forças intermoleculares, etc.” (FERNANDES, 2010). No caso dos alunos em questão, não haviam estudado formalmente sobre o conteúdo.

6.2.5 Análise dos resultados referentes à questão 5

Em um composto, os átomos estão unidos, ou ligados, uns aos outros de maneira específica, devido à reação química, resultando em uma substância com propriedades químicas e físicas diferentes das dos elementos que a forma (ATKINS; JONES, 2012). Quando dois átomos eletronegativos reagem entre si, ambos têm a tendência de receber elétrons, mas nenhum mostra tendência em ceder (LEE, 1999).

O gás carbônico quando congelado, usualmente conhecido como gelo seco, é utilizado nos carrinhos de sorvetes e em efeitos especiais em cinema e televisão. A respeito desta informação, a questão 5 analisou a habilidade dos alunos em elaborar a estrutura de Lewis e identificar o uso da ligação simples, dupla ou tripla.

No gráfico 5, apresenta-se um comparativo das salas sobre a ligação do gás carbônico e a representação da estrutura eletrônica deste elemento.

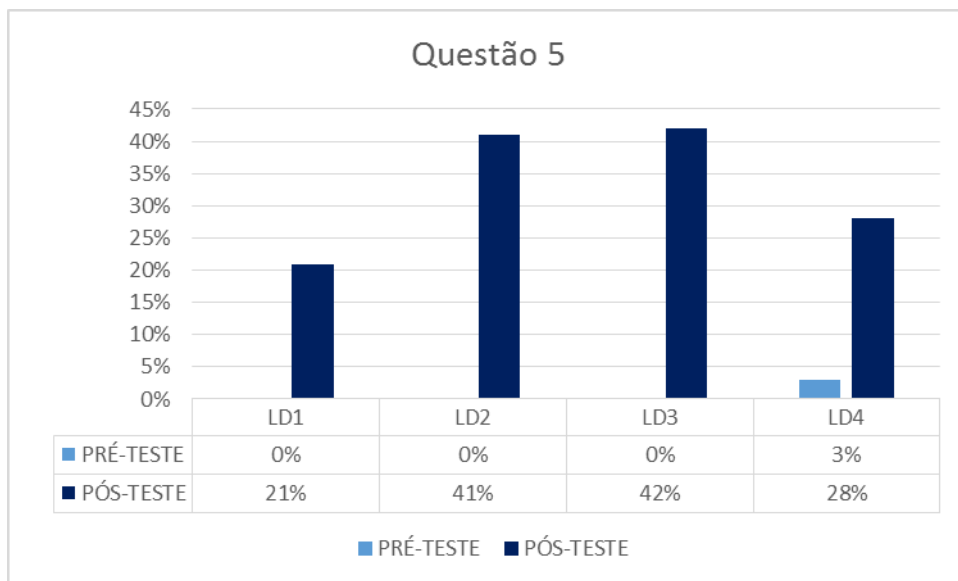


Gráfico 5 - Análise da questão 5 relacionada aos livros didáticos

Sobre a habilidade em representar as ligações duplas em uma molécula, observa-se no gráfico 5 que, na turma que usou o LD01, somente 21% dos alunos conseguiram representar a estrutura da molécula e descrever qual tipo de ligação que os não-metais formariam quando unidos, tendo em vista que nenhum estudante detinha esse conhecimento, conforme analisado no pré-teste. Grande parte dos alunos têm dificuldade para formar a estrutura eletrônica e, conforme afirma Mortimer (1994), essa dificuldade tem como princípio o “dogma”, o ritual da regra do octeto, útil para a previsão da valência, mas que substitui princípios mais gerais como as variações de energias fornecidas de ligação entre átomos, tais como a força da eletronegatividade para manter os átomos unidos. Assim, os alunos devem entender que os fenômenos não têm que se adequar às regras estabelecidas e que elas é que são construídas e elaboradas para explicarem os fenômenos ocorridos na natureza.

No que diz respeito à pesquisa da investigação sobre a questão 5, apontado pelo gráfico 5, a turma que usou o LD02 apresentou uma melhora muito significativa, o que também foi observado nos alunos que usaram o LD03, ficando praticamente no mesmo nível. O objetivo da questão era identificar o tipo de ligação que ocorre no gás carbônico (CO_2). 41% dos alunos conseguiram responder a esta questão, representando corretamente através das estruturas conhecidas, Lewis e molecular, a fórmula do gelo seco. Alguns alunos identificaram que a molécula fazia ligação

covalente, porém não conseguiram representar na fórmula de Lewis e nem a quantidade de ligações para este produto, ou seja, duas ligações duplas. Fernandez e Marcondes (2006) revelam que as dificuldades conceituais dos alunos são atribuídas a problemas mais básicos, como a compreensão da natureza de átomos e moléculas.

Ainda para a turma que usou o LD03, 42% dos alunos acertaram a questão, com o maior índice de aproveitamento entre as turmas que usaram os outros livros didáticos, sendo uma margem significativa no aprendizado pois, no pré-teste, nenhum aluno havia resolvido a questão. Os erros mais frequentes nesta atividade foi a identificação da quantidade de ligações.

Os resultados da questão 5, para a turma que usou o LD04, aponta que 25% dos alunos conseguiram obter um avanço em reconhecer a relação molecular com os elementos fornecidos e elaborar a fórmula molecular do CO_2 , também identificar as ligações duplas que envolviam a molécula. Estes acertos ocorrem devido ao fato de que o livro apresenta uma explicação do conteúdo que facilitou aos alunos entender e representar as ligações químicas. 40% dos alunos deixaram a questão sem responder, e 32% dos alunos tiveram erro na questão, identificando a molécula de gás carbônico com duas ligações simples, onde deveria ser representada com duas ligações duplas.

6.2.6 Análise dos resultados referentes à questão 6

Linus Pauling observou que os átomos dos elementos químicos apresentavam diferentes intensidades de atração sobre os pares eletrônicos em ligações covalentes. Essa diferença de intensidade, responsável por diversas propriedades químicas e físicas das substâncias, foi denominada eletronegatividade (SANTOS e MOL, 2013). A eletronegatividade de um elemento é a capacidade que um átomo de um elemento tem de atrair elétrons para ele quando faz parte de um composto (SHRIVER e ATKINS, 2008).

A questão 6 avaliava a habilidade de o aluno descrever a força de atração dos átomos para a formação das moléculas, através da eletronegatividade. No gráfico 6 é apresentado um comparativo entre os alunos que estudaram nos livros didáticos, através do pré e pós-teste aplicado, antes e após o estudo, para a verificação das

concepções alternativas em que se requer a atenção do aluno sobre a formação da ligação, e essa concepção pode resultar em uma extrapolação sobre os eventos do nível observável para o submicroscópico.

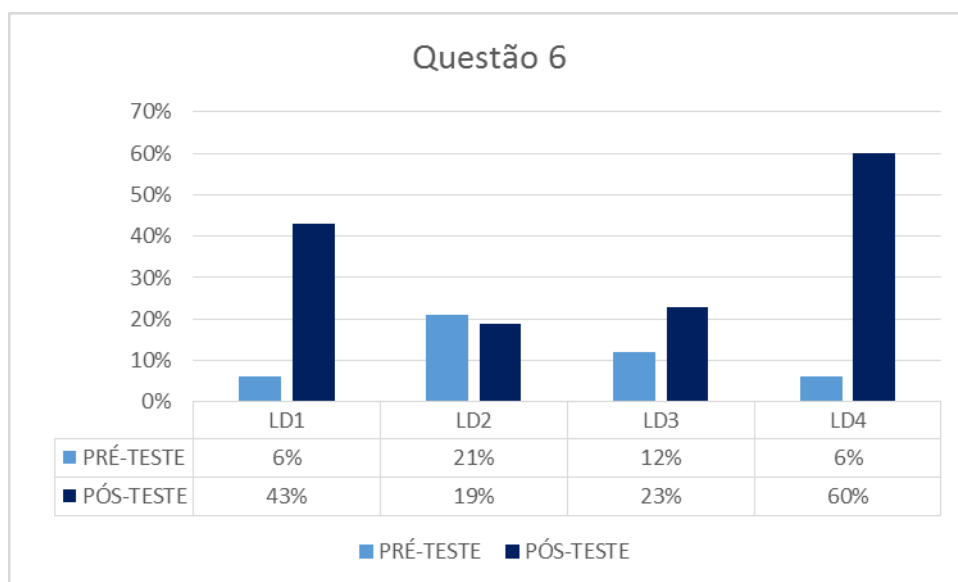


Gráfico 6 - Análise da questão 6 pelo uso dos livros didáticos

Como resultado das avaliações na questão 6 e conforme apresentado no gráfico 6, os alunos que utilizaram o LD01 obtiveram avanço de 37% nas respostas consideradas corretas. Nesta questão, esperava-se que o aluno descrevesse a força de atração relacionando a eletronegatividade dos átomos. A questão exigia do aluno a compreensão da propriedade periódica que indica a tendência que um átomo, em uma ligação química, tem de atrair elétrons.

Partindo para um comparativo entre as turmas que utilizaram os diferentes livros didáticos, no LD02, os alunos que conseguiram interpretar e relacionar a força de eletronegatividade foram de 19%, o que deixa claro nessa questão é que, no pré-teste, 21% dos alunos conseguiram atingir a resposta correta. Considera-se que não houve um aprendizado na turma que utilizou o LD02. Em alguns casos, os livros didáticos apresentam a eletronegatividade como meras definições capazes apenas de instruir os estudantes na resolução de exercícios esquemáticos, sendo o conceito científico frequentemente desviado de seu contexto original e transposto para o contexto escolar de maneira empobrecida (SANTOS, SILVA e WARTHA, 2011).

Para os alunos que utilizaram o LD03, 35% deles não resolveram a questão, e apenas 11% conseguiram identificar e reconhecer a eletronegatividade, conforme analisado no pós-teste. Melo (2002), ao abordar sobre ligações químicas nos livros didáticos, destaca que existem algumas distorções de conceitos, excesso de informações, uso de analogias inadequadas e a carência de discussão, o que acaba contribuindo para a inadequação da abordagem adotada atualmente (MELO, 2002).

Um avanço bastante significativo de 60% dos alunos que acertaram a questão, conforme analisado pelo pós-teste, demonstrado no gráfico 6, foi da questão 6, sobre interação entre os átomos e sua força de ligação, na sala onde os alunos utilizaram o LD04. Este bom desempenho dos alunos pode ser justificado pela explicação do LD04, descrevendo que a aproximação dos átomos passa a atuar forças de atração entre o núcleo de cada um dos átomos e os elétrons do outro; além disso, esse livro especifica a energia do sistema formado pela ligação química. Segundo Vasconcelos e Julião, esse desempenho considerável pode estar relacionado à generalização repassada aos alunos de que as formações das ligações dependem, respectivamente, de pequenos e grandes valores de eletronegatividade (VASCONCELOS e JULIÃO, 2012).

6.2.7 Análise dos resultados referentes à questão 7

Quando há a aproximação de duas ou mais moléculas, os elétrons de suas camadas de valência, incluindo os participantes de ligações covalentes, passam a ficar também sob a influência dos núcleos dos átomos das moléculas vizinhas. Dessa maneira, uma nova distribuição de cargas elétricas ocorre, provocando um deslocamento de cargas que poderá gerar um polo induzido, inexistente na molécula isolada. É a existência desses dipolos induzidos pela aproximação de outras moléculas que promove a atração entre elas (SANTOS e MOL, 2013).

Assim, Santos e Mol apresentam uma boa explicação em seu livro sobre a natureza das forças que existem entre as moléculas nas fases sólida, líquida e gasosa e que explicam propriedades como a interação e solubilidade de substâncias moleculares (SANTOS e MOL, 2013).

A última questão analisada trata da força das moléculas, quando elas se aproximam, em que existe uma interação de seus campos magnéticos, o que faz

surgir uma força entre elas, conhecida como força intermolecular. Nesta questão, o aluno deveria relacionar essas forças de atração para o contexto de ligações químicas, em que um átomo acaba atraindo outro. Para Fernandez e Marcondes, muitos alunos apresentam a concepção alternativa na formação da ligação, segundo a qual a formação da ligação requer energia e sua quebra libera energia (FERNANDEZ e MARCONDES, 2006).

No gráfico 7, apresenta-se o desempenho dos alunos que usaram os livros didáticos distintos.

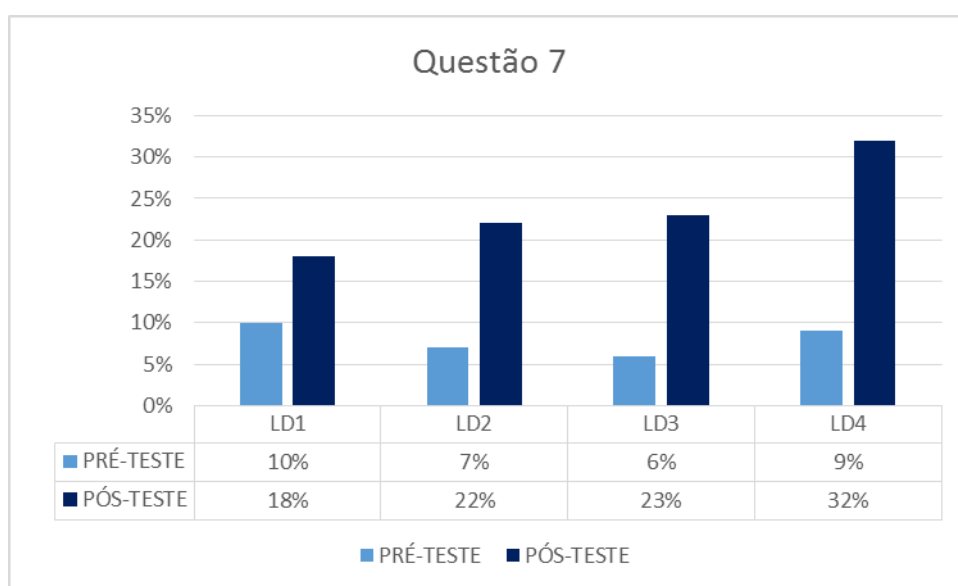


Gráfico 7 - Análise da questão 7 pelo uso dos livros didáticos

Para o resultado da análise do LD01, houve um pequeno avanço de 8% das respostas consideradas corretas. Na figura 18, apresenta-se a resposta mais comum, na turma que utilizou o LD01, conforme pós-teste.

07. O que você entende por forças intermoleculares? Qual a relação com o conceito de ligações químicas?

São ligações moleculares capazes de conduzir corrente elétrica por diversos meios.

Figura 18 - Concepção do aluno referentes a forças intermoleculares

Alguns alunos apresentaram concepções alternativas sobre a questão, que é quando eles têm a ideia de que a energia envolvida nas ligações é interpretada como se fosse mola e que liberaria energia quando rompida (HAPKIEWICZ, 1991). A

figura 18 apresenta uma delas, em que o aluno confundiu o conceito de ligações moleculares com a capacidade dos elementos em conduzir corrente elétrica.

Por meio da questão 7, a turma que utilizou o LD02, através do pré e pós-teste, foi possível reconhecer que os alunos não conseguiram descrever as propriedades periódicas em relação às ligações químicas, conforme aponta o gráfico 7. O livro não apresenta uma explicação que auxiliasse os alunos a compreender forças intermoleculares. Ainda, os alunos que estudaram pelo LD02, quando comparado com a turma que utilizou o LD01, houve um melhor desempenho, sendo que o desempenho dos alunos foi de 15% que acertaram no LD02.

Encontra-se, a seguir, na figura 19, a concepção de um aluno sobre forças intermoleculares.

07. O que você entende por forças intermoleculares? Qual a relação com ligações químicas?
 Forças intermoleculares são moléculas iônicas que só conseguem transportar em um estado só (ou líquido ou sólido).

Figura 19 - Questionário com resposta de um aluno

Evidencia-se assim a confusão que o aluno fez entre forças intermoleculares, condução de corrente elétrica (transportar em um estado) e estados físicos da matéria, identificando uma concepção alternativa, que ocorre quando o aluno não consegue entender a interpretação no livro didático. Identifica-se a concepção alternativa em que muitos alunos enxergam a “ligação química como uma entidade física”, e que esta noção parece estar conectada à noção do dia a dia de que para construir qualquer estrutura é necessária energia e que, ao contrário, a destruição libera energia (FERNANDEZ e MARCONDES).

No LD03, identificou-se que 23% dos alunos acertaram a questão e, quando comparado com o pré-teste, o aprendizado dos alunos da sala foi de 17%. Uma possível justificativa para uma evolução pequena nessa questão foi anotada no diário de bordo, identificando que os alunos tiveram grande dificuldade na interpretação do gráfico relacionado com as forças de atração apresentado pelo LD03.

Na última questão analisada, na turma que utilizou o LD04, o pré-teste aponta 9% de acerto; após o estudo através do livro, o nível de acerto dos estudos, com

base no pós-teste, teve um índice de 32% de acertos, sendo o livro que mais colaborou para uma evolução dos alunos.

6.3 COMPARATIVO DAS QUESTÕES NOS LIVROS DIDÁTICOS ANALISADOS

Este momento destina-se a um comparativo entre os acertos das questões no teste realizado após utilização dos livros didáticos, em específico no capítulo em que se tratou sobre as ligações químicas. Neste sentido, no gráfico 8, são apresentados os resultados sobre os acertos dos alunos no pós-teste.

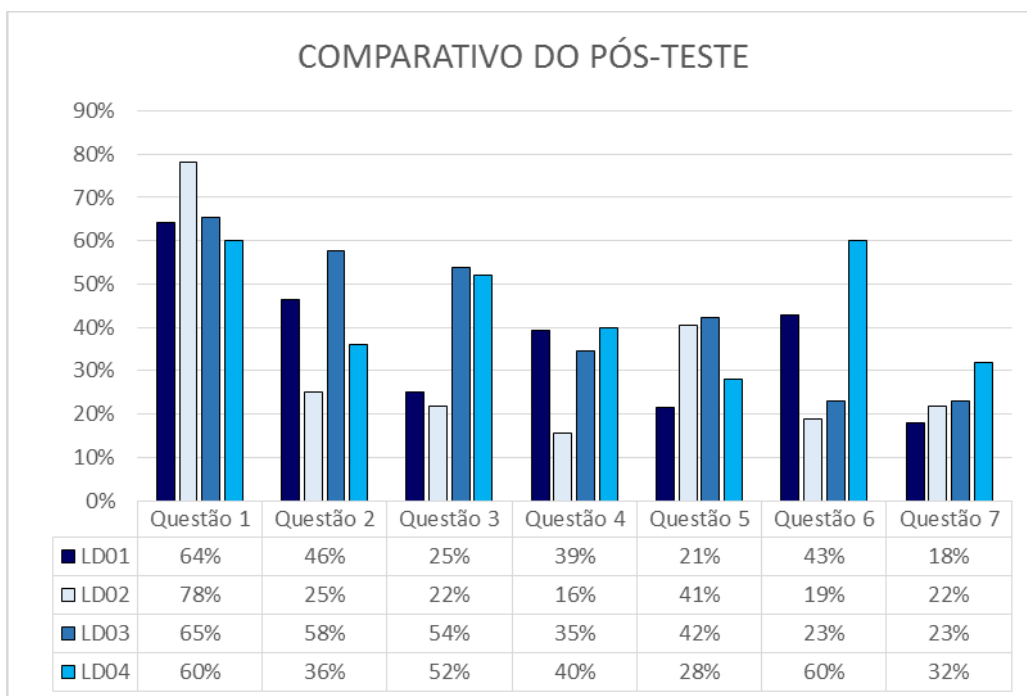


Gráfico 8 - Comparativo dos resultados pós-teste das respostas dos alunos após estudos com o livro didático.

Na questão 1, sobre a condutividade elétrica através da identificação das propriedades dos materiais, os alunos que usaram o LD02 chegaram a um índice de 78% de acertos, porém, não diferenciando tanto dos outros livros didáticos, com valores aproximados. Quando analisado o LD02, percebe-se que a obra exemplifica claramente todas as propriedades específicas dos materiais, demonstrando o nome do elemento, fórmula molecular, temperatura de fusão, temperatura de ebulição e sua condutibilidade elétrica, tanto no estado físico, no sólido e no estado líquido. Além de trazer todas as informações, apresenta com imagem bem definida e

didática uma prática de um circuito interrompido conectado por limalha de ferro e enxofre em pó, diferenciando a condução da corrente elétrica.

Seguindo para a questão 2, sobre a compreensão e habilidade de elaborar a fórmula de um composto químico através da estrutura de Lewis e fórmula molecular e reconhecendo suas aplicabilidades, os alunos que usaram o LD03 tiveram um índice de acerto de 46%. Percebe-se que no livro LD03 existe uma tabela bem explicativa sobre a molécula de gás carbônico, também uma demonstração da configuração eletrônica do carbono e oxigênio, fórmula molecular, eletrônica e fórmula estrutural, além de explicar que, quando dois átomos estabelecem entre si duas ligações covalentes comuns, forma-se ligação dupla.

Investigar se os alunos apresentavam a competência de descrever a estrutura de Lewis, mostrando como os elétrons estão distribuídos através do símbolo do elemento era o objetivo da questão 3. 54% dos alunos que estudaram através do LD03 acertaram a questão, e também 52% dos alunos que estudaram com o LD04 acertaram a questão. No LD03, a fórmula de Lewis é bem exemplificada por tabelas, informando a fórmula estrutural e eletrônica. Os alunos que estudaram através do LD04 também tiveram um bom aproveitamento. O conteúdo era relacionado de uma forma diferente ao LD03, e, através de uma tabela formando hidretos, suas massas molares e temperatura de ebulição, os alunos deveriam construir um gráfico analisando assim suas interações intermoleculares.

Na questão 4, os alunos da sala que usaram o LD01 alcançaram uma média de 39% de acertos, e alunos que usaram o LD04 uma média de 40%. Na questão, foi analisada a compreensão dos alunos em relacionar os grupos da tabela periódica e ligações químicas, compreendendo a relação de um metal com um não metal, formando ligação covalente.

Na questão 5, esperava-se que o aluno analisasse a competência em distinguir o tipo de ligação química na molécula e perceber que elementos de alta afinidade eletrônica, não metálico, ligam-se predominantemente com ligações covalentes. Através do gráfico 8, pode-se perceber que os alunos que usaram os LD02 e LD03 atingiram 41% e 42%, respectivamente. No LD02, o conceito de afinidade eletrônica era visível através de uma tabela, facilitando a compreensão dos alunos. O LD03 apresenta uma informação com um esquema em que define que

elementos com baixa eletronegatividade, ligados com átomos de alta eletronegatividade, formam ligações iônicas.

Partindo para uma análise da questão 6, fica aparente uma grande evolução nos alunos que utilizaram o LD04, já que houve 60% de desempenho suficiente na sala. O livro apresenta informações claras sobre a razão dos átomos se manterem unidos, exemplificando com materiais conhecidos e analisando o comportamento dessas substâncias sob aquecimento para identificar a ligação apresentada.

Na última questão, percebeu-se, de uma maneira geral, que os alunos não conseguiram compreender o conteúdo e tiveram um desempenho menor, porém os que estudaram usando o LD04 apresentaram índice maior do que os outros. A questão indicava termos sobre as forças intermoleculares e a relação com as ligações químicas.

Através da realização desta análise, percebeu-se que os alunos que utilizaram o LD04 tiveram um melhor índice de aprendizado, visto que, na pesquisa realizada, as questões eram de caráter conteudista e, no livro LD04, os processos químicos e suas consequências são abordados de acordo com a forma tradicional do ensino de Química, ou seja, conteudista.

CONCLUSÃO

Tendo como principal objetivo deste estudo analisar as concepções dos alunos sobre as ligações químicas utilizando as diferentes obras fornecidas pelo PNLD e com base dos resultados apresentado na Seção 6, pode-se concluir, sobre análise das concepções dos alunos, que o tema ligação química, que é estudado, requer mais de uma fonte de pesquisa. Percebe-se que os alunos tiveram dificuldade em compreender os conceitos relacionados à ligação química, em que, tiveram dificuldades na interpretação das questões e não compreenderam corretamente a natureza da ligação.

Percebeu-se que a maioria dos estudantes entende que as ligações são ligações simples, em vez de forças. Além disso, verificou-se que eles cometeram equívocos sobre a diferença entre ligações iônicas e covalentes. Portanto, quanto ao ensino de conceitos de ligação química, os professores devem focar nesses aspectos e procurar estabelecer os conceitos científicos o mais concretamente possível.

Na decorrente análise, verificou-se que a consulta de uma só obra não foi suficiente para que os alunos se tornassem conscientes de suas ideias existentes e mudar suas concepções alternativas.

Na estratégia para verificar as concepções dos alunos, como um primeiro passo, o professor mediador realizou um pré-teste com perguntas para os alunos, cuja finalidade principal era entender o conhecimento prévio dos alunos. Como um segundo passo, a exploração, o professor forneceu os livros didáticos para consulta, a fim de pesquisar e discutir os tópicos apresentados, para atividades posteriores. Os alunos, como já mencionado, eram dispostos em equipes para discutir as questões fornecidas pelo livro didático. Durante a discussão com suas equipes, os estudantes tentaram fazer uma conexão entre os seus atuais conhecimentos e o novo conceito. Através da discussão com outros estudantes, eles analisaram e tentaram encontrar uma resposta para as perguntas. Desta forma, eles realizaram leitura do livro didático e, através da troca de ideias com seus colegas, resolveram as atividades propostas pelo livro didático que receberam.

Neste estudo, o processo foi de determinar se houve uma diferença entre o aprendizado pré e pós-teste entre as quatro turmas, as quais empregaram os

diferentes livros didáticos, em termos de habilidades de processo de ciência dos alunos. Os resultados mostraram que as habilidades de processo de ciência diferiram significativamente entre as quatro turmas analisadas.

Pode-se concluir que o livro com abordagem conteudista forneceu uma melhoria nas concepções alternativas dos alunos e apresentou melhorias significativas, como se verificou nos resultados comparativos do pré-teste com o pós-teste.

Geralmente, a maioria dos alunos vê a química como uma disciplina difícil de aprender, o que leva à sua rejeição. Através da observação do professor, percebeu-se que os alunos foram envolvidos ativamente no processo de aprendizagem e realizaram discussões e trocaram ideias, transmitindo seus conhecimentos e suas interpretações para os colegas.

Em suma, este estudo mostrou que os alunos tiveram dificuldades na compreensão de conceitos de ligação química e se equivocaram seguidas vezes na tentativa de representá-la. Mesmo utilizando livros didáticos diferentes, percebeu-se que a melhor decisão a ser tomada pelos professores é que, antes da escolha do livro didático, o professor entenda que o livro se trata de um recurso adicional para suas aulas e não uma proposta metodológica completa, portanto, é fundamental que o uso do livro esteja pautado na reflexão de como cada conteúdo será trabalhado, visando à complementação e esclarecimentos para que novas propostas possam se agregar ao processo de ensino e aprendizagem.

Por fim, o conteúdo de ligação química é um tópico difícil para os alunos compreenderem, visto que envolve muitos conceitos abstratos. Assim, as concepções surgirão à medida que os alunos se esforçam para entender o tópico, e os professores precisam estar conscientes dessas concepções alternativas para melhorar o ensino da ciência, sendo que o foco central das aulas de planejamento deve ser a comparação entre as concepções dos alunos e as visões aceitas pela ciência, bem como aplicações em situações diferentes devem ser claramente ilustradas aos estudantes a fim de minimizar as concepções alternativas dos alunos.

REFERÊNCIAS

ALVES, F. C. **Diário – um contributo para o desenvolvimento profissional dos professores e estudo dos seus dilemas**. Instituto politécnico de Viseu. Disponível em <http://www.ipv.pt/millenium/Millenium29/30.pdf>. Acesso em 02 de janeiro de 2017.

ASSMANN, H.. **Reencantar a Educação**. Rio de Janeiro: Vozes, 2007.

ATKINS, P. JONES, L. **Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. Porto Alegre: Bookman, 2012.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa, Portugal: Edições 70, LDA, 2009.

BARKER, V.; MILLAR, R. **Students's reasoning about basic chemical thermodynamics and chemical bonding: What changes occur during a context-based post-16 chemistry course?** International Journal of Science Education, v.22, p.1171-1200, 2000.

BOO, H.K. **Students' understandings of chemical bonds and the energetics of chemical reactions**. Journal of Research in Science Teaching, v. 35, p. 569-581, 1998.

BOO, H.K. **Pre-service teachers' content weaknesses concerning chemical bonds and bonding**. Chemistry Teachers' Network. Singapore: Singapore National Institute of Chemistry. p. 60-63, 2000.

BRASIL. **Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica**. Parâmetros Curriculares Nacionais + (PCN+) - Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2002.

BRASIL. **Ministério da Educação**. Guia de livros didáticos: PNLD 2015: química: ensino médio. Brasília, 2014.

BUTTS, B. SMITH, R. **HSC chemistry students' understanding of the structure and properties of molecular and ionic compounds.** Research in Science Education, v. 17, p. 192-201, 1987.

CARRAHER, T.N.; SCHLIEMANN, A.D. **Na vida dez, na escola zero.** São Paulo: Cortez Editora, 1989.

CAÑATE, L. S. C. **O diário de bordo como instrumento de reflexão crítica da prática do professor. Dissertação (Mestrado).** Universidade Federal de Minas Gerais. Faculdade de Educação. Belo Horizonte. 2010. Disponível em: http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/BUOS-8CSKSG/disserta_o_pronta.pdf?sequence=1. Acesso em 02 de janeiro de 2017.

CHASSOT, A. **A Ciência através dos tempos.** 2. ed. São Paulo, SP: Moderna, 2004.

COLL, C. et al. **Os conteúdos na reforma: ensino e aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

DEMO, P. **Educar pela pesquisa.** 2. ed. Campinas-SP: Autores Associados, 1997.

FERNANDES, L. S., CAMPOS, A. F., JÚNIOR, C. A. M. **O Ensino e Aprendizagem de Ligação Química em Periódicos Nacionais e Internacionais.** Recife: X JEPEX, 2010.

FERNANDES, L. S. **Pesquisas em periódicos nacionais e internacionais sobre o ensino e aprendizagem de ligação química.** Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, Vol. 12, nº 2, 2012.

FERNANDEZ, C., MARCONDES, M. E. R. **Concepções dos estudantes sobre ligação química.** Química Nova na Escola, n. 24(2). p. 20-24, 2006.

FNDE – Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação, Ministério da Educação, Brasil, 2012. Livro Disponível em: <http://www.fnde.gov.br/programas/livro-didatico/livro-didatico-apresentaca>. Acesso: Outubro, 2016.

FONSECA, M. R. M. **Química / Martha Reis Marques da Fonseca**. 1. ed. São Paulo: Ática, 2013.

GIORDAN, A. DE VECCHI, G. **As origens do saber: das concepções dos aprendentes, aos conceitos científicos**. Porto Alegre: Artes Médicas. 1996.

GRAVINA, M. H. BUCHWEITZ, B. **Mudanças nas Concepções Alternativas de Estudantes Relacionadas com Eletricidade**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 16, nº (1-4), 1994.

GUIMARAES, S. E. R; BORUCHOVITCH, E. **O estilo motivacional do professor e a motivação Intrínseca dos estudantes: Uma perspectiva da Teoria da Autodeterminação**. Psicologia Reflexão e Crítica, v. 17, n. 2, p. 143-150, 2004.

HAMMES, E. H. **Inter e transdisciplinaridade: educar para o todo**. In: SESI PARANÁ: Diálogos com a prática: construções teóricas – Coletânea 1. SESI, Serviço Social da Indústria/PR., Edição digital, 2008.

HAPKIEWICZ, A. **Clarifying chemical bonding: Overcoming our misconceptions**. The Science Teacher, v. 58, n. 3, p. 24-27, 1991.

HERNADEZ, F. **Transgressão e mudança na educação: Projetos de trabalho**. Porta Alegre: ArtMed, 1998.

JUNCKES, R. C. **A Prática Docente em Sala de Aula: Mediação Pedagógica**. V SIMFOP – Simpósio sobre Formação de Professores. Anais, Tubarão, 2013.

LEITE, L. H. A. MENDEZ, V. **Os Projetos de Trabalho: Um espaço para viver a diversidade e a democracia na escola.** Revista de Educação, Porto Alegre: Projeto, ano 3, n.4, p.25-29, 2000.

LEITE, L. H. A. **Pedagogia de Projetos: intervenção no presente.** Presença Pedagógica, Belo Horizonte: Dimensão, 1996. p. 24-33.

LEE, J. D. **Química inorgânica não tão concisa.** 5. Ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.

LISBOA, J. C. F. **Química, 1º ano: ser protagonista.** 1. Ed. São Paulo: Edições SM, 2010.

LOPES, A. R. C. **Livros Didáticos: Obstáculos ao aprendizado da Ciência Química.** Coordenação de Análises Químicas – Escola Técnica Federal de Química do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 1991.

MAIA, P. F. et al. **Modelagem e representações no ensino de ligações iônicas: análise em uma estratégia de ensino.** Anais do VI ENPEC, 2007.

MALDANER, O. A.; ZANON, L. B. **Situação de Estudo: uma organização do ensino que extrapola a formação disciplinar em ciências.** Revista Espaço da Escola, n. 41, p. 44. Rio Grande do Sul: Unijuí, 2001.

MELO, M. R. **Estrutura atômica e ligações químicas: uma abordagem para o ensino médio.** Campinas, SP, 2002. 128p. Dissertação (Mestrado) - UNICAMP, 2002.

MELO, M. R.; NETO, E. G. L. **Dificuldades de Ensino e Aprendizagem dos Modelos Atômicos em Química.** Química Nova na Escola. V. 35, n. 2, p. 112-122, 2013.

MENDES, T. L. ALTARUGIO, M. H. **Estudo dos conteúdos de aprendizagem desenvolvidos em alunos participantes do projeto “Química Responde Júnior”**. **PBL2016 International Conference**. São Paulo, 2016.

MIQUELIN, A. F. **Complexidade educacional: o caminho da escola para a leitura do mundo**. In **SESI PARANÁ: Diálogos com a prática: construções teóricas – Coletânea 1**. Curitiba: Serviço Social da Indústria/PR, Edição digital, 2008.

MILARÉ, T. **Ligações iônica e covalente: relações entre as concepções dos estudantes e dos livros de ciências**. Santa Catarina, 2007.

MORAES, M. C. **O paradigma educacional emergente**. Campinas, SP: Papirus. 1997.

MONROE, P. **História da educação**. 6. Ed., São Paulo: Nacional, 1983.

MORTIMER, E. F. **Construtivismo, mudança conceitual e Ensino de Ciências: para onde vamos?** Belo Horizonte: Investigações em Ensino de Ciências. v. 1, p. 20-39, 1999.

MORTIMER, E. F. **Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2000.

MORTIMER, E. F. **Química: ensino médio**. 2 ed. São Paulo: Scipione, 2013.

MORTIMER, E. F. **Regra do octeto e teoria da ligação química no ensino médio: dogma ou ciência?** Química Nova. v. 17, n. 2, p. 243-252, 1994.

MYHRVOLD, N. RINERARSON, P. **Bill Gates: A Estrada do Futuro**. São Paulo: Companhia das Letras, 1995.

NOGUEIRA, N. R. **Pedagogia dos Projetos: uma jornada interdisciplinar rumo ao desenvolvimento das múltiplas inteligências**. 7ª Ed. São Paulo: Érica, 2007.

OLIVEIRA, He. R. S. **A Abordagem da Interdisciplinaridade, Contextualização e Experimentação nos livros didáticos de Química do Ensino Médio.** Monografia (Curso de Licenciatura em Química). Universidade Estadual do Ceará. Fortaleza CE, 2010.

OLIVEIRA, R.J. e SANTOS, J.M. **A energia e a Química.** Química Nova na Escola. n. 8, p. 19-22, 1998.

NOGUEIRA, N. R. **Pedagogia dos projetos: uma jornada interdisciplinar rumo ao desenvolvimento das múltiplas inteligências.** 7. ed. São Paulo: Érica, 2007.

PENTECORVO, C. **Discutindo se Aprende.** Porto Alegre: Artmed, 2005.

PEREIRA, J.E.D. **Formação de professores: pesquisa, representações e poder.** Belo Horizonte: Autêntica, 2000.

PETERSON, R.F. e TREAGUST, D.F.V. **Grade-12 students' misconceptions of covalente bonding and structure.** Journal of Chemical Education. v. 66, p. 459-460, 1989.

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.

RAMALHO, B. L. NÚÑEZ, I. B. GAUTHIER, C. **Formar o professor. Profissionalizar o ensino. Perspectivas e desafios.** 2. ed. Porto Alegre: Sulina, 2004. 208 p.

REIS, M. R. M. **Química: ensino médio.** 1. ed. São Paulo: Ática, 2013.

SANTOS, C. M. A.; SILVA, R. A. G.; WARTHA, E. J. L. **O Conceito de Eletronegatividade na Educação Básica e no Ensino Superior**. Química Nova na Escola. v. 34, n. 10, p. 1846-1851, 2011.

SANTOS, W. L. P. MOL, G. **Química cidadã: ensino médio: 1º série**. 2. ed. São Paulo: Editora AJS, 2013.

SAVIANI, D. **Educação Brasileira: estrutura e sistema**. 5. ed. São Paulo: Saraiva, 1983.

SESI - SERVIÇO SOCIAL DA INDÚSTRIA, Departamento Regional do Paraná. **Colégio Sesi: Proposta Pedagógica do Ensino Médio**. Curitiba: Sesi/PR. 2011.

SILVA, A. M. BANDEIRA. J. A. **A Importância em Relacionar a parte teórica das Aulas de Química com as Atividades Práticas que ocorrem no Cotidiano**. IV Simpósio Brasileiro de Educação Química. Fortaleza. Resumos do IV SIMPEQUI, 2006.

SILVA, M. G. L. S. NÚÑEZ, I. B. **Concepções alternativas dos estudantes**. Controle de Edição de Materiais: SEDIS/UFRN, 2007.

TABER, K. S. **Misunderstanding the ionic bond**. *Education in Chemistry*. 31(4): 100-103, 1994.

VALE, J. M. F. **Educação científica e sociedade**. In: NARDI, R. (Org.). *Questões atuais no ensino de ciências*. São Paulo: Escrituras, 1998. p. 1-7.

VASCONCELOS, W. S. JULIÃO, M. S. S. **Abordagem Alternativa para o Conteúdo de Ligações Químicas no Ensino Médio**. *Essentia, Sobra*. V. 13, n. 2, p. 139-163, 2012.

VEIGA, I. P. A. **O seminário como técnica de ensino socializado**. Técnicas de ensino: Por que não? Campinas: Papyrus. 2000

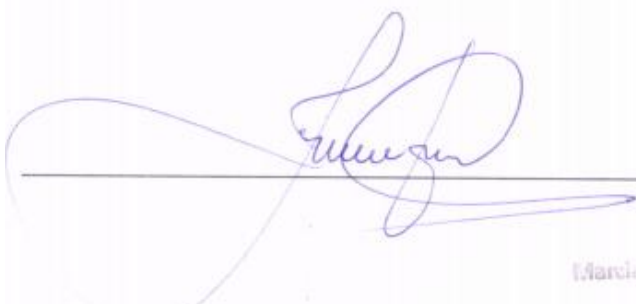
ZABALA, A. **A Prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

ZUCCO, C. **Química para um mundo melhor**. Química Nova na Escola. V. 34, n. 5. São Paulo: 2011.

APÊNDICE A – AUTORIZAÇÃO SOLICITADA AO COLÉGIO**APÊNDICE A – AUTORIZAÇÃO SOLICITADA À COORDENADORA
DA ESCOLA SESI AFONSO PENA EM SÃO JOSÉ DOS PINHAIS.**

Eu, Márcia Rodrigues Gonçalves, Coordenadora do Colégio de São José dos Pinhais Afonso Pena, autorizo o mestrando da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, do Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica do Paraná – UTFPR, Evandro Espanhol, a realizar observações e análises de práticas de ensino de Química no Ensino Médio e entrevistá-los. Os acessos aos dados coletados ficam restritos ao mestrando, responsável pela pesquisa, e a sua orientadora, professora Dra. Fabiana Roberta Gonçalves e Silva Hussein.

São José dos Pinhais, 14 de fevereiro de 2016



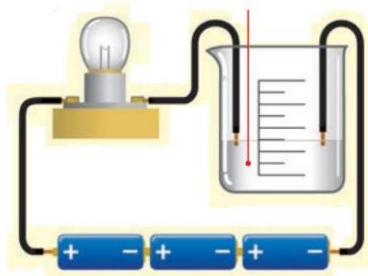
Márcia Rodrigues Gonçalves
Diretora
Portaria nº 12/2013
Colégio SESI - Afonso Pena - Ensino Médio

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DESTINADO AO PRÉ-TESTE

Aluno: _____ Série 1° 2° 3°

Oficina: _____ Turno: _____

01. Um técnico em laboratório estava analisando o comportamento de diferentes materiais quando submetidos a uma tensão elétrica. Para observar o resultado, o técnico instalou uma lâmpada no circuito elétrico que acende se a corrente elétrica passa por todo o circuito. A imagem a seguir ilustra o teste que foi realizado.



Foram testadas amostras de diversas soluções, conforme a tabela, chegando a conclusão de condutibilidade.

Substância	Fórmula	Condutibilidade	
		Sólido	Líquido
Ouro	Au	Bom Condutor	Bom Condutor
Cobre	Cu	Bom Condutor	Bom Condutor
Ferro	Fe	Bom Condutor	Bom Condutor
Cloreto de sódio	NaCl	Mau condutor	Bom condutor
Cloreto de cálcio	CaCl ₂	Mau condutor	Bom condutor
Sacarose	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	Mau condutor	Mau condutor
Água	H ₂ O	Mau condutor	Mau condutor
Cloro	Cl ₂	Mau condutor	Mau condutor

a) Com esse teste é possível separar as substâncias em iônicas, moleculares e metálicas? Justifique sua resposta.

b) Conforme a tabela apresentada, quais elementos possuem ligações:

- Metálica:

- Iônica:

- Covalentes:

02. Sabendo que um elemento X reage com o elemento potássio (grupo 1), formando assim a substância K_2X . Represente a fórmula de Lewis para essa ligação e indique qual grupo na tabela periódica está localizado o elemento X.

03. Faça a estrutura de Lewis para as seguintes substâncias: KCl, N_2 e HCl.

04. Qual a fórmula molecular esperada para o composto formado pela união de um elemento metálico A, do grupo 1, com um elemento não-metálico B, do grupo 15?

05. A molécula de flúor (F_2) é diatômica (constituída por dois átomos de flúor). Indique, através da estrutura de Lewis, como esses dois átomos estão unidos.

06. Por que os elétrons compartilhados, em uma ligação química, mantêm os átomos unidos?

07. O que você entende por forças intermoleculares? Qual a relação com ligações químicas?

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO DESTINADO AO PÓS-TESTE

Aluno: _____ Série: 1° 2° 3°

Oficina: _____ Turno: _____

01. No quadro a seguir, foram realizados alguns testes identificando os diferentes comportamentos dos materiais e, dentre os testes realizados, estava a de condutibilidade elétrica, no estado sólido e líquido:

Substância	Condutibilidade	
	Sólido	Líquido
Cobre	Bom Condutor	Bom Condutor
Água	Mau condutor	Mau condutor
Ferro	Bom Condutor	Bom Condutor
Cloreto de sódio	Mau condutor	Bom condutor
Cloreto de cálcio	Mau condutor	Bom condutor
Sacarose	Mau condutor	Mau condutor
Cloro	Mau condutor	Mau condutor
Ouro	Bom Condutor	Bom Condutor

Considerando essas informações, analise as questões a seguir:

a) Com esse teste é possível separar as substâncias em iônicas, covalentes e metálicas? Justifique sua resposta.

b) Conforme a tabela, quais elementos possuem ligações:

- Metálica:

- Iônica:

- Covalentes:

02. Sabendo que um elemento X reage com o elemento potássio (grupo 1), formando assim a substância K_3X . Represente a fórmula de Lewis para essa ligação e indique qual grupo na tabela periódica está localizado o elemento X.

03. Os átomos dos elementos relacionados a seguir estabelecem entre si ligações para adquirir estabilidade. Forneça para cada caso a fórmula molecular, a estrutural e a eletrônica (de Lewis) das substâncias obtidas. Dados: H (grupo 1); N (grupo 15); S (grupo 16); Cl (grupo 17); Br (grupo 17); I (grupo 17).

a) H e Br

b) Cl e S

c) N e I

04. A alimentação saudável envolve a escolha de alimentos não somente para manter um peso ideal, mas também para garantir uma boa saúde. As dietas são rotinas alimentares que buscam atingir certos objetivos, tais como algumas vitaminas e sais minerais que contenham átomos de elementos como cálcio (grupo 2), iodo (grupo 17), magnésio (grupo 2), potássio (grupo 1), selênio (grupo 16), entre outros. Com relação aos elementos citados, descubra se os elementos citados são cátions ou ânions.

05. O gás carbônico (CO_2), quando congelado, é conhecido como gelo seco, muito utilizado nos carrinhos de sorvete e em efeitos especiais em cinema e televisão. Nessa condição, os átomos em questão podem ser unidos por qual tipo de ligação química? Represente através da estrutura de Lewis e Molecular.

06. Por que os elétrons compartilhados, em uma ligação química, mantêm os átomos unidos?

07. O que você entende por forças intermoleculares? Qual a relação com ligações químicas?