

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

CÉLIO DA SILVEIRA JÚNIOR

**LER PARA APRENDER LIGAÇÕES
QUÍMICAS EM AULAS DE CIÊNCIAS:
INVESTIGAÇÃO, REFLEXÕES E LIÇÕES**

Belo Horizonte
Agosto de 2012

CÉLIO DA SILVEIRA JÚNIOR

**LER PARA APRENDER LIGAÇÕES QUÍMICAS EM AULAS DE CIÊNCIAS:
INVESTIGAÇÃO, REFLEXÕES E LIÇÕES**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Educação.

Linha de pesquisa: Educação e Ciências

Orientadora: Profa. Dra. Maria Emília Caixeta de Castro Lima.

Co-orientadora: Profa. Dra. Andréa Horta Machado.

Data de aprovação: 29/08/2012

Banca examinadora:

Profa. Dra. Maria Emília Caixeta de Castro Lima - UFMG

Profa. Dra. Andréa Horta Machado – UFMG

Prof. Dr. Helder de Figueiredo e Paula – UFMG

Profa. Dra. Delaine Cafiero Bicalho – UFMG

AGRADECIMENTOS

*Às vezes, nossas palavras não bastam para expressar nossas emoções.
São impotentes para transmitir tudo o que a alma quer dizer.*

BAKHTIN

A Débora, Arthur e Heitor, minhas inspirações e fontes de felicidade, pelo apoio, paciência e carinho.

Aos meus pais, irmãos, familiares e amigos, sempre presentes, pelo incentivo constante.

A Maria Emília e Andréa, minhas orientadoras, mestras na acepção da palavra, pelas ressignificações que me proporcionaram e pela confiança em mim depositada.

A Cibele e seus pupilos, meus companheiros na leitura de ligações químicas, pela hospitalidade e alegria com as quais me receberam e convivemos.

Ao Orlando, que me motivou a persistir, sempre esteve disponível, avaliou os caminhos então percorridos e deu contribuições para a continuidade do trabalho.

A Zélia e Agustina, pela disponibilidade para avaliar o estado da pesquisa e pelas contribuições apresentadas para o desenvolvimento e aprofundamento das análises.

Ao Helder, Delaine e Nilma, pela disponibilidade para avaliar, e pelas contribuições para o aprimoramento do trabalho.

Ao João Wanderlei, pelos ensinamentos e indicações dos percursos possíveis.

Ao Juarez, meu tutor no FIEI, pela compreensão, apoio e bom humor.

A Tatiana, Cláudia, Kátia, Marina, e Bortolus, equipe CVN-FIEI, pela convivência, incentivos e aprendizados.

A Tânia, Marília, Henrique, Luis, e Júnia, companheiros de estudos, que facilitaram a minha caminhada.

A Selma, minha orientadora na graduação, pelo incentivo para prosseguir nos estudos.

A todos, enfim, que são coautores deste trabalho, como eu.

RESUMO

Neste trabalho, nossa atenção se voltou para os processos de compreensão sobre os modelos de ligação química. Especificamente, nossa pesquisa teve como foco a produção de sentidos sobre esse conteúdo em uma turma de estudantes do 9º ano do ensino fundamental de uma escola pública. Ao assumirmos a mediação das aulas em ação colaborativa com a professora responsável pela turma, o nosso projeto de pesquisa remeteu-nos a um projeto de ensino com foco nas leituras em sala de aula de textos de uma coleção didática de ciências. Passamos a ter um duplo desafio, o de *ensinar a ler para aprender*, e o de ensinar modelos de ligações químicas. Para isso, a nossa intenção foi a de se dar *boas aulas* como esforços de ensinar a ler textos didáticos de ciências para aprender sobre modelos de ligações químicas. Pesquisamos o/no processo de estudo de ligações químicas - orientado pela leitura de textos didáticos - construindo relações alteritárias e dialógicas. Assim, quatro foram os pilares de nossa metodologia: uma abordagem histórico-cultural alteritária, um caminho metodológico pelo processo, uma construção feita pelo excedente de visão e pela exotopia, e uma mediação planejada com o objetivo de favorecer a leitura e a escrita relacionadas aos modelos de ligações químicas. Aqui, apresentamos os resultados relacionados a duas unidades de nossas análises, a de *criação de propósitos para a leitura*, e a de *leitura como uma oferta de contrapalavras*. Analisamos as produções escritas dos estudantes em busca dos indícios do desenvolvimento do processo de compreensão, bem como estivemos atentos aos sentidos produzidos com as leituras, de forma a recuperar a *caminhada interpretativa* desses estudantes. Concluímos que houve o início do processo de compreensão pelos estudantes da relação que há entre propriedades e modelos no estudo das ligações químicas. Do posto escolhido para a observação da experiência que vivemos, a linguagem, tiramos as lições que ora compartilhamos.

Palavras-chave: leitura, coleção didática, mediação, ligações químicas.

ABSTRACT

In this paper, our attention focused on the processes of understanding chemical bonding models. Specifically, our research focused on the production of senses on this content in a group of students from of elementary public school. A collaborative teaching environment was used, wherein our group worked jointly with the 9th grade teacher responsible for the classroom and students. Our project consisted of teaching science in the classroom using the reading of science textbooks. We encountered a dual challenge; teaching reading skills for comprehension as well as teaching the chemical bond models. For this, our intention was to give good lessons as efforts to teach to read science textbooks to learn about models of chemical bonds. We researched the/in chemical bonding study process - driven by reading the textbooks – and building dialogics relationships and of otherness. We used four pillars in our methodology: a cultural-historical approach in relation of otherness; a methodological procedural path; a construct made by surplus of vision and by exotopia; planned mediation based on reading and writing skills related to the chemical bond models. Here, we present the results related to two units of our analysis, the creation of purposes for reading, and reading as an counter-words offer. We analyzed the students' writing in search of evidence of development of understanding. Additionally, we were constantly attentive to the senses produced by the readings in order to check the students' interpretative walk. Our findings confirmed the students' initial understanding of the relationship that exists between models and the properties. Herein we share our lessons.

Key-words: reading, science textbook, mediation, chemical bonds.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

1.1 – O texto que se apresenta	06
1.2 – A estrutura do texto	07
1.3 – Problema, questões de pesquisa, justificativas	08
1.4 – Revisão da literatura	09

CAPÍTULO 2 – REFERENCIAIS TEÓRICO-METODOLÓGICOS

2.1 – Aprender a ler e ler para aprender	14
2.2 – Aprender ciências: esforço de compreensão	24
2.3 – A pesquisa nas ciências humanas: uma construção alteritária	26

CAPÍTULO 3 – CONTEXTO DA PESQUISA

3.1 – O pesquisador face à pesquisa: o encontro	38
3.2 – Ensino de modelos de ligações no fundamental	39
3.3 – As coleções didáticas de ciências	45
3.4 – A escola, a professora e a turma	60
3.5 – A <i>boa aula</i> e a construção dos dados	66
3.6 – Os dados construídos	73

CAPÍTULO 4 – ANÁLISES DOS DADOS

4.1 – Os recortes necessários	78
4.2 – Apresentação e análise dos dados	81
4.2.1 – Testando a condutividade elétrica de materiais	83
4.2.2 – Modelos de ligações para materiais não metálicos	92

CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS 118

REFERÊNCIAS 122

ANEXOS 131

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

Assim, introduzir é dizer o que vem depois. (MORAES e GALIAZZI, 2007, p.129).

1.1 – O texto que se apresenta

No trabalho relatado nesta dissertação, nossa atenção se voltou para os processos nos quais professores e estudantes se veem envolvidos no esforço de produzir compreensão sobre os modelos de ligação química. Especificamente, ela teve como foco a produção de sentidos sobre esse conteúdo em uma turma de estudantes do 9º ano do ensino fundamental de uma escola pública estadual localizada na região metropolitana da capital mineira. Ao assumirmos a mediação das aulas em ação colaborativa com a professora da turma, o nosso projeto de pesquisa¹ remeteu-nos a um projeto de ensino orientado por leituras do texto didático de ciências em sala de aula. Passamos a ter um duplo desafio, o de *ensinar a ler para aprender*, e o de ensinar modelos de ligações químicas. Para isso, a nossa intenção foi a de planejar e desenvolver *boas aulas* como esforços de ensinar a ler textos didáticos de ciências para aprender sobre modelos de ligações químicas. Pesquisamos o/no processo de estudo de ligações químicas - orientado pela leitura de textos didáticos - construindo relações alteritárias e dialógicas. Assim, quatro foram os pilares de nossa metodologia: uma abordagem sócio-histórica alteritária, um caminho metodológico pelo processo, uma construção feita pelo excedente de visão e pela exotopia, e uma mediação planejada com o objetivo de favorecer a leitura e a escrita relacionadas aos modelos de ligações químicas.

Neste texto, pretendemos discutir mais detidamente as condições nas quais essa experiência que vivemos realizou-se. Apresentaremos nossos referenciais teórico-metodológicos, o conjunto de dados construídos, justificaremos o recorte inicial dos dados, as análises feitas, e explicitaremos nossas intenções para aprofundamento dessas análises. Descreveremos os movimentos dentro da pesquisa, a ressignificação da pergunta, do pesquisador, do percurso, da própria pesquisa. Esperamos demonstrar que foram muitos os dados construídos, e que por isso demandamos mais tempo para

¹ Projeto de pesquisa devidamente submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG.

avancarmos além da análise feita até agora. Entendemos que para aprofundar na compreensão do processo vivenciado temos que ir até as interações que se desenvolveram entre os sujeitos.

Neste trabalho, apresentamos os resultados relacionados a duas unidades de nossas análises, a de *criação de propósitos para a leitura*, e a de *leitura como uma oferta de contrapalavras*. Analisamos as produções escritas dos estudantes em busca dos indícios do desenvolvimento do processo de compreensão, bem como estivemos atentos aos sentidos produzidos com as leituras, de forma a recuperar a *caminhada interpretativa* desses estudantes (GERALDI, 1991). Do posto escolhido para a observação da experiência que vivemos, a linguagem, tiramos as lições que pretendemos compartilhar.

1.2 – A estrutura do texto

Esta dissertação está dividida em cinco capítulos, por sua vez subdivididos por seções. Uma visão geral dos conteúdos dos capítulos é apresentada a seguir no quadro 1.

Quadro 1 – Visão geral dos capítulos que compõem a dissertação

Capítulo	Título	Conteúdo
1	Introdução	A estrutura do texto que constitui a dissertação é apresentada. Também são descritos o problema e a questão geral de pesquisa. As justificativas são anunciadas para tratamento nos capítulos seguintes, e os resultados de uma revisão sobre o tema ² <i>leitura e ensino de ciências</i> são apresentados.
2	Referenciais teórico-metodológicos	Apresentando os referenciais que elegemos para a condução da pesquisa, neste capítulo descrevemos como a leitura desempenha um papel fundamental nas relações de ensino, como o <i>aprender ciências</i> constitui-se um esforço de compreensão, como a pesquisa em

² Tema neste texto foi usado no sentido comum, como sinônimo de assunto ou conteúdo, e não como conceito bakhtiniano, quando o autor trata de tema e significação, aspectos que pretendemos aprofundar.

Capítulo	Título	Conteúdo
		ciências humanas é uma construção alteritária. A descrição da metodologia se fará também em outras partes do texto, não ficando restrita a este capítulo.
3	Contexto da pesquisa	Aqui, relatamos como se deu o encontro do pesquisador com sua pesquisa, e as ressignificações ocorridas. Discorremos sobre o tema <i>ligações químicas</i> , uma teoria ³ poderosa que pode gerar concepções equivocadas. Descrevemos a análise feita das coleções didáticas e a escolha dos textos de referência, o local e os sujeitos da pesquisa. Apresentamos o duplo desafio posto para as nossas ações, os planejamentos para as <i>boas aulas</i> , os textos e os instrumentos utilizados para a condução das leituras, os dados construídos, seus tipos e quantidades.
4	Análise dos dados	Neste capítulo, descrevemos e justificamos os recortes feitos a partir do conjunto de dados construídos. Apresentamos os resultados para duas unidades de nossas análises.
5	Considerações finais	Finalizamos com reflexões feitas a partir das <i>lições do vivido</i> (LIMA, 2005), e apontamos caminhos para o aprofundamento das análises dos dados construídos.

1.3 – Problema, questões de pesquisa, e justificativas

O nosso problema de pesquisa está inserido no âmbito das investigações sobre os processos de ensino e aprendizagem de conteúdos escolarizados, orientados pela leitura de textos contidos em coleções didáticas. A investigação envolveu propósitos de ensino que favorecessem a atribuição de sentidos na leitura de textos acerca do conteúdo ligações químicas em uma sala de aula de ciências⁴. Foi realizada em uma

³ Nesta dissertação, nos valeremos das distinções feitas por Leal (2001, 2010) ou Santos (2001) para os significados dos termos *teoria, modelo, conceito, lei e regra*. Chamamos de *teoria* um conjunto de leis capazes de fornecer resultados e conclusões a partir de um número de variáveis conhecidas, que representam conjeturas racionais, elaboradas para descrever e explicar, no caso da química, a estrutura e o comportamento das substâncias e dos materiais.

⁴ Ressalte-se que o nosso foco não estaria na natureza das ligações químicas, em seu ensino, mas nos modelos de ligações químicas como constructos teóricos, de forma a permitir a reflexão sobre a relação que há entre esses modelos e as propriedades apresentadas pelos materiais.

turma do 9º ano do ensino fundamental de uma escola da rede pública, e teve como referência textos da Coleção Construindo Consciências (GRUPO APEC, 2010). As nossas ações foram concebidas e implementadas de forma colaborativa com a professora responsável pela turma de estudantes. Os esforços foram de contribuir para a compreensão dos modelos de ligação química por meio de mediações que utilizavam leituras com foco nos textos didáticos adotados pela escola. Por isso, na tentativa de compreender como os estudantes se apropriaram dessas ideias, nossa questão geral de pesquisa foi a de se saber:

Como se dá a compreensão sobre modelos de ligações químicas na última série do ensino fundamental em um processo de ensino e aprendizagem orientado pela leitura de textos didáticos de ciências?

Para responder à questão geral, buscamos respostas para outras questões específicas: Quais foram os propósitos didáticos explicitados pelos autores dos textos utilizados como referência? Em que medida as leituras que orientaram o processo de ensino e aprendizagem favoreceram a aproximação a esses propósitos? Que sentidos, contrapalavras, foram produzidos pelos estudantes sobre modelos de ligações químicas com o convite à leitura dos textos didáticos utilizados como referência?

As nossas justificativas para a delimitação proposta na formulação do problema e questão de pesquisa, bem como para as nossas escolhas quanto ao nível de ensino, tema do conteúdo e coleção didática de referência estão explicitadas ao longo dos dois próximos capítulos.

1.4 – Revisão da literatura

Nossa pesquisa, como vimos, está interessada na análise dos processos de ensino e aprendizagem de conteúdos de ciências escolarizados nos anos finais do ensino fundamental orientados pela leitura de textos didáticos. Assim, em suma, esse interesse articula o *ensino e a aprendizagem de ciências* com a *leitura de textos didáticos*. Nesse contexto, torna-se importante a realização de uma revisão da literatura relacionada ao que já foi produzido na área sobre o tema.

As nossas buscas fizeram-se em relatos de pesquisa publicados em periódicos, e em trabalhos apresentados em eventos de comunicação científica. Por isso, decidimos apresentar os resultados em duas partes. A primeira delas teve como objetivo levantar e caracterizar a produção científica dos anos de 2009, 2010, e 1º trimestre de 2011 sobre o tema “leitura no ensino de ciências”, particularmente acerca da leitura em sua dinâmica no contexto da sala de aula. As buscas pelos relatos de pesquisa foram efetuadas em quatro periódicos nacionais⁵, em dois periódicos não-nacionais⁶ e na base de periódicos do Portal *Eric*.

Dos duzentos e noventa e sete relatos inicialmente obtidos na forma de resumos⁷, apenas onze, quando lidos na íntegra, atenderam ao objetivo proposto e acabaram por constituir o nosso *corpus* de revisão. Nesse grupo, a leitura apresentava-se como ferramenta utilizada ou fazia parte do contexto de pesquisa, ainda que não fosse propriamente o objeto de investigação principal. A partir dos resultados da leitura desses relatos, foi possível identificar algumas tendências e lacunas. Considerando as limitações naturais relacionadas a esse tipo de revisão, poderíamos caracterizar a produção da seguinte forma: predominantemente, as pesquisas, que estão no campo de ensino de ciências, são qualitativas e têm motivações práticas; são desenvolvidas em contextos de aprendizagem, incluindo a formação de professores; os sujeitos dessas pesquisas são professores ou estudantes do ensino superior; não há um referencial teórico prevalente; o texto utilizado é do gênero didático ou paradidático. Há de se ressaltar também o caráter preliminar dessa revisão; de ser o conjunto de artigos selecionados formado, majoritariamente, por relatos de pesquisa publicados em periódicos nacionais (sete casos), e o de haver pequeno número de relatos que tiveram como sujeitos da pesquisa estudantes da educação básica (dois casos).

Fizemos também uma busca por trabalhos que, apresentados em congressos e eventos de comunicação científica, pudessem ter como tema a leitura e o processo de

⁵ Revista Ciência & Educação (UNESP), Revista Investigações em Ensino de Ciências (UFRGS), Revista Ensaio (Cecimig/FaE/UFMG), Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (Abrapec).

⁶ *Science Education, Journal of Research in Science Teaching*.

⁷ Do total de 297 relatos, 83,5% havia sido publicado em periódicos não-nacionais.

ensino e aprendizagem de ciências. Seleccionamos para essa busca os trabalhos apresentados no 17º e 18º Congressos de Leitura do Brasil (COLE) realizados, respectivamente, nos anos de 2009 e 2012; no VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) realizado em 2011; e no XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ) realizado em 2012.

COLE - O COLE, promovido pela Associação Brasileira de Leitura (ALB), tem como pauta “*a leitura como um direito de todos, como uma prática cultural que produz no leitor um modo de conhecimento de si mesmo, de sua existência no mundo, de suas relações com os homens. Um conhecimento que pode ser sempre diverso, contraditório e cumulativo; (que pode ser) ampliado*”, conforme expresso no caderno de atividades e resumos de sua 17ª edição. Nesses congressos que tinham a *leitura* como tema principal, buscamos pelos trabalhos que fizessem relação com os temas de *ensino e aprendizagem de ciências, livros didáticos de ciências, ou ligações químicas*. No 17º COLE, as buscas se fizeram considerando um total de 1.921 trabalhos descritos no caderno de resumos e programação, e no 18º COLE, 615 trabalhos descritos no documento de programação – apresentação dos trabalhos. Para apuração dos resultados, levou-se em consideração a presença das expressões acima referidas e seus correlatos nos títulos dos trabalhos, nos resumos e nas palavras chave (no caso do 17º COLE), e nos títulos dos trabalhos (no caso do 18º COLE). Assim, por exemplo, a busca pela expressão *ensino e aprendizagem de ciências* também considerava como resultado válido o encontro de trabalhos que trouxessem expressões como *educação em ciências, aprendizagem em ciências, ensino de ciências, aula de ciências*, etc. Os resultados obtidos, ressaltando-se as limitações de uma análise dessa natureza, encontram-se apresentados no quadro 2 em números absolutos de trabalhos e de percentuais em relação ao total. Um mesmo trabalho pode ter sido contabilizado em mais de uma categoria de expressão de busca.

Quadro 2 – Resultados das buscas de expressões base em trabalhos do COLE

Expressão base utilizada para a busca	Trabalhos encontrados			
	17º COLE (2009)		18º COLE (2012)	
<i>Ensino e aprendizagem de ciências</i>	14	0,7%	6	1,0%

Expressão base utilizada para a busca	Trabalhos encontrados			
	17º COLE (2009)		18º COLE (2012)	
<i>Ligações químicas</i>	0	0,0%	0	0,0%
<i>Livro didático de ciências</i>	2	0,1%	0	0,0%

Os resultados relativos aos congressos de leituras nos mostram que é baixo o índice de trabalhos que têm como tema o ensino e aprendizagem de ciências (menos de 1% dos casos em média). Além disso, é ínfimo o número de trabalhos que tratam do livro didático de ciências (0,05% na média). Ligações químicas não foram temas tratados nos trabalhos pesquisados. Na comparação entre as edições do mesmo evento, vê-se que não houve alterações significativas dos resultados.

ENPEC e ENEQ - O ENPEC é promovido pela Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC), e o ENEQ, pela Sociedade Brasileira de Química (SBQ). O ENPEC é “*um evento que se tornou referência para a comunidade de pesquisadores em Educação em Ciências do Brasil*”, e o ENEQ “*estimulou e tem estimulado a pesquisa em ensino de química em todo o país*”, conforme expresso, respectivamente, no caderno de programação, e no texto de apresentação das edições mais recentes desses eventos. Nesses encontros que tinham a *educação em ciências* ou o *ensino de química* como temas principais, buscamos pelos trabalhos que fizessem a relação desses temas com os de *ensino fundamental, leitura, ligações químicas* ou *livro didático*. No VIII ENPEC, as buscas se fizeram considerando um total de 1.177 trabalhos descritos no caderno de programação, e no XVI ENEQ, 324 trabalhos descritos no caderno de programação – comunicações orais. Os resultados obtidos, valendo as mesmas observações feitas quanto à apuração e demonstração dos resultados para os COLE’s, encontram-se apresentados no quadro 3.

Quadro 3 – Resultados das buscas de expressões base em trabalhos do ENPEC e ENEQ

Expressão base utilizada para a busca	Trabalhos encontrados	
	VIII ENPEC (2011)	XVI ENEQ (2012)

<i>Ensino fundamental</i>	32	2,7%	10	3,1%
<i>Leitura</i>	13	1,1%	4	1,2%
<i>Ligações químicas</i>	4	0,3%	4	1,2%
<i>Livro didático</i>	33	2,8%	22	6,8%

Os resultados relativos aos eventos de pesquisas em educação em ciências ou de química nos mostram que em geral são baixos os índices de trabalhos que têm como temas a leitura, livros didáticos, ligações químicas, ou se refiram ao ensino fundamental. No caso da leitura e do ensino fundamental, os índices dos dois eventos foram parecidos, tendo ficado em média em pouco mais de 1%, e menos de 3%, respectivamente. Ligações químicas e livros didáticos foram temas que apareceram em uma maior quantidade relativa no evento relacionado à química.

Apesar de ser relativamente alto o número de trabalhos que tratam de leitura ou do ensino de ciências/química, isoladamente, dos resultados globais dessas revisões, vimos que o número de relatos de pesquisa acerca do tema de interesse de nossa pesquisa é relativamente baixo, principalmente no que se refere ao papel que a leitura desempenha no aprendizado de ciências. Revelam-se assim carências de trabalhos e estudos mais extensos sobre a aprendizagem de modelos de ligações químicas no ensino fundamental orientada pela leitura de textos de coleções didáticas de ciências. A partir dessa revisão, vimos que é importante investigar a leitura na sala de aula como meio de acesso ao conhecimento científico socialmente produzido. Para Espinoza (2010), a pesquisa e a divulgação do conhecimento sobre as possibilidades e dificuldades da leitura em ciências devem ser aprofundadas. Assim, se a nossa pesquisa pode contribuir nesse sentido, ao mesmo tempo preocupa-nos a pequena quantidade de trabalhos com os quais poderíamos dialogar quando da análise dos dados.

CAPÍTULO 2 - REFERENCIAIS TEÓRICO-METODOLÓGICOS

Navegantes, navegar é preciso viver. Nossos roteiros de viagens dirão de nós o que fomos: de qualquer forma estamos sempre definindo rotas – os focos de nossas compreensões. (GERALDI, 1991, p.4).

Como buscamos olhar para o estudo das ligações químicas orientado pela leitura do texto didático de ciências, precisamos entender como se dá a construção dos conceitos, dos modelos, e o modo como as pessoas explicam esses conceitos. Queremos, assim, compreender a experiência vivenciada historicamente: no processo e como os sujeitos se constituíram, pela *exotopia*, pelo *excedente de visão* e pela *alteridade*⁸. Nessa tentativa de compreensão, um movimento de *construir relações alteritárias* e de *pesquisar no processo*. Como, para isso, é preciso também entrar em campos específicos relacionados à leitura e à química, os nossos pilares para a pesquisa e para a análise dos dados se farão sobre as mediações de leituras, o processo, a alteridade, e os modelos de ligações químicas⁹.

2.1 – Aprender a ler e ler para aprender

A educação pode ser definida como a influência e a intervenção planejadas, adequadas ao objetivo, premeditadas, conscientes, nos processos de crescimento natural do organismo. Por isso, só terá caráter educativo o estabelecimento de novas reações que, em alguma medida, intervenham nos processos de crescimento e os orientem (VYGOTSKY apud BORTONI-RICARDO et al, 2012, p.165).

A leitura desempenha papel fundamental nas relações de ensino, especialmente no que se refere à aprendizagem de ciências nas salas de aula. Por isso, a compreensão de um texto não pode ser encarada como fruto da simples apreensão de significados literais, um processo de decifração, porque não lemos palavras, mas enunciados completos. Ler é atribuir sentidos a partir do que já sabemos do mundo ao encontrar um texto. Daí a importância de nos afastarmos do caráter de simplicidade normalmente atribuído por nós professores de ciências à leitura, qual seja, o de habilidade a ser

⁸ Esses conceitos serão tratados mais detalhadamente na seção 2.3.

⁹ Sobre os modelos de ligações químicas, discorreremos em seção específica do próximo capítulo, Contexto da Pesquisa.

adquirida em determinada etapa da escolaridade no âmbito das aulas de português, independentemente dos conhecimentos específicos envolvidos no ato de ler e dos diversos tipos de textos que circulam no espaço escolar. A leitura no ensino de ciências, recurso habitualmente utilizado nas práticas escolares, até pouco tempo parecia não exigir uma reflexão a respeito, constatação que se faz frente à maneira como a atividade era (ou é) proposta. Situação essa particularmente preocupante, considerando que os conteúdos envolvidos são relevantes para os estudantes progredirem na aprendizagem em ciências, e que os textos didáticos de ciências se mostram difíceis para serem compreendidos sem o auxílio/mediação do professor. Existe algo “estranho”, contraintuitivo, no discurso da ciência, que é difícil de ser compreendido (ESPINOZA, 2010; MARCUSCHI, 2005).

Neste sentido, Paula e Lima (2010) alertam que a leitura não pode se restringir à busca de informações em um texto:

Quando o professor restringe o processo de ler ao ato de acessar informações em um texto, o papel do estudante fica, por sua vez, limitado em termos de leitura e interpretação. Nesse caso, o professor deixa de lado a complexidade das práticas de leitura vivenciadas nas salas de aula de ciências e o caráter problemático dos atos de interpretação de textos escritos. Assim, outra concepção de leitura de textos que circulam ou poderiam circular nas salas de aula de ciências é necessária (p. 432).

Essa outra concepção, defendida por aqueles autores, é a de que na leitura, como uma ação de linguagem, ocorre um complexo processo de produção de sentidos, condicionado pelos aspectos histórico-sociais nos quais o texto, seu autor e seu leitor encontram-se situados. Nessa visão de leitura de texto, a compreensão de um determinado gênero discursivo depende mais do contexto comunicativo e da cultura em que ele é produzido e em que circula do que da própria palavra (MACHADO, 2005). Para Orlandi (2005), o sujeito que produz uma leitura a partir de sua posição, interpreta. O sujeito-leitor que se relaciona criticamente com sua posição, que a problematiza, explicitando as condições de produção da sua leitura, compreende. Por isso, podemos dizer que ler um texto escolar de ciências pressupõe compreender as intencionalidades

ou projetos de dizer de autores, de professores mediadores de determinados discursos científicos – traduzidos em textos didáticos - no encontro com o que os estudantes pensam e sabem sobre aqueles enunciados.

Contudo, o projeto de dizer do autor a um leitor presumido não dá conta do inacabamento em termos de sentidos possíveis, inerente aos discursos. Isso porque o texto se atualiza e se concretiza no ato da leitura. O leitor preenche lacunas que decorrem do encontro entre o sentido que ele confere ao que o autor diz e aquilo que lhe parece estar sendo dito por este na relação com o que leitor “sabe” sobre aquele tema, a partir de outros textos. Em outras palavras, são preenchidas as lacunas na medida em que o leitor recria o que foi omitido (PAULA e LIMA, 2010; BRANDÃO, 2005). Os sentidos do texto e a significação das palavras dependem da relação entre sujeitos, ou seja, constroem-se na produção e interpretação dos textos (BRANDÃO, 2005; BARROS, 2005). Resultam do encontro entre projetos de dizer e de ouvir, tributários de um determinado gênero discursivo (LIMA, 2005). No nosso caso, o gênero texto didático de ciências, escrito para estudantes do segundo segmento do nível fundamental.

Por isso, para avaliar a leitura é importante ir além do que está escrito e nos aproximarmos da dinâmica interlocutiva estabelecida entre sujeitos (visões de mundo) e textos (suporte de circulação de discursos). É por isso que, de acordo com Bakhtin, um texto nunca pode ser traduzido ou reduzido a um texto único ou sentido último. Os sentidos possíveis são muitos e se desenvolvem na fronteira em que as consciências se encontram.

Assim:

Ver e compreender o autor de uma obra significa ver e compreender outra consciência, a consciência do outro e seu mundo, isto é, outro sujeito (“um tu”). (BAKHTIN, 2003, p. 316).

Para Marcuschi (1999), mesmo os textos mais simples podem oferecer as “compreensões” mais inesperadas. Neste trabalho, o autor tenta mostrar em que medida o contexto histórico-cultural, os conhecimentos de mundo, as experiências e as crenças individuais influenciam na organização das inferências durante a leitura.

Os sentidos produzidos na leitura dependem do contexto, mas não se limitam a ele. Dão-se em condições determinadas, cuja especificidade está em serem construídos em confrontos de relações sócio-historicamente fundadas e permeadas pelas relações de poder. Assim, têm historicidade, têm um passado e se projetam num futuro. As leituras não podem, então, ser vistas como práticas que resultam em uma produção de sentido transparente (ORLANDI, 2005; ASSUNÇÃO, 2007).

Mas, o que é esse objeto *texto*? Para Geraldi (1991), um texto é o produto de uma atividade discursiva onde *alguém diz algo a alguém*. A partir das delimitações que o autor faz para suas análises, e das quais nos valem, entende que um texto é uma sequência verbal escrita coerente formando um todo acabado, definitivo e publicado (dado a público), isto é, cumprindo sua finalidade de ser lido, o que demanda o outro. Assim, um texto:

- a) se constrói numa relação entre um eu e um tu;
- b) opera com elementos que, sozinhos, são insuficientes para produzir um sentido fixo¹⁰;
- c) inevitavelmente tem um significado, construído na produção e na leitura, resultado das múltiplas estratégias possíveis de interpretação compartilhadas por uma comunidade linguística, a que apelam tanto autor quanto leitor.

Acrescentamos a estas considerações sobre a natureza do texto duas complicações:

- d) diferentes instâncias de uso da linguagem operam com diferentes estratégias de produção e compreensão de textos;
- e) as comunidades linguísticas não são homogêneas (antes pelo contrário, na nossa sociedade se debatem interesses antagônicos) e, portanto, operam tanto com diferentes conjuntos de noções (sistemas de referências) quanto com diferentes formas de construção de enunciados. (GERALDI, 1991, p. 104-105).

Moraes e Galiazzi (2007), também nessa direção, apontam que os textos são entendidos como produções linguísticas referentes a determinado fenômeno e

¹⁰ Á p. 103, Geraldi (1991) discorre que há *compreensão de um texto*, e não *reconhecimento de um sentido* que lhe seria imanente, único. Assim, por mais paradoxal que possa parecer, afirma, um texto significa sempre uma coisa, mas esta coisa não é sempre a mesma.

originadas em um determinado tempo e contexto. São vistas como produções que expressam discursos sobre diferentes fenômenos e que podem ser lidos, descritos e interpretados, correspondendo a uma multiplicidade de sentidos que a partir deles podem ser construídos.

Na nossa pesquisa, vão nos interessar os discursos produzidos a partir das relações dos estudantes com os textos materializados no gênero livro didático. Fiorin (2008), em sua obra de introdução ao pensamento de Bakhtin, relata que os gêneros são tipos de enunciados relativamente estáveis, caracterizados por um conteúdo temático, uma construção composicional e um estilo. Falamos sempre por meio de gêneros no interior de uma dada esfera de atividade. Assim, o gênero estabelece uma interconexão da linguagem com a vida social. Para Bakhtin:

O emprego da língua efetua-se em forma de enunciados (orais e escritos) concretos e únicos, proferidos pelos integrantes desse ou daquele campo da atividade humana. Esses enunciados refletem as condições específicas e as finalidades de cada referido campo não só por seu conteúdo (temático) e pelo estilo da linguagem, ou seja, pela seleção dos recursos lexicais, fraseológicos e gramaticais da língua mas, acima de tudo, por sua construção composicional. Todos esses três elementos – o conteúdo temático, o estilo, a construção composicional – estão indissolivelmente ligados ao todo do enunciado e são igualmente determinados pela especificidade de um determinado campo da comunicação. Evidentemente, cada enunciado particular é individual, mas cada campo de utilização da língua elabora seus *tipos relativamente estáveis* de enunciados, os quais denominamos *gêneros do discurso*. A riqueza e a diversidade dos gêneros do discurso são infinitas porque são inesgotáveis as possibilidades da multiforme atividade humana e porque em cada campo dessa atividade é integral o repertório de gêneros do discurso, que cresce e se diferencia à medida que se desenvolve e se complexifica um determinado campo. (BAKHTIN, 2003, p. 261-262).

Fiorin (2005, p.102), em outra obra, descreve os elementos caracterizadores dos gêneros textuais:

- **Temática:** Não é o assunto de que trata o texto, mas é a esfera de sentido de que trata o gênero. Assim, numa carta comercial, por exemplo, a temática é o tratar de um negócio.
- **Forma composicional:** É a estrutura do texto. A carta comercial tem lugar e data, assunto, fórmula de cortesia, assinatura.
- **Estilo:** É o conjunto de marcas linguísticas exigidas por um gênero. Na carta comercial, é preciso usar uma linguagem formal, é necessário utilizar a norma culta, deve-se ser conciso e direto.

Ainda de acordo com Fiorin (2005), há uma categoria mais geral de organização dos textos do que o gênero, que poderia ser denominada *tipo textual*. Os tipos são construções textuais que apresentam determinadas características linguísticas, sendo bem poucos esses tipos textuais: o narrativo, o descritivo, o expositivo, o opinativo, o argumentativo e o injuntivo¹¹. Um mesmo tipo textual pode ser utilizado por mais de um gênero. Frequentemente, os tipos não são encontrados em estado puro, já que um gênero pode valer-se de vários tipos. Assim, quando dizemos que um texto é narrativo, estamos classificando-o assim porque nele predomina o tipo narrativo e não porque ele se vale exclusivamente do tipo narrativo. Os textos reais não são puros, mas valem-se de diferentes tipos textuais.

Para o autor, os *textos expositivos* são utilizados em gêneros da esfera da ciência, da filosofia, da escola etc. No texto expositivo, o autor manifesta seu ponto de vista ao considerar como válida uma explicação e não outra. Neste tipo de texto, identifica-se um problema, estabelece-se uma ligação de causalidade entre fenômenos, e, assim, explica-se o problema identificado. O texto expositivo serve para construir e transmitir um saber sobre um dado tema.

Para tratar do *texto injuntivo*, Fiorin (2005) utiliza o exemplo inicial de uma receita de cozinha. Descreve que o nome injuntivo (= prescrição) vem do fato de que ele se constrói basicamente com o imperativo, o modo da injunção, e que os textos

¹¹ Outros autores, como Marcuschi e Bronckart, estabelecem categorias diferentes para os tipos textuais, como descreve Costa (2011).

desse tipo, embora se apresentem como uma sequência de injunções, na verdade, transmitem um saber sobre como realizar alguma coisa, expõem um plano de ação para atingir determinado objetivo.

Entendemos que nos textos das coleções didáticas de ciências predominam os tipos *expositivo* e *injuntivo*. No conjunto de textos utilizados em sala de aula e relatados nesta dissertação, o predomínio foi ainda maior do tipo expositivo. Como veremos na seção 3.5, apesar de o primeiro texto utilizado apresentar características injuntivas, foi utilizado de uma forma que o fez aproximar mais das características dos outros textos do conjunto, marcadamente expositivos.

Frade e Machado (2009), ainda que nos alertando que não há um modo fechado de funcionamento das esferas e que pode haver circularidade ou interpenetração de uma na outra¹², constroem um quadro com exemplos de textos que aparecem especialmente em alguns suportes. Os textos dos livros didáticos, nosso interesse aqui, são relacionados à esfera educacional e na classe de gêneros textuais escritos.

Para Perini (2005a), o livro didático é o único tipo de material escrito com o qual os alunos têm oportunidade de um convívio relativamente intenso e prolongado. Por esse motivo, para o autor, o estudante típico das escolas brasileiras – de família de baixa renda, com pais analfabetos (funcionais ou totais), que não ficará mais que uns poucos anos na escola, que tem muito pouca oportunidade de contato com material escrito fora da escola – terá de depender crucialmente dos textos didáticos para desenvolver sua leitura funcional¹³. E que se aprende a ler funcionalmente, lendo, ou seja, a leitura funcional nascerá do convívio com o material escrito adequado, e somente dele. Assim, um livro de estudos sociais ou de ciências é também, e antes de tudo, um instrumento para a aquisição da leitura funcional.

¹² Carlo Ginzburg utiliza o termo *circulação* em suas obras para designar a interpenetração de culturas, que é o caso, em nosso entendimento, da aprendizagem em ciências.

¹³ Para o autor, boa parte dos alunos deveria deixar a escola instrumentada a utilizar a leitura para solucionar problemas da vida cotidiana, e capaz de desenvolver suas habilidades de leitura de forma autônoma.

Em geral os textos didáticos de ciências se mostram difíceis de serem compreendidos. Essa dificuldade pode estar relacionada a alguns aspectos que dizem respeito ao texto em si. Outros aspectos podem estar relacionados aos processos de interação do leitor com o projeto de dizer dos autores. Perini (2005a) nos oferece alguns instrumentos para elucidar esses aspectos. Para o autor, a complexidade de um texto pode estar relacionada à *dificuldade conceitual intrínseca* (a dificuldade do assunto), à *dificuldade conceitual relativa aos conhecimentos prévios do leitor*, e à complexidade discursiva (proveniente da forma pela qual o texto está organizado formalmente: estrutura de tópicos, realces, paragrafação, etc.).

Para Braga (2003)¹⁴, o gênero do texto do livro didático de ciências não seria uma simples soma de outros gêneros de discursos – científico, cotidiano, jornalístico, divulgação científica, pedagógico e literário, nem seria, também, uma simples tradução ou reformulação do discurso científico. Seria, na verdade, um gênero construído na relação estabelecida entre diferentes formas de discursos numa mesma língua, refletindo as condições e os objetivos do meio social em que se insere – no caso, a escola. Nesse sentido, esse gênero poderia ser caracterizado como uma mescla de alguns elementos dos gêneros científico, didático e cotidiano:

A linguagem é a forma que os cientistas empregam para divulgar o conhecimento produzido. Tomando-se, num sentido mais amplo, o gênero de discurso científico pode ser caracterizado por seu vocabulário, suas redes semânticas, seu estilo, suas representações visuais – (imagens) –, matemáticas e de operações experimentais (...). O texto de Biologia do livro didático não reproduz os elementos do gênero de discurso científico de forma literal, mas associa-os a elementos do gênero de discurso didático e cotidiano. Os elementos do gênero de discurso didático, interagindo com elementos do gênero de discurso científico e cotidiano e outros, contribuem para recontextualização do conhecimento científico no texto do livro didático (...). O gênero de discurso cotidiano é usado no livro didático para contextualizar conceitos, em função de certos elementos de

¹⁴ Apesar de a autora tratar especificamente dos textos de biologia dos livros didáticos de ciências, entendemos que suas considerações valham também para o caso dos textos de química.

vivência ou de fácil entendimento do leitor. Esses elementos, entrelaçados com elementos do gênero de discurso científico e didático, têm claramente, uma função didática no texto do livro didático de Ciências (BRAGA, 2003, p. 38, 48, e 53).

A autora ainda, em suas considerações finais, entende que é interessante que não apenas o professor de língua portuguesa, mas também o de ciências, ao trabalhar em sala de aula com o texto do livro didático de ciências¹⁵, atente tanto para o aspecto temático quanto para a linguagem, de modo a estar sensível às dificuldades que o estudante pode manifestar ao interagir com esse texto. Assim, vai ao encontro das proposições feitas por vários outros autores no sentido da valorização da mediação da leitura.

A presença do texto didático na sala de aula implica desistir de um ensino como transmissão de um conhecimento pronto e acabado¹⁶ (GERALDI, 2010), e ler torna-se uma atividade de co-enunciação (BRANDÃO, 2005):

Toda enunciação (...) é uma resposta a alguma coisa e é construída como tal. Não passa de um elo da cadeia dos atos de fala. Toda inscrição prolonga aquelas que a precederam, travam uma polêmica com elas, conta com as reações ativas da compreensão, antecipa-as (BAKHTIN, 2003: p. 99).

Como a leitura não é ato solitário (SOARES, 2005), e representa a construção de sentidos em um encontro de vozes, ou, segundo Paula e Lima (2010), um encontro de, no mínimo, duas consciências e horizontes conceituais, a do autor e a do leitor, revela-se a importância da mediação intencionalmente planejada do professor antes, durante e após a situação de leitura. Tal mediação tem como objetivo conhecer os sentidos atribuídos pelos estudantes e fortalecer aqueles cientificamente consolidados, possibilitados pelos textos. O professor, portanto, é responsável, em sala de aula, por

¹⁵ Espinoza (2006) e Martins (2006) tratam também das especificidades dos textos didáticos de ciências.

¹⁶ Segundo o autor, tratar-se-ia de assumir um ensinar sem objeto direto, uma aprendizagem que se lastrearia na experiência de produzir algo sempre nunca antes produzido – uma leitura ou um texto – manuseando os instrumentos tornados disponíveis pelas produções anteriores.

criar condições para que seus alunos ingressem nas práticas sociais de leitura como atribuição de sentidos (ESPINOZA, 2010). Nesse sentido, Assunção (2007) diz que:

No jogo das práticas de leituras escolares, portanto, há de se pensar nessas subjetivações que se colocam em interação: a do sujeito-autor que, ao produzir seu texto, se filia a uma formação discursiva e, a partir dela, produz sentido; a do sujeito-professor que, como mediador instituído pela escola, cumpre a função não só de organizar, mas também de disciplinar as leituras possíveis e, no sentido de Foucault (1998), cumpre sua função de comentarista, garantindo as leituras que devem ser reproduzidas; e, por fim, a do sujeito-leitor – no caso específico que estamos considerando, o sujeito-leitor-aluno – que, inserido em uma prática de leitura escolar, deve negociar sua produção de sentido com aquela produzida na e pela escola.

Mas de que conceito de mediação estamos nos apropriando? Daquele que é central na abordagem de Vygotsky. Para Geraldi *et al* (2006), Vygotsky dá caráter social ao psiquismo humano ao *“admitir a possibilidade de o outro mediar, pelo ensino, pelas respostas que é ou que oferece, a aquisição de novos conceitos, novas competências, e com isso mesmo superar etapas de desenvolvimento”*. Vygotsky diferencia funções psíquicas elementares e superiores, estas as que caracterizam o funcionamento psicológico tipicamente humano, como o pensamento abstrato ou a ação intencional. O princípio da origem social das funções psicológicas superiores constitui a pedra angular dos trabalhos de Vygotsky:

Todas as funções no desenvolvimento da criança aparecem duas vezes: primeiro, no nível social, e, depois, no nível individual: primeiro entre pessoas (interpsicológica), e, depois, no interior da criança (intrapicológica). (VYGOTSKY, 1991, p.64).

Ainda conforme Geraldi *et al* (2006), por trás da simplicidade dessa formulação esconde-se uma grande complexidade teórica decorrente do fato de que essas funções psicológicas superiores são de natureza cultural. A construção dessas funções no plano individual não é mera transposição das que já existem no plano social, mas o resultado de uma transformação qualitativa destas durante o processo de sua internalização. Todas

as funções superiores têm as suas origens em processos sociais. Conseguimos compreender a qualidade humana dessas funções se compreendemos os instrumentos e os signos que as medeiam. Esses meios são sempre instrumentos culturais e históricos, e têm um caráter material que marca as relações interpessoais nas quais são usados. Todas as funções superiores têm um aspecto comum: são processos mediados, o que implica sua natureza cultural e social.

Disso, resultam as seguintes consequências, em síntese: 1. Vygotsky rompe com a ideia tradicional de que os homens são controlados de fora, quer dizer, pela sociedade, ou de que eles são controlados de dentro, quer dizer, pela sua herança biológica; 2. O sujeito cria a si mesmo nas relações sociais. O núcleo mais íntimo e subjetivo de cada indivíduo, a consciência, é de natureza social e cultural; 3. Um sujeito é o resultado de sua própria atividade. Por meio dos instrumentos e signos, essa atividade é desenvolvida numa interação sócio-histórica e cultural; 4. A mediação interpessoal pelos instrumentos e pelos signos e a atividade mediada por esses mesmos instrumentos e signos não são só concepções psicológicas, mas conceitos que rompem todos os muros cartesianos que separam a consciência individual da cultura e da sociedade (GERALDI *et al*, 2006, p. 16).

2.2 – Aprender ciências: esforço de compreensão

O nosso objetivo como professores e professoras de química pode ser traduzido pela busca da compreensão por parte dos estudantes dos conteúdos dessa ciência. O desafio é grande, considerando-se que para alcançar esse objetivo é importante emprendermos abordagens capazes de fazer frente às práticas de esquematização, memorização de definições, de classificações, e de proposição de nomes e fórmulas de compostos. Em geral, nós professores, fornecemos as explicações relativas aos conteúdos químicos para que, em seguida, os estudantes possam fazer as atividades propostas como avaliação da aprendizagem a partir de situações prototípicas de testes. Acreditamos que as explicações geram compreensão. Contudo, é possível ir além desta forma de ver e perceber que explicação e compreensão são processos diferentes:

Na explicação existe apenas uma consciência, um sujeito; na compreensão, duas consciências, dois sujeitos. Não pode haver

relação dialógica com o objeto, por isso a explicação é desprovida de elementos dialógicos (além do retórico-formal). Em certa medida, a compreensão é sempre dialógica (BAKHTIN, 2003, p. 316).

Nosso esforço tem sido o de promover espaços para que se estabeleçam processos de compreensão em que os estudantes se vejam envolvidos em situações de diálogo, cada vez mais ricas em termos de elaboração de sentidos. De acordo com a produção do Círculo de Bakhtin, a compreensão consiste no processo de interlocução e nesse processo os elementos necessários nem sempre estão previamente definidos. A compreensão vai sendo construída para além do reconhecimento do significado das palavras. É preciso mergulhar nos processos de diálogos estabelecidos entre os sujeitos, em contextos reais de interação, para que os sentidos vários sejam apresentados e confrontados. Uma vez que os sentidos não residem nas palavras, mas são construídos na interação (LIMA, 2005), a presença do outro é, portanto, fundamental.

No âmbito da sala de aula, os processos de elaboração de sentidos nas interações e a construção do entendimento estão relacionados com as muitas formas como duas ou mais vozes entram em contato. Nas interações de uma sala de aula, as vozes do livro didático, do professor, dos colegas, das experiências da vida cotidiana, etc., encontram-se e confrontam-se e, a partir daí, significados negociados ganham relativa estabilidade em termos de significação compartilhada socialmente (MACHADO, 2004).

Freitas (2005), referindo-se às ideias de Vygotsky e Bakhtin, diz que se pode pensar o espaço escolar como um espaço de elaboração conjunta:

Ao se valorizar essa interação dialógica, o aluno não é mais um agente passivo e receptivo, mas um sujeito que age e, pelo seu discurso, se faz ouvir, recriando-se no seio de outras vozes. A ação compartilhada, permeando o espaço pedagógico, humaniza o processo educacional (p. 308).

Nesse sentido, Geraldi (2010) defende a escola como um lugar de aprendizagem, ao invés de ser um lugar de ensino. Em um contexto de aprendizagem,

professores e estudantes são aprendizes, mas em patamares distintos, pois são relações assimétricas. A aprendizagem ocorre sempre mediada por ferramentas e signos.

É essa relação entre sujeitos e signos na aprendizagem de química que nos interessa discutir aqui. Uma discussão que voltará nossa atenção para a elaboração de sentidos nos processos de compreensão, com importante destaque para a mediação da leitura de textos didáticos em sala de aula.

O nosso problema de pesquisa refere-se aos processos nos quais os estudantes se veem envolvidos no esforço de compreensão de conteúdos da química, geralmente tidos como difíceis de serem ensinados e aprendidos. Essa situação se verifica não só no ensino de ligações químicas, mas também nos mais variados temas curriculares. Frente a essa realidade, a opção pelo ensino de determinados conteúdos acaba por introduzir explicações simplificadas, reducionistas e esquemáticas que não convêm a uma educação em ciências comprometida com a capacidade de pensar, criticar e se posicionar no mundo como sujeito. Consideramos importante avançar na compreensão do papel do texto didático de ciências na sala de aula na promoção da aprendizagem.

2.3 – A pesquisa nas ciências humanas: uma construção alteritária

Nossa hipótese de trabalho é de que em torno da questão da alteridade se tece uma grande parte do trabalho do pesquisador. Análise e manejo das relações com o outro constituem, no trabalho de campo e no trabalho de escrita, um dos eixos em torno dos quais se produz o saber. Diferença no interior de uma identidade, pluralidade na unidade, o outro é ao mesmo tempo aquele que quero encontrar e aquele cuja impossibilidade de encontro integra o próprio princípio da pesquisa. Sem reconhecimento da alteridade não há objeto de pesquisa e isto faz com que toda tentativa de compreensão e de diálogo se construa sempre na referência aos limites dessa tentativa (AMORIM, 2001, p.28-29).

A aprendizagem é um processo complexo, articulado ao desenvolvimento humano e à linguagem. Portanto, para estudá-la faz-se necessário utilizar um referencial teórico-metodológico capaz de levar em conta os processos sócio-históricos subjacentes ao desenvolvimento humano e, ao mesmo tempo, capaz de favorecer o aprofundamento das relações entre ensino e aprendizagem (FREITAS e RAMOS, 2010). Nossa pesquisa

teve como foco a produção de sentidos no contexto do ensino de ciências a partir do olhar da perspectiva histórico-cultural.

Geraldi *et al* (2006) nos auxiliam a compreender as razões pelas quais essa abordagem é denominada pelas palavras *cultural* e *histórico*. *Cultural* porque a sociedade organiza, com base em seu nível de desenvolvimento, os problemas e tarefas com os quais cada indivíduo dessa sociedade deve confrontar-se. Isso significa também que a sociedade dá as possibilidades e as proibições de acesso a todos os instrumentos e meios materiais e mentais que permitam soluções. Tanto as possibilidades de acesso como as de proibição constituem-se em regimes de constringências ditadas pelos grupos de poder que controlam as sociedades. *Histórico* significa que esses meios e instrumentos foram elaborados em um longo processo da história e que continuam a ser elaborados no presente, sem perder nunca de vista seu futuro.

A pesquisa na abordagem histórico-cultural centra-se nos *processos em curso* e nas *relações estabelecidas entre sujeitos envolvidos em processos de significação*, como é o caso do sujeito pesquisador e dos sujeitos pesquisados. Flagrar esse movimento pressupõe atenção às relações dialógicas como esforço de *compreensão ativa e responsiva* entre sujeitos. Nessa perspectiva, nossa atenção se volta para os dados produzidos como enunciações – o que foi dito e como foi dito – e para os próprios sujeitos enunciadoreis. Os sujeitos e seus dizeres são texto e contexto das análises. É deles que se originaram os sentidos postos em circulação. Trabalhos que se deram essencialmente com os discursos, em uma abordagem histórico-cultural alteritária e tendo o processo como caminho metodológico.

O foco nos processos em curso Na perspectiva histórico-cultural procura-se conhecer os sujeitos envolvidos na investigação para, por meio deles, compreender também os contextos de aprendizagem, de vida, de enunciação e de significação do mundo. As questões de pesquisa formuladas se orientam para a compreensão dos fenômenos em sua complexidade e historicidade, ou seja, vai-se ao encontro da situação no seu acontecer, no seu desenvolvimento. Desse modo, não se tinha um problema de pesquisa *a priori* bem delimitado. O processo de construção dos dados caracteriza-se pela ênfase na captação de elementos que auxiliem nessa compreensão. Para Bakhtin,

*toda palavra de um texto conduz para fora dos limites desse texto. A compreensão é o cotejo de um texto com os outros textos. O dado, por seu turno, também não nos é oferecido/dado automaticamente, mas é construído na relação com os autores que nos servem de referenciais teórico-metodológicos*¹⁷.

As pesquisas em uma abordagem histórico-cultural são essencialmente de cunho qualitativo, pois o que interessa é a compreensão dos sentidos que são construídos e compartilhados por indivíduos socialmente relacionados no próprio processo dialógico como esforço de significar, trabalho semiótico. Na relação dialógica entre pesquisador e pesquisados, os sentidos vão sendo construídos. Nessa relação, o pesquisador não chega a resultados acabados e generalizáveis para qualquer situação já que são produzidos em contextos específicos de estudo. Ao contrário das explicações que o pesquisador fornece a terceiros, o esforço é de compreensão dos fenômenos estudados na singularidade das situações em que foi produzida. Ele constrói sentidos a partir de sua experiência com os sujeitos pesquisados no campo de pesquisa. O encontro que se dá é com o outro na pesquisa, e as diversas vozes repercutem sentidos diversos e visões diferentes de mundo que lançam a uma compreensão ativa e responsiva, conforme Bakhtin:

O sentido é potencialmente infinito, mas pode atualizar-se somente em contato com outro sentido (do outro), ainda que seja com uma pergunta do discurso interior do sujeito da compreensão. Ele deve sempre contatar com outro sentido para revelar os novos elementos da sua perenidade (como a palavra revela os seus significados somente no contexto). Um sentido atual não pertence a um (só) sentido, mas tão-somente a dois sentidos que se encontraram e se contactaram. Não pode haver “sentido em si” – ele só existe para outro sentido, isto é, só existe com ele. Não pode haver um sentido único (um). Por isso não pode haver o primeiro nem o último sentido, ele está sempre situado entre os sentidos, é um elo na cadeia dos sentidos, a única que pode existir realmente em sua totalidade (BAKHTIN, 2003, p. 382).

O pesquisador é, portanto, um dos principais instrumentos da pesquisa. Sua compreensão se constrói a partir do lugar histórico-cultural no qual se situa e depende

¹⁷ Retomaremos essa discussão no Capítulo 3 – Contexto da pesquisa.

tanto das relações intersubjetivas que estabelece com os sujeitos com quem pesquisa, quanto com os dados coletados que nunca estão dados de modo neutro, mas sempre produzidos por sujeitos concretos. Por conseguinte, não se busca em uma pesquisa dessa natureza, a precisão do conhecimento, mas a oportunidade para que pesquisador e pesquisados reflitam, aprendam e ressignifiquem-se no processo de pesquisa (FREITAS, 2010; FREITAS, 2003 *apud* SCHUCHTER e BRUNO, 2010).

Para realizar essa pesquisa valemo-nos da teoria enunciativa da linguagem de Bakhtin e seu círculo, bem como de Vygotsky no que se refere ao processo de se pesquisar as coisas a partir dos seus processos de constituição, no movimento em que acontecem.

Vygotsky e Bakhtin tornaram-se os principais expoentes da abordagem histórico-cultural, que concebe o sujeito socialmente inserido num meio historicamente construído, onde este se constitui em fonte de conhecimento. Neste viés, orientam para uma relação dialética-dialógica na prática de pesquisa, onde o pesquisador não fala *sobre* sujeitos, mas *com* eles reflete (SCHUCHTER e BRUNO, 2010, p. 77).

Para Geraldí *et al* (2006), as correlações que ajudam a compreender Bakhtin e Vygotsky, um autor pelo outro, passam pela partilha de interesse de ambos pela literatura, pela centralidade atribuída por ambos à linguagem, pelo compromisso de ambos com o futuro, e pelo processo de constituição da subjetividade pela relação com a alteridade.

A linguagem, para ambos, tem uma função constitutiva dos sujeitos. Para Vygotsky, sem o concurso da linguagem não há pensamento. Para Bakhtin, a aquisição da linguagem gera, constitui a própria subjetividade. É que a linguagem, para ele, é constitutiva da consciência e de toda a atividade mental. O sujeito constitui-se nas interações de que participa. Para Bakhtin e Vygotsky, é por meio da linguagem que o homem e sua consciência se constituem. O sujeito se constitui discursivamente na medida em que interage com as vozes sociais que formam a comunidade semiótica de que participa. A linguagem, observada em uso, é a forma de conhecer esse ser eminentemente social, datado e marcado pela cultura, suas atividades, sua condição de

sujeito múltiplo, sua inserção na história, no meio social e cultural. Por isso, a linguagem se apresenta como o principal meio de estudo do ser humano. A atividade de estudantes e professor pode ser mediada por textos, capazes de promover o diálogo (BRAIT, 2006; GERALDI *et al* 2006; RAMOS e SCHAPPER, 2010; PEREIRA, M.L., 2010; SCHUCHTER e BRUNO, 2010; PEREIRA, P.S., 2010).

Ao conceberem a linguagem como o lugar de uma ação reguladora do psiquismo, ou como atividade constitutiva do sujeito, Bakhtin e Vygotsky enfrentam a questão da correlação entre sujeito e sociedade, entre o que está dado e o que está por ser alcançado, entre passado e futuro. Elegem o território do fluxo de movimento. Os dois autores, assim, dão mais importância ao ainda não concluído, ao ainda em processo, do que àquilo que já está completado, que já está dado.

Vygotsky considera a historicidade do homem, que, por isso, não pode ser analisado fora de seu contexto, e sim, em seu processo de mudança. Compreender historicamente os objetos de estudo significa ir à sua gênese e desenvolvimento, valorizando mais o processo que seus produtos. Pela importância que Vygotsky deu aos métodos de pesquisa, ele pode ser considerado também um metodólogo: a tarefa da pesquisa é estudar o fenômeno em seu processo vivo e não como um objeto estático, portanto em sua historicidade.

No pensamento bakhtiniano, somos movidos pela memória de futuro que nos fornece assim os critérios de seleção de um ato no horizonte dos atos possíveis. E nesse vir-a-ser, nesse objetivo a ser alcançado, nunca somos acabados, prontos, fixados: somos história e histórias (GERALDI *et al* 2006; FREITAS e RAMOS, 2010; CASTRO, 2010; VIANNA, 2010).

As relações estabelecidas entre sujeitos envolvidos em processos de significação O outro é condição precípua para a existência do “eu”. Como a consciência se constrói no encontro de vozes, conforme Bakhtin, e como essa consciência se reflete na palavra, conforme Vygotsky, a presença do outro é de fundamental importância para a constituição do sujeito. Nas palavras de Bakhtin:

Eu tomo consciência de mim e me torno eu mesmo unicamente me revelando para o outro, através do outro e com o auxílio do outro. Os atos mais importantes, que constituem a autoconsciência, são determinados pela relação com outra consciência (com o tu) (BAKHTIN, 2003, p. 341).

Ainda segundo Bakhtin, as palavras que assimilamos não são as palavras da língua, mas as palavras do outro. É na interação com esse outro, por meio de palavras que estão impregnadas do contexto histórico, social e cultural em que foram empregadas, que assimilamos, reestruturamos e modificamos nossa consciência das coisas (BRAIT, 2006; PEREIRA, M.L., 2010; PEREIRA, P.S., 2010). Quando nascemos já encontramos um mundo repleto de discursos e de sujeitos falantes. É na relação social e cultural com estes falantes que construímos nossos discursos, discursos outros.

Compreendemos, de acordo com Bakhtin, que a fonte de dados é sempre o texto, o que significa dizer que onde se procura o homem se encontra texto. Por isso, para compreender seu objeto – um outro sujeito – o pesquisador necessita compreender seu texto, aqui entendido por suas falas, escrituras e gestos; aquilo que de alguma maneira emana um sentido. E esses textos são produzidos por sujeitos historicamente situados, em interação com o meio sociocultural em que vivem, sendo portadores de uma determinada visão de mundo e de um determinado sistema de valores. Por isso, o homem deve ser estudado em sua especificidade, isto é, enquanto um ser expressivo, falante e produtor de textos. Decorre destes pressupostos a ideia de que a construção e a organização do conhecimento só tem sentido se compartilhada com o outro; o que imprime, portanto, à alteridade, lugar privilegiado no contexto da investigação. (FREITAS e RAMOS, 2010, p.9).

Os sentidos são, portanto, construídos na relação com o outro, multiplicam-se e nunca são concluídos (FREITAS e RAMOS, 2010; CASTRO, 2010; SANTOS, 2010; VIANNA, 2010).

Para Geraldi *et al* (2006), toda a arquitetura do pensamento dialógico se sustenta na relação com a alteridade. É a presença do outro na constituição da subjetividade, na formação da consciência, no desenvolvimento das funções psíquicas superiores que dá

originalidade e radicalidade às perspectivas de Bakhtin e Vygotsky. É nesse ponto que efetivamente o encontro acontece. Em Vygotsky, dois conceitos lhe estão associados: o conceito de mediação e o conceito de zona de desenvolvimento proximal (ZDP). Em Bakhtin, a questão da alteridade funda todo o seu construto teórico, a partir do conceito de excedente de visão e de exotopia. Podemos dizer que a exotopia está para a construção estética, assim como a alteridade está para a responsabilidade ética de assumir o que diz, de se posicionar, compreendendo o outro como outro legítimo. Um modo de olhar – exotopia – um jeito de ver – alteridade.

Para Nogueira (2010), a ideia de que a atividade mental seja mediada por instrumentos e signos é crucial dentro da abordagem histórico-cultural. No *Manuscrito de 1929* de Vygotsky, de acordo com a autora, já encontramos os primeiros apontamentos de um dos princípios básicos que estará sempre presente em seus estudos posteriores: a mediação social do desenvolvimento das funções psicológicas superiores. O psíquico está vinculado à atividade humana, mediada pelos instrumentos e pela linguagem.

A mediação concebida como princípio teórico possibilita, no entanto, a interpretação das ações humanas como social e semioticamente mediadas, mesmo quando essas ações não implicam a presença visível e a participação imediata do outro. Podemos pensar em situações como a de um lavrador carpindo o campo com sua enxada, uma pessoa lendo em seu quarto, uma criança diante de um computador. Formas de mediação encontram-se presentes tanto no instrumento que condensa uma história de conhecimento e produção humana, como na própria pessoa que, participando das práticas sociais, internaliza e se apropria dos modos culturalmente elaborados de ação. (SMOLKA e NOGUEIRA *apud* NOGUEIRA, 2010, p. 60).

Para Braga (2010), Vygotsky e Bakhtin são autores cujas análises enfatizam a gênese do desenvolvimento nas interações sociais, com especial relevo aos processos de significação. Segundo a lei genética do desenvolvimento cultural de Vygotsky, o psiquismo humano só emerge na relação entre pessoas, na cultura. O social está na origem e determina a estrutura das funções psicológicas. As transformações das relações entre essas funções são explicadas pelo uso de signos e instrumentos. A ideia da

mediação na constituição humana é central na obra de Vygotsky, considerando com especial relevo a mediação pelos signos. A internalização é outro construto vygotskyano fundamental: o processo, que no início é interpessoal, passa a ser intrapsicológico. Bakhtin também considera a constituição do sujeito nas relações com os outros. Os princípios relacionados da alteridade e do dialogismo não nos permitem pensar no sujeito antes ou separado de sua relação com o outro e do signo.

Wertsch, Del Río, e Alvarez (1998) nos dizem que dois temas fundamentais sempre perpassam por toda a pesquisa histórico-cultural¹⁸, os quais derivam em grande parte das publicações de Vygotsky e seus seguidores: *ação humana* e *mediação*. O objetivo de uma abordagem histórico-cultural seria o de explicar as relações entre a ação humana, por um lado, e as situações históricas, institucionais e culturais nas quais essa ação ocorre, por outro. As noções de ação e mediação estão inerentemente relacionadas. Os autores consideram Vygotsky e Leontiev como teóricos cujas ideias sobre a ação desempenham um papel particularmente importante. Embora Vygotsky não formulasse explicitamente suas ideias em termos da teoria da atividade, suas análises do funcionamento mental, da mediação semiótica e de outras questões enfocam consistentemente processos que têm grande parte, se não todas, as contribuições do que mais tarde veio a ser chamado *ação* por Leontiev e outros. O fato de que *pensamento* e *discurso* tenham sido mal traduzidos como *pensamento* e *linguagem* serviu para ocultar a orientação da ação nos trabalhos de Vygotsky. Para ele, o discurso é um processo, se não uma forma de ação, que utiliza a linguagem como meio. A linguagem, que difere do discurso, é um meio semiótico que certamente tem o poder de moldar a fala e o pensamento, mas não é só uma forma de ação na terminologia de Vygotsky. Essa tendência em focar o discurso como oposição à linguagem reflete a orientação geral de seus colegas russos do seu tempo, como Bakhtin, por exemplo, que fez a distinção entre linguagem e discurso, e entre sentença e enunciado.

Ainda conforme Wertsch, Del Río, e Alvarez (1998), nos trabalhos de Vygotsky, a construção da mediação, especialmente a semiótica, desempenhou um papel teórico central. Em comparação, a teoria da atividade de Leontiev enfocou a atividade e a ação. Fazendo uma seleção dos *insights* de ambos, Vygotsky e Leontiev, as noções de *meios*

¹⁸ Os autores preferem o termo *sociocultural* aos termos *sócio-histórico* ou *histórico-cultural*.

mediacionais e *ação mediada* emergem hoje como blocos de base essenciais na formulação da pesquisa histórico-cultural. Uma suposição subjacente de tal pesquisa é que os humanos têm acesso ao mundo somente de forma indireta, ou mediata, do que diariamente ou imediatamente. Isso se aplica tanto com relação a como os humanos obtêm informações sobre o mundo e como agem sobre ele, dois processos que geralmente são vistos como estando fundamentalmente entrelaçados. Os meios mediacionais ou ferramentas culturais fornecem, por um lado, a ligação entre as ações concretas conduzidas por indivíduos e grupos, e por outro, contextos culturais, institucionais e históricos.

Nesta dissertação, ao usarmos os termos *ferramentas mediacionais* e *mediação*, queremos nos referir aos instrumentos ou recursos que usamos no processo de ensino e aprendizagem (recursos para a mediação) bem como nossas ações intencionais e deliberadas ao usar esses recursos para as implementações necessárias ao duplo desafio no qual nossa pesquisa se transformou. Com isso, esperamos estar coerentes com os teóricos aos quais nos referimos, pensando um ensino comprometido com a oferta de possibilidades ricas de elaboração de contrapalavras e uma pesquisa arquitetada com a intenção de captar os movimentos do processo.

Amorim (2008) descreve que cronotopo e exotopia são dois conceitos de Bakhtin que falam da relação espaço-tempo, referindo-se o segundo à atividade criadora em geral, inicialmente à atividade estética e, depois, à atividade da pesquisa em Ciências Humanas. Para a autora, o pesquisador deve fazer intervir sua posição exterior: sua problemática, suas teorias, seus valores, seu contexto sócio-histórico, para revelar do sujeito algo que ele mesmo não pode ver.

No campo da cultura, a distância¹⁹ é a alavanca mais poderosa da compreensão. A cultura do outro só se revela com plenitude e profundidade (...) aos olhos de outra cultura. Um sentido só revela as suas profundidades encontrando-se e contactando com outro, com o sentido do outro: entre eles começa uma espécie de diálogo que supera o fechamento e a unilateralidade desses sentidos, dessas culturas. (BAKHTIN, 2003, p. 366).

¹⁹ Na citação feita por Amorim (2008, p. 100), o termo *exotopia* substitui a palavra *distância*.

Ainda conforme Amorim (2008), o conceito de exotopia designa uma relação de tensão entre pelo menos dois lugares: o sujeito que vive e olha de onde vive, e daquele que, estando de fora da experiência do primeiro, tenta mostrar o que vê do olhar do outro.

Urge que o excedente de minha visão complete o horizonte do outro indivíduo contemplado sem perder a originalidade deste. Eu devo entrar em empatia com esse outro indivíduo, ver axiologicamente o mundo de dentro dele tal qual ele o vê, colocar-me no lugar dele e, depois de ter retornado ao meu lugar, completar o horizonte dele com o excedente de visão que desse meu lugar se descortina fora dele, convertê-lo, criar para ele um ambiente concludente a partir desse excedente da minha visão, do meu conhecimento, da minha vontade e do meu sentimento. (BAKHTIN, 2003, p. 23).

Assim, a criação estética ou de pesquisa implica sempre um movimento duplo: o de tentar enxergar com os olhos do outro e o de retornar à sua exterioridade para fazer intervir seu próprio olhar: sua posição singular e única num dado contexto e os valores que ali afirma. A criação, por consequência é sempre ética, pois do lugar singular do criador derivam-se valores. Há sempre uma diferença fundamental de lugares e, portanto, de valores.

Para Amorim (2003), entre o discurso do sujeito a ser analisado e conhecido e o discurso do próprio pesquisador que pretende analisar e conhecer, uma vasta gama de significados conflituais e mesmo paradoxais vai emergir. Essa diferença de valores vai desempenhar papel fundamental na produção de sentidos. Nessa direção, é elemento-chave para o entendimento da atividade de pesquisa o conceito de exotopia proposto por Bakhtin.

Meu olhar sobre o outro não coincide nunca com o olhar que ele tem de si mesmo. Enquanto pesquisador, minha tarefa é tentar captar algo do modo como ele se vê, para depois assumir plenamente meu lugar exterior e dali configurar o que vejo do que ele vê. Exotopia significa desdobramento de olhares a partir de um lugar exterior. Esse lugar exterior permite, segundo Bakhtin, que se veja do sujeito algo que ele próprio nunca pode ver; e, por isso, na origem do conceito de exotopia

está a ideia de dom, de doação: é dando ao sujeito um outro sentido, uma outra configuração, que o pesquisador, assim como o artista, dá de seu lugar, isto é, dá aquilo que somente de sua posição, e portanto com seus valores, é possível enxergar (AMORIM, 2003, p. 14).

Para Tezza (2001), a relação criadora é sempre marcada por um princípio básico: uma exotopia, isto é, o fato de uma consciência ver a outra como um todo acabado, o que ela não pode fazer consigo mesma. O princípio da exotopia de Bakhtin representaria assim os diferentes modos de relação e distanciamento de uma consciência para a outra. Necessariamente, o acontecimento estético pressupõe duas consciências que não coincidem. A exotopia representa assim a relação necessária entre autor e herói que produz o acontecimento estético, a consciência de uma outra consciência, que lhe dá acabamento. O conceito fundamenta-se no que Bakhtin chamará de excedente da visão humana.

O excedente de visão é o broto em que repousa a forma e de onde ela desabrocha como uma flor. (BAKHTIN, 2003, p. 23).

Ainda para Tezza (2001), não é difícil identificar nesse excedente relativizante a categoria da linguagem fundamental em Bakhtin: o dialogismo. Assim como a minha visão precisa do outro para eu me ver e me completar, minha palavra precisa do outro para significar. A compreensão é um processo ativo e responsivo. Quanto à atividade estética, ela só começa realmente no momento em que estamos, numa viagem exotópica, de volta a nós mesmos. Daqui, de onde estamos, vendo o que ele não vê, completamos, damos acabamento ao outro. Só o outro me garante uma unidade e um todo fechado.

Quando contemplo no todo um homem situado fora e diante de mim, nossos horizontes concretos efetivamente vivenciáveis não coincidem. Porque em qualquer situação ou proximidade que esse outro que contemplo possa estar em relação a mim, sempre verei e saberei algo que ele, da sua posição fora e diante de mim, não pode ver (...). Esse excedente da minha visão, do meu conhecimento, da minha posse – excedente sempre presente em face de qualquer outro indivíduo – é condicionado pela singularidade e pela insubstituíbilidade do meu lugar no mundo: porque nesse momento e nesse lugar, em que sou o

único a estar situado em dado conjunto de circunstâncias, todos os outros estão fora de mim. (BAKHTIN, 2003, p.21).

Para Lima (2003), a extraposição, entendida a partir do princípio da exotopia de Bakhtin, diz respeito à condição concreta de um sujeito se situar fora de si, que se fundamenta no excedente de visão que ele tem do outro e que o outro possui, também, dele, e de uma certa carência, uma vez que aquilo que o sujeito não pode ver em si, pelo lugar que ocupa, só lhe é dado pelo outro. O conhecimento que se tem do outro é dado pela posição que se ocupa no mundo. Assim, os sujeitos se constituem na exotopia, no excedente de visão, na alteridade. É nesse lugar de distanciamento e de diálogo que se busca o acabamento estético. Não existindo esse lugar de distanciamento, origem da noção de exotopia, não há diálogo. Em nossa pesquisa, é exatamente a exotopia que permitiu nos ver e refletir sobre os papéis que desempenhamos como personagem, autor e locutor da experiência que vivemos.

CAPÍTULO 3 – CONTEXTO DA PESQUISA

O desafio do pesquisar no movimento é que o pesquisador não olha o tecido pronto, procura aproximar-se do movimento em que o tecido vai sendo feito. Mergulha na multiplicidade dos fios em movimento, buscando compreender a trama que vai sendo urdida. Como olhar desse lugar do “em se fazendo”, como aproximar-se da emergência e do desenvolvimento da autoconsciência do “ser profissional” em indivíduos singulares, em suas relações imediatas com o trabalho? (FONTANA apud LIMA, 2003, p.221)

Entendemos que tínhamos como horizonte construir uma abordagem de investigação qualitativa, participativa e de perspectiva histórico-cultural. Nessa perspectiva, buscávamos não só descrever a realidade em que ela se inseria, mas também construir sentidos que nos ajudassem a compreender melhor os processos envolvidos, e, nesse movimento, transformá-la. Desse modo, nossa pesquisa teve um compromisso intrínseco com o desenvolvimento docente tanto nosso, quanto da professora que nos acolheu.

3.1 – O pesquisador face à pesquisa: o encontro

O projeto inicial para a pesquisa que ora relatamos consistia em *investigar* se o ensino de ligações químicas no fundamental seria *adequado* ou *não* para esse nível de escolaridade. Assim, nossa questão de pesquisa estava posta e a metodologia para a *coleta* de dados estava definida. Uma *tarefa* que se mostrava relativamente simples, apenas a de responder uma pergunta.

Mas, o encontro com as orientadoras e com os teóricos que viriam a ser nossos referenciais nesta pesquisa mostrou-nos o quão restritiva era a nossa pergunta inicial quanto às lições que poderíamos tirar. Mostrou-nos que onde vamos pesquisar sujeitos, estamos pesquisando textos, com seus valores, suas posições. Mostrou-nos que quem trabalha com o vivido não tem pergunta a responder, tem história a contar. Mostrou-nos a importância da leitura e de sua mediação em sala de aula para o processo de compreensão dos conteúdos escolarizados. Mostrou-nos a importância do outro nos

processos de compreensão. Mostrou-nos o que significava, enfim, pesquisar nas ciências humanas.

Assim, a nossa pergunta inicial, a de se caberia *ensinar* ligações químicas no nível fundamental, transformou-se. Agora, no encontro efetivo do pesquisador com sua pesquisa, importava compreender como o processo de ensino e aprendizagem de conteúdos escolarizados, no caso de ligações químicas, poderia se desenvolver tendo como fio condutor a leitura de textos em sala de aula. Um processo de *ensinar-aprender* por meio do *ler*. *Aprender a ler e ler para aprender*.

A tarefa originalmente tida como simples tornou-se complexa. Para a implementação da pesquisa, precisávamos agora aprofundar os estudos sobre os referenciais teórico-metodológicos, sobre a leitura, sobre a mediação da leitura, sobre os modelos de ligações químicas, sobre os textos didáticos de ciências. Um deslocamento com muito esforço, por que não dizer, de um território em que as *coisas* são tidas como *exatas* (minha formação se deu majoritariamente no Instituto de Ciências *Exatas*) para um território em que as *coisas* são construídas, não dadas; importam os processos, não os produtos; não há sentido em si ou único; somos inacabados e inconclusos.

Foram ressignificações ocorridas. Da pesquisa, mas principalmente do pesquisador, que compreendeu que o seu papel a desempenhar na experiência que viveria/viveu/viverá deveria ser, antes de tudo, o de professor.

Para poder aprender é preciso ensinar. E, ao mesmo tempo, quem ensina tem que ter a capacidade de aprender. O processo de aprendizagem dos seres humanos forma, junto com o processo de ensino, um sistema vivo, cuja sustentação é o intercâmbio de emoções e afetos entre quem ensina e quem aprende. Um conjunto completo de ações recíprocas e complementares forma esse sistema e mostra seu caráter fundamentalmente colaborativo. (GERALDI *et al*, 2006, p.23).

3.2 – Ensino de modelos de ligações no fundamental

É a partir da concepção de sujeito que adotamos nessa pesquisa, que pressupõe modos diferentes de se olhar para o mesmo objeto, que se fez necessário buscar conhecer como pode se dar a compreensão sobre os modelos de ligações químicas.

Os modelos são criados e utilizados para produzir explicações e previsões sobre fenômenos que podemos observar por meio de nossos sentidos (GRUPO APEC, 2010)²⁰. Para Santos (2001), os modelos têm por objetivo descrever aspectos específicos de certas propriedades do sistema sob análise. De acordo com Leal (2010), os modelos são recursos científicos que andam sempre junto com as teorias, ajudando-nos a compreender o como e o porquê das diversas temáticas de nosso interesse. Ferreira e Justi (2008) descrevem que os modelos estão no centro de qualquer teoria, podendo ser definidos como representações parciais de um objeto, evento, processo ou ideia, produzida com propósitos específicos como, por exemplo, facilitar a visualização, fundamentar elaboração e teste de novas ideias, possibilitar a elaboração de explicações e previsões sobre comportamentos e propriedades do sistema modelado.

Nesse sentido, Ferreira (2006) nos diz que os modelos estão sempre presentes no processo de aquisição e construção do conhecimento, e:

São frequentemente usados no ensino de Ciências, por autores de livros didáticos e professores, com o objetivo específico de ajudar os alunos a entenderem algum aspecto do que se deseja ensinar. Nesse caso, eles são chamados *modelos de ensino* (Gilbert & Boulter, 1995). Um modelo de ensino, apesar de apresentar simplificações em relação ao modelo científico ou de retratar apenas alguns aspectos do mesmo, deve preservar a estrutura conceitual do modelo científico correspondente, sem tornar-se incorreto. (p.8-9).

O estudo dos modelos de ligações químicas tem como objetivo explicar e prever propriedades e comportamento dos materiais, tendo assim relação direta com os pilares da química, ciência que estuda os materiais, as suas propriedades, a constituição e as transformações que eles sofrem. Conhecer os modelos de ligações pode favorecer o

²⁰ Ao final da próxima seção, 3.3, discutiremos sobre como os *modelos* são tratados na coleção didática de referência dos textos utilizados em sala de aula.

estabelecimento de relações com outros modelos, conceitos ou ideias centrais da química e possibilitar a compreensão de diversos fenômenos que ocorrem ao nosso redor, como as reações químicas, a liberação de energia na combustão, a solubilidade de substâncias, etc. Para explicar, por exemplo, a condutividade elétrica de um fio de cobre recorreremos ao modelo de ligação, nomeada de metálica. Todas as propriedades específicas dos materiais são explicadas em termos de modelos de ligações químicas.

Assim, as ligações químicas constituiriam ideia poderosa ao possibilitar o estabelecimento de maiores nexos com outros conceitos ou ideias e por funcionar como aglutinador lógico, ou seja, sintetizador de outros saberes. Temos, porém, dificuldades associadas. Por ser um tema abstrato, longe das experiências dos estudantes, as ligações químicas têm grande potencial para gerar concepções equivocadas por parte dos estudantes (CARVALHO e JUSTI, 2005; LIMA e BARBOZA, 2005; FERNANDEZ e MARCONDES, 2006; MILARÉ, 2007; SILVA, QUADROS e AMARAL, 2009).

Essa situação é especialmente preocupante quando voltamos nossa atenção para o Ensino Fundamental. Milaré (2007) discorre que as ligações químicas também são tratadas na última série do Ensino Fundamental, embora haja alerta consignado nos Parâmetros Curriculares Nacionais de que os estudantes dessa fase de ensino têm dificuldade para compreenderem fenômenos no nível molecular e atômico. Nesse sentido, afirma que há de se repensar os conteúdos de Química e sua forma de abordagem no Ensino Fundamental.

Devido à sua característica de teoria, à variedade de modelos e o alto nível de abstração exigido, o estudo das ligações químicas se caracteriza como sendo difícil de ser ensinado por dar margem a concepções equivocadas por parte dos estudantes. Recorre-se frequentemente ao procedimento de se apresentar nome e fórmulas de substâncias químicas classificadas como moleculares, covalentes, iônicas e metálicas. Para orientar a identificação/classificação um recurso bastante presente nas aulas e materiais didáticos é de associá-las ao resultado de ligações entre ametal com ametal; metal com ametal e metal-metal. Nesses casos, o que importa é a classificação pela classificação, seguida da memorização de propriedades representativas das substâncias características de cada grupo. Outro aspecto recorrente refere-se à utilização da

estabilidade dos gases nobres e da regra do octeto como explicação para a origem da estabilidade nas ligações químicas.

Consideramos que essas abordagens, em geral, trazem pouca ou nenhuma contribuição na compreensão dos materiais, quando não introduzem conceitos errados. Além disso, perde-se a oportunidade de ensinar outros conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais no que se refere ao modo como a ciência produz conhecimento, como os modelos são criados e validados, as relações entre modelo e realidade, entre outros. Isso é especialmente preocupante quando voltamos nossa atenção para o Ensino Fundamental, etapa em que os estudantes ainda não compreendem os fenômenos naturais no nível atômico molecular. Echeverria (1996), por exemplo, em sua pesquisa com estudantes que já haviam concluído esse nível de escolarização, verificou que a maioria deles não admitia que a dissolução do NaCl em água era causada pela interação entre as duas substâncias. Nenhum entrevistado referiu-se à solvatação de íons, o que evidencia a ausência de uma compreensão microscópica da dissolução. Atribuía à água um papel secundário. No caso da dissolução do açúcar em água, os estudantes mostraram maior dificuldade para explicar o fenômeno. Tiveram dificuldades na explicação microscópica, tanto de um fenômeno quanto de outro.

Contudo, acreditamos que o 9º ano, como lugar de transição entre o ensino fundamental e o médio, guarda características que justificam que antecipações futuras sejam feitas, na medida em que se buscam sínteses provisórias de aquisições conceituais passadas. Daí nossa aposta no ensino sobre modelos de ligações químicas, não como é tradicionalmente feito, mas como uma necessidade teórica de se construir explicações para as propriedades que os materiais apresentam. Pela tematização das ligações químicas podemos sintetizar as ideias de diversidade dos materiais, explicar a estabilidade dos compostos formados nas reações químicas pelo abaixamento de energia e introduzir a necessidade de que materiais diferentes terem estruturas diferentes. No nosso caso, queríamos ler para aprender o quê? O foco da leitura esteve orientado para as relações entre propriedades e modelos. Não estivemos interessados naquele momento nos modelos de ligação em si mesmos.

A simplificação pedagógica foi uma atitude deliberada que em nosso caso visou introduzir um assunto novo considerando o nível de escolarização dos estudantes com os quais trabalhamos. Isso foi feito em consonância com o projeto de dizer dos autores da coleção didática de referência e de nossa pesquisa, em estreita relação com o que vieram estudando ao longo do ensino fundamental a partir da mesma coleção didática. Ao encontro do que defende Perini (2005b), entendemos:

Finalmente, é necessário sensibilizar professores e autores de manuais quanto à importância de levar em conta o nível de conhecimento dos alunos ao selecionar ou elaborar textos a serem estudados – ler um texto inacessível é sempre uma perda de esforço e tempo, e às vezes uma experiência em desaprendizagem. (p.45).

Frente a esse cenário, nosso desafio como professores e professoras de ciências e de química é grande, considerando-se não só as críticas aqui feitas, mas a necessidade de avançarmos na proposição de outras abordagens capazes de favorecer a compreensão sobre os modelos de ligações por parte dos estudantes, além de contribuir para a compreensão mais ampla dos modelos químicos e das teorias.

É nesse sentido que para efetuarmos a análise de textos didáticos identificamos alguns critérios. Esses critérios serviram de orientação na proposição das mediações das leituras sobre os modelos de ligações químicas. Apresentamos a seguir os critérios de que nos valem:

- Estabilidade das ligações químicas: é importante observar se a condução do conteúdo se faz pela atribuição de estabilidade aos gases nobres e à obediência da regra do octeto. A estabilidade das ligações químicas é adequadamente abordada como resultado de interações elétricas entre átomos que levam à formação de estruturas mais estáveis devido ao abaixamento de energia do sistema. O problema com a regra do octeto, conforme Mortimer, Mol e Duarte, (1994), é que sendo um procedimento útil para a previsão da valência e de fórmulas de compostos, ela se transforma em um ritual, um verdadeiro dogma a explicar a estabilidade dos compostos químicos, substituindo princípios mais

gerais como as variações de energia envolvidas na formação de ligações entre átomos.

- Vinculação entre modelos e propriedades: há de se analisar também os conteúdos dos livros no que se referem às propriedades. Lima e Barboza (2005), a partir de definição do objeto de estudo da química publicada entre 1768 e 1771 na primeira edição da *Encyclopaedia Britannica*, descrevem que a química se dedica ao estudo dos materiais, suas propriedades e transformações. Para Leal (2010), é importante considerar a constituição dos materiais (aí incluídos os modelos de ligações químicas), as propriedades físicas daí decorrentes (temperaturas de fusão e ebulição, solubilidade, condutividade térmica, condutividade elétrica, aparência, etc) e as transformações químicas nas quais estão envolvidos. Para Carvalho e Justi (2005), o objetivo principal do estudo de modelos de ligações químicas é fundamentar a compreensão das propriedades e dos comportamentos dos materiais. Dada essa importância, é de se esperar que os livros dediquem atenção especial a esse tópico, relacionando os modelos propostos para as ligações com as propriedades dos materiais.
- Interações intermoleculares: é importante não omitir o papel que as interações intermoleculares desempenham no comportamento das diferentes substâncias nesse contexto de vinculação entre modelos e propriedades, como descrito por Rocha (2001). Para Leal (2010), o tema interações intermoleculares é parte do núcleo conceitual central de toda a química.
- Ligações metálicas: há de se considerar uma abordagem das ligações metálicas que vá além do uso apenas da analogia do “mar” de elétrons. Para explicar a formação das ligações metálicas, é frequente o uso da analogia do “mar” ou “nuvem” de elétrons. No entanto, Carvalho e Justi (2005) demonstraram que esse modelo apresentado aos estudantes dá ênfase à liberdade de elétrons, deixando de lado outros aspectos fundamentais, o que torna difícil a conciliação dessa ideia com a da existência de forças de atração. Assim, o único aspecto enfatizado seria o da mobilidade de elétrons.

- Compartilhamento de elétrons nas ligações covalentes: é importante considerar se as obras referem-se à possibilidade de compartilhamento dos elétrons de forma não igualitária pelos átomos, explicitando a ideia corrente apontada por Fernandez e Marcondes (2006).
- A proposição de realização de atividades práticas; é importante observar se está presente ao longo do estudo sobre ligações químicas a proposição de realização de atividades práticas. Para Leal (2010), a atividade experimental contribui decisivamente para que uma correta compreensão do sentido da química e de seus vários temas seja alcançada pelos estudantes.

3.3 – As coleções didáticas

Uma vez que nossa intenção passou a ser de pesquisar o ensino e aprendizagem dos modelos de ligações químicas por meio da leitura de textos didáticos, o nosso primeiro passo foi o da seleção dos textos que seriam utilizados em sala de aula.

Há de se registrar que o nosso desejo, desde o projeto submetido à seleção para o Mestrado, era o de trabalhar com a coleção *Construindo Consciências* (GRUPO APEC, 2010), já que ela tinha sido fonte de investigação do autor desta dissertação em trabalho de conclusão do curso de graduação²¹. A partir dos resultados das análises que fizemos e passaremos a relatar, a opção se deu exatamente por essa coleção didática, da qual, também, a orientadora desta investigação é coautora.

Analizamos todas as onze coleções didáticas de ciências aprovadas pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) 2011 do Governo Federal, especialmente os livros destinados ao 9º ano do Ensino Fundamental, onde normalmente está inserido o tema ligações químicas. Esses são os livros utilizados nas escolas públicas no triênio 2011-2013. Os nossos enfoques de análise tiveram um caráter epistemológico,

²¹ O trabalho, intitulado *Evoluções conceituais em alunos do ensino fundamental sobre a estrutura da matéria*, sob orientação da Profa. Dra. Selma Ambrozina de Moura Braga, desenvolveu-se em uma turma de estudantes do 9º ano do ensino fundamental do Centro Pedagógico da UFMG, e tratou dos temas estrutura e natureza elétrica dos materiais a partir da Coleção *Construindo Consciências*.

metodológico e pedagógico, e foram lastreados nos critérios que elencamos na seção anterior como importantes a considerar na análise dos materiais didáticos sobre ligações químicas. Essas questões orientaram as análises dos livros didáticos, de modo a balizar a seleção da escola onde se daria a pesquisa. Estávamos interessados nos expedientes utilizados nas coleções didáticas para a promoção da aprendizagem e avaliação desse conteúdo, bem como a forma de organização e aprofundamento sobre o tema.

Os dados de identificação dos livros analisados encontram-se apresentados no Quadro 4, na mesma ordem em que as coleções aparecem no Guia de Livros Didáticos (BRASIL, 2010):

Quadro 4 – Dados de identificação dos livros didáticos analisados

Livro	Título	Autor (es)	Editora	Ano da edição
I	Ciências – Matéria e Energia	Fernando Gewandsznajder	Editora Ática S.A	2010
II	Ciências: Física e Química	Carlos Augusto Barros e Wilson Roberto Paulino	Editora Ática S.A.	2010
III	Ciências Integradas	Jenner Procópio de Alvarenga <i>et al.</i>	Editora Positivo	2010
IV	Ciências: Atitude e Conhecimento	Maria Teresinha Figueiredo e Maria Cecília Guedes Condeixa	Editora FTD S.A.	2009
V	Ciências BJ	Nélio Bizzo e Marcelo Jordão	Editora do Brasil	2010
VI	Ciências Naturais	Olga Aguilar Santana e Aníbal Fonseca de Figueiredo Neto	Editora Saraiva	2009
VII	Ciências Naturais – Aprendendo com o cotidiano	Eduardo Leite do Canto	Editora Moderna Ltda.	2009
VIII	Ciências, Natureza & Cotidiano: criatividade, pesquisa, conhecimento	José Trivellato Júnior <i>et al.</i>	Editora FTD S.A.	2009
IX	Construindo Consciências	Carmen Maria De Caro <i>et al.</i>	Editora Scipione S.A.	2010
X	Ciências - Coleção Perspectiva	Ana Maria Pereira <i>et al.</i>	Editora do Brasil	2010
XI	Projeto Radix: ciências	Leonel Delvai Favalli <i>et al.</i>	Editora Scipione S.A.	2009

O Guia de Livros Didáticos, editado pelo Ministério da Educação (MEC), pretende, como explicita (p.12), dar subsídios para uma boa opção na escolha do livro didático. Uma das coisas que ele faz é uma comparação entre todas as coleções em relação a cinco categorias de análise. O quadro 5 reproduz essa comparação, substituindo a escala de cores utilizada no original por uma escala numérica de avaliação:

Quadro 5 – Comparativo de avaliação das coleções didáticas – PNLD 2011*

Livro	Proposta pedagógica	Conteúdo	Pesquisa Experimental	Manual do professor	Projeto gráfico
I	2	3	1	1	4
II	3	3	2	2	3
III	2	1	2	1	3
IV	3	3	3	3	3
V	3	3	3	4	4
VI	4	3	4	4	4
VII	2	3	3	3	4
VIII	3	3	3	4	4
IX	4	3	4	4	3
X	3	1	1	3	3
XI	2	3	3	2	3

* Níveis de qualificação conforme BRASIL, 2010: 1, mais baixo; 4, mais alto (adaptados).

Nas coleções didáticas, pretendíamos verificar na prática: Que tipos de ligações químicas foram abordadas? Em que sequência foram apresentadas? Como se conferiu sentido ao conteúdo? Como e quais escolhas foram feitas pelos autores? Onde recaiu o foco? Que relações foram estabelecidas entre modelos propostos para as ligações e propriedades dos materiais? Que importância foi dada à construção de modelos? A análise baseou-se também nos resultados e recomendações de importantes trabalhos que envolveram essa temática, dentre eles: Mortimer, Mol e Duarte (1994), Carvalho e Justi (2005), Fernandez e Marcondes (2006), Milaré (2007), Milaré e Alves Filho (2010).

Para a nossa análise, descrevemos como o tema ligações químicas foi tratado em cada uma das coleções²². A primeira parte das descrições diz respeito à sequência em que o conteúdo foi desenvolvido. Em seguida, ainda na primeira parte, apresentou-se

²² As descrições constituem o anexo I deste trabalho.

uma síntese por tópicos sobre esse conteúdo. Na segunda parte, foram apresentadas de forma resumida as orientações que os autores dirigiram aos professores sobre o tema ligações na assessoria pedagógica.

A partir dos resultados das análises, apresentados no VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (SILVEIRA JR., LIMA, e MACHADO, 2011), organizamos as coleções didáticas de Ciências aprovadas no PNLD 2011 em três grupos, A, B e C, quanto ao tratamento dado às ligações químicas. Para o Grupo B, 64% do total das obras aprovadas, detectamos uma padronização e aspectos inadequados quanto aos critérios de análise que elencamos. Os dois outros grupos, cada um com 18% do total dos livros, ou não tratavam o conteúdo em sua coleção - Grupo A, ou davam um tratamento mais adequado ao tema, Grupo C, fugindo da padronização comum e incorporando elementos que são alvo de preocupações e recomendações das pesquisas acadêmicas na área.

Verificamos que duas das coleções didáticas, IV e VI, não tratavam de ligações químicas. Por isso, foram incluídas no Grupo A. No livro IV, entende-se que os estudos de Química no Ensino Fundamental se encerrariam com a compreensão de aspectos básicos relacionados à tabela periódica e que discussões sobre orbitais ou tipos de ligação química exigiriam aprofundamento a ser realizado no Ensino Médio. O livro VI aborda a constituição dos materiais a partir dos átomos no volume destinado ao 8º ano. A preocupação neste caso foi a de explicitar que um mesmo átomo ou grupo de átomos podem fazer parte de substâncias diferentes. Não há, porém, referências às ligações químicas, decisão também explicitada nas orientações pedagógicas. Nelas, descrevem-se conceitos considerados adequados ao Ensino Fundamental e entre eles não está incluído o modelo de ligações químicas.

As coleções que tratavam explicitamente das ligações químicas o faziam no volume destinado ao 9º ano. Na maioria dessas coleções, verificou-se um padrão na apresentação dos tópicos que compõem o conteúdo, que podemos resumir por: estabilidade dos gases nobres – regra do octeto – ligações iônicas – ligações covalentes – ligações metálicas – propriedades das substâncias. Podemos considerar que seguem

esse padrão, ainda que com diferenças pontuais, os livros I, II, III, V, VII, X e XI. Portanto, esses livros integram o Grupo B.

Um aspecto relevante a ser analisado em relação ao Grupo B se refere à utilização da estabilidade dos gases nobres e da regra do octeto para condução do conteúdo analisado. Como vimos do citado trabalho de Mortimer, Mol e Duarte (1994), de quase duas décadas de existência, já se dizia que a crítica ao uso da regra do octeto como explicação para a origem da estabilidade nas ligações químicas não era nova, mas que, apesar disso, ela continuava sendo utilizada na maioria dos livros didáticos.

Outro ponto a ser analisado diz respeito aos tipos de ligação química. São apresentadas na seguinte ordem: iônicas-covalentes-metálicas. Poderíamos nos perguntar primeiramente porque esse padrão de apresentação e não outro? Neste grupo de livros isso não é explicitado no texto didático nem nas orientações pedagógicas. No que diz respeito às ligações covalentes, nenhuma das obras se referiu à possibilidade de compartilhamento dos elétrons de forma não igualitária pelos átomos, como apontada por Fernandez e Marcondes (2006). Para explicar a formação das ligações metálicas, foi frequente o uso da analogia do “mar” ou “nuvem” de elétrons. Como vimos, Carvalho e Justi (2005) descrevem que o modelo, do modo como é apresentado, pode só enfatizar a liberdade de elétrons, deixando de lado outros aspectos fundamentais.

Pelo menos três aspectos são fundamentais para explicar o comportamento dos metais, quais sejam: 1) as estruturas geométricas no interior da rede são diferentes de um metal para outro, por exemplo, o berílio é hexagonal, enquanto que o cálcio é cúbico de face centrada; 2) a peculiaridade da ligação formada no que se refere à existência de orbitais de valência vagos e 3) a baixa energia de ionização. Está em questão a existência de poucos elétrons de valência, se comparados com os orbitais de valência vagos e, o fato desses elétrons não estarem fortemente presos o que leva à formação de uma espécie de covalência não direcional. O modo simplificado de dizer tudo isso tem sido o de considerar a ligação metálica como resultado da união dos átomos que ocupam os “nós” de uma rede cristalina, o que se dá por meio dos elétrons de valência que compartilham. Resumidamente dizemos que a disposição resultante é a de uma malha formada por íons positivos e uma nuvem eletrônica.

Há de se analisar também os conteúdos dos livros do Grupo B no que se referiram às propriedades, dada a importância de se fazer a vinculação entre modelos e propriedades, como vimos. Isso também não poderia ser bem feito omitindo-se o papel que as interações intermoleculares desempenham nesse contexto, como descrito anteriormente. No entanto, não é essa a realidade verificada nos livros desse grupo. Em alguns, não há sequer descrição das propriedades. São eles: X e XI. Nos demais, a descrição é quase sempre limitada ao estado físico que as substâncias apresentam em condições ambientais. Em nenhum, há menção às interações intermoleculares.

Os dois livros restantes, VIII e IX, apresentaram uma estrutura que diferia do padrão verificado nos demais e por isso eles integram o Grupo C. Esses livros apresentaram como pontos comuns: uma abordagem que não atribuía a estabilidade das ligações químicas à obediência da regra do octeto, mas sim como resultado de interações elétricas entre átomos, com conseqüente abaixamento de energia do sistema; uma apresentação dos tipos de ligação que se iniciava com a metálica; uma abordagem das ligações metálicas que ia além do uso apenas da analogia do “mar” de elétrons; uma vinculação entre os modelos propostos para as ligações e as explicações para as propriedades apresentadas pelas substâncias, incluindo o tratamento da influência das interações intermoleculares; a proposição de realização de atividades práticas; a incorporação das recomendações das pesquisas acadêmicas relacionadas ao tema.

Outra análise que fizemos se referiu especificamente aos manuais de orientação pedagógica destinados aos professores nas coleções didáticas. Tomando como referência Fracalanza e Megid Neto (2006), procuramos identificar nesses livros, no que se referia ao tema ligações químicas, a inclusão de subsídios metodológicos para o trabalho com o livro do aluno, de esclarecimentos ao professor sobre a organização do conteúdo, sua conexão com as atividades, as diferentes formas alternativas de aproveitá-las e de sugestões práticas que facilitem seus encaminhamentos, se as respostas aos exercícios eram justificadas e exploradas em suas possíveis ambigüidades e contradições, se foram reveladas as fontes eventualmente utilizadas pelos autores, bem como se foram incluídas bibliografia pertinente e orientações que permitam ao professor realizar um aprofundamento teórico a respeito dos conteúdos envolvidos.

Essa análise nos permitiu classificar os livros nos grupos 1 a 4, conforme descrito no Quadro 6:

Quadro 6 – Classificação dos livros quanto às orientações pedagógicas destinados aos professores

Grupo	Livros²³	Característica
1	IV, VI	Não há conteúdo sobre ligações químicas
2	II, XI	Não foram encontradas orientações pedagógicas
3	III, V, X	Foi identificada uma presença menor das categorias de análise estabelecidas
4	I, VII, VIII, IX	Foi identificada uma presença maior das categorias de análise estabelecidas

Essa classificação não guardou, necessariamente, relação com a adequação dos conteúdos dos livros didáticos em relação ao tema ligações químicas, considerando os aspectos epistemológico, metodológico e pedagógico, objeto da análise anteriormente feita.

Os resultados obtidos, e que foram apresentados no I Simpósio Mineiro de Educação Química (SILVEIRA JR., LIMA, e MACHADO, 2011), demonstraram que dentro de um mesmo conjunto de obras em que todas foram aprovadas por um programa oficial de avaliação há diferenças no que se refere à caracterização do manual do professor. Considerando o que o manual representa para o professor em sua prática, a menor presença ou a ausência dessas categorias trará implicações educacionais ao diminuir a importância desse instrumento de formação docente.

Dos resultados obtidos, vimos que os livros da coleção VIII, *Ciências, Natureza & Cotidiano: criatividade, pesquisa, conhecimento*, e IX, *Construindo Consciências*, os

²³ Dados de identificação dos livros didáticos conforme descrito no quadro 4.

únicos a integrar ao mesmo tempo os grupos C, na primeira análise, e o grupo 4, na segunda análise, eram os mais adequados para os nossos objetivos de pesquisa.²⁴

Entendemos que as análises feitas dos livros didáticos e dos manuais de assessoria pedagógica foram importantes para os propósitos de nossas ações. Cientes da complexidade que envolve o tema ligações químicas, dos problemas relacionados e das soluções propostas para enfrentá-los, diminuiríamos os riscos de propormos atividades de mediação que não se adequassem aos nossos objetivos. A partir dessas análises também verificamos que era necessário estabelecer critérios para a escolha da coleção didática que seria nossa referência para os textos a serem utilizados. Essa escolha não poderia se dar aleatoriamente, sob o risco de, novamente, ir de encontro ao que estávamos propondo.

Assim, a primeira visita às coleções didáticas fez-se com foco no conteúdo relacionado aos modelos de ligação química, buscando verificar a complexidade com a qual ele era tratado, a ocorrência ou não de simplificações que pudessem levar a erros conceituais, as intenções dos autores em relação ao tema. Nesse momento, a análise se assentava nas estratégias consideradas para a aprendizagem das ligações químicas.

Após selecionadas as coleções didáticas que atendiam aos critérios que estabelecemos, os aprofundamentos dos estudos sobre o papel da mediação das leituras e sobre a importância da linguagem na constituição dos sujeitos nos propiciou uma segunda visita às coleções, dessa vez restrita às duas selecionadas. Com esses aprendizados retomamos aos projetos de dizer dos autores, de modo a entender melhor a relação entre esses e os nossos referenciais teórico-metodológicos definidos para nos guiar nessa caminhada.

²⁴ A partir de dados disponibilizados pelo MEC em www.fnde.gov.br/index.php/pnld-dados-estatisticos, consulta em junho/2012, verificamos que os livros das duas coleções responderam juntos por 6,4% do total de livros de ciências adquiridos por meio do PNLD 2011 para o ensino fundamental. Os livros adquiridos de todas as onze coleções alcançaram o total de 13.598.647 unidades, não incluídos os manuais dos professores.

A análise dos projetos de dizer dos autores se fez com base nas orientações destinadas aos professores²⁵ nos livros do 9º ano das duas coleções. Dessas orientações, destacamos os seguintes trechos:

Coleção VIII - Ciências, Natureza & Cotidiano (TRIVELLATO JR. *et al*, 2009)

Os autores descrevem que a produção teórica no campo educacional admite que a aprendizagem ocorre quando os estudantes julgam, reconstróem ou reestruturam seus conhecimentos e representações anteriores, e que esse processo se efetiva quando é desencadeado por uma pergunta genuína, por um problema de investigação ou ainda pelo surgimento de algum dado anômalo conflitante com as ideias e representações que os estudantes possuem. Acreditam que a aprendizagem depende de um envolvimento ativo do estudante. Que ao pensar em como ensinar ciências é importante selecionar situações que sejam familiares ou instigantes a esses estudantes. Defendem que o ensino de ciências pode colaborar no processo de conhecimento pessoal e no desenvolvimento da autoestima, elementos que se colocam na base de formação de valores necessários à construção da cidadania. Também, pode contribuir para a reflexão sobre questões éticas implícitas nas relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Afirmam que ser alfabetizado cientificamente significa ser capaz de utilizar uma poderosa ferramenta de análise da natureza em benefício da humanidade, buscando o mínimo de agressão à natureza. Que durante o seu processo de formação, o jovem não pode ser privado de conhecer os principais pressupostos teóricos e metodológicos das ciências, cujo aprendizado melhora a compreensão do mundo em que ele vive. É importante, no entendimento dos autores, o professor encarar a sua atuação como um elemento preponderante na formação de cidadãos e cidadãs comprometidos com o próprio bem-estar, o da comunidade em que estão inseridos e do ambiente natural como um todo. Que transformar os objetivos gerais propostos para o ensino de ciências pelos PCN em conteúdos aprendidos pelos estudantes é um desafio que os professores devem buscar por meio de ações organizadas, intencionais e planejadas de ensino. Para os autores, o professor poderá transitar entre conteúdos conceituais,

²⁵ *Orientações para o professor*, na coleção VIII, e *Assessoria pedagógica*, na coleção IX.

procedimentais e atitudinais durante a organização da atividade didática, ampliando e evidenciando ao máximo as relações entre eles. Que apesar da complexidade das teorias que compõem o campo de conhecimento que se pretende ensinar e do próprio processo de ensinar, o professor deve dispor de bom senso, de discernimento e de critérios ao fazer a opção do que é pedagogicamente mais conveniente diante dos objetivos estabelecidos. Descrevem que ao longo da coleção os textos procuram estabelecer um diálogo com os estudantes, e que os capítulos são iniciados com perguntas que procuram inserir o assunto no cotidiano deles, ao mesmo tempo em que propõem um desafio cognitivo. Que os textos apresentam linguagem adequada para cada ano, contando, quando necessário, com um glossário lateral para auxiliar na compreensão de termos novos. As atividades inseridas no texto têm diferentes finalidades, são práticas, de pesquisa ou experimentos. Os autores também descrevem as seções que estruturam a coleção, dentre as quais destacamos a *Registre o que aprendeu*, e a *Discussão e reflexão*, que permitem, respectivamente, a sistematização dos principais tópicos aprendidos, retomando o texto de modo mais direcionado, e a produção de textos pelos estudantes como reflexões sobre o tema. Também mostram que na coleção há sugestões de atividades complementares e projetos. Que o trabalho docente que desenvolve projetos com os estudantes apresenta uma série de vantagens quando comparado às formas mais tradicionais de ensino. Nesse trabalho, o professor passa a estudar com os estudantes, discutindo alternativas, métodos, viabilidades, opiniões divergentes. Essa atuação deve preservar a autonomia do estudante, o desejo da busca da informação, o respeito à opinião dos participantes, a responsabilidade de cada membro do grupo, o estímulo à produção de um trabalho que resulte em uma aprendizagem significativa, entre outras. Dentre as sugestões de como trabalhar o livro, está a que se refere à leitura dos textos. Argumentam que para ela ser produtiva, é importante orientar para a busca de esclarecimento do vocabulário e a observação atenta das imagens. Que é importante socializar as dúvidas, trazer exemplos que concretizem as ideias, possibilitar trocas entre os estudantes, promover discussão em pequenos grupos ou com a classe. Também, que os conteúdos do livro do 9º ano são apresentados de modo que propiciem uma participação ativa do estudante, permitindo que ele

confronte suas concepções com as de seus colegas e com as apresentadas pelo professor, de maneira que ele possa reconstruir seus conhecimentos. O estudo dos materiais, envolvendo suas propriedades e transformações, foi proposto de forma a facilitar para o estudante uma transição lógica, fluente e compreensível do nível fenomenológico ao interpretativo, com a construção e a utilização de modelos.

Coleção IX - Construindo Consciências (GRUPO APEC, 2010)

Os autores declaram que as suas opções foram fundamentadas nas pesquisas em educação em ciências. Acreditam que a coleção poderá se tornar uma aliada dos professores na promoção de uma educação em ciências comprometida com o desenvolvimento da autonomia intelectual e emocional dos estudantes. O estudante é tratado como sujeito do processo de ensino-aprendizagem, reconhecendo-se a importância de suas ideias prévias, bem como criando oportunidades para que elas sejam avaliadas e reestruturadas à luz dos conhecimentos historicamente acumulados e sistematizados pelas Ciências Naturais. A sala de aula é considerada como espaço coletivo de produção de conhecimentos. Têm a convicção de que na sala de aula não existem sujeitos isolados, mas indivíduos que interagem por meio da linguagem e da ação coletiva. É na relação com o outro que o estudante elabora novas ideias, relaciona-as com seus conhecimentos prévios e modifica seu modo de compreender a realidade. Defendem que o aprendizado de conceitos constitui elemento fundamental na educação em ciências. Os conceitos são ferramentas que utilizamos para pensar o mundo e a nós mesmos, para agir no mundo e interagir com os outros. Reconhecendo que a leitura de um texto pelos estudantes pode ser prejudicada por palavras ou expressões desconhecidas, esclarecem que foram muito criteriosos com a introdução de palavras e conceitos novos nos textos. Em vez de remeter os estudantes a um glossário no final do livro, preferiram explicar o significado dos novos termos ao longo dos próprios textos em que foram inseridos, de forma a utilizar os contextos para deles fazerem emergir o sentido das palavras. Acreditam que as contribuições que a educação em ciências pode dar para a formação dos estudantes não se limitam à compreensão de conceitos, atingindo também as dimensões atitudinal e

procedimental. Descrevem que ao longo dos capítulos da coleção há diversificadas atividades de ensino-aprendizagem. Para desenvolver a compreensão da atividade científica, procuram discutir a origem dos conceitos, das teorias e dos modelos científicos. Que dada a extensão dos saberes constituídos pelas disciplinas e à opção por um tratamento dialógico e investigativo dos conteúdos das ciências, os autores elegeram alguns conceitos e ideias como aspectos centrais para uma iniciação ao estudo das ciências naturais. Dentre as referências à química, os autores afirmam que a noção de átomo, a ideia de descontinuidade da matéria e a teoria de ligações, embora essenciais no pensamento químico, são bastante abstratas e solicitam um estudo introdutório dos fenômenos da matéria, tendo sido a opção nessa obra pela introdução ao estudo do átomo com parcimônia. São os modelos de constituição e de interação das partículas que permitem maior entendimento das propriedades e das transformações dos materiais, razão pela qual a compreensão desses modelos constitui uma meta de aprendizagem ao longo da coleção. A explicação para a diversidade dos materiais, suas propriedades e usos, do ponto de vista atômico-molecular, foi feita pela construção de modelos para o mundo que não vemos, do estudo da natureza elétrica dos materiais e de uma introdução à teoria das ligações químicas. A atividade denominada *Praticando e avaliando a leitura* faz parte da estrutura e dos recursos da coleção. De acordo com os autores, são atividades inseridas entre as seções de um dado texto, ou após alguns textos, com a intenção de assinalar certos aspectos da leitura, exercitar a capacidade do estudante de interpretar segmentos do texto e relacioná-los uns com os outros ou com textos afins. Que essas atividades auxiliam os professores a exercer um compromisso da educação em ciências que é o de contribuir com a formação de sujeitos leitores e produtores de texto. Também, descrevem que o texto principal de cada capítulo é subdividido em itens articulados com as diversas atividades e seções propostas pela coleção. Que uma grande diversidade de gêneros textuais é oferecida aos estudantes de maneira que contribua com o desenvolvimento de competências de leitura e escrita.

Dessa análise, pudemos verificar que os projetos de dizer dos autores das duas coleções, em maior ou menor grau, de forma mais ou menos explícita, vão ao encontro

de nossos referenciais teórico-metodológicos, uma vez que consideram a importância do processo, enfatizam o papel do outro, concebem a linguagem como constitutiva dos sujeitos. Nas assessorias pedagógicas das coleções, são descritos os modos como as intenções dos autores procuraram ser materializadas, concretizadas. Assim, a escolha por uma ou outra coleção não representaria uma contradição frente aos nossos referenciais eleitos.

No entanto, a coleção *Construindo Consciências* (GRUPO APEC, 2010) apresentava de forma explícita uma concepção de sujeito e de linguagem próxima dos estudos que fizemos e dos referenciais que elegemos, o que era natural ocorrer, dado o contexto em que a orientadora da investigação era também coautora da coleção. A opção se deu exatamente por esta coleção, como já nos referimos. Essa escolha, além dos motivos já relatados, foi também de ordem prática, uma vez que estaríamos privilegiadamente próximos aos autores da coleção, em Minas Gerais. Com isso, a apuração das intencionalidades ou projetos de dizer dos autores, para além do que está dito na assessoria pedagógica, poderia ficar facilitada. Neste Estado, essa coleção é mais adotada do que a outra, o que favoreceria encontrar escolas para campo de pesquisa.

Neste ponto, retomando a discussão desenvolvida na seção anterior, é importante considerar mais detidamente como os *modelos* encontram-se tratados na coleção didática selecionada²⁶. O livro do 9º ano trabalha tanto o papel dos modelos criados no estudo do Universo, quanto a proposição de modelos que explicam e descrevem o mundo do muito pequeno. Cinco unidades compõem esse volume destinado ao último ano do ensino fundamental:

- Unidade 1: A Terra e o espaço ao seu redor
 - Capítulo 1 – Modelando o cosmo
 - Capítulo 2 – Estações do ano e ritmos da vida

- Unidade 2: Modelando os materiais
 - Capítulo 3 – O mundo que não vemos

²⁶ Para tanto, valeremo-nos do livro do 9º ano destinado ao estudante, e da assessoria pedagógica destinada aos professores.

- Capítulo 4 – A natureza elétrica dos materiais²⁷

- Unidade 3: A diversidade genética e a evolução dos seres vivos
 - Capítulo 5 – Entendendo a herança genética
 - Capítulo 6 – Teorias sobre a evolução dos seres vivos

- Unidade 4: Ciência, tecnologia e sobrevivência
 - Capítulo 7 – Estratégias de defesa dos organismos
 - Capítulo 8 – Tecnologia e saúde
 - Capítulo 9 – Viajando com segurança

- Unidade 5: Outras tecnologias que mudaram o mundo
 - Capítulo 10 – Eletricidade em nossas casas
 - Capítulo 11 – A comunicação

A unidade 1 introduz o tema da construção de modelos e da compreensão do papel dos modelos no entendimento que fazemos do mundo que nos cerca. Para isso, no capítulo 1, propõe uma viagem ao macrocosmo e aos modelos construídos pela humanidade sobre o Universo. No capítulo 2, a partir do modelo do eixo inclinado, são tratados de modo integrado conteúdos astronômicos, biológicos e noções de climatologia. A unidade 2 dá continuidade ao tema da construção e da compreensão do papel de modelos iniciada na unidade anterior. Propõe nos capítulos 3 e 4 uma viagem ao mundo submicroscópico das partículas atômicas. Modelos são propostos para explicar e descrever o mundo das coisas muito pequenas. Na unidade 3, reaparece o caráter provisório e de incerteza que caracteriza o conhecimento científico como empreendimento humano quando se fala das muitas dúvidas e de algumas respostas que conhecemos sobre a evolução da espécie humana. As duas últimas unidades, 4 e 5, vão tratar, em síntese, da caracterização da capacidade humana de gerar conhecimento e tecnologia que interferem de modos diversos no ambiente, na saúde e na segurança pessoal e coletiva. Assim, no livro do 9º ano a discussão se faz em torno da construção de modelos para o universo e para o átomo, e da relação entre ciência e tecnologia.

²⁷ Os modelos de ligações químicas são tratados neste capítulo 4.

Ainda da assessoria pedagógica da coleção didática, descrevemos os seguintes destaques feitos e intencionalidades declaradas pelos autores em relação aos modelos²⁸:

- *Quando tratamos de modelos, é importante estabelecer vínculos entre eles e os fenômenos e processos que se pretende representar e explicar.*
- *Nos quatro capítulos das unidades 1 e 2, a noção de modelo e as atividades de modelagem foram sendo cuidadosamente concebidas. Desse modo, esperamos não apenas que o material contribua para uma compreensão da própria natureza da ciência e do modo como o conhecimento científico é produzido e validado.*
- *Destacamos o uso de modelos para evidenciar que: a ciência combina imaginação, observação e experimentação; as ideias da ciência vão muito além do que é observável; a ciência não apenas descreve os fenômenos, mas produz teorias para explicar fenômenos conhecidos e prever outros ainda não observados; a ciência não é imutável e seus modelos são constantemente revistos e examinados à luz de novas ideias, observações e experimentos; os modelos em ciências constituem um modo organizado e estruturado de compreender a realidade.*
- *Um modelo científico não é um sistema de proposições lógicas que se basta em si mesmo. Ele só faz sentido se o compreendermos como uma ferramenta para interpretar o mundo, e para extrair consequências dessa interpretação que possam ser examinadas empiricamente.*
- *Esperamos caracterizar os modelos científicos como instrumentos capazes de explicar os dados de observação e alargar nossa compreensão dos fenômenos.*
- *Um bom modelo não precisa necessariamente explicar todos os aspectos da realidade que ele pretende abordar. Os modelos são sabidamente*

²⁸ Outros destaques e intencionalidades dos autores quanto aos *modelos* são descritos no anexo III desta dissertação.

parciais e provisórios. Eles se destinam à compreensão de alguns aspectos da realidade, mas não todos.

- *O pensamento químico se constitui a partir da relação entre fenômenos, modelos e linguagens.*
- *Os modelos envolvem muita imaginação, mas devem ser sempre submetidos a testes empíricos. Através desses “testes” examinamos se a realidade se comporta tal como previa nosso modelo. Não havendo correspondência entre as previsões do modelo e os resultados experimentais, ele deve ser revisto e modificado.*

Assim, a relevância dada aos *modelos* na coleção didática de referência vai ao encontro do que defende Paula (2004), um dos coautores da obra, quanto à centralidade dos modelos no processo de tornar mais complexo o nosso conhecimento sobre o significado de princípios e teorias:

Os modelos cumprem um papel central neste processo, pois, além de um poderoso meio de comunicação, são instrumentos também poderosos de organização do pensamento e permitem derivar implicações das teorias, representando o real e produzindo simulações de fenômenos, processos e acontecimentos. São instrumentos de comunicação na medida em que transformam teorias e pensamentos em objetos que podem ser submetidos à análise e à consideração de nossos interlocutores, sejam eles alunos ou colegas de profissão. Isso é muito similar ao que eu imagino ocorrer também com os cientistas que utilizam as teorias e modelos admitidos em suas áreas, para a produção de conhecimentos sobre fenômenos naturais ou sociais. É, também, similar àquilo que acredito que a educação em ciências deve permitir aos estudantes realizar com o conhecimento a que eles têm acesso na escola. (p.305).

3.4 – A escola, a professora e a turma

Escolhida a coleção didática que seria a nossa referência para estudo dos textos, o passo seguinte foi o da seleção da escola onde a pesquisa seria realizada. Por óbvio,

era necessário que a escola a ser selecionada adotasse a coleção que escolhemos para ser a nossa referência. No entanto, era importante que, além disso, os estudantes dessa escola utilizassem efetivamente os livros da coleção, que já os conhecessem e os tivessem utilizados nos anos escolares anteriores. Com isso, já estariam familiarizados com a estrutura, com os textos, e com as atividades propostas por essa coleção. Assim estaríamos considerando o alerta feito por Frade e Machado (2009):

O texto materializado num gênero, com função social específica, é uma boa unidade de trabalho, pois, nas situações de interação, nos comunicamos através de textos, com uma concepção social de seu funcionamento e não sobre sua extensão. (...) Mas, essa prática exige que se considerem alguns pressupostos/indagações, tais como: que texto é este?; onde circula?; para quê? em que espaço social? em qual suporte? como se caracteriza e se organiza? (p.25).

De posse da lista das escolas públicas de Minas Gerais que adotavam a Coleção Construindo Consciências, verificamos que na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH)²⁹ localizavam-se dezenove dessas escolas, sendo uma delas em Sabará. Neste município, residia e era professor o autor deste trabalho.

O município de Sabará tem cerca de 127.000 habitantes em uma área de 302 Km². Sua economia é constituída essencialmente pelos setores de serviços e de indústria, nesta ordem, respondendo por cerca de 0,55% do Produto Interno Bruto (PIB) estadual. Possui 99 escolas e 1.375 docentes, sendo a maioria no ensino fundamental: 50% das escolas, 70% dos docentes, e 72% das matrículas³⁰.

Há dezesseis escolas estaduais localizadas no município, dentre as quais quatorze oferecem o Ensino Fundamental³¹. Dentre essas, a escola que adota a Coleção Construindo Consciências é uma das seis que oferecem exclusivamente os anos finais

²⁹ A RMBH é formada por trinta e quatro municípios, conforme dados disponibilizados no sítio da GRANBEL, granbel.com.br, consulta em junho/2012.

³⁰ Dados disponibilizados no sítio do IBGE, www.ibge.gov.br, consulta em junho/2012.

³¹ De acordo com dados disponibilizados pela Secretaria de Estado da Educação de Minas Gerais (SEE-MG), no sítio www.educacao.mg.gov.br, consulta em junho/2012.

do Ensino Fundamental, 6º ao 9º anos. Funcionando no centro da cidade desde os anos setenta, a escola também oferece a Educação para Jovens e Adultos (EJA). Os resultados da última edição (2011) do Programa de Avaliação da Rede Pública de Educação Básica (Proeb)³² indicaram que os estudantes do 9º ano da escola atingiram o segundo e terceiro maiores índices de proficiência média, respectivamente, em matemática e em língua portuguesa, dentre doze escolas estaduais do município. Esses índices também foram superiores aos obtidos pela média das escolas no âmbito estadual, seja considerando a rede estadual ou a rede municipal. Do seu regime escolar, vemos que a escola defende que é objetivo do ensino fundamental a formação básica do cidadão, mediante, dentre outros, o desenvolvimento da capacidade de aprender, tendo como meios básicos o pleno domínio da leitura, da escrita e do cálculo, e o desenvolvimento da capacidade de aprendizagem, tendo em vista a aquisição de conhecimentos e habilidades e a formação de atitudes e valores. Coerente com essa posição, o documento registra ainda que a seleção dos livros didáticos deverá considerar as finalidades do Ensino Fundamental. Em sua proposta pedagógica, a escola aponta que um dos problemas do processo de ensino-aprendizagem está na fragmentação, na transmissão e a acumulação de fatos e informações isoladas, descontextualizadas, distante das necessidades da formação do aluno. Como uma das ações para enfrentar esse problema, propõe a implementação do projeto *Do mundo da leitura para a leitura do mundo*.

Consideramos como pressuposto teórico que toda compreensão é ativa responsiva. Assim, nossa investigação pressupôs o trabalho colaborativo entre escola e academia, a partir do estabelecimento de parceria entre ensino e pesquisa. Dessa forma, pretendíamos não só contribuir para a construção do conhecimento da área de ciências, como também para uma formação docente em serviço em estreito diálogo com a academia. Constatamos que existe uma carência de estudos no que dizem respeito à mediação da leitura e da escrita de textos didáticos de ciências em sala de aula da educação básica, bem como nos cursos de formação inicial e continuada de professores de ciências da vida e da natureza. Acreditamos que as práticas de leitura em sala de aula

³² De acordo com a SEE-MG, o Proeb tem por objetivo avaliar as escolas da rede pública, no que concerne às habilidades e competências desenvolvidas em Língua Portuguesa e Matemática. O Proeb avalia alunos que se encontram no 5º ano e 9º ano do Ensino Fundamental e 3º ano do Ensino Médio. Os resultados da edição 2011 foram divulgados em abril/2012.

podem desempenhar um papel relevante tanto no que se aprende de ciências, quanto no modo como se compreende a natureza do conhecimento científico. Nossa pesquisa se constituiu, então, como oportunidade para a reflexão sobre a complexidade envolvida nos processos de leitura, e como espaço para elaboração de respostas como uma atitude responsiva dos sujeitos implicados no processo.

Com a expectativa de que a escola pudesse participar de nossa proposta de investigação, contatamos a sua direção que nos propiciou o encontro com a professora de ciências com a qual efetivamente se deram os nossos trabalhos. A professora, com formação inicial em ciências biológicas, encontrava-se em processo de formação continuada por meio de um curso de especialização. Atua em Sabará nas redes municipal e estadual, em ambas, no ensino fundamental. Com experiência de mais de uma década na profissão, a professora utiliza a Coleção Construindo Consciências desde o ano de 2006. Na escola onde se realizou a pesquisa, ela era responsável pela disciplina ciências para duas turmas do 9º ano do ensino fundamental, ambas com três aulas semanais de cinquenta minutos cada.

No primeiro encontro na escola, expusemos a nossa proposta de trabalho à professora, que também recebeu uma cópia do projeto de pesquisa que queríamos desenvolver. A proposta apresentada foi a de que as mediações pedagógicas fossem feitas de forma colaborativa pelos pesquisadores e a professora, o que envolveria o planejamento e implementação das ações de ensino necessárias para o alcance dos propósitos traçados. Para identificação dos usos do texto didático na sala, observaríamos aulas antes das selecionadas para a mediação da leitura. Produziríamos juntos os instrumentos de mediação da leitura para responder às questões de investigação. A interação com o texto, mediada por nós e pelos instrumentos construídos, teriam os registros gravados para posterior transcrição e análise.

Por que nos interessava planejar as ações juntamente com a professora? Trabalhar em colaboração com a pessoa que estava imersa na realidade onde o processo se desenvolveria era fundamental em nossa proposta. Antes de sermos pesquisadores, somos também professores e temos um compromisso com a educação em ciências. Por isso, nossas ações, para além dos objetivos da pesquisa, visavam à formação de todos

sujeitos envolvidos e tinham uma especial atenção em contribuir para enriquecer os processos vividos pelos estudantes. Entendemos que a escola não deva ser um lugar sobre o qual se pesquisa, mas o lugar no qual se pesquisa com os seus sujeitos, principais interessados nessas produções.

Assim, os esforços se deram no sentido do compromisso maior de professores-pesquisadores, como defendem Freitas e Ramos (2010): partilhar conhecimentos e experiências, oferecendo, ao outro, instrumentos que lhe permitam agir e transformar conscientemente sua própria realidade. Uma relação entre sujeitos possibilitada pela linguagem, relação essa provocadora de mútuas transformações em seus integrantes. A situação de pesquisa torna-se dessa forma uma produção de linguagem e uma esfera social de circulação de discursos, portanto, se apresenta como um espaço educativo de comunicação, de constituição de sujeitos, e de formação. (FREITAS, 2010).

A professora concordou com nossas propostas, fazendo, porém, duas solicitações: que os registros das mediações das leituras sobre ligações químicas não se fizessem por meio de gravações em vídeo, e que as aulas em que ocorreriam essas mediações fossem assumidas pelo autor deste trabalho, o que acatamos. Assim, os registros das mediações se fizeram somente por meio de gravações em áudio, e assumimos as aulas em que as mediações planejadas das leituras ocorreram.

Assim, passamos a assumir ao mesmo tempo nessa pesquisa os papéis de autor, locutor e personagem. Geraldi (2012)³³ nos mostra que o pesquisador se relaciona com duas grandes alteridades, dois *outros*. O primeiro *outro*, ou *outro 1*, é aquele que se encontra no campo, *sobre quem falo*, e *a quem falo* como retorno para as formações dos professores e pesquisadores. O outro *outro*, ou *outro 2*, é o destinatário local (a academia) ou o sobredestinatário (a comunidade de pesquisa), *para quem falo*. Quando o pesquisador é também sujeito de sua pesquisa, ele torna-se também um *seu outro*. Para Geraldi, o que não pode ocorrer é a sobredeterminação do pesquisador a partir do *outro 2*. Do contrário, estaríamos pré-definindo o mundo da vida pelo mundo da cultura.

³³ A partir das falas do Prof. João Wanderlei Geraldi durante módulo da disciplina *Conhecimento, Ensino e Pesquisa* ministrada na Faculdade de Educação da Unicamp em março/2012.

A escolha da turma de 9º ano em que ocorreriam as mediações das leituras ficou sob nossa responsabilidade, sempre com o alerta da professora de que uma das turmas tinha um desempenho melhor do que a outra. Porém, a escolha da turma não se baseou neste critério, e sim levou em conta os dias da semana em que as suas aulas de ciências ocorriam, de modo a haver compatibilidade com a disponibilidade de quem, agora, seria o professor-pesquisador. No caso, a turma em que se deu a pesquisa não era a melhor, de acordo com o julgamento da professora. Pelo que já expusemos, não era condição necessária e nosso interesse que as ações de mediação desenvolvem-se na melhor turma. Definidas essas questões, a direção da escola e os estudantes foram informados de nossas propostas e foram seguidos os trâmites necessários para a obtenção das autorizações dos sujeitos que participariam desta pesquisa.

A responsabilidade social e política com uma educação em ciência para todos exige de nós uma postura ética em relação a todos os atos de nossa vida. No campo da pesquisa reafirmamos tal compromisso na medida em que esta não se dissociou da nossa condição de docentes implicados com nosso fazer pedagógico. Para nós, a pesquisa está intrinsecamente ligada à formação docente. Em decorrência dessa visão, nossa pesquisa se construiu na relação com os outros docentes que oportunizam a realização da mesma. Desse modo, os instrumentos de pesquisa concebidos, a coleta de dados e as análises e reflexões acerca do processo de ensino e aprendizagem foram uma construção coletiva e colaborativa. A professora de ciências dos estudantes do 9º ano onde esta pesquisa se realizou constituiu-se como interlocutora privilegiada em termos de nossas proposições e decisões.

A turma de estudantes do 9º ano selecionada tinha aulas de ciências as segundas, uma aula, e sextas-feiras, duas aulas de cinquenta minutos cada. Durante as aulas em que ocorreram as mediações de leituras, um número máximo de vinte e nove estudantes esteve presentes, sendo a turma, nessa oportunidade, constituída por quatorze moças e quinze rapazes. A partir de dados informados por uma amostra de estudantes³⁴, apurou-se uma idade média de quinze anos para os integrantes da turma, que era formada também por estudantes que repetiam o 9º ano. Também, a partir desses dados, foi possível verificar que os estudantes residiam em diversos bairros do município, alguns

³⁴ Em respostas dadas por alguns dos estudantes a entrevista e questionário propostos.

relativamente distantes de onde se localizava a escola, constatação que foi confirmada pela direção. Verificamos e apuramos, junto à professora e aos estudantes, que eles utilizavam e já conheciam de anos anteriores os livros da Coleção Construindo Consciências, atendendo assim ao requisito que havíamos traçado para a seleção da escola onde se realizariam nossa pesquisa e ações.

3.5 – A boa aula e a construção dos dados

A compreensão não é lugar de transparência e saturação do sentido, mas lugar da mediação. Compreende-se sempre sob a forma do processo da palavra, reconstruindo-traduzindo o texto do outro. (AMORIM, 2001, p.48).

Para Geraldi (2010), um modelo de escola que seja aberta a aprendizagens trata de forma diferente a presença do texto na sala de aula:

Enquanto aquele que centra fogo no ensino se pergunta, diante de um texto, “o que farei com este texto?” para explicá-lo e dele extrair seu sentido que aí já está; aquele que toma a aprendizagem como o ponto de partida vai se perguntar “para que este texto?”, o que resulta num outro movimento: o leitor não vai ao texto para dele extrair um sentido, mas o texto, produzido num passado, vem ao presente do leitor que está carregado de contrapalavras possíveis e no encontro das palavras de um com as palavras do outro constrói-se uma compreensão (p.78).

Nesse sentido, para ser um mediador na formação de leitores críticos, é importante o professor saber fazer a crítica no que se refere ao que entende por ler e saber se questionar quanto aos propósitos que tem com as leituras que eleger como objeto de estudo com seus estudantes. São os propósitos que orientam as nossas ações. O motivo mesmo, conforme definido por Leontiev na sua teoria da atividade e na revisão feita por Wertsch.

Com o compromisso de *dar uma boa aula*, e, a partir do que dela emergir, construir os dados que nos pudessem auxiliar na compreensão dos sentidos atribuídos pelos sujeitos, utilizamos essencialmente a observação das interações pedagógicas em sala de aula, anotações pessoais e a produção escrita dos estudantes. Essa estratégia, na perspectiva histórico-cultural é vista pela dimensão alteritária, ou seja, o pesquisador ao

se inserir no campo se torna parte dele, mas no encontro com o outro mantém sua posição exotópica. Significa olhar para o outro a partir de outro campo de visão, ou seja, o de pesquisador interessado em compreender um determinado processo. É a partir do nosso distanciamento como professores, autores de textos didáticos e pesquisadores que abordamos o envolvimento com o evento (SANTOS, 2010).

O planejamento da *boa aula* foi feito levando-se em consideração as contribuições das pesquisas em educação no que se referem à leitura, ao que significa ler, ao modo como os estudantes constroem explicações para o mundo, suas concepções prévias sobre modelos, ligações químicas, propriedades dos materiais. Teve como referência também o papel da linguagem e da dialogia na produção de sentidos, reconhecendo como essencial a mediação do professor e a diversidade dos recursos ou instrumentos de mediação.

Mas o que estava envolvido *no dar* essas *boas aulas*? Na medida em que a pesquisa decorreu de uma experiência de ensino de um conteúdo previsto curricularmente pela escola, nosso esforço foi o de criar condições para que as aulas pudessem ser consideradas *boas aulas*. Isso significava construir os sentidos com todos os sujeitos envolvidos no processo de ensino e pesquisa. Nossa intenção concretizava-se em nossas ações: da pesquisa não se sobrepor às aulas; das mediações terem sido muito planejadas e discutidas com as pessoas envolvidas; de que nos movíamos baseados em nossos referenciais teóricos-metodológicos, e com isso com uma visão mais generosa e cuidadosa com o outro, não neutra; de que foram considerados os resultados dos estudos precedentes sobre os livros didáticos de ciências, ligações químicas e mediação de leituras; de que a cada final de mediação, avaliávamos os resultados obtidos e replanejávamos nossas ações, caso isso se fizesse necessário; de que, próximos da realidade escolar, o conhecimento era produzido e reformulado pelos próprios sujeitos, professores em formação; da busca pelo compartilhamento das experiências; que a pesquisa em educação não serve só para conhecer, mas para mudar. Acima de tudo, como esforço do professor em ouvir a cada um, dialogar com cada ideia, ler com eles quantas vezes fossem necessárias, anotar no quadro, ir às carteiras etc.

Cada aula/construção de um conjunto de dados era discutida e avaliada, e ajustes eram feitos para as que se seguiam. A *boa aula* intencionada construiu-se no diálogo

com os pares e com as orientadoras do trabalho, professoras de referência pela experiência. Assim, nossas ações não se constituíram a partir da pesquisa, ao contrário, foi essa que se constituiu a partir de nossas ações. Era o projeto de ensinar modelos por meio da leitura o que estava sob investigação.

A observação das interações foi instrumentalizada por meio de gravações de áudio, além do caderno de anotações chamado diário de bordo. Acreditamos que as gravações foram importantes no sentido de mantermos o distanciamento necessário para o diálogo com os dados, pois ao nos valermos das transcrições podemos preservar não só o que foi dito, mas também os modos como os enunciados foram ditos e o contexto de sua produção. Com isso, temos a possibilidade de dar a ver aos nossos interlocutores em que medida nossas análises foram procedentes, de modo a permitir, inclusive, a contestação dessas análises. Esses foram cuidados éticos que procuramos tomar, principalmente porque os resultados da pesquisa recaíram diretamente sobre nossas formações como sujeitos e profissionais da educação.

Para conhecer as intencionalidades ou projetos de dizer dos autores da coleção didática selecionada como referência fizemos um novo estudo, em parceria com a professora da turma selecionada, a partir da leitura e análise do texto da assessoria pedagógica que integra essa coleção. A partir daí, foi possível produzirmos em parceria os instrumentos de mediação da leitura de modo a responder aos nossos objetivos. No caso, prevaleceram os objetivos apresentados em nossos propósitos de pesquisa, explicitados como tal para a professora que não se opôs a aceitar.

Essa constatação nos parece merecer uma reflexão sobre como os professores recebem os pesquisadores em seus espaços de trabalho. Ainda que não seja possível aprofundar essa questão agora. Vejamos que a professora não se opôs a aceitar os nossos propósitos de pesquisa. Em contrapartida, nos pediu que assumíssemos as aulas que seriam objeto das mediações da leitura. Assim, a professora abre espaço para a pesquisa, é extremamente zelosa com os estudantes da turma pela qual é responsável, intervém no sentido de protegê-los, mas transfere a responsabilidade da regência das aulas quando chega o momento do conteúdo curricular de nosso interesse.

Para caracterizar os usos do texto didático na sala, foram observadas aulas da professora colaboradora durante quatorze encontros, em um período que se estendeu por cerca de quatro meses. Posteriormente, foram escritas atividades de mediação da leitura³⁵, que foram apresentadas e discutidas com os estudantes e com a professora. A interação com o texto em sala de aula ficou, a pedido da professora, a cargo de um dos pesquisadores, a qual foi mediada por meio de roteiros de leitura previamente desenvolvidos. Os dados das interações foram registrados em áudio para posterior transcrição e análise. Além disso, as discussões com a professora da turma e com as orientadoras desta pesquisa foram registradas em caderno de campo, o que compõem também o *corpus* desta pesquisa.

O planejamento das atividades de mediação levou em conta que as leituras a serem mediadas seriam extraídas da Coleção Construindo Consciências, como vimos. A coleção traz no livro destinado ao 9º ano um conjunto de cinco textos que se referem ao tema ligações químicas, apresentados na seguinte ordem³⁶: *Os átomos ligam-se uns aos outros*; *Testando a condutividade elétrica de materiais*; *As ligações entre os átomos de um metal*; *Modelos de ligações para materiais não metálicos*; e *Forças de ligação e propriedades dos materiais*. No quadro 7, descrevemos a ordem em que os textos foram utilizados nas aulas, as ideias centrais desses textos, as ferramentas mediacionais utilizadas, e os dados escritos construídos com essas mediações:

Quadro 7 – Textos didáticos e ferramentas mediacionais utilizadas

Ordem	Texto didático	Ideias centrais do texto didático	Descrição das ferramentas mediacionais	Dados escritos construídos com a mediação
1	Testando a condutividade elétrica de alguns materiais.	O texto descreve os materiais e os procedimentos necessários para a construção do dispositivo que permitiria detectar a	Realização de experimento.	Textos produzidos por vinte e três estudantes quanto às atividades de: A) Responder a duas questões relacionadas aos

³⁵ Que tiveram como referência o repertório de atividades de leitura proposto por Paula (2010). A nossa opção foi a de utilizar uma atividade de mediação diferente para cada um dos textos lidos.

³⁶ O conjunto de textos utilizados constitui o anexo II deste trabalho.

Ordem	Texto didático	Ideias centrais do texto didático	Descrição das ferramentas mediacionais	Dados escritos construídos com a mediação
		condutividade elétrica dos materiais a serem testados. Descreve também quais seriam esses materiais e os procedimentos e cuidados para a realização do experimento. Traz, por fim, instruções para organização dos resultados obtidos com a realização do experimento e algumas questões para interpretação da atividade.		cuidados procedimentais para realização do experimento. B) Organizar em um quadro os resultados obtidos com o experimento. C) Responder a duas questões que requeriam a proposição de explicações sobre o porquê de algumas substâncias conduzirem eletricidade e outras não.
2	As ligações entre os átomos de um metal.	O texto pretende tratar sobre como os átomos devem estar ligados em um metal. Faz isso, analisando as propriedades dos metais, acabando por concluir que a ligação metálica tem como modelo átomos carregados positivamente, unidos por uma grande quantidade de elétrons livres que se movimentam entre esses átomos do metal.	Identificação de ideias-chave dos parágrafos do texto por meio da leitura de uma pequena lista de subtemas ou de frases sintéticas.	Textos produzidos por doze duplas de estudantes quanto às atividades de: A) Relacionar as ideias trazidas pelos parágrafos do texto e temas pré-definidos (por exemplo: comportamento dos elétrons nos metais). B) Dar títulos aos parágrafos. C) Elaborar um texto síntese.
3	Modelos de ligação química para materiais não metálicos.	O texto pretendeu tratar sobre como poderiam estar ligados os átomos nos materiais não-metálicos. Comparou as propriedades desses materiais, e concluiu que os modelos a serem	Estratégias de pré-leitura, intra-leitura e pós-leitura.	Textos produzidos por vinte e oito estudantes quanto às atividades de: A) Responder a questões de pré-leitura (antes de ir ao texto), intra-leitura (após a leitura dos cinco primeiros

Ordem	Texto didático	Ideias centrais do texto didático	Descrição das ferramentas mediacionais	Dados escritos construídos com a mediação
		propostos deveriam ser diferentes daquele proposto para os metais.		parágrafos) e pós-leitura (após a leitura completa do texto). B) Elaborar um texto síntese.
4	Os átomos ligam-se uns aos outros.	O texto pretendeu discutir porque os átomos se ligam e como isso ocorre. Concluiu que isso ocorre pois os materiais tendem ao estado mais estável, de menor energia. Também que a ligação química se dá pela interação entre os elétrons das camadas mais externas e os núcleos dos respectivos átomos.	Produção de questões e respostas a partir da leitura do texto.	Textos produzidos por vinte e três estudantes quanto às atividades de: A) Localizar no texto três tipos de questões que correspondessem aos critérios pré-estabelecidos, por exemplo, a de que a resposta à questão formulada pudesse ser encontrada no texto. B) Elaborar a resposta a uma dessas questões formuladas. C) Elaborar um texto síntese.
5	Comparando forças de ligação e propriedades dos materiais.	O texto pretendeu discutir as intensidades das forças de ligação que mantêm os materiais unidos. Discutiu isso, comparando as propriedades dos materiais, e concluiu que as que ocorrem entre átomos e íons são relativamente mais fortes do que as que ocorrem entre moléculas.	Identificação do que o texto diz, o modo como diz e o que o mesmo não diz.	Textos produzidos por vinte e três estudantes quanto às atividades de: A) Classificar afirmativas retiradas do texto de acordo com critérios pré-estabelecidos (por exemplo, se a afirmativa estaria relacionada com o assunto do texto e se estaria em concordância com ele). B) Elaborar um texto síntese.

Esperávamos, a partir de nossos referenciais, que as leituras dos textos didáticos em sala de aula produzissem diferentes sentidos ao longo das interações que se dariam. Para Moraes e Galiazzi (2007), toda leitura de um texto é uma interpretação, não havendo possibilidade de que ela seja feita de forma objetiva e neutra. No nosso caso, estariam em circulação os sentidos dos autores da coleção didática, dos estudantes, dos professores, dos pesquisadores. Cientes disso, era nossa responsabilidade como professores que a mediação das leituras fosse orientada para a produção de certos sentidos, e não de outros. Na direção de que:

A questão já não é “corrigir” leituras com base numa leitura privilegiada e apresentada como única; mas também não é admitir qualquer leitura como legítima (ou legítima), como se o texto não fosse condição necessária à leitura e como se neste o autor não mobilizasse os recursos expressivos em busca de uma leitura possível. (GERALDI, 1991, p.112).

Mediamos as leituras dos textos tentando sempre estabelecer uma relação dialógica com os estudantes, conectando com estudos que já tinham sido feitos por eles, postergando as “respostas certas”, e objetivando instalar, com base nos acontecimentos ali vividos, os propósitos para as leituras que seriam feitas posteriormente. Iniciávamos as aulas retomando os resultados da aula anterior e registrando no quadro as ideias principais que esse texto havia proposto tratar. O objetivo era o de dar um fechamento à aula anterior e construir um propósito para a leitura do texto que se faria. Espinoza (2006) defende que a instalação de propósitos de leitura, em etapa anterior ao trabalho com os textos, fará com que os estudantes tenham perguntas “genuínas ou próprias” sobre o conteúdo que se desenvolverá. Com isso:

Instalar um propósito de leitura provoca geralmente uma facilitação na interpretação dos conhecimentos que aportam do texto. (ESPINOZA, 2006, p.15, tradução nossa).

O nosso desafio consistia em estabelecer as conexões entre os diferentes textos como um conjunto de narrativas sobre ligações químicas, ato a ato, ou seja, com cada texto instalando os propósitos de leitura para os textos seguintes, numa ação encadeada,

não fragmentada ou descontextualizada. As aulas foram desenvolvidas com a intenção de serem dialogadas e com a participação dos estudantes. Durante todo o tempo das aulas, o esforço consistia em ir ao texto com os estudantes procurando por pistas, marcas ou indícios de relacionamento com as ideias centrais dos textos, conforme descrito no quadro 7. A intenção era avançar mais do que nas aulas anteriores no sentido de dar certo acabamento às questões tratadas pelos textos e os variados sentidos que vieram sendo atribuídos/negociados. Tal acabamento era dado problematizando os diversos sentidos e destacando aqueles que mais se aproximavam dos projetos de dizer dos autores dos textos de referência³⁷ e do professor-pesquisador, sentidos estes os cientificamente aceitos na atualidade. Solicitávamos ao final das aulas a produção de um texto pelos estudantes. A intenção era a de que eles sintetizassem o que havia sido lido, considerando os seguintes aspectos: *a) Que questão o texto lido se propunha a discutir? b) Que resposta o texto lido dava à questão que se propôs a discutir?* Os textos produzidos eram recolhidos para análise da interpretação dos estudantes às questões centrais tratadas no texto lido.

Após as aulas conduzidas por meio das leituras, os encontros seguintes com os estudantes tiveram como intenção a realização de uma avaliação do processo de ensino e aprendizagem, a aplicação de questionários, e a realização de entrevistas com alguns dos estudantes, conforme descrição que faremos a seguir.

3.6 – Os dados construídos

Com as nossas ações desenvolvidas, foram construídos os dados que nos permitiram fazer as análises que serão apresentadas no próximo capítulo. Essa construção se fez a partir dos registros em caderno de campo, gravações de áudios, produção escrita dos estudantes, questionários e entrevistas.

Registros em caderno de campo. Foram feitos registros detalhados em caderno de campo de todas as etapas do desenvolvimento da pesquisa. Os registros referem-se aos encontros com as orientadoras para (re)-elaboração conjunta dos caminhos teórico-

³⁷ Os trechos da assessoria pedagógica da coleção didática que representam o projeto de escrita de seus autores em relação ao tema ligações químicas constituem o anexo III deste texto.

metodológicos da pesquisa; aos encontros com a professora da turma onde a pesquisa se desenvolveu (para elaboração conjunta de nossas estratégias de atuação durante todo o desenvolvimento da pesquisa); à observação das aulas da professora que antecederam à produção de nossos dados de pesquisa (quatorze encontros); aos planejamentos e desenvolvimentos das aulas em que os dados foram produzidos (oito encontros); outros registros.

Gravações de áudios. Houve gravações dos áudios relativos às aulas em que os dados foram construídos. Utilizou-se até cinco gravadores, sendo que um sempre era postado junto ao professor responsável pelas mediações, e os demais junto aos estudantes (ou duplas de estudantes). Também foram feitas gravações dos áudios relativos aos encontros do professor com estudantes para a realização das entrevistas.

Produção escrita dos estudantes. A produção escrita dos estudantes foi constituída pelas respostas dadas às questões propostas nos instrumentos de mediação das leituras (vinte e três questões no total); textos-síntese das aulas (quatro textos-síntese); respostas ao instrumento de avaliação final do processo de ensino e aprendizagem (seis questões).

Questionários. A partir dos questionários elaborados, foram obtidas da professora da turma e dos estudantes respostas relacionadas aos usos feitos do livro didático, às preferências de leitura, aos textos didáticos de ciências, e à preparação para a avaliação final do processo de ensino e aprendizagem (quatorze questões para os estudantes e nove para a professora).

Entrevistas. Para maior esclarecimento das respostas dadas e aprofundamento dos temas tratados nos questionários, foram feitas entrevistas com seis estudantes selecionados, registradas em áudio e no caderno de campo. A seleção dos estudantes para as entrevistas levou em consideração o desempenho dos mesmos na avaliação e suas respostas aos questionários quanto à preparação para a avaliação. Os estudantes foram selecionados para a entrevista por considerarmos que eles eram representantes dos seis grupos que criamos para categorizar os padrões encontrados para os desempenhos na avaliação/respostas dadas questionários.

No quadro 8, descrevemos os quantitativos relacionados aos dados construídos e fazemos outras referências:

Quadro 8 – Construção dos dados: quantitativos envolvidos e outras referências

Identificação	Quantitativos	Observações
Aulas observadas	Foram observados cerca de 950 minutos de aulas da professora da turma durante 14 encontros que antecederam as aulas utilizadas para as mediações de leitura concebidas e construção dos dados.	A intenção era a de caracterizar os usos dos textos didáticos na sala de aula, se aproximar da realidade na qual as nossas ações se desenvolveriam, e conhecer o quanto era possível os sujeitos que participariam da pesquisa.
Aulas mediadas	Foram utilizados cerca de 450 minutos de aulas para as mediações concebidas e construção dos dados durante 8 encontros.	Aqui, cada encontro correspondeu a uma aula de 50 minutos cada. A turma tinha uma aula de ciências às segundas-feiras, e duas às sextas-feiras.
Áudios gravados	Foram gravados os áudios das aulas. Para cada gravador utilizado, devem ser considerados cerca de 390 minutos de gravação relativos às interações em sala de aula, e 60 minutos de gravação relativos às entrevistas dos estudantes selecionados.	As aulas foram baseadas nas leituras de textos sobre os modelos de ligações químicas da coleção didática de referência.
Gravadores utilizados	Foram utilizados gravadores de áudio em todas as aulas e nas entrevistas, sempre sendo um postado junto ao professor, e os outros junto aos estudantes ou duplas de estudantes, da seguinte	Aqui, cada encontro correspondeu a uma aula de 50 minutos cada. No encontro 6, deu-se o encerramento dos estudos orientados pelas leituras, e a realização da avaliação. O

Identificação	Quantitativos	Observações
	forma: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Encontro 1 -> Professor + Duas duplas ▪ Encontro 2 -> Professor + Quatro duplas ▪ Encontro 3 -> Professor + Quatro estudantes ▪ Encontro 4 -> Professor + Quatro estudantes ▪ Encontro 5 -> Professor + Três estudantes ▪ Encontro 6 -> Professor + Três estudantes / duplas ▪ Encontro 7 -> Professor ▪ Encontro 8 -> Professor +Estudantes entrevistados 	encontro 7 foi dedicado aos questionários e a um retorno sobre a avaliação.
Textos utilizados para as leituras	Cinco diferentes textos didáticos da Coleção Construindo Consciências sobre ligações químicas foram utilizados (pg. 96 a 103).	Os textos utilizados constituem o anexo II deste trabalho.
Mediações de leitura concebidas	Para cada um dos textos foi utilizado um instrumento específico para condução das aulas orientadas pelas leituras.	Os instrumentos utilizados foram indicadas no quadro 7, e. constituem o anexo IV deste trabalho.
Produção escrita dos estudantes	Os estudantes responderam a questões elaboradas de acordo com as mediações concebidas e elaboraram textos-síntese das	Foram produzidos quatro textos-síntese, um para cada um dos textos de ordens 2 a 5 ³⁸ . O quadro 7 descreve os dados

³⁸ A discussão sobre o estudo do 1º texto motivou a solicitação da produção pelos estudantes de textos-síntese a partir do 2º texto, decisão tomada pelos professores e orientadoras como fruto de um replanejamento das aulas.

Identificação	Quantitativos	Observações
	<p>aulas, totalizando cerca de 560 itens de respostas a considerar, divididos da seguinte forma:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mediação 1 -> 23 estudantes X 5 respostas ▪ Mediação 2 -> 11 duplas X 7 respostas ▪ Mediação 3 -> 28 estudantes X 5 respostas ▪ Mediação 4 -> 23 estudantes X 5 respostas ▪ Mediação 5 -> 23 estudantes X 5 respostas 	escritos construídos com as mediações.
Avaliação final do processo de ensino e aprendizagem	Vinte e oito estudantes, em duplas, responderam às 6 questões abertas da avaliação.	O modelo dessa avaliação constitui o anexo V deste trabalho.
Questionários	A professora da turma e 29 estudantes, individualmente, responderam às questões de múltiplas alternativas propostas nos questionários, totalizando 415 respostas.	Os modelos desses questionários constituem o anexo VI deste trabalho.
Entrevistados	Seis estudantes foram selecionados para as entrevistas. Com cada um deles, foram repassadas, para melhor esclarecimento e aprofundamento, as respostas dadas às 14 questões trazidas nos questionários.	As entrevistas não foram estruturadas, as questões eram mais livres.

CAPÍTULO 4 – ANÁLISES DOS DADOS

Independentemente das opções teóricas que obrigam a explicitar, o dado é um limite para o delírio. (...) Assim, o dado é freio para divagação sem sentido, descontrolada. Sua existência impede o analista de fabricar seu objeto, impede o analista de defender atitudes completamente subjetivistas (...). Em resumo, o dado é o limite para o subjetivismo desvairado. (POSSENTI, 1996, p.203).

4.1 – Os recortes necessários

Frente à amplitude do *corpus* de dados construído, descrito no capítulo anterior, e às limitações de tempo e espaço para produção deste trabalho, decidimos tratar das produções escritas dos estudantes em resposta a três questões propostas durante as mediações das leituras de dois dos cinco textos didáticos utilizados. Também tratamos dos textos-síntese produzidos pelos estudantes ao final de uma das aulas desenvolvidas. A partir da análise desses recortes, foi possível reconhecer o *corpus*, aproximar dos dados, e indicar caminhos para os aprofundamentos necessários.

Esse recorte é representado no quadro 9, onde as respostas dos estudantes às questões/atividades selecionadas para análise encontram-se destacadas:

Quadro 9 – Questões e atividades relacionadas aos textos lidos e que demandaram a produção escrita dos estudantes³⁹

Ordem	Texto	Questão/Atividade
1	Testando a condutividade elétrica de materiais.	Explique por que é necessário lavar os terminais dos fios antes de testar um outro material.
		Se você introduzir o dispositivo de teste em um recipiente com água filtrada, a lâmpada pode acender? Explique.
		Organize os materiais testados nos quadros a seguir, conforme os resultados de condutividade elétrica obtidos.
		Dos materiais testados, algum não conduziu corrente elétrica no estado sólido, mas conduziu quando foi dissolvido em água? Como vocês explicariam essa ocorrência?
		Por que alguns materiais conduzem corrente elétrica, e outros, não?
2	As ligações entre os átomos de um	No quadro abaixo, anotem o número dos parágrafos ou legenda correspondentes a cada um dos [cinco] subtemas. Observem que um mesmo parágrafo pode estar associado a

³⁹ As respostas às questões/atividades destacadas no quadro foram as que constituíram o nosso recorte para análise nesta dissertação.

Ordem	Texto	Questão/Atividade
	metal.	mais de um subtema. Dê títulos para os parágrafos do texto. Elabore um texto síntese (resumo) sobre o texto lido.
3	Modelos de ligação química para materiais não metálicos.	<u>Pré-leitura</u> As propriedades dos metais, incluindo a condutividade elétrica, estão relacionadas à facilidade de movimento dos elétrons livres que os metais apresentam. Como devem estar os elétrons nos materiais que não conduzem bem a corrente elétrica e apresentam propriedades diferentes das dos metais, como é o caso dos plásticos, dos materiais cerâmicos, do sal de cozinha no estado sólido, dentre outros? <u>Intra-leitura</u> Por que os modelos de ligações químicas para materiais não metálicos devem ser diferentes do utilizado para descrever a ligação metálica? <u>Intra-leitura</u> Dois modelos diferentes do desenvolvido para os materiais metálicos são propostos. Descrevam as características principais desses modelos. <u>Pós-leitura</u> Complete o quadro abaixo, descrevendo as características dos materiais utilizados para estudar mais sobre os modelos de ligações químicas. Elabore um texto síntese (resumo) sobre o texto lido.
4	Os átomos ligam-se uns aos outros.	No prazo de 10 minutos, elabore pelo menos uma questão de cada tipo [A, B ou C], usando os critérios listados abaixo. No prazo de 5 minutos, responda a(s) questão(ões) que você classificou como sendo do tipo A. Elabore um texto síntese (resumo) sobre o texto lido.
5	Comparando forças de ligação e propriedades dos materiais.	Sobre o texto foram feitas as seguintes [quatro] afirmativas. Classifique as afirmativas acima de acordo com os seguintes critérios (...). Elabore um texto síntese (resumo) sobre o texto lido.

Os textos produzidos pelos estudantes a partir das questões e atividades propostas foram trabalhos realizados essencialmente com discursos. Para Amorim (2001), a história das ciências humanas seria a história do pensamento voltado para o pensamento e para o sentido produzidos pelo outro e isto só se dá ao pesquisador sob a forma de texto. O texto, na concepção bakhtiniana, é um enunciado encadeado na troca verbal. O ato humano enquanto texto não pode então ser compreendido fora de seu contexto dialógico, do contexto em que figura a título de réplica e de posição de sentido. O objeto de estudo torna-se então sujeito, sujeito falante, autor, do mesmo modo que aquele que o estuda.

Com isso, justificamos o fato de que para as nossas análises se fizeram necessárias as descrições dos textos didáticos utilizados, dos projetos de dizer dos

autores da coleção didática de referência, das ações de mediação empreendidas, dos objetivos dos instrumentos mediacionais utilizados, do contexto em que as aulas se desenvolveram. De acordo com Lima (2005), e com base em Bakhtin, as situações em que se produz o dizer não se encontram isoladas daquilo que se enuncia, os signos e a situação social estão indissolivelmente ligados. Considerando-se isso, cada análise de aula vem antecedida da apresentação da situação da conversação estabelecida, o tema e as suas singularidades.

Nas análises, buscamos os indícios do desenvolvimento do processo de compreensão por parte dos estudantes. As enunciações que se registraram e constituem os dados sob análise foram sentidos que se aproximaram dos projetos de dizer dos autores da coleção didática de referência e do professor-pesquisador, ou se contrastaram, se opuseram? Em que medida esses projetos de dizer compareceram nas enunciações? Podemos perceber indícios das vozes que circularam no contexto do trabalho desenvolvido nas produções escritas dos estudantes?

Para Amorim (2001), toda interpretação ou compreensão, termos utilizados por Bakhtin como equivalentes, consiste em opor um enunciado a outro. O sentido é o produto da relação complexa que se tece entre o texto, objeto de estudo e de reflexão, e o contexto discursivo que o transmite e no qual se realiza o pensamento cognoscente. Aquele que faz ato de compreensão de um texto torna-se ele próprio participante do diálogo. E nessa situação interativa da pesquisa de campo, as questões colocadas pelo pesquisador participam das respostas dadas.

Desse modo, nossa escolha pela análise das produções escritas dos estudantes nos coloca como participantes desse diálogo de forma diferente do que seria se optássemos pela análise da interação oral. A partir de *momentos congelados*, vamos buscar os indícios do *movimento*. Fontana (1996), citando Vygotsky, nos diz que o registro escrito, em sua especificidade, exige um processo de elaboração, uma atividade mental distinta daquela propiciada pela interação oral. A escrita tem que ser conscientemente dirigida. Seus motivos não vão sendo, como na interlocução oral, explicitados e determinados pela própria situação dinâmica da interlocução. Ela exige ação analítica deliberada e, para que se torne inteligível, a teia do significado tem que

ser estruturada intencionalmente, isto é, tem que ser detalhada e procurar explicar plenamente a situação.

Para Vigotsky (2001), a linguagem escrita é a forma de linguagem mais prolixa, exata e desenvolvida:

Nela temos de transmitir por palavras o que na linguagem falada se transmite por entonação e pela percepção imediata da situação. (...) Na linguagem escrita, faltam antecipadamente a situação clara para ambos os interlocutores e qualquer possibilidade de entonação expressiva, mímica e gesto. Logo, aqui está excluída de antemão a possibilidade de todas as abreviações de que falamos a respeito da linguagem falada. Aqui a compreensão é produzida à custa de palavras e combinações. A linguagem escrita contribui para o fluxo do discurso na ordem da atividade complexa. Aqui a atividade discursiva se define como complexa. (VYGOTSKY, 2001, p.456-457).

Também, como não poderia deixar de ser, para possibilitar a análise dos dados nos valem das vozes dos referenciais teórico-metodológicos que elegemos:

Uma vez que um texto só pode se dizer através de outro e que, a cada vez que é lido, um novo sentido se revela, poderíamos acrescentar ao que diz Bakhtin o seguinte: a reinterpretação e a releitura são a marca dessas ciências [humanas]. Este é aliás o destino de toda grande obra nesse campo e nisso consiste a maior parte da atividade do pesquisador em ciências humanas: reler e reescrever. Ou se lê textos teóricos, ou se reinterpreta textos recolhidos no campo. (AMORIM, 2001, p.195).

4.2 – Apresentação e análise dos dados

O quadro 10, a seguir, destaca do quadro 9 anterior, as questões/atividades selecionadas para análise⁴⁰. Em síntese, essa análise poderia ser dividida em duas

⁴⁰ O conjunto de textos utilizados foi apresentado no quadro 7 do capítulo 3 e constitui o anexo II deste trabalho. O conjunto de questões, por sua vez, constitui o anexo IV.

unidades que visam à verificação do estabelecimento da relação entre modelos e propriedades: a de *criação de propósitos para leitura* (seção 4.2.1), e a de *leitura como oferta de contrapalavras* (seção 4.2.2).

Quadro 10 – Descrição dos textos e questões utilizadas nas análises de dados realizadas

Seção	Texto	Questão/atividade
4.2.1	Testando a condutividade elétrica de materiais.	Por que alguns materiais conduzem corrente elétrica, e outros, não?
4.2.2	Modelos de ligações para materiais não metálicos.	Como devem estar os elétrons nos materiais que não conduzem bem a corrente elétrica e apresentam propriedades diferentes das dos metais?
		Por que os modelos de ligações químicas para materiais não metálicos devem ser diferentes do utilizado para descrever a ligação metálica?
		Elaboração de texto-síntese (resumo) sobre o texto lido.

A escolha desses momentos para a análise nos permitiu - como veremos analisado - a explicitação e problematização dos muitos sentidos que foram produzidos com a mediação da leitura de textos didáticos em sala de aula. Permitiu-nos discutir, a partir daí, a criação de propósitos para a leitura, a intertextualidade, os enunciados e as condições de sua produção, as enunciações, os modos de relação com a palavra alheia, o processo de compreensão, o papel do professor como mediador, as ações para o que vimos chamando de uma *boa aula*, as relações dialógicas, dentre tantos outros. Assim, parafraseando Geraldi (1991), permitiu-nos escolher a linguagem como posto de observação para a experiência que vivemos, não aquilo que aconteceu, mas que nos aconteceu:

Focalizar a linguagem a partir do processo interlocutivo e com este olhar pensar o processo educacional exige instaurá-lo sobre a singularidade dos sujeitos em contínua constituição e sobre a precariedade da própria temporalidade que o específico do momento implica. Trata-se de erigir como inspiração a disponibilidade para a mudança. Focalizar a interação verbal como o lugar da produção da linguagem e dos sujeitos que, nesse processo, se constituem pela linguagem. (GERALDI, 1991, p. 5-6).

4.2.1 – Testando a condutividade elétrica de materiais⁴¹

Nesta seção, discutiremos resultados relacionados ao texto *Testando a condutividade elétrica de materiais*. Assim, passamos a discutir as respostas fornecidas pelos estudantes sobre porque alguns materiais conduzem corrente elétrica e outros, não⁴².

Planejamos iniciar as aulas com o experimento proposto nesse texto. Essa decisão representou uma utilização dos textos em ordem diferente da apresentada pela coleção didática de referência. Nesta, o texto sobre o experimento não é o primeiro a ser apresentado. Porém, como queríamos utilizar o experimento como forma de contato inicial com o tema de ligações químicas, na expectativa de melhor estabelecer os propósitos para as leituras seguintes, esse texto foi o primeiro a ser utilizado em sala de aula. Ele traz a descrição dos procedimentos para realização do experimento e algumas questões sobre os resultados que podem ser obtidos. Nossa expectativa era a de que, ao final das atividades realizadas, os estudantes pudessem começar a propor explicações sobre o porquê de algumas substâncias conduzirem eletricidade e outras não, e, em alguns casos, não conduzirem quando estão no estado sólido, mas sim quando solubilizadas em água. Que modelos seriam capazes de explicar essas ocorrências? Nosso objetivo, como dissemos, era o de que a realização do experimento criasse propósitos para as leituras posteriores planejadas.

A leitura desse primeiro texto não constituía um problema em si. A mediação era estabelecida sobre a demonstração do experimento e as expectativas dos estudantes a partir dos resultados dos testes que eram realizados. O objetivo da questão era verificar em que medida os estudantes elaborariam uma relação entre modelos e propriedades. Queríamos avaliar a capacidade de suscitar nos estudantes a busca por

⁴¹ Versão inicial dessa análise constituiu o trabalho *A mediação da leitura de textos didáticos e o processo de compreensão dos conteúdos químicos*, apresentado no XVI Encontro Nacional de Ensino de Química-ENEQ (Salvador/BA, 2012).

⁴² A questão, como formulada aos estudantes, não foi retirada dos textos da coleção didática de referência. Criada especificamente para a mediação relatada, entendemos que ela era condizente com os propósitos dessa mediação, e não se confrontava aos projetos de dizer dos autores da coleção.

respostas para aquilo que ainda não estava posto. Criar a necessidade para a leitura do próximo texto que mediaríamos.

Espinoza defende que a realização de experimentos e de atividades de escrita pelos estudantes servem à problematização dos conteúdos que, por sua vez, tem a intenção de instalar um propósito para a leitura:

Parece conveniente instalar um propósito de leitura a partir da problematização dos conteúdos específicos designados para o ensino. (...) Instalar um propósito de leitura provoca geralmente uma facilitação na interpretação dos conhecimentos que aportam do texto. (ESPINOZA, 2006, tradução nossa).

O texto *Testando a condutividade elétrica de materiais*, utilizado para instalar nossos propósitos de leituras, descrevia os materiais (bateria de 9V, led, resistor e fios de cobre, etc.) e os procedimentos necessários para a construção do dispositivo que permitiria detectar a condutividade elétrica dos materiais testados. Descrevia também quais seriam esses materiais testados (água filtrada, destilada, açúcar, sal, moeda, sacola plástica, etc.) e os procedimentos e cuidados para a realização do experimento. Trazia, por fim, instruções para organização dos resultados obtidos com a realização do experimento e algumas questões para interpretação da atividade (anexo IV).

Os estudantes, distribuídos em dupla e de posse do texto, receberam também um roteiro que apresentava a atividade a ser desenvolvida, fornecia instruções adicionais, reproduzia as questões trazidas pelo texto para interpretação, acrescentava outras questões, e permitia que os resultados que fossem obtidos e as respostas que fossem dadas pudessem ser ali mesmo registrados (anexo IV).

Mediamos a leitura do texto tentando sempre estabelecer uma relação dialógica com os estudantes, conectando com estudos que já tinham sido feitos por eles, postergando as “respostas certas”, e objetivando instalar, com base nos acontecimentos ali vividos, os propósitos para as leituras que seriam feitas posteriormente. Esse processo envolveu a discussão com os estudantes sobre a construção do dispositivo para detecção da condutividade elétrica, o processo de obtenção da água destilada, as

características das águas de “torneira” e filtrada, a ocorrência de materiais bons e maus condutores de eletricidade, a discussão sobre os cuidados para realização do experimento e sobre as expectativas quanto aos resultados a serem obtidos, dentre outras questões.

O nosso sentimento, corroborado pelo *feed-back* dado pela professora da turma e pelos registros que fizemos em áudio e no caderno de campo, foi o de que a atividade envolveu a turma, tendo participação ativa e motivada da maioria dos estudantes.

Com a mediação do texto *Testando a condutividade elétrica de materiais*, e a realização do experimento relacionado, a nossa intenção foi a de instalar os propósitos para as leituras dos textos subsequentes.

A última das questões relacionadas ao texto perguntava: *Por que alguns materiais conduzem corrente elétrica, e outros, não?* Essa pergunta configurava-se como um convite aos estudantes a propor explicações sobre o porquê de algumas substâncias conduzirem eletricidade e outras não. Como desdobramento dessas perguntas outras seriam introduzidas como por que, em alguns casos, não ocorre condução quando estão no estado sólido, mas sim quando solubilizadas em água ou fundidas.

As respostas fornecidas pelos estudantes estão apresentadas no quadro 11, nas quais foram feitas apenas correções ortográficas e de pontuação. O ordenamento das questões, bem como das outras respostas aqui tratadas, constitui parte da análise, de forma a facilitar ao leitor o acompanhamento das discussões que fazemos em torno delas.

Presentes vinte e três estudantes à aula, dezoito responderam à questão solicitada. Cinco dos estudantes deram como resposta o enunciado classificado como *D*, e três, como *E*. Os demais enunciados foram produzidos como respostas por um estudante cada. Na aula, os trabalhos se fizeram em dupla, mas cada estudante recebeu um formulário para registro de suas respostas às questões propostas.

Quadro 11 – Por que alguns materiais conduzem corrente elétrica, e outros, não?

Respostas	
A	Por causa da matéria.
B	Pois os materiais são diferentes.
C	Pois uns têm boa corrente de eletricidade e outros não são bons condutores.
D	Porque alguns têm corrente elétrica e outros, não, como, por exemplo, sal.
E	Porque alguns têm isolantes elétricos e outros não possuem carga elétrica.
F	Porque uns são bons condutores e outros são maus condutores.
G	Porque alguns são bons condutores elétricos e outros, não.
H	Porque nem todos materiais são bons condutores.
I	Porque passa a energia sobre o material e volta pelo outro fio.
J	Pois alguns não são bons condutores de energia, não atraem energia.
K	Porque não são atritados e nem lavados em água corrente.
L	Não sei, está aí um mistério.

Classificamos as respostas dos estudantes em quatro grupos, I a IV.

Grupo I - Neste grupo, incluímos as respostas **A** (*Por causa da matéria*) e **B** (*Pois os materiais são diferentes*). Lembremos que a pergunta era “*Por que alguns materiais conduzem corrente elétrica, e outros, não?*”. As respostas dadas no sentido de que os materiais que conduzem corrente elétrica são diferentes dos materiais que não conduzem corrente elétrica podem ser frutos da reelaboração da pergunta feita, ao constatarmos que essa já continha os elementos que pudessem redundar em respostas dessa natureza. Ora, se alguns materiais conduzem e outros não conduzem corrente elétrica, é razoável supor/dizer que são materiais diferentes. Esse entendimento pode ser reforçado quando nos atentamos ao fato de que o conteúdo de ligações químicas tinha sido precedido pelo estudo do tema Materiais Condutores e Isolantes que havia sido retomado quando da realização da atividade que ora analisamos. Essas respostas, como todas as outras, como veremos, demonstram o caráter de intertextualidade de que se revestiram, seja em relação aos outros textos estudados, seja em relação aos textos relacionados ao experimento que os estudantes realizaram, pois que aí tiveram a oportunidade de observarem que materiais diferentes, como a moeda e a sacola plástica, poderiam ter comportamentos diferentes quanto à condução ou não em corrente elétrica.

Para Koch (2003, 2004)⁴³, a intertextualidade está relacionada à referência explícita ou não a outros textos, o que implica partilhar conhecimento de outras produções que permeiam o ambiente cultural e social. De acordo com Schnaiderman (2005), intertextualidade é o nome com o qual Júlia Kristeva consagrou a noção dada por Bakhtin de que toda obra, na realidade, está dialogando com outras obras. Fiorin (2008), depois de descrever que o termo intertextualidade não aparece na obra de Bakhtin, tendo sido introduzido como pertencente ao universo bakhtiniano por Júlia Kristeva em sua apresentação de Bakhtin na França, diz que o uso do termo intertextualidade em substituição à palavra dialogismo é equivocado. Assim, para o autor, devem-se chamar intertextualidade apenas as relações dialógicas materializadas em textos, o que pressupõe que toda intertextualidade implica a existência de relações entre enunciados.

Outra análise possível sobre essas respostas **A** e **B** seria a de que, nelas, já estariam sendo apresentadas hipóteses explicativas sobre a questão elaborada, e não apenas uma reelaboração dela. Nesse caso, os dados indiciando uma relação propriedade/modelo em construção e sendo compreendida como compromisso epistemológico entre modelo e realidade. Seria o início do processo.

Grupo II - Neste grupo, incluímos as respostas **C** até **H**:

- C. Pois uns têm boa corrente de eletricidade e outros não são bons condutores.*
- D. Porque alguns têm corrente elétrica e outros, não, como, por exemplo, sal.*
- E. Porque alguns têm isolantes elétricos e outros não possuem carga elétrica.*
- F. Porque uns são bons condutores e outros são maus condutores.*
- G. Porque alguns são bons condutores elétricos e outros, não.*
- H. Porque nem todos materiais são bons condutores.*

Nessas respostas, os materiais são caracterizados como possuidores de atributos, com destaque aos verbos ter (respostas **C** a **E**) e ser (respostas **F** a **H**). Veja-se que não são propostas explicações nesses casos em termos de *porquês*. Uma análise possível é a de que os estudantes, vítimas da forma como a pergunta foi formulada, basearam suas respostas no chamado mito do substancialismo (OLIVEIRA, 1995),

⁴³ Apud Bortoni-Ricardo *et al*, 2012, p.209.

crença bastante enraizada de que as propriedades dos materiais são atributos inalienáveis desses. Um mito que se apoiaria numa ciência realista, fortemente apegada ao concreto e receosa do abstrato. Nesse sentido, modelo como imagem de um mundo que não vemos não estaria sendo compreendido por eles, já que o modelo está sendo tomado como realidade. Não estaria em questão o *talvez*, o *pode ser*. Também vemos que as respostas cotejam com outros textos, como no caso da resposta **D** que menciona o sal, uma das substâncias testadas no experimento, aliando dessa forma teoria com evidência.

Grupo III - Neste grupo, incluímos as respostas **I, J e K**. **I** (*Porque passa a energia sobre o material e volta pelo outro fio*), **J** (*Pois alguns não são bons condutores de energia, não atraem energia*) e **K** (*Porque não são atritados e nem lavados em água corrente*). Entendemos que nesse grupo de respostas, poderiam já estar sendo propostos modelos de explicação para a questão elaborada. Na resposta **J**, tomada como referência, a energia, substancializada, é uma coisa que os condutores puxam, atraem, como o ferro/ímã. Os modelos são criados e utilizados para produzir explicações e previsões sobre fenômenos que podemos observar por meio de nossos sentidos (GRUPO APEC, 2010). Para Mortimer (2000), os modelos devem ser tratados como visões provisórias e incompletas. O modelo é essencialmente uma construção, sempre provisória, que depende da resposta que a realidade dá para suas previsões. Diferentemente do que acontece geralmente, quando os estudantes procuram evitar recorrer a modelos, nesse grupo de respostas, uma análise possível é a de que houve uma tentativa por parte dos estudantes de utilizar modelos microscópicos para interpretar os resultados do experimento, seja como forças que agem à distância, seja como um meio físico que carrega outro (água e poeira).

Há ainda que se dizer que a resposta **J** poderia ter sido também incluída no Grupo II, mas a sua segunda parte, “*não atraem energia*”, determinou sua classificação no Grupo III. Também que a resposta **K** é outro bom exemplo da influência da intertextualidade nas respostas produzidas, nesse caso em clara referência aos textos relacionados ao experimento.

Poderíamos considerar que esses estudantes entenderam o que queríamos perguntar, seja por um artifício lógico, seja porque tinham mais elementos para a composição de suas respostas. Palavras e sentidos como memórias de passado. De qualquer forma, como contrapalavras desses estudantes à leitura que fizeram, essas respostas poderiam estar indicando o início do processo da compreensão:

Como a palavra lida é sempre o momento da “startização” de muitas outras palavras do leitor, suas contrapalavras, a compreensão resulta não do reconhecimento da palavra aí impressa, aí ouvida, mas do encontro entre a palavra e suas contrapalavras (na metáfora bakhtiniana, na faísca produzida por este encontro). Dada a impossibilidade de prever quais as contrapalavras que virão a este encontro, porque elas a ele comparecem segundo os percursos já percorridos por cada diferente leitor e segundo os inumeráveis momentos da leitura, é impossível prever todos os sentidos que a leitura produz. Por isso, um texto, uma vez nascido, passa a ter histórias que não são a reprodução de sentidos sempre idênticos a si mesmos (GERALDI, 2007).

Grupo IV – Esse grupo é representado apenas pela resposta **L**. Ao perguntarmos “*Por que alguns materiais conduzem corrente elétrica, e outros, não?*”, a resposta dada foi a de que “*Não sei, está aí um mistério*”. Essa resposta parece-nos poder ser incluída em uma categoria que representaria a instalação dos propósitos para leituras posteriores. Não que essa instalação não tenha ocorrido com os demais estudantes que deram as outras respostas. Mas, aqui, indicia-se que esta instalação foi expressamente enunciada. Em outros termos, essa resposta poderia ser traduzida como algo do tipo “*Boa pergunta: não tenho os elementos necessários para respondê-la, mas, por conta dela, terei propósitos para buscar esses elementos nas leituras futuras que farei*”. Se essa análise corresponder ao que de fato ocorreu, poderíamos concluir que nesse caso o “*peixe foi fígado*”.

Outra possibilidade, que não se contrapõe aos nossos objetivos, é a de que, carregada de deboche, a resposta indique que seus autores adotaram uma postura livre, libertando-se da tarefa de responder a uma questão só por obrigação ou para agradar a

quem a perguntou. Nesse sentido, poderiam estar demonstrando que se dão o direito de terem dúvidas, e estão abertos ao que virá, no caso específico, às próximas leituras:

O *perigo* faz o sério, o riso autoriza evitar o perigo. A necessidade é séria, a liberdade ri. (...) A seriedade retém, estabiliza, está voltada para o pronto, para o concluído em sua obstinação e autopreservação. (...) O riso suprime o *peso do futuro* (do porvindouro), livra das preocupações do futuro; o futuro deixa de ser uma ameaça. (BAKHTIN, 2003, p.397).

No que se refere à análise feita nesta seção, algumas “lições do vivido” (LIMA, 2005) poderiam ser tiradas. Uma delas é a de que utilizar materiais do dia a dia e os fenômenos que ocorrem com eles pode ser uma boa estratégia para se tentar criar propósitos de leitura para se compreender os modelos de ligação química. Entendemos que assim se permitirá facilitar a leitura da palavra por meio da leitura do mundo:

A leitura do mundo e a leitura da palavra são processos concomitantes na constituição dos sujeitos. Ao ‘lermos’ o mundo, usamos palavras. Ao lermos as palavras, reencontramos leituras do mundo. Em cada palavra, a história das compreensões do passado e a construção das compreensões do presente que se projetam como futuro. Na palavra, passado, presente e futuro se articulam. (GERALDI, 2010).

Outra lição é a de que, ao mesmo tempo em que os dados trabalhados permitem as análises que fizemos, eles não impedem que essas análises sejam aprimoradas ou que outras análises sejam feitas a partir da consideração de outros dados. Por isso, as considerações que aqui fazemos devem ser tratadas como tendo acabamentos provisórios. É por isso, por exemplo, que não seria possível afirmar que a resposta L, “*Não sei, está aí um mistério*”, se fez ou não sob o tom do deboche. Para Bakhtin (2003), o que importa é o tom. Nossa análise se baseou na palavra escrita, logo, falta, mais que tudo, a entonação. Temos o enunciado, mas não temos as condições da enunciação. Não sabemos como os estudantes entraram nessa corrente de enunciações. Para uma melhor compreensão, há a necessidade de incluir ainda os dados construídos

com as outras atividades da mediação tratada, as análises das outras mediações que fizemos, a produção escrita dos estudantes, os áudios gravados, etc.

Para Bakhtin, conforme Freitas (1994), a sentença e a palavra possuem um significado próprio, uma conclusividade gramatical de caráter abstrato. Como unidades de língua, sentença e palavra não têm autor, não pertencem a nada. Só dentro de um enunciado completo chegam a ser expressão de uma postura individual do falante em uma situação concreta de comunicação discursiva. Cada enunciado se caracteriza por seu conteúdo e por seu sentido. Os enunciados dos estudantes que analisamos têm um caráter abstrato em termos de conclusividade. É preciso transformá-los em enunciações, vendo o fluxo das interações, acompanhando as outras atividades da mediação, enfim, procurando pela enunciação completa.

O sentido é potencialmente infinito, mas pode atualizar-se. Somente em contato com outro sentido (do outro) ainda que seja com uma pergunta do discurso interior do sujeito da compreensão. Ele deve sempre contatar com outro sentido para revelar os novos elementos da sua perenidade (como a palavra revela os seus significados somente no contexto). Um sentido atual não pertence a um (só) sentido mas tão-somente a dois sentidos que se encontraram e se contactaram. Não pode haver “sentido em si” – ele só existe para outro sentido, isto é, só existe com ele. Não pode haver um sentido único (um). Por isso não pode haver o primeiro nem o último sentido, ele está sempre situado entre os sentidos, é um elo na cadeia dos sentidos, a única que pode existir realmente em sua totalidade. Na vida histórica essa cadeia cresce infinitamente e por isso cada elo seu isolado se renova mais e mais, como que torna a nascer (BAKHTIN, 2003, p. 382).

Diversas outras lições tiradas poderiam ser aqui discutidas. Da importância que se deve dar à elaboração de questões para resposta dos estudantes e das consequências para a avaliação desses estudantes a partir das respostas dadas. Da importância que se deve dar aos resultados apontados por pesquisas acadêmicas para as nossas mediações em sala de aula, no nosso caso específico, no que se referiram às mediações de leitura, ligações químicas, modelos, corrente elétrica, substancialismo, processos de compreensão, etc. Da importância que têm nossas mediações em sala de aula para que

seja diminuída a distância entre as explicações dadas pelos estudantes a fenômenos familiares e os modelos científicos. Da importância do trabalho minucioso que está a cargo do pesquisador em educação, comparável ao do detetive que descobre o autor do crime baseado em indícios imperceptíveis para a maioria (GINZBURG, 1989), e que nos coloca diante de problemas para os quais, muitas vezes, só temos respostas do tipo “*Não sei, está aí um mistério*”!

Por fim, há de se registrar que não se esperava que as respostas dadas pelos estudantes se referissem ao movimento de cargas, ou a diferentes modelos para ligação de átomos para explicar propriedades diferentes dos materiais, etc. Disso, se incumbiriam os textos seguintes. Mas, como vimos, algumas análises nos indicam que o caminho começou a ser percorrido. Outras análises além das aqui tratadas nos permitiram verificar que o processo de compreensão dos modelos de ligação química pelos estudantes pode ser promovido pela mediação da leitura dos textos didáticos. Há indícios disso até o momento. Há indícios também de que o estabelecimento de propósitos para a leitura contribui para esse processo. Mas há de se ter em mente que a compreensão é um processo complexo e que deve ser continuado, ou seja, leva tempo para ser alcançado e não combina com o imediatismo que a escola geralmente nos impõe. O grande problema é que a escola normalmente não tem tempo para oferecer aos estudantes as oportunidades de viverem o processo. O importante é permitirmos a interação com o texto, pois é assim que a leitura se constrói. Lemos e releemos e isto é importante para o processo de compreensão. Assim como é importante a troca de ideias com os outros, quer sejam estudantes, quer sejam os professores.

4.2.2 – Modelos de ligações para materiais não metálicos⁴⁴

O texto didático *Modelos de ligações para materiais não metálicos* foi o terceiro a ser estudado em sala de aula. Sucedia o estudo do texto *Testando a condutividade elétrica de materiais* (tratado na seção anterior) e o estudo de outro texto, *As ligações entre os átomos de um metal*.

⁴⁴ Versão inicial dessa análise constituiu o trabalho *A mediação da leitura de textos didáticos como caminho para facilitar a compreensão dos modelos de ligação química*, apresentado no XVI Encontro Nacional de Didática e Práticas de Ensino-ENDIPE (Campinas/SP, 2012).

Antes de nos referirmos ao texto que será analisado nesta seção, consideramos importante descrever o contexto das mediações referentes à leitura do texto anterior, vez que estarão estreitamente relacionadas aos enunciados dos estudantes que iremos analisar. De acordo com Bakhtin:

Qualquer que seja o aspecto da expressão-enunciação considerado, ele será determinado pelas condições reais da enunciação em questão, isto é, antes de tudo *pela situação social mais imediata*. (BAKHTIN, 2006, p.114).

Em *As ligações entre os átomos de um metal*, tratou-se sobre como os átomos deveriam estar ligados em um metal. O texto fez isso analisando as propriedades dos metais, acabando por concluir que a ligação metálica teria como modelo átomos carregados positivamente, unidos por uma grande quantidade de elétrons livres que se movimentariam entre esses átomos do metal. A relação modelo/propriedades, que já vinha sendo tratada desde o estudo do primeiro texto, foi retomada. Isso porque tratou-se da relação entre as propriedades dos materiais e os modelos de ligações químicas propostos. Essa relação, em suma, é a de que para propriedades diferentes deveríamos ter modelos diferentes. Por fim, foi feita uma proposta de um modelo para as ligações entre os átomos de um metal.

A leitura do texto *As ligações entre os átomos de um metal* envolveu os seguintes procedimentos: 1) A retomada com os estudantes dos resultados dos experimentos da aula anterior sobre a condutividade elétrica dos materiais. A ideia aqui era lembrar quais materiais conduziam e quais materiais não conduziam; lembrar que os metais eram bons condutores; e estabelecer um propósito para realizar a leitura do texto seguinte. 2) A leitura da parte inicial do texto. Nos dois parágrafos iniciais, o texto descreve que os modelos são propostos com base nas propriedades dos materiais, e são descritas as propriedades dos metais. Portanto, a questão seria *qual modelo poderia ser proposto para a ligação metálica?* O propósito aqui era o de tratar a noção de modelo após a leitura desses dois primeiros parágrafos. 3) A retomada da noção de modelos. Retomamos com os estudantes a noção sobre modelos que já havia sido discutida em outro momento pela professora da turma. Fizemos a leitura de trecho da

Coleção Construindo Consciências que tratava do assunto⁴⁵ e discutimos em sala o *modelo da máquina automática de refrigerante* descrito por Chassot (1990). O objetivo de tal texto foi o de discutir a ideia de que um modelo representa uma situação provável e não algo certo ou acabado. 4) A leitura do restante do texto Lemos os cinco parágrafos restantes e fizemos as devidas conexões com a ilustração e legenda que compõem o texto. A leitura era pausada ao fim de cada parágrafo para buscar os entendimentos e as contribuições dos estudantes. 5) O destaque da ideia principal de cada parágrafo do texto. Solicitou-se aos estudantes que, em duplas, registrassem por escrito a ideia principal de cada um dos sete parágrafos e o texto de legenda. 6) A socialização das ideias principais do texto. No quadro, registramos as ideias principais do texto destacadas pelos estudantes. A intenção foi a de socializar as respostas dadas e efetuar uma mediação que permitisse estabelecer as relações dos destaques com os conceitos-chave do texto.

Por fim, outras tarefas foram solicitadas aos estudantes. 7) A identificação de ideias-chave dos parágrafos do texto por meio da associação a temas pré-definidos. Os estudantes relacionaram os parágrafos do texto lido a um ou mais dos cinco temas listados na ferramenta de mediação específica (anexo IV). A ideia aqui foi a de que os estudantes identificassem as ideias-chave do texto lido de uma forma diferente da que já havia sido feita, baseada na atribuição de títulos aos parágrafos. 8) A produção de um texto de síntese. Com objetivo de avaliar a compreensão do texto, os estudantes, em dupla, escreveram um texto que sintetizasse as ideias contidas no texto lido, considerando os seguintes aspectos: a) *Que questão o texto lido se propunha a discutir?* b) *Que resposta o texto lido dava à questão que se propôs a discutir?*

Esses dados poderão vir a ser analisados de acordo com as necessidades de compreensão mais global da aprendizagem. A dinâmica dessa aula foi aqui explicitada para compor o quadro em que se deu o estudo do texto *Modelos de ligações para materiais não metálicos*, cuja análise passaremos a fazer agora.

⁴⁵ Páginas n^{os} 60 e 61 do livro destinado ao 9º ano, Capítulo 3, *O mundo que não vemos*, da Unidade 2, *Modelando os materiais*. Os textos sobre ligações químicas estão contidos no Capítulo 4, *A natureza elétrica dos materiais*, dessa mesma Unidade 2.

Dessa forma, chegamos ao objeto de nossa análise nesta seção. Neste ponto, encontrava-se proposto um modelo para as ligações metálicas, qual seja, o de que os átomos de metal, carregados positivamente, seriam unidos por uma grande quantidade de elétrons livres que se movimentariam entre esses átomos. O passo agora seria o de se propor modelos para materiais não metálicos, isto é, materiais que apresentavam propriedades diferentes das que eram apresentadas pelos materiais metálicos.

No início da aula que se dedicou à leitura do texto *Modelos de ligações para materiais não metálicos*, retomamos mais uma vez as ideias explicitadas do texto/aula anterior. O objetivo foi o de dar um fechamento para a aula anterior e estabelecer um contexto de continuidade de leitura do referido texto. Retomamos as ideias principais do texto lido, registrando-as no quadro: a de que se propôs tratar de modelo de ligações para materiais metálicos; a de que os modelos propostos deveriam se basear nas propriedades dos materiais; a de que o modelo para as ligações metálicas seria baseado na facilidade de movimentação dos elétrons livres.

Então, passamos propriamente ao texto *Modelos de ligações para materiais não metálicos*. Utilizamos nessa aula três ações: as de pré-leitura, intra-leitura e pós-leitura (anexo IV)⁴⁶. Essa estratégia prevê a produção de textos pelos estudantes sobre questões que são feitas em etapas diferentes da leitura do texto proposto. De acordo com Paula (2010), os objetivos dessas ações são os seguintes:

I - Pré-leitura: levantamento de conhecimentos prévios e de expectativas em relação ao texto.

II – Intra-leitura: interrupção da leitura de um texto mais longo com os tipos de objetivos: (i) questões para avaliar e estimular a compreensão do texto inseridas no meio da leitura; (ii) levantamento de expectativas sobre desfecho do texto, antes de se prosseguir na leitura.

⁴⁶ Analisamos nesta dissertação questões relacionadas a apenas duas dessas ações: pré-leitura e intra-leitura.

III – Pós-leitura: questões para avaliar a compreensão do texto são inseridas ao final da leitura (podem, também, conter algum tipo de incentivo e orientação para uma re-leitura).

Concordamos com esses objetivos delineados pelo autor, entendendo que no nosso caso específico, a pré-leitura remeteria aos propósitos de leitura, enquanto a intra-leitura indicaria processos, mecanismos internos de compreensão por parte dos estudantes.

A primeira questão estava relacionada à ação de pré-leitura. Nesta questão e nas demais utilizadas em nossas mediações, atuamos sempre de forma a esclarecer aos estudantes, tanto quanto possível, os objetivos da atividade. A solicitação feita aos estudantes e a questão a ser respondida por eles foram as seguintes:

Pré-leitura Antes de iniciarem a leitura, pensem na questão abaixo. Troquem ideias, e registrem o entendimento da dupla⁴⁷ sobre a questão nas linhas correspondentes.

As propriedades dos metais, incluindo a condutividade elétrica, estão relacionadas à facilidade de movimento dos elétrons livres que os metais apresentam. Como devem estar os elétrons nos materiais que não conduzem bem a corrente elétrica e apresentam propriedades diferentes das dos metais, como é o caso dos plásticos, dos materiais cerâmicos, do sal de cozinha no estado sólido, dentre outros?

As respostas fornecidas individualmente pelos estudantes estão apresentadas a seguir, quadro 12, nas quais foram feitas apenas correções ortográficas e de pontuação.

⁴⁷ Apesar de ter sido planejada para ser respondida em duplas de estudantes, a pedido da professora da turma, todas as aulas a partir dessa atividade aconteceram sem a formação de duplas.

Quadro 12 – Como devem estar os elétrons nos materiais que não conduzem bem a corrente elétrica e apresentam propriedades diferentes das dos metais?⁴⁸

Grupo	Respostas
I – (E)	Com difícil movimento.
	Com dificuldade de se movimentar.
	Devem estar presos.
	Difícil movimentação.
	Difícil movimento
	Difícil movimento.
	Difícil movimento.
	Difícil movimento.
	Difícil movimento.
	Difícil o seu movimento.
	Eles devem estar com dificuldade de se movimentar e de receber grande parte de energia.
	Eles ficam presos.
	Em dificuldade de se movimentar.
	Estão com difícil movimento.
	Estão presos.
	Os elétrons estão em difícil movimento.
	Os elétrons passam a não ter facilidade de movimento, que se torna bastante difícil.
	Porque estão presos.
	Presos, não vão ter facilidade de movimento.
	Presos.
	Eles estão presos, com dificuldade para se mover.
Preso, todo agarrado e com difícil movimento.	
Eles devem estar presos, com uma difícil locomoção de lugar.	
Os materiais que não conduzem bem a corrente elétrica, eles ficam mais presos, têm pouco movimento.	
Porque eles se dificultam muito a se movimentar.	
II – (Q)	Difícil movimento dos <i>materiais</i> que não conduzem bem a corrente.
	Esses <i>materiais</i> possuem <i>poucos, quase nenhum elétron</i> . Eles ficam presos.
	<i>Facilidade</i> de movimento de elétrons livres.

Para elaborar suas respostas sobre os elétrons nos materiais não metálicos, os estudantes já conheciam o modelo proposto para o comportamento dos elétrons nos metais. Esse modelo, em suma, vai se referir à facilidade de movimento dos elétrons nos materiais metálicos. Essa situação vai se refletir nos enunciados dos estudantes, por meio das respostas que foram dadas.

⁴⁸ As indicações (E) e (Q) no quadro referem-se, respectivamente, aos modos de entrelaçamento e de questionamento com a palavra do outro, categorias descritas por Fontana (1996).

Para Bakhtin (2003), cada enunciado é pleno de ecos e ressonâncias de outros enunciados, e deve ser visto antes de tudo como uma *resposta* aos enunciados precedentes. Resposta essa entendida no sentido mais amplo: ela os rejeita, confirma, completa, baseia-se neles, subentende-os como conhecidos, de certo modo os leva em conta. Para Geraldi (2010), o leitor trabalha produzindo significações e é nesse trabalho que ele se constrói como leitor. Suas leituras prévias, sua história de leitor, estão presentes como condição de seu trabalho de leitura e esse trabalho o constitui leitor e assim sucessivamente.

Do quadro 12, vemos que as respostas dos estudantes à questão que trata dos *materiais não metálicos* se fazem tomando-se como referência a relação propriedades/modelo proposta para os *materiais metálicos*, anteriormente estudada, o que nos indicia, indiretamente, o início do processo de compreensão dos estudantes para o modelo proposto para as ligações metálicas.

A constatação de que as respostas construídas pelos estudantes são manifestações a outros enunciados, aos outros, vai ao encontro do que nos ensina Bakhtin (2003), que cada enunciado isolado é um elo da comunicação discursiva:

Em qualquer enunciado, quando estudado com mais profundidade em situações concretas de comunicação discursiva, descobrimos toda uma série de palavras do outro semilantes e latentes, de diferentes graus de alteridade. (...) O enunciado se verifica um fenômeno muito complexo e multiplanar se não o examinamos isoladamente e só na relação com o seu autor (o falante), mas como um elo na cadeia discursiva e da relação com outros enunciados a ele vinculados. (p.299).

Fontana (1996), referindo-se a Bakhtin, nos diz que na vida cotidiana os meios de introduzir o dizer do outro, formá-lo e destacá-lo são variados. Descreve que a análise detida do material de sua pesquisa⁴⁹ revelou três modos de relação entre a palavra alheia e o sujeito falante: *o assentimento, os entrelaçamentos e o*

⁴⁹ No trabalho, o objeto de análise da autora foi a atividade de elaboração conceitual de crianças no contexto escolar.

questionamento. As crianças, no esforço de objetivação/explicitação das suas elaborações para o outro, marcam suas interações com a palavra alheia:

Elas revelam a multiplicidade de caminhos que percorrem na busca de sentido da palavra alheia e na apropriação das operações intelectuais nelas contidas. A palavra alheia é imitada, reproduzida. A palavra alheia é incorporada pela criança como um dizer institucional e seu sentido é estabilizado (o que denominamos neste estudo como *assentimento*). A palavra alheia é re-conhecida e re-elaborada pela criança, entrelaçando-se dinamicamente a suas palavras interiores. Ela é re-significada, recortada, diluída, analisada, assumida parcialmente pela criança, fundida a suas palavras interiores (formando com elas “híbridos orgânicos”). Nesse processo a palavra do outro evoca, provoca, convoca outras palavras, organiza ou re-organiza as palavras interiores, induz a novas generalizações... Mas ela é também questionada, colocada à prova pela criança que busca/aponta novas possibilidades com/a partir dela. (p.160).

Valendo-se desses modos de relação com a palavra alheia, entendemos que as respostas dadas pelos estudantes⁵⁰ e que foram reunidas no grupo I apresentam traços que caracterizam o modo dos *entrelaçamentos*. Para os *entrelaçamentos*, entendemos, não deixa de haver sempre a presença do modo *assentimento*.

No *assentimento*, a dominância e conservação do dizer do outro são características significativas. Assim, o dizer do outro era o dizer dominante nessas elaborações. Nas respostas dos estudantes do grupo I, a presença do *assentimento* se indicia quando verificamos que não houve contestação quanto ao modelo proposto para os materiais metálicos, discurso tomado como base para as enunciações dos estudantes quanto aos materiais não metálicos. Dessa forma, presentes a dominância e a conservação do dizer do outro. Para Fontana (1996), na relação de aprendizado, a imitação é um elemento importante. No contexto das relações de ensino, estudantes e professor ocupam posições assimétricas. O professor, autoridade, ocupa um lugar institucional, está inscrito no imaginário social e nos rituais próprios da escola. Os

⁵⁰ Entendemos que nas respostas reunidas no grupo I, os enunciados fazem referência aos elétrons, quando não houver essa referência explícita.

lugares sociais ocupados, como parte das condições de produção, exercem uma influência sobre as relações dinâmicas que se processam entre o discurso do outro (discurso citado) e o discurso que o transmite (contexto de transmissão):

Quanto mais forte for o sentimento de eminência hierárquica na enunciação de outrem, mais claramente definidas serão as suas fronteiras, e menos acessível será ela à penetração por tendências exteriores de réplica e comentário. (BAKHTIN, 2006, p.156).

Nos enunciados em que ocorrem os *entrelaçamentos*, revela-se a presença de uma outra voz, que não a do professor ou dos textos didáticos anteriormente lidos. Como descreve Fontana (1996), o discurso do outro não é citado na sua integridade, como uma estrutura compacta e fechada. As palavras alheias estão entrelaçadas com o discurso dos estudantes, e nele diluídas. O discurso do outro é re-elaborado, a palavra é re-significada, recortada, diluída, analisada, assumida parcialmente, fundida às palavras interiores dos estudantes. Nos casos das respostas que incluímos no grupo I, o discurso do outro é acatado, há *assentimento*, já que o modelo para os metais não é contestado, mas é também re-elaborado, há *entrelaçamentos*, pois que dessa maneira, pela oposição, um outro modelo é proposto pelos estudantes para os materiais não metálicos.

Os enunciados que classificamos no grupo II nos parecem conter, ainda que não exclusivamente, características do terceiro modo de relação com a palavra alheia, o do *questionamento*. Com base em que descreve Fontana (1996), diferentemente dos modos anteriores, nos enunciados desse tipo há mais que um esforço para apreender os sentidos dos dizeres dos outros e articulá-los. Neles, há o aprofundamento do espaço de discussão entre os dizeres alheios e as palavras interiores do enunciador, que problematiza o dizer do outro, ainda que não conscientemente. Assim, o enunciado do outro é também questionado, colocado à prova pelo estudante que busca/aponta novas possibilidades com/a partir dela. Dessa forma, o dado se transforma no criado, conforme Bakhtin:

[O] enunciado nunca é simples reflexo ou expressão de algo que lhe preexiste, fora dele, dado e pronto. O enunciado sempre cria algo que, antes dele, nunca existira, algo novo e irreproduzível, algo que está sempre relacionado com um valor (a verdade, o bem, a beleza, etc.).

Entretanto, qualquer coisa criada se cria sempre a partir de uma coisa que é dada (a língua, o fenômeno observado na realidade, o sentimento vivido, o próprio sujeito falante, o que é já concluído em sua visão de mundo, etc.) O *dado* se transforma no *criado*. (BAKHTIN *apud* BORTONI-RICARDO *et al*, 2012, p.156).

Nos enunciados que compõem o grupo II, essa situação se verifica, qual seja, a de busca e apontamento de novas possibilidades. Em um deles, por exemplo, aponta-se a possibilidade dos materiais não metálicos possuírem muito poucos elétrons. Em outro, a resposta é a de que o difícil movimento é dos materiais que não conduzem bem a corrente. Os textos vistos até então não “autorizavam” essas explicações. “poucos elétrons” é diferente de “elétrons presos”. “materiais com difícil movimento” é diferente de “elétrons com difícil movimento”. O que se tem aqui, portanto, é a exteriorização das palavras interiores do enunciador, uma atitude responsiva:

O ouvinte, ao perceber e compreender o significado (linguístico) do discurso, ocupa simultaneamente em relação a ele uma ativa posição responsiva: concorda ou discorda dele (total ou parcialmente), completa-o, aplica-o, prepara-se para usá-lo, etc. (BAKHTIN, 2003, p. 271).

Aqui, entendemos o modo *questionamento* não como uma negação do modelo proposto para os metais, mas como o modo pelo qual o estudante se apropriou desse modelo, de como emergiu a intertextualidade.

Vimos, assim, que a estratégia da pré-leitura cria uma tensão no estudante, que espera que sua resposta seja confirmada ou não, e, por isso, provoca suas contrapalavras, importantes para o processo de ensino e aprendizagem e para a compreensão. Se é verdade que as enunciações mais completas nos permitem aproximar melhor do modo como podem estar se dando os processos de compreensão dos estudantes, entendemos também que de maneira geral, das respostas descritas no quadro 12, mesmo as menos completas, que as ideias ali consolidadas criaram uma base para a leitura do próximo texto, do que queríamos tratar. O sentido não está na palavra. Isso

porque nossa análise não se limitou à palavra como sinal, o que provocaria uma compreensão restrita, mas à palavra como signo:

Para Bakhtin, um sinal é estável, sempre idêntico a si mesmo, enquanto um signo é dialético e vivo; portanto, variável e flexível, marcado pela mobilidade que lhe confere o contexto. Conceber a palavra enquanto sinal implica uma compreensão da leitura enquanto ato monológico de decodificação, de mero reconhecimento; conceber a palavra enquanto signo implica uma concepção de leitura enquanto atividade, ação entre interlocutores, dialogicidade. (BRANDÃO, 2005, p. 272).

Assim, nesse sentido, consideramos que respostas lacônicas do tipo “*presos*” ou “*difícil movimento*” são semelhantes a enunciados mais completos, do tipo “*Os elétrons passam a não ter facilidade de movimento, que se torna bastante difícil*”. Em todos os casos, consideramos como manifestações dos estudantes a outros enunciados trazidos pelos textos didáticos anteriormente estudados, no sentido de que os elétrons, nos metais, são mais “soltos”, “livres”, com “facilidade de movimentação”. Entendemos, pois, que os estudantes entram para a próxima leitura com essa compreensão de que há uma relação entre propriedades e modelos⁵¹.

De forma geral nos enunciados dos estudantes, já são apresentadas hipóteses explicativas sobre como deve ser o modelo para um material que apresenta propriedades diferentes das dos metais. Os dados fornecem indícios de que a relação propriedade/modelo está sendo construída e compreendida como compromisso epistemológico entre modelo e realidade. Os estudantes se apropriam da palavra alheia e entram no próximo texto de forma homogênea. É o início do processo de aproximação com o projeto de dizer dos autores da coleção didática e do professor-pesquisador, o que veremos mais detidamente na próxima seção.

A segunda questão estava relacionada à ação de intra-leitura. Ela discute porque os modelos de ligações químicas para materiais não metálicos deveriam ser

⁵¹ Ainda que os enunciados produzidos sejam diferentes quanto à extensão, aos modelos que são propostos, à relação estabelecida entre modelo e realidade, ao nível de explicação, etc.

diferentes do utilizado para descrever a ligação metálica. Essa questão está relacionada com o mesmo texto intitulado *Modelos de ligações para materiais não metálicos.*

Passemos à análise das respostas dadas a esta segunda questão.

O texto tratou sobre o modo como poderiam estar ligados os átomos nos materiais não metálicos. Descreveu as propriedades desses materiais, e concluiu que os modelos a serem propostos para as ligações químicas deveriam ser diferentes daquele proposto para os metais. Composto por dez parágrafos, os cinco primeiros vão descrever que os materiais cerâmicos e plásticos são em geral isolantes térmicos e elétricos. Que nos materiais que não conduzem bem a corrente elétrica, os elétrons ficam “presos” e não podem movimentar-se em conjunto do modo como ocorre no modelo proposto para a ligação metálica. Dessa forma, as ligações químicas para esses materiais deveriam ser diferentes da que foi utilizada para explicar as propriedades dos metais. Que poderíamos pensar em termos de transferência de elétrons de um átomo para outro ou de compartilhamento de elétrons de átomos vizinhos. Esses cinco primeiros parágrafos do texto são concluídos com a informação de que são as propriedades específicas das substâncias que vão nos ajudar a decidir quanto ao melhor modelo de ligação que permite explicar essas propriedades. Verifica-se que o texto é estruturado de uma forma em que uma conclusão parcial é apresentada aos estudantes ao final da leitura dos seus cinco primeiros parágrafos.

Após os estudantes responderem à primeira questão relacionada à pré-leitura, passamos à leitura desses cinco primeiros parágrafos do texto. Um estudante se ofereceu para fazer a leitura para todos que, ao fim de cada parágrafo, era pausada para que fizéssemos comentários e buscássemos a contribuição e compreensão dos demais.

A solicitação feita aos estudantes e a questão a ser respondida por eles foram as seguintes:

Intra-leitura Após lerem os cinco primeiros parágrafos do texto, pensem nas seguintes questões⁵², registrando o entendimento da dupla nas linhas correspondentes.

Por que os modelos de ligações químicas para materiais não metálicos devem ser diferentes do utilizado para descrever a ligação metálica?

As respostas, que foram dadas individualmente por uma mudança de orientação para atender à professora da turma, como mencionado anteriormente, estão apresentadas a seguir⁵³, quadro 13, nas quais foram feitas correções ortográficas e de pontuação.

Quadro 13 – Por que os modelos de ligações químicas para materiais não metálicos devem ser diferentes do utilizado para descrever a ligação metálica?

Grupo	Respostas
I - Atributo	Diferentes
	Diferentes
	Diferentes
	Diferentes
	Diferentes
	São diferentes
	Porque são diferentes
	Elas são diferentes dos metais
	Diferente dos metais.
	Possui materiais diferentes.
	Porque nada na vida é igual
II - Relação	Porque as propriedades são diferentes dos metais.
	Porque os não metálicos possuem propriedades diferentes.
	Eles apresentam propriedades diferentes dos metais.
	Os outros materiais possuem propriedades diferentes.
	Porque os outros materiais apresentam propriedades diferentes.
	Porque possuem propriedades diferentes.
	Propriedades diferentes.
As propriedades diferentes.	
III - Modelo	Porque os elétrons ficam presos.
	Porque ele tem difícil movimento e pouca condução de eletricidade.
	Porque eles não conseguem produzir eletricidade
	Porque os elétrons não se movimentam e têm características diferentes.

⁵² A terceira questão, que não será analisada neste trabalho, também estava vinculada à ação da intra-leitura.

⁵³ Como um dos estudantes deixou a questão em branco, são apresentadas 27 respostas.

Grupo	Respostas
	Eles são pouco reativos e são de propriedades diferentes.
	Porque os materiais cerâmicos como o plástico apresentam diferentes movimentos e são pouco relativos a geração de energia.
IV - Outros	Que nós precisamos de criar materiais diferentes.
	Porque foi criado para modelo metálico

As respostas dadas pelos estudantes foram reunidas nos grupos I a IV. No grupo I, estão os enunciados que responderam que os modelos de ligações químicas para materiais não metálicos deveriam ser diferentes do utilizado para descrever a ligação metálica porque os materiais seriam diferentes. Aqui, esses estudantes demonstram que já sabem que a questão é a diferença, mas que diferença? O modelo seria diferente porque os materiais seriam diferentes. Os entendimentos estão ainda expressos de forma muito geral, ao nível de indicação de atributos. Falta explicitar o que são diferentes: as propriedades. Essa constatação, quando das discussões com as professoras orientadoras deste trabalho, resultou no planejamento da aula seguinte, sempre com a intenção de dar a boa aula, como vimos afirmando⁵⁴.

No grupo II, temos os enunciados dos estudantes a indicar que eles compreenderam a relação que há entre propriedades e modelos. Assim, os modelos de ligações químicas para materiais não metálicos deveriam ser diferentes do utilizado para descrever a ligação metálica *porque os não metálicos possuem propriedades diferentes*.

O grupo III agrega os enunciados que vão se referir a modelos diferentes, mas sem incluir explicitamente as propriedades diferentes, nem a relação entre modelos e propriedades. Assim, o enunciado *Porque os elétrons ficam presos* faz referência a um modelo que é diferente do modelo proposto para os materiais metálicos, mas não há qualquer referência às propriedades que são diferentes em um e outro material. No enunciado *Porque ele tem difícil movimento e pouca condução de eletricidade*, a primeira parte diz respeito a modelo, a segunda, a propriedade, embora não seja feita de forma explícita como no caso das respostas do grupo II. A relação propriedade/modelo está aí, mas ainda não é explícita. Ainda não na palavra dele, como no caso do grupo II.

⁵⁴ Assim, na aula seguinte, retomamos a questão dessa diferença, isto é, revimos o que era diferente nas propriedades e o que era diferente nos modelos. Rediscutimos com os estudantes a questão da relação entre propriedade/modelo, enfatizando-a. Retomamos as respostas dos estudantes, pedindo-lhes que se dissessem em relação a essas respostas.

Para Geraldi (2010), nascidos nos universos de discursos que nos precederam, internalizamos dos discursos de que participamos expressões/compreensões pré-construídas, num processo contínuo de tornar intraindividual o que é interindividual. Mas a cada nova expressão/compreensão pré-construída fazemos corresponder nossas contrapalavras, articulando e rearticulando dialogicamente o que agora se apreende com as mediações próprias do que antes já fora apreendido. Citando Bakhtin:

(...) estas “palavras alheias” se reelaboram dialogicamente em “palavras próprias-alheias” com a ajuda de outras palavras alheias (escutadas anteriormente) e logo se tornam palavras próprias (com a perda das aspás, falando metaforicamente) que já possuem um caráter criativo. (BAKHTIN *apud* GERALDI, 2010, p.157).

Mas, se por um lado, nesse grupo III, a relação propriedade/modelo ainda não é explícita, por outro, vemos que algumas das respostas já são tentativas dos estudantes de dar um passo a mais, descrever um pouco mais, como é o caso do enunciado “*Porque os elétrons não se movimentam e têm características diferentes.*”

No grupo IV, reunimos os enunciados que entendemos indicar ideias antropomórficas. Nesse sentido, a resposta “*Porque foi criado para modelo metálico*”, parece-nos corresponder ao entendimento de que não é o comportamento que gera o modelo, e sim o modelo, criado pelo homem, é que constrange os materiais a se comportarem assim.

Vejamos que nossas análises estão estrangidas pela natureza dos dados que estamos analisando. Também que, neste momento das análises, não estamos preocupados em verificar se as repostas estão corretas ou não. Até porque, novamente, os estudantes podem ter sido vítimas da forma como a pergunta foi formulada. Buscamos, isso sim, os indícios da compreensão pelos estudantes da relação que há entre modelos e propriedades. A partir das respostas, outras análises podem ser feitas, o que esperamos aprofundar. Dentre essas análises possíveis, a de que uma enunciação mais completa não significa que houve um entrelaçamento em grau maior do que numa enunciação mais curta; a de que uma enunciação que contenha uma incorreção conceitual não implica em incompreensão do texto ao qual se refere.

A análise dos modos de relação com a palavra do outro e dos textos-síntese

Em relação às respostas descritas no quadro 13, fizemos também a análise dos enunciados quanto aos modos de relação com a palavra alheia, como no caso da pré-leitura. Consideramos importante esse procedimento, como forma de mostrar caminhos para aprofundamento das análises. Das vinte e sete respostas, entendemos que vinte e três delas podem ser caracterizadas como pertencentes ao modo de *assentimento*. As quatro restantes, assim classificamos:

- Modo de *questionamento*: *Possui materiais diferentes; Que nós precisamos de criar materiais diferentes; Porque foi criado para modelo metálico.*

- Modo de *entrelaçamento*: *Porque nada na vida é igual.*

Vejamos que, do ponto de vista da mediação de leituras, interessa-nos principalmente os enunciados que podem ser classificados nos modos de *entrelaçamento* ou *questionamento*. São respostas que promovem o diálogo, induzem a novos confrontos, como é o caso do enunciado *Porque nada na vida é igual*. Ainda que não sejam necessariamente enunciações mais ricas do ponto de vista conceitual, como no exemplo, são mais ricas do ponto de vista da linguagem.

Essa primeira análise que fizemos considerando as três categorias propostas por Fontana (1996) não nos forneceram, dado o grande número de assentimentos, elementos para concluir que as leituras dos estudantes estão mais ou menos próximos dos sentidos conferidos aos conceitos no texto. Na produção que estamos analisando, percebemos houve pouca oferta de contrapalavras. O que essas categorias nos informam é sobre a dialogicidade envolvida no processo, e elas podem ser importantes quando a nossa análise envolver as interações que ocorreram em sala de aula, o que pretendemos fazer.

Se não conhecemos a natureza da enunciação, podemos, como professores e mediadores de leituras, tomar caminhos que impliquem desconsiderar ou corrigir os textos produzidos pelos estudantes. No que se refere ao ler, estamos no caminho que nos aponta, por exemplo, Geraldi (1991, 2007, 2010) que toma a leitura como meio para *aprender a ler*. O nosso interesse é pela oferta das contrapalavras. É através delas que

entramos nessa arena de disputa de sentidos, como nos diz Bakhtin, *o discurso se converte em palco de luta entre duas vozes*⁵⁵. E cada um dos sujeitos entra nessa arena de modo diferente, em função do tipo de enunciação que ele gera em relação à palavra do outro. Por consequência, acreditamos que maior for a oferta de contrapalavras, maior a possibilidade de negociar sentidos.

Então, dada essa situação quanto aos resultados da análise da presença dos *assentimentos, entrelaçamentos e questionamentos* nas respostas dadas pelos estudantes e descritas no quadro 13, entendemos que deveríamos voltar o nosso olhar para os textos-síntese produzidos pelos estudantes ao final dessa aula dedicada ao estudo do texto *Modelos de ligações para materiais não metálicos*. Como em outras aulas, com o objetivo de avaliar a compreensão do texto, os estudantes escreveriam um texto que sintetizasse as ideias contidas no texto lido na aula, considerando os seguintes aspectos: *a) Que questão o texto lido se propunha a discutir? b) Que resposta o texto lido dava à questão que se propôs a discutir?*⁵⁶

Com a análise desses textos síntese, buscamos verificar: se a relação entre modelos e propriedades estaria melhor estabelecida; se a alta frequência de assentimentos encontrada na primeira análise seria mantida; ou se, ao contrário, nesses textos a relação com a palavra alheia mudava de modo; se havia explicações dadas ao nível microscópico. Assim, da primeira análise que fizemos das respostas, surgiram perguntas que nos levaram a outra análise, que também nos moveu em busca da dialogicidade expressa nessas produções escritas dos estudantes. Havendo oferta de contrapalavras nesses textos dos estudantes, entendemos que devemos aprofundar a análise das interações, flagrar o próprio movimento de *assentimentos, entrelaçamentos e questionamentos* como encontros ao projeto de dizer referenciado no texto cuja leitura foi mediada.

⁵⁵ *Apud* Castro (2005, p.120).

⁵⁶ Especificamente nessa aula, a solicitação feita aos estudantes foi, literalmente, a seguinte: *Faça um texto síntese indicando o que o texto lido quer tratar e como ele responde isso*. Os áudios gravados das interações entre professor e estudantes em relação a essa tarefa mostram que os objetivos da atividade foram explicitados nos sentidos referidos.

Os textos-síntese analisados encontram-se descritos no quadro 14, tendo sido feitas apenas correções ortográficas e de pontuação. O quadro apresenta também, sem um ordenamento planejado, as respostas dadas pelos estudantes às questões de pré-leitura e de intra-leitura, com a indicação da classificação que fizemos dos enunciados quanto aos modos de *assentimento* (**A**), *entrelaçamento* (**E**), e *questionamento* (**Q**). Por fim, a partir de análises mais detidas⁵⁷, caracterizamos sucintamente cada um dos textos-síntese elaborados pelos estudantes.

Quadro 14 – O que o texto *Modelos de ligações para materiais não metálicos* quer tratar e como ele responde isso?

Ord	Respostas dadas			Caracterização do texto-síntese
	Pré-leitura	Intra-leitura	Texto-síntese	
1	E - Porque estão presos.	A - Porque possuem propriedades diferentes.	O texto tratou do cano PVC, sal de cozinha, tungstênio, e ele explica as características desses materiais.	Descrição do que está citado no texto, mas de forma mais periférica.
2	E - Os elétrons estão em difícil movimento.	Q - Que nós precisamos de criar materiais diferentes.	Isso é um convite para você continuar aprendendo ciências e se perguntando do que as coisas são feitas, como elas funcionam, porque são assim.	Cópia do último parágrafo do texto lido.
3	Q - Esses materiais possuem poucos, quase nenhum elétrons. Eles ficam presos.	A - Porque os elétrons ficam presos.	[S/resposta]	Não houve produção de texto síntese.
4	E - Difícil movimento.	A - Diferentes	[S/resposta]	Não houve produção de texto síntese.
5	Q - Facilidade de movimento de elétrons livres.	[S/resposta]	[S/resposta]	Não houve produção de texto síntese.
6	E - Eles devem estar presos, com uma difícil locomoção de	A - Porque ele tem difícil movimento e pouca condução de	O texto que temos trata sobre os modelos de ligações químicas para materiais não metálicos. Materiais cerâmicos e	Cópias do 1º e de trecho do 3º parágrafos do texto lido.

⁵⁷ As análises mais detidamente feitas para cada um dos textos-síntese elaborados não serão aqui reproduzidas, estudo que pretendemos aprofundar. As ideias mais gerais advindas das análises já feitas serão apresentadas adiante.

Ord	Respostas dadas			Caracterização do texto-síntese
	Pré-leitura	Intra-leitura	Texto-síntese	
	lugar.	eletricidade.	plásticos são isolantes térmicos. Ao contrário dos metais, os cerâmicos não possuem brilho. E os plásticos são pouco reativos, isto é, duram muitos anos e pegam fogo com facilidade. Os elétrons de um átomo se transferem...	
7	E - Os materiais que não conduzem bem a corrente elétrica, elas ficam mais presas, têm pouco movimento.	A - Elas são diferentes dos metais.	O texto fala que [n]os materiais que conduzem muito bem a corrente elétrica, os elétrons ficam presos. Exemplos de modelos de ligações: tungstênio, sal de cozinha e PVC.	Busca por elementos dos textos, mas sem capacidade de estabelecimento de relações.
8	E - Difícil movimento.	A - Diferentes	Modelos para as ligações. Materiais metálicos. Uma ligação dos elétrons, ter diferente intensidade. Olhar a temperatura. Ver o sólido, alta temperatura, tudo sobre os elétrons, o que combina ou não.	Identificação de ideias, topicalização. Articulação de ideias como uma história, relação de causa-efeito.
9	E - Devem estar presos.	A - As propriedades diferentes.	O texto trata dos modelos de ligação química para materiais não metálicos. Que alguns materiais e os plásticos mais comuns são, em geral, isolantes térmicos e elétricos.	Utilização do título e de trecho do primeiro parágrafo do texto lido.
10	E - Estão com difícil movimento.	A - Diferentes	O texto lido tratou de materiais metálicos, condutores elétricos, as propriedades do sal de cozinha.	Descrição do que está citado no texto, mas de forma mais periférica.
11	E - Com difícil movimento.	A - Diferentes	O texto fala sobre os metais cerâmicos e os plásticos mais comuns que são: isolantes térmicos.	Identifica que o texto lido trata dos materiais não metálicos.
12	E - Eles estão presos, com dificuldade	A - São diferentes	Para explicar essas diferenças precisamos. Além de metais e outros materiais elétricos.	Cópia incorreta de trechos dos dois últimos parágrafos do texto lido. Frases soltas, sem conectivos

Ord	Respostas dadas			Caracterização do texto-síntese
	Pré-leitura	Intra-leitura	Texto-síntese	
	para se mover.			que parecem incompletas.
13	E - Os elétrons passam a não ter facilidade de movimento, que se torna bastante difícil.	A - Porque as propriedades são diferentes dos metais.	Eu entendi através deste texto que podemos relacionar as propriedades com os modelos de ligação que podemos atribuir a ele[s] em geral.	Palavra própria, entrelaçamento.
14	E - Presos, não vão ter facilidade de movimento.	A - Porque os não metálicos possuem propriedades diferentes.	Trata das ligações químicas para materiais não metálicos.	Utilização do título do texto lido
15	E - Difícil movimento	A - Porque os elétrons não se movimentam e têm características diferentes.	Fala sobre materiais não eletrizados.	Confusão entre eletrização por atrito com condutividade elétrica. Intertextualidade.
16	E - Em dificuldade de se movimentar.	A - Eles são pouco reativos e são de propriedades diferentes.	Materiais não metálicos. Quer dizer, o sal e o tungstênio não são inflamáveis.	Destaque da ideia principal do texto mais ideia periférica, sem conexão entre elas. Destaque para as propriedades.
17	E - Eles ficam presos.	E - Porque nada na vida é igual	O texto quer tratar dos materiais que não conduzem eletricidade e a composição de cada coisa citada no texto, como o cano PVC, o sal de cozinha e o tungstênio. Tem carga que ao passar eletricidade por ele é iluminado. O cano PVC é feito de petróleo.	Intertextualidade. Apesar de não haver referência a ligações químicas, diálogo com outros textos. Destaque de tópicos considerados importantes para o estudante, como é o caso da constituição das coisas. Aproximação com o cotidiano.
18	E - Difícil o seu movimento.	Q - Possui materiais diferentes.	Este texto está falando sobre os materiais em geral, e como eles são importantes para nós sabermos os mais importantes materiais.	Não representa síntese. Demonstra que o estudante não foi ao texto. Construção muito particular, própria. De tão geral, a síntese valeria para qualquer um dos textos lidos.

Ord	Respostas dadas			Caracterização do texto-síntese
	Pré-leitura	Intra-leitura	Texto-síntese	
19	Q - Difícil movimento dos materiais que não conduzem bem a corrente.	A - Os outros materiais possuem propriedades diferentes.	O texto lido fala sobre modelos de ligações químicas para materiais não metálicos, ou seja, de materiais que possuem. Os materiais cerâmicos e plásticos mais comuns são em geral isolantes térmicos e elétricos. Os materiais que não conduzem bem a carga elétrica, os elétrons ficam presos.	Elaboração própria / utilização de trechos dos dois primeiros parágrafos do texto lido. Palavra própria, síntese, sem releitura pelo estudante do que foi escrito.
20	E - Preso, todo agarrado e com difícil movimento.	A -Diferente dos metais.	Modelo de ligação. Modelo, elétrons, átomos. Os condutores de energia. Os bons e maus condutores de energia. Tungstênio e PVC e sal de cozinha.	Texto não linear, típico da escrita por tópicos. Identificação de ideias, mas não das histórias. Sem correlação, contraste.
21	E - Com dificuldade de se movimentar.	A - Porque os outros materiais apresentam propriedades diferentes.	Os materiais cerâmicos e os plásticos mais comuns são, em geral, isolantes térmicos, elétricos. Ao contrário dos metais, as cerâmicas não possuem brilho, quebram facilmente e, quando colocamos no fogo, demoram a esquentar e, depois a esfriar. Os plásticos são pouco reativos [reativos].	Cópia do 1º parágrafo do texto lido. Referência não explícita a modelos e ligações.
22	E - Difícil movimento.	A - Propriedades diferentes	[S/resposta]	Não houve produção de texto síntese.
23	E - Difícil movimentação	A - Porque são diferentes	Falou sobre modelos químicos sobre metais e materiais com o tungstênio, sal e PVC, e fala o que eles têm de matéria em relação à matéria e condutividade elétrica.	Referência a metais, periférico no texto lido. Presença de intertextualidade quando trata de matéria.
24	E - Difícil movimento.	Q - Porque foi criado para modelo metálico	[S/resposta]	Não houve produção de texto síntese.
25	E - Porque eles se	A - Porque eles não	O texto refere que o tungstênio e o sal de	Descrição de itens soltos, tópicos, sem

Ord	Respostas dadas			Caracterização do texto-síntese
	Pré-leitura	Intra-leitura	Texto-síntese	
	dificultam muito a se movimentar.	conseguem produzir eletricidade	cozinha não são inflamáveis, e o cano PVC é um plástico originário do petróleo.	relação de explicação.
26	E - Eles devem estar com dificuldade de se movimentar e de receber grande parte de energia.	A - Porque os materiais cerâmicos como o plástico apresentam diferentes movimentos e são pouco relativos a geração de energia.	Que os materiais não metálicos são diferentes dos materiais metálicos, tendo vários modelos de ligação, por exemplo, os elétrons e o átomo. E para explicar melhor esses modelos devemos fazer uma experiência com cargas positivas metálicas para resolver sua ligação aos metais.	Indícios de que percebe a relação entre fenômeno e modelo. Considera a necessidade da realização de experimento.
27	E - Presos.	A - Eles apresentam propriedades diferentes dos metais	O texto fala de materiais metálicos, sobre modelos para as ligações, e também apresentam propriedades diferentes sobre os modelos para os materiais na [não] metálicos.	Retrata o que realmente o texto faz: ele contrasta. Estudante não recapitula a construção do discurso, mas é bem claro quanto à essência do texto lido.
28	E - Estão presos.	A - Diferentes	[S/resposta]	Não houve produção de texto síntese.

Das análises que fizemos dos textos-síntese e que nos permitiram fazer suas caracterizações de forma sucinta, tiramos as reflexões que passamos a relatar, e que pretendemos aprofundar, como dissemos.

Em primeiro lugar, há de se ter claro o que se pretende com as sínteses que solicitamos aos nossos estudantes. As grandes ideias do texto, o que o resume, as lições tiradas, ou o que é importante do ponto de vista dos estudantes? O que significa fazer a síntese de um texto? Outra questão que entendemos merecer reflexão é a de que buscar a ideia principal de um texto é algo que não é procedimento que possa ser considerado simples. Há várias ideias principais, e elas vão variar de sujeito para sujeito. Vejamos que o texto *Modelos de ligações para materiais não metálicos* é mais sofisticado do que os anteriores que já havíamos estudado. Ele apresenta mais relações de identificação, mais comparações e contrastes. Há uma densidade de conceitos e comparações sendo feitas. A leitura do texto poderia ter se encerrado com os cinco primeiros parágrafos,

mas nos avançamos até o final. Assim, o desafio da síntese desse texto é maior, e é importante o professor considerar isso, entender a estrutura do texto que será utilizado em sua sala de aula.

Alguns dos estudantes, para cumprimento de nossas solicitações, buscaram construir suas sínteses a partir do título do texto, o que é perfeitamente compreensível, uma vez que o título tem mesmo essa função de convite ao leitor. Outros, buscaram essa composição utilizando o primeiro ou o último parágrafos do texto lido, possivelmente acostumados com as estruturas padrões dos textos didáticos que utilizam. Nesses casos, a cópia literal de aspectos ou passagens cruciais do texto vale como síntese? No nosso caso específico, os textos da coleção didática de referência apresentam uma estrutura diferenciada, e, assim, fica prejudicado o expediente de se buscar como síntese os ditos no início ou no fim do texto. Aqui, valeria ter investido mais na mediação dos textos produzidos pelos estudantes. Se fizemos isso na leitura, na escrita não o fizemos. Fica a lição de que talvez tivesse sido melhor ter reduzido o número de tarefas solicitadas aos estudantes, de forma a investir mais na mediação das que seriam efetivamente realizadas. Assim, a produção escrita não teria sido, como ocorrido em alguns casos, o resultado de um simples cumprimento de mais uma tarefa escolar. Na mediação, buscaríamos os pontos e os contrapontos sobre a solicitação de produção de sínteses. Outras reflexões emergiram e podem emergir da análise dessa produção dos estudantes.

De modo geral, entendemos que os textos-síntese elaborados pelos estudantes abrem variadas possibilidades para as nossas ações. Há os textos que nos convidam a “*continuar a conversa*” que vínhamos desenvolvendo, os que nos convidam a sermos mediadores e professores, e os que abrem sentidos. Com “*continuar a conversa*”, estamos referindo-nos a continuar as mediações das leituras da forma como estávamos fazendo, uma vez que os textos produzidos indiciam o início de um processo de compreensão na direção na qual nossas ações foram planejadas. *Convidar-nos a sermos professores e mediadores*, aqui, tem o sentido de que aspectos de nossas ações como mediadores devem ser alteradas ou reforçadas, melhor trabalhadas, de forma que possamos atingir o estágio de poder “*continuar a conversa*”. Para os textos que “*abrem sentidos*”, nossas ações devem se dar pela recuperação da caminhada interpretativa feita pelos estudantes, como proposto por Geraldi (1991).

Neste ponto, cabe-nos discutir a produção de sentidos na leitura e o processo de compreensão que se desenvolve na sala de aula. Para Bakhtin (2003), sentidos são respostas a perguntas. O sentido sempre responde a certas perguntas. Aquilo que nada responde se afigura sem sentido para nós, afastado do diálogo. As enunciações estão carregadas de sentidos, vez que também são construídas como respostas:

Toda enunciação, mesmo na forma imobilizada da escrita, é uma resposta a alguma coisa e é construída como tal. Não passa de um elo da cadeia dos atos de fala. Toda inscrição prolonga aquelas que a precederam, trava uma polêmica com elas, conta com as reações ativas da compreensão, antecipa-as. (BAKHTIN, 2006, p.99).

Os enunciados de nossos estudantes, em resposta às questões que elaboramos, demonstraram a emergência desses sentidos a partir da leitura mediada. Mas, em que momento ocorre a *compreensão*? Para Machado (2004), é na interação que os sentidos vão constituindo-se socialmente e constituindo, individualmente, as formas de compreender tal ou qual fenômeno, suas articulações com os modelos e as representações. Para Lima⁵⁸, a compreensão sempre se dá pela atitude responsiva e ativa do compreendedor que opõe às palavras da enunciação suas contrapalavras. Toda compreensão é mais do que repetição. Nessa direção:

Compreender a enunciação de outrem significa orientar-se em relação a ela, encontrar o seu lugar adequado no contexto correspondente. A cada palavra da enunciação que estamos em processo de compreender, fazemos corresponder uma série de palavras nossas, formando uma réplica. Quanto mais numerosas e substanciais forem, mais profunda e real é a nossa compreensão. (BAKHTIN, 2006, p. 135).

Para Geraldi (2007), na leitura a compreensão acontecerá quando o leitor oferecer suas contrapalavras. Então, se nesse processo de enunciação e de compreensão, a produção de sentidos ocorre de modo intenso, qual deve ser o nosso papel como professores, mediadores das relações de ensino? Todos os sentidos são permitidos? Todas as leituras são autorizadas?

⁵⁸ Em preparação: *A construção das compreensões: o campo da dialogia enquanto possibilidade de cruzamento cultural*.

Para Bakhtin (2003), o sujeito da compreensão não pode excluir a possibilidade de mudança e até de renúncia aos seus pontos de vista e posições já prontos:

No ato da compreensão desenvolve-se uma luta cujo resultado é a mudança mútua e o enriquecimento. (...) A concordância-discordância ativa (quando não resolvida dogmaticamente de antemão) estimula e aprofunda a compreensão, torna a palavra do outro mais elástica e mais pessoal, não admite dissolução mútua e mescla. (BAKHTIN, 2003, p. 378).

De acordo com Machado (2004), do ponto de vista bakhtiniano as restrições de sentido constituiriam uma das possibilidades que pode ser concretizada no/pelo discurso pedagógico. Para a autora, esses limites e possibilidades de sentidos vão estabelecer-se não somente por uma determinação curricular ou por uma opção individual do professor. São histórica e culturalmente determinados. No entanto, não impossibilitam que sentidos outros sejam elaborados e circulem nas salas de aula.

Para Paula e Lima (2010), há um modo legítimo e até mesmo necessário de exercer práticas de interdição à interpretação dos textos nas salas de aula de ciências, pelo próprio estatuto epistemológico da ciência, como área de conhecimento.

Para Geraldi (1991), a questão já não é “corrigir” leituras com base numa leitura privilegiada e apresentada como única; mas também não é admitir qualquer leitura como legítima (ou legítima), como se o texto não fosse condição necessária à leitura e como se neste o autor não mobilizasse os recursos expressivos em busca de uma leitura possível. Para o autor:

Do ponto de vista pedagógico, não se trata de ter no horizonte a leitura do professor ou a leitura historicamente privilegiada como parâmetro de ação; importa, diante da leitura do aluno, recuperar sua caminhada interpretativa, ou seja, que pistas do texto o fizeram acionar outros conhecimentos para que ele produzisse o sentido que produziu; é na recuperação desta caminhada que cabe ao professor mostrar que alguns dos mecanismos acionados pelo aluno podem ser irrelevantes

para o texto que se lê, e portanto a sua “inadequada leitura” é consequência deste processo e não porque não se coaduna com a leitura desejada pelo professor. (GERALDI, 1991, p. 188).

Concordamos com Geraldi (2010) quando diz que a mediação deva ser encarada como um processo em que o professor auxilia o aluno em seu desenvolvimento, em um diálogo com seu futuro. Trabalhar entre o sabido e o potencial é a forma de mediação do professor, que se torna assim um coautor dos textos de seus alunos: faz junto e ambos avançam em suas capacidades de produção de novos textos. De um professor leitor-corretor para o papel de mediador do processo de aprendizagem e, assim, de co-enunciador dos textos dos seus alunos.

CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Toda pesquisa só tem começo depois do fim. Dizendo melhor, é impossível saber quando e onde começa um processo de reflexão. Porém, uma vez terminado, é possível ressignificar o que veio antes e tentar ver indícios no que ainda não era e que passou a ser. (AMORIM, 2001, p.11).

Entendemos que as nossas mediações das leituras e as outras ações desenvolvidas com a intenção de *dar uma boa aula* foram ao encontro das posições dos referenciais teórico-metodológicos que elegemos. Os dados analisados demonstram que o processo do qual fizemos parte, prática social dialógica e pedagógica como diz Fontana (1996), pois que mediada pela palavra e pelo outro, permitiu a emergência de diferentes sentidos na sala de aula, ao mesmo tempo em que propiciou o início da aproximação desses sentidos dos estudantes com os sentidos defendidos pelos autores da coleção didática de referência e do professor-pesquisador. Assim, no encontro do dito pelos estudantes com os projetos de dizer dos autores da coleção didática e do professor-pesquisador, deu-se o início do processo de compreensão.

Temos indícios de que houve o início do processo de compreensão da relação que há entre propriedades e modelos. Da mesma forma que expressei anteriormente, entendemos que os dados fornecem indícios de que a relação propriedade/modelo está sendo construída e compreendida, aproximando-se do projeto de dizer dos autores da coleção didática, do qual destacamos a seguinte passagem:

Discutimos, por último, modelos de ligações para os sólidos metálicos; iônicos e covalentes no que se refere basicamente a algumas propriedades de materiais, o que se constitui como eixo de apresentação e de discussão dos conteúdos químicos na coleção. É preciso esclarecer que não está proposto nenhum exercício de classificação de substâncias de acordo com o modelo de ligação correspondente, utilizando-se de fórmulas ou nomes. **Toda a construção teórica foi feita considerando-se que são as propriedades de uma substância que fornecem os elementos básicos para propor e validar um modelo de ligação.** Além disso, temos clareza de que os estudantes farão uma primeira aproximação com esses modelos, muito mais como modo de pensar a química e explicar o mundo do que memorizar fórmulas e

nomes de substâncias representativas dos compostos covalentes, iônicos etc. (GRUPO APEC, 2010, assessoria pedagógica do livro do 9º ano, p. 48, grifo nosso).

Ainda assim, é importante considerar que as análises que fizemos e que permitiram as conclusões as quais chegamos encontram-se constrangidas pelos instrumentos que utilizamos. Estamos tomando a escrita como forma de avaliar a leitura. Ler e escrever são habilidades muito diferentes. Temos consciência de que precisamos aprofundar os estudos sobre a linguagem, e recorrer ao contexto de enunciação das vozes que circularam em sala de aula para confirmar e ampliar nossas conclusões.

Por fim, aqui, descreveremos algumas lições que pudemos tirar da experiência que vivemos, no sentido proposto por Lima (2003, 2005). Algumas já tinham sido descritas ao longo do texto, sendo agora retomadas. Fazemos essa descrição por tópicos, esperando que as justificativas para as lições aqui listadas estejam devidamente refletidas ao longo do texto que agora encerramos. Dessa forma, indicamos os aprendizados com os caminhos já percorridos. Esperamos também permitir a reflexão sobre que novos caminhos devemos tomar para aprofundar as análises feitas e avançar nas lições do vivido.

- A aula como obra teve um acabamento, e entendemos que ela atingiu as finalidades propostas, olhando para os nossos dados. Deu-se a compreensão conceitual sobre a relação entre modelos e as propriedades. Os sujeitos da pesquisa aprenderam. Os sentidos circularam na sala de aula.
- Nessa aula, nosso esforço foi o de ensinar a ler textos didáticos de ciências para aprender questões de natureza ontológica (natureza das coisas, propriedades diferentes) e epistemológica (construção do conhecimento químico, dos modelos).

- Em nosso duplo desafio, de professores e de pesquisadores, vivenciamos a importância do *ler* e do *dar a ler* para a aprendizagem de conceitos estabilizados de química.
- E por que acreditamos que o projeto funcionou? Porque ele se constituiu como um estudo com os sujeitos da pesquisa, professores e estudantes. Entendemos que funcionou uma vez que foi baseada em um planejamento que intentava uma *boa aula*, com muitos instrumentos de mediação, com a oportunidade de diálogo, com um esforço de recorrência às ideias-chave, com um planejamento focado nos caminhos para essa boa aula, negociando sentidos, palavras.
- A leitura não se faz *a posteriori*. Ao contrário, ela *se faz junto*, e vimos que a escrita, como modo de compreender os sentidos na leitura, também deveria *ser feita junto*.
- Os sujeitos aprenderam. Pelos aprendizados de química e pela possibilidade de serem autores de suas próprias histórias a partir das leituras.
- Para ser mediador de leituras, é preciso recorrer antes aos referenciais da área. Como motivo, introduzo e avalio a leitura? Mas, os professores geralmente não têm acesso a eles, seja por uma lacuna nos cursos de formação, seja porque não têm acesso às produções acadêmicas.
- Aprender ciências é aprender outra linguagem, é entrar em um mundo diferente do mundo cotidiano (Mortimer, 2000). Por isso, é importante considerar as características dos textos didáticos de ciências, suas estruturas, a maneira de utilizá-los em sala de aula.
- O processo de compreensão na leitura pressupõe retomadas, revisões, releituras. É lento. Mas, o tempo da pesquisa não é o mesmo tempo do ensino. A escola tem pressa. O nosso projeto de pesquisa nos remeteu a um projeto de ensino, com tempo diferente do da escola, mas importante para os aprendizados dos sujeitos da pesquisa.

- A reinterpretação e a releitura são as marcas das ciências humanas, conforme Amorim (2001, a partir de BAKHTIN). Ao escrevermos este texto vimos como essas ações são importantes. Entendemos que devemos continuar reinterpretando, relendo, lendo os nossos referenciais em suas obras originais.
- O processo de ensinar por meio do ler é importante para a formação do professor. Nesse sentido, consideramos importante aprofundar os estudos sobre os processos de compreensão, da oferta de contrapalavras, da produção de sentidos, da formação de conceitos, dos processos de mediação.
- Para sermos bons mediadores da leitura, é importante sermos bons leitores, conhecer o movimento discursivo dos autores nos textos utilizados, reconhecer quando os acabamentos são dados, quando as conclusões parciais são fornecidas. A construção da mediação implica mergulhar na dinâmica discursiva dos autores e na estrutura dos textos utilizados.
- Ler é atribuir sentidos. Sujeitos vão produzir sentidos diferentes. É importante que o professor, ao tomar consciência disso, aja na negociação dos sentidos autorizados pela ciência e do projeto de dizer dos autores. O importante não é corrigir leituras, mas entender o caminho interpretativo trilhado pelo leitor.
- A análise que fizemos, baseada na produção escrita dos estudantes, mostrou suas limitações, mas serviu para o apontamento de caminhos que poderão ser frutíferos no aprofundamento das conclusões e lições as quais chegamos. Ao mesmo tempo, nos faz refletir sobre a fragilidade que podem revestir-se as avaliações utilizadas na escola que sejam só baseadas na produção escrita dos estudantes.
- Enfim, transformamo-nos.

REFERÊNCIAS

AMORIM, M. Cronotopo e exotopia. In: BRAIT, B. (org.). **Bakhtin: outros conceitos-chave**. 1.ed. 1.reimpr. São Paulo: Contexto, 2008. p. 95-114.

_____. A contribuição de Mikhail Bakhtin: a tripla articulação ética, estética e epistemológica. In: FREITAS, M.T.; SOUZA, S.J.; KRAMER, S. (org.). **Ciências humanas e pesquisa: leituras de Mikhail Bakhtin**. São Paulo: Cortez, 2003.

_____. **O pesquisador e seu outro: Bakhtin nas ciências humanas**. São Paulo: Musa, 2001, 304p.

ASSUNÇÃO, A.L. Sob o regime da produção de sentido: reflexões sobre a produção da leitura. In: MARI, H.; WALTY, I.; FONSECA, M. N. S. (org.). **Ensaio sobre leitura 2**. Belo Horizonte: Pucminas, 2007.

BAKHTIN, M. **Estética da Criação Verbal**. 4.ed. São Paulo: Martins Fontes, 2003. 476 p.

_____. **Marxismo e Filosofia da Linguagem**. 12.ed. São Paulo: Hucitec, 2006.

BARROS, D.L.P. Contribuições de Bakhtin às teorias do discurso. In BRAIT, B. (org.). **Bakhtin: dialogismo e construção do sentido**. – 2. ed. revista. Campinas: Editora da Unicamp, 2005. p. 25-36.

BORTONI-RICARDO, S. M (orgs.)...[et al.]. **Leitura e mediação pedagógica**. São Paulo: Parábola, 2012. 256 p.

BRAGA, E.S. Tensões eu/outro: na memória, no sujeito, na escola. In: NOGUEIRA, A.L.H.; SMOLKA, A.L.B. (org.). **Questões de desenvolvimento humano: práticas e sentidos**. Campinas: Mercado de Letras, 2010.

BRAGA, S.A.M. **O texto de biologia do livro didático de ciências**. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2003. Disponível em <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br> acesso em jun/2012.

BRAIT, B. Análise e teoria do discurso. In: BRAIT, B. (org.). **Bakhtin: outros conceitos-chave**. São Paulo: Contexto, 2006.

BRANDÃO, H.H.N. Escrita, leitura, dialogicidade. In BRAIT, B. (org.). **Bakhtin: dialogismo e construção do sentido**. – 2. ed. revista. Campinas: Editora da Unicamp, 2005. p. 265-273.

BRASIL. Secretaria de Educação Básica. **Guia de Livros Didáticos – PNLD 2011 – Ciências: anos finais do ensino fundamental**. Brasília: MEC/SEB/FNDE, 2010.

CARVALHO, N.B. e JUSTI, R.S. Papel da analogia do “mar de elétrons” na compreensão do modelo de ligação metálica. **Enseñanza de las Ciencias**, 2005. Número extra VII Congresso, 2005.

CASTRO, A.P.P. A entrevista dialógica como instrumento para pesquisar a escrita online na aprendizagem do professor em formação: reflexões iniciais. In: FREITAS, M.T.A.; RAMOS, B.S. (org.). **Fazer pesquisa na abordagem histórico-cultural: metodologias em construção**. Juiz de Fora: Ed. da UFJF, 2010.

CASTRO, M.L.D. A dialogia e os efeitos de sentido irônicos. In BRAIT, B. (org.). **Bakhtin: dialogismo e construção do sentido**. – 2. ed. revista. Campinas: Editora da Unicamp, 2005. p. 119-128.

CHASSOT, A.I. **A educação no ensino de química**. Ijuí: Unijuí, 1990.

COSTA, A.R. Gêneros e tipos textuais: afinal de contas, do que se trata? **Revista Prolíngua**. João Pessoa, v. 6, n. 1, jan-jun de 2011.

ECHEVERRIA, A.R. Como os estudantes concebem a formação de soluções. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 3, 1996.

ESPINOZA, A. **Ciências na escola**: novas perspectivas para a formação dos alunos. São Paulo: Ática, 2010. 168 p.

_____. La especificidad de las situaciones de lectura em “naturales”. **Lectura y vida. Revista Latinoamericana de Lectura**, Buenos Aires, ano 27, n.1, p. 6-16, 2006.

FERNANDEZ, C., e MARCONDES, M.E.R. Concepções dos estudantes sobre ligação química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 24, novembro 2006.

FERREIRA, P.F.M. **Modelagem e suas contribuições para o ensino de ciências: uma análise no estudo de equilíbrio químico**. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006. Disponível em <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br>, acesso em jun/2012.

_____ e JUSTI, R.S. Modelagem e o “Fazer Ciência”. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 28, maio 2008.

FIORIN, J.L. **Introdução ao pensamento de Bakhtin**. São Paulo: Ática, 2008. 144 p.

_____ Gêneros e tipos textuais. In: MARI, H.; WALTY, I.; VERSIANI, Z. (org.). **Ensaio sobre leitura**. Belo Horizonte: Pucminas, 2005.

FONTANA, R.A.C. **Mediação pedagógica na sala de aula**. Campinas: Autores Associados, 1996. 176p.

FRACALANZA, H. e MEGID NETO, J. (org.). **O Livro Didático de Ciências no Brasil**. Campinas: Komedi, 2006.

FRADE, I.C.A.S.; MACHADO, M.Z.V. **Normas, variação linguística e gêneros discursivos**. Belo Horizonte: FAE/UFMG, 2009. 52p.

FREITAS, M.T.A. Discutindo sentidos da palavra intervenção na pesquisa de abordagem histórico-cultural. In: FREITAS, M.T.A.; RAMOS, B.S. (org.). **Fazer pesquisa na abordagem histórico-cultural: metodologias em construção**. Juiz de Fora: Ed. da UFJF, 2010.

_____. Nos textos de Bakhtin e Vigotski: um encontro possível. In BRAIT, B. (org.). **Bakhtin: dialogismo e construção do sentido**. – 2. ed. revista. Campinas: Editora da Unicamp, 2005. p. 295-314.

_____. **Vigotsky e Bakhtin – Psicologia e Educação: um intertexto**. São Paulo: Ática, 1994.

_____ ; RAMOS, B.S. No fluxo dos enunciados, um convite à contrapalavra. In: FREITAS, M.T.A.; RAMOS, B.S. (org.). **Fazer pesquisa na abordagem histórico-cultural: metodologias em construção**. Juiz de Fora: Ed. da UFJF, 2010. p. 08-12

GERALDI, J.W. **A aula como acontecimento**. São Carlos: Pedro & João Editores, 2010. 208 p.

_____ Leitura: uma oferta de contrapalavras. In: GEGE. **O espelho de Bakhtin**. Campinas: Pedro & João Editores, 2007.

_____ **Portos de passagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1991. 252 p.

_____; FICHTNER, B.; BENITES, M. **Transgressões convergentes: Vigotski, Bakhtin, Bateson**. Campinas: Mercado de Letras, 2006. 200 p.

GINZBURG, C. **Mitos, emblemas, sinais: morfologia e história**. São Paulo: Companhia das Letras, 1989. 281 p.

GRUPO APEC. **Construindo Consciências: coleção de ciências para o ensino fundamental**. São Paulo: Scipione, 2010.

LEAL, M.C. **Didática da Química – fundamentos e práticas para o Ensino Médio**. Belo Horizonte: Dimensão, 2010.

_____. Como a Química funciona? **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 14, novembro 2001.

LIMA, M.E.C.C. **Sentidos do Trabalho** - a educação continuada de professores. Belo Horizonte: Autêntica, 2005. 240 p.

_____. **Sentidos do trabalho mediados pela educação continuada em Química**. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas/SP, 2003. Disponível em <http://www.bibliotecadigital.unicamp.br>, acesso em jul/2012.

_____. **A construção das compreensões: o campo da dialogia enquanto possibilidade de cruzamento cultural** [em preparação].

_____.; BARBOZA, L.C. Ideias estruturadoras do pensamento químico: uma contribuição ao debate. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 21, maio 2005.

MACHADO, A.H. **Aula de Química: discurso e conhecimento**. 2. ed. Ijuí: Unijuí, 2004. 200 p.

MACHADO, I. Gêneros discursivos. In: BRAIT, B. (org.). **Bakhtin conceitos chave**. São Paulo: Contexto, 2005.

MARCUSCHI, L.A. Leitura e compreensão de texto falado e escrito como ato individual de uma prática social. In: ZILBERMAN, R.; SILVA, E. T. (org.). **Leitura: perspectivas interdisciplinares**. São Paulo: Ática, 2005.

_____. Leitura como processo inferencial num universo cultural-cognitivo. In: BARZOTTO, V.H. (org.). **Estado de leitura**. Campinas: Mercado de Letras, 1999.

MARTINS, I. Analisando livros didáticos na perspectiva da Análise do Discurso: compartilhando reflexões e sugerindo uma agenda para a pesquisa. **Pro-posições**, Campinas, v. 17, n.1 (49), jan/abr.2006.

MILARÉ, T. Ligações iônica e covalente: relações entre as concepções dos estudantes e dos livros de Ciências. In: **VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2007, Florianópolis. *Atas...* Florianópolis, 2007.

_____; ALVES FILHO, J.P. A Química Disciplinar em Ciências do 9º Ano. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 32, n. 1, 2010.

MORAES, R.; GALIAZZI, M.C. **Análise textual discursiva**. Ijuí: Unijuí, 2007. 224 p.

MORTIMER, E.F. **Linguagem e Formação de Conceitos no Ensino de Ciências**. 1. reimpr. Belo Horizonte: UFMG, 2000. 383 p.

_____; MOL, G. e DUARTE, L.P. Regra do octeto e teoria da ligação química no ensino médio: dogma ou ciência? **Química Nova**, São Paulo, v. 17, 1994.

NOGUEIRA, A.L.H. As normas e as práticas discursivas nas relações de ensino. In: NOGUEIRA, A.L.H.; SMOLKA, A.L.B. (org.). **Questões de desenvolvimento humano: práticas e sentidos**. Campinas: Mercado de Letras, 2010.

OLIVEIRA, R.J. O mito da substância. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n.1, p.08-11, 1995.

ORLANDI, E. P. O inteligível, o interpretável e o compreensível. In: ZILBERMAN, R.; SILVA, E. T. (org.). **Leitura: perspectivas interdisciplinares**. São Paulo: Ática, 2005.

PAULA, H.F. **Repertório de Atividades de Leitura**, 2010 [não publicado].

_____. **A ciência escolar como instrumento para a compreensão da atividade científica**. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas

Gerais, Belo Horizonte, 2004. Disponível em <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br> acesso em jun/2012.

_____; LIMA, M.E.C.C. Formulação de questões e mediação da leitura. **Investigações em ensino de ciências**, Porto Alegre, v.15, n.3, p.429-461, 2010.

PEREIRA, M.L. Blogs literários no trabalho com professores de Língua Portuguesa: as possibilidades de palavras e contrapalavras. In: FREITAS, M.T.A.; RAMOS, B.S. (org.). **Fazer pesquisa na abordagem histórico-cultural: metodologias em construção**. Juiz de Fora: Ed. da UFJF, 2010.

PEREIRA, P.S. Pesquisando a aprendizagem da criança em sala de aula na perspectiva histórico-cultural. In: FREITAS, M.T.A.; RAMOS, B.S. (org.). **Fazer pesquisa na abordagem histórico-cultural: metodologias em construção**. Juiz de Fora: Ed. da UFJF, 2010.

PERINI, M.A. A leitura funcional e a dupla função do texto didático. In: ZILBERMAN, R.; SILVA, E. T. (org.). **Leitura: perspectivas interdisciplinares**. São Paulo: Ática, 2005a.

_____. Pelos caminhos da perplexidade: uma receita para ler sem entender. In: MARI, H.; WALTY, I.; VERSIANI, Z. (org.). **Ensaio sobre leitura**. Belo Horizonte: Pucminas, 2005b.

POSSENTI, S. O dado dado e o dado dado. In: CASTRO, M.F.P. (org.). **O método e o dado no estudo da linguagem**. Campinas: Ed. da Unicamp, 1996.

RAMOS, B.S.; SCHAPPER, I. (Des)atando os nós da pesquisa na abordagem histórico-cultural. In: FREITAS, M.T.A.; RAMOS, B.S. (org.). **Fazer pesquisa na abordagem histórico-cultural: metodologias em construção**. Juiz de Fora: Ed. da UFJF, 2010.

ROCHA, W.R. Interações intermoleculares. **Química Nova na Escola**, São Paulo, caderno temático n. 4, maio 2001.

SANTOS, E.T. Tracejando a “andança investigativa”: o que trago no alforje para compreender a aprendizagem do adulto no campo das tecnologias digitais? In FREITAS, M.T.A.; RAMOS, B.S. (org.). **Fazer pesquisa na abordagem histórico-cultural: metodologias em construção**. Juiz de Fora: Ed. da UFJF, 2010. p. 124-139.

SANTOS, H.F. O conceito da modelagem molecular. **Química Nova na Escola**, São Paulo, Caderno Temático n. 4, maio 2001.

SCHNAIDERMAN, B. Bakhtin 40 Graus: uma experiência brasileira. In BRAIT, B. (org.). **Bakhtin: dialogismo e construção do sentido**. – 2. ed. revista. Campinas: Editora da Unicamp, 2005. p. 13-21.

SILVA, D.C., QUADROS, A.L. e AMARAL, L.O.F. Os metais e a ligação metálica na dinâmica dos livros didáticos. In: **VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2009, Florianópolis. *Atas...* Florianópolis, 2009.

SILVEIRA JR., C.; LIMA, M.E.C.C.; MACHADO, A.H. Abordagens de ligações químicas em livros didáticos de ciências aprovados no PNLD 2011. In Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, VIII, Campinas, 2011. **Anais...** : Campinas: ABRAPEC, 2011.

_____ Análise das orientações pedagógicas dirigidas aos professores nos livros didáticos de ciências do ensino fundamental para o tema ligações químicas. In Simpósio Mineiro de Educação Química, I, Viçosa, 2011. **Anais...** : Viçosa: UFV, 2011.

SOARES, M.B. As condições sociais da leitura. In: ZILBERMAN, R.; SILVA, E.T. (org.). **Leitura: perspectivas interdisciplinares**. São Paulo: Ática, 2005.

SCHUCHTER, L.H.; e BRUNO, A.R. Convergências entre Biblioteca Escolar e Laboratório de Informática: o processo de construção de uma pesquisa na abordagem histórico-cultural. In: FREITAS, M.T.A.; RAMOS, B.S. (org.). **Fazer pesquisa na abordagem histórico-cultural: metodologias em construção**. Juiz de Fora: Ed. da UFJF, 2010.

TEZZA, C. Sobre *O autor e o herói*: um roteiro de leitura. In: FARACO, C.A.; CASTRO, G.; TEZZA, C. (org.). **Diálogos com Bakhtin**. 3.ed. Curitiba: Editora UFPR, 2001.

VYGOTSKY, L.S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

_____. **A formação social da mente**. 4.ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

VIANNA, A.N. Núcleos de significação: uma proposta de análise revisitada pelo olhar bakhtiniano. . In: FREITAS, M.T.A.; RAMOS, B.S. (org.). **Fazer pesquisa na abordagem histórico-cultural: metodologias em construção**. Juiz de Fora: Ed. da UFJF, 2010.

WERTSCH, J.V.; DEL RÍO, P.; ALVAREZ, A. Estudos socioculturais: história, ação e mediação. In: WERTSCH, J.V.; DEL RÍO, P.; ALVAREZ, A. (org.). **Estudos socioculturais da mente**. Porto Alegre: Artmed, 1998. 214 p.

ANEXOS

I - <u>Como o conteúdo <i>ligações químicas</i> foi tratado nas coleções didáticas</u>	132
II – <u>Conjunto de textos didáticos utilizados nas mediações das leituras</u>	139
III – <u>Projeto de escrita dos autores da coleção didática de referência</u>	145
IV – <u>Ferramentas mediacionais utilizadas</u>	148
V – <u>Avaliação final do processo de ensino e aprendizagem</u>	156
VI – <u>Questionários</u>	159

Anexo I – Descrição das sequências como o conteúdo ligações químicas foi tratado nas coleções didáticas aprovadas pelo PNLD 2011

LIVRO I - SEQUÊNCIA DE CONTEÚDO - Estabilidade dos gases nobres - Regra do octeto - Ligação iônica- Ligação covalente - Ligação metálica - Tipos de ligação e propriedades. Estabilidade dos gases nobres: máximo de elétrons na última camada. Regra do octeto: átomos ao se ligarem buscam essa estrutura estável. Ligações: podem ocorrer por transferência (tipo iônica) ou por compartilhamento de elétrons (tipo covalente). Ligação metálica: íons positivos imersos em uma “nuvem” de elétrons explicariam a boa condução de eletricidade pelos metais. Estados físicos comuns de substâncias iônicas e covalentes nas condições ambientais.

ORIENTAÇÕES PEDAGÓGICAS - Há exceções à regra do octeto. Nas reações e ligações químicas ocorrem mudanças no número de elétrons das camadas mais externas dos átomos. Exemplos de conexões entre o conceito de ligações químicas e os fenômenos do dia a dia. Exemplos para demonstrar que as propriedades da substância formada são diferentes das dos elementos constituintes. Sugestão de atividade prática para representação das ligações, utilizando palitos e pequenas esferas de isopor ou de massa de modelar.

LIVRO II - SEQUÊNCIA DE CONTEÚDO - Estabilidade dos gases nobres - Regra do octeto - Ligação iônica - Ligação covalente – Metais – Propriedades. Estabilidade dos gases nobres: relacionada à distribuição eletrônica. Nas ligações, a busca por essa estabilidade envolve a perda ou ganho de elétrons: regra do octeto. Podem ser iônicas (se há transferência de elétrons) ou covalentes (se há compartilhamento). Metais: redes de cristais com íons positivos rodeados por “nuvem” de elétrons. Descreve os estados físicos comuns das substâncias iônicas e covalentes na temperatura ambiente.

ORIENTAÇÕES PEDAGÓGICAS - Não encontradas.

LIVRO III - SEQUÊNCIA DE CONTEÚDO - Uma questão de estabilidade - Regra do octeto - Ligações iônicas - Ligações covalentes - Ligações metálicas. Estabilidade dos gases nobres: relacionada à energia dos elétrons da última camada (completa). Regra do octeto: teoria proposta para explicar a ligação entre átomos. Eles se ligam uns a outros até completar a última camada com o número máximo de elétrons. Ligações

iônicas: atração entre íons de cargas opostas e com estruturas estáveis semelhantes às dos gases nobres. Dissolução de substâncias iônicas e condução de eletricidade. Ligações covalentes: compartilhamento de elétrons entre átomos que precisam receber elétrons para completar a última camada. Ligações metálicas: liberação parcial de elétrons com formação de cátions e estrutura cristalina. Elétrons livres: nuvem que envolve e neutraliza os cátions formados.

ORIENTAÇÕES PEDAGÓGICAS - Átomos, exceto gases nobres, não se encontram isolados na natureza, mas agrupados com outros átomos formando os diversos materiais e substâncias que nos rodeiam.

LIVRO IV - SEQUÊNCIA DE CONTEÚDO - Conteúdo excluído do livro

ORIENTAÇÕES PEDAGÓGICAS - A compreensão de aspectos básicos da tabela significa a conclusão dos estudos de Química no Ensino Fundamental. Ao final do texto são fornecidas algumas informações sobre os avanços do conhecimento do átomo do século XX a título de ampliação. Não se pretende discutir os assuntos apontados, o que exigiria um novo capítulo. Também não consideramos que tais discussões sejam adequadas aos alunos do Ensino Fundamental, que geralmente decoram informações sobre orbitais ou tipos de ligação química, assuntos que demandam aprofundamento compatível com a abordagem realizada no Ensino Médio.

LIVRO V - SEQUÊNCIA DE CONTEÚDO - Elétrons - Regra do octeto - Ligação iônica - Ligações covalentes - Características das substâncias iônicas e moleculares.

Transformações químicas: alteram configurações de elétrons dos átomos que obedecem à regra do octeto, de forma a ficarem com oito elétrons em sua última camada. Ligação iônica: ocorre quando dois ou mais íons de cargas opostas permanecem juntos por atração elétrica. Ligações covalentes: átomos ligados partilhando um ou mais elétrons. Substâncias moleculares. A corrente elétrica é conduzida por metais, substâncias iônicas fundidas ou misturas de substâncias iônicas em água, pois a corrente elétrica necessita de íons com mobilidade para ser conduzida por uma substância.

ORIENTAÇÕES PEDAGÓGICAS - Usar a regra do octeto para explicar a ligação química é suficiente para os alunos do 9º ano. Mas, uma melhor explicação é a de que a energia dos núcleos e elétrons combinados é menor que dos átomos isolados. Compostos iônicos produzem íons quando dissolvidos em água, e por isso conduzem

corrente elétrica. Substâncias moleculares não conduzem corrente elétrica quando dissolvidos em água, mas há exceções (ácidos, por exemplo).

LIVRO VI - SEQUÊNCIA DE CONTEÚDO - Formação dos materiais - Substâncias diferentes – Propriedades. A formação dos materiais ocorre a partir dos átomos. Molécula é a menor porção de uma determinada substância. Os mesmos tipos de átomos podem formar substâncias diferentes. Átomos do mesmo elemento químico também podem se agrupar de maneiras diversas, dando origem a uma substância diferente. A quantidade de átomos e a maneira como eles se agrupam conferem características próprias à substância resultante.

ORIENTAÇÕES PEDAGÓGICAS - Linhas que ligam os átomos nas representações da molécula são recursos usados para dar forma à estrutura, pois o que segura os átomos em suas posições são forças elétricas. Um mesmo átomo pode fazer parte de substâncias bem diferentes. Nosso intuito foi abordar aos poucos e de forma contextualizada os conceitos de química que achamos adequado ao Ensino Fundamental. De maneira alguma, pretendemos explorar a fundo essas funções, propondo definições e representações que consideramos além do alcance de estudantes dessa faixa etária. A parte que desenvolvemos aqui é fundamental para iniciar a aprendizagem desses conceitos, que será complementada no Ensino Médio, momento em que os alunos terão condições de sistematizar plenamente esses conhecimentos.

LIVRO VII - SEQUÊNCIA DE CONTEÚDO - Gases nobres: modelo de estabilidade - Ligação iônica - Ligação covalente - Ligação metálica - Comparação entre os tipos de substâncias. Possuir uma eletrosfera semelhante à de um gás nobre permite um átomo se estabilizar. Ligação iônica: átomos entre os quais ocorre transferência de elétrons adquirem eletrosferas iguais a de gases nobres. Retículo cristalino iônico. Ligação covalente: compartilhamento de elétrons na quantidade suficiente para que passem a ter eletrosfera semelhante à de gás nobre. Moléculas. Fórmula estrutural. Ligação metálica: núcleo de cada átomo exerce atração sobre elétrons de sua eletrosfera e também sobre os elétrons dos vizinhos, mantendo toda a estrutura unida; os elétrons não estão totalmente presos e podem transitar por toda a estrutura; “mar de elétrons”. Ligas metálicas. Descreve os estados físicos comuns das substâncias iônicas, moleculares e metálicas nas condições ambientais.

ORIENTAÇÕES PEDAGÓGICAS - A obra apresenta noções sobre distribuição eletrônica em camadas e regra do octeto, mas essa abordagem é totalmente opcional pois o tema é geralmente desenvolvido na 1ª Série do Ensino Médio. Tentou-se evitar a concepção errônea de que todas as substâncias são formadas por moléculas. Espera-se que os alunos adquiram a noção de que há três tipos de substâncias - iônicas, moleculares e metálicas -, que esses tipos diferem na maneira como os átomos se unem e que o tipo de ligação química tem implicação nas propriedades de uma substância. Tentou-se evitar a concepção errônea relacionada à condutividade elétrica da água.

LIVRO VIII - SEQUÊNCIA DE CONTEÚDO - Interações elétricas entre átomos - Tipos de ligação química: metálica, iônica e covalente - A estrutura metálica - A ligação iônica - A ligação covalente - Interações intermoleculares. Ligação química e os seus tipos dependem da intensidade das forças de atração e repulsão entre os átomos que interagem. Estrutura metálica: núcleos exercem forças de atração sobre muitas eletrosferas e com isso há elétrons que ficam relativamente livres. Propriedades dos metais: relacionadas a esse modelo de estrutura metálica. Ligação iônica: ocorre quase sempre entre átomos de elementos químicos diferentes, quando o núcleo de um átomo exerce maior força de atração sobre os elétrons do outro átomo do que seu próprio núcleo, ocorrendo transferência de elétrons de um átomo para outro. Ligação covalente: ocorre quando a diferença entre as forças de atração entre o núcleo de um átomo e os elétrons do outro não é grande o suficiente para que exista transferência de um ou mais elétrons entre eles. Interações intermoleculares: a existência dos estados condensados da matéria indica que devem existir atrações entre as moléculas com intensidade suficiente para mantê-las próximas. Essas atrações também resultam de interações elétricas núcleo-eletrosferas, neste caso, núcleos de átomos de uma molécula atraem eletrosferas dos átomos de outra molécula.

ORIENTAÇÕES PEDAGÓGICAS - A ligação química é primeiramente tratada com uma visão sistêmica como resultado de interações elétricas entre átomos e, a partir dessa ideia mais ampla, são comparadas as ligações iônica, covalente e metálica. Um dos conteúdos procedimentais planejados é de “relacionar propriedades de substâncias com sua estrutura”. Os alunos devem ser levados a perceber que as ligações entre átomos resultam de forças de atração e repulsão elétrica entre eles. A explicação do porquê das proporções em que eles se unem deve ser assunto do Ensino Médio. É mais do que

suficiente que os alunos tenham essa visão ampla da ligação química como resultado de atrações elétricas que superam repulsões, e é nela que se deve insistir. Querer mostrar quantos elétrons há na camada de valência, quantos são transferidos ou compartilhados, fazer previsão de fórmulas são procedimentos inócuos quando não se tem a compreensão da ligação química como sendo de natureza elétrica. Resultaria apenas em simples mecanização, em que os alunos até podem “pensar que aprenderam”, pois resolvem exercícios. É melhor que no Ensino Fundamental seja bem desenvolvida essa forma de encarar as ligações químicas. Certamente, os alunos terão menos dificuldades e menos rejeição para com a disciplina Química no Ensino Médio.

LIVRO IX - SEQUÊNCIA DE CONTEÚDO - Os átomos ligam-se uns aos outros - As ligações entre os átomos de um metal - Modelos de ligação química para materiais não metálicos - Comparando forças de interação a partir das propriedades dos materiais.

Os materiais tendem ao estado mais estável, de menor energia. A ligação entre os átomos se dá por meio da interação entre os elétrons das camadas mais externas e os núcleos dos respectivos átomos. Os átomos unidos apresentam maior estabilidade do que os que se encontram separados e têm portanto um nível de energia menor do que possuíam anteriormente. A ligação metálica resulta da aproximação dos átomos do metal carregados positivamente unidos entre si por uma grande quantidade de elétrons livres que se movimentam entre esses átomos. As propriedades dos metais estão relacionadas ao movimento dos elétrons livres. Nos materiais que não conduzem bem a corrente elétrica, as ligações devem ser diferentes das utilizadas para explicar as propriedades dos metais. Podemos pensar em termos de transferência de elétrons de um átomo para outro ou de compartilhamento de elétrons de átomos vizinhos. Para explicar as diferenças entre as propriedades dos materiais, precisamos recorrer a outros modelos de ligações. Isso é um convite para que se continue a aprender Ciências. As forças de ligação que mantêm unidos os materiais podem ter diferentes intensidades: as ligações ou interações eletrostáticas que ocorrem entre átomos e entre íons são fortes, são difíceis de serem rompidas e por isso suas temperaturas de fusão e de ebulição são tão altas; as forças que mantêm as moléculas unidas entre si, ao contrário, são fracas.

ORIENTAÇÕES PEDAGÓGICAS - O ensino de ligações químicas é criticado pelas simplificações feitas pelos textos didáticos que acabam ocorrendo em erros conceituais. Cientes disso, algumas ideias orientadoras do entendimento das ligações: a) a ligação

não é algo físico b) nas ligações ocorrem abaixamento de energia do sistema c) a estabilidade deve ser entendida como um estado baixo de energia em oposição à ideia de que um composto se estabiliza por adquirir uma configuração semelhante à de um gás nobre, o que costuma estar associado à apresentação da regra do octeto d) para o modelo de ligação metálica, usa a analogia do mar de elétrons. Na natureza não existem compostos 100% iônicos ou ligados por um caráter exclusivamente covalente ou metálico. Modelos de dissolução são muito importantes na aprendizagem de vários conceitos químicos que serão objeto de atenção no Ensino Médio. Uma propriedade específica isolada não é suficiente para caracterizar um material, precisando para isso se analisar um conjunto de propriedades.

LIVRO X - SEQUÊNCIA DE CONTEÚDO - O comportamento dos átomos - Regra do octeto - Ligação iônica - Ligação covalente - Ligação metálica. Gases nobres: elementos estáveis e com oito elétrons na última camada (exceto o hélio). Regra do octeto: elementos que não têm oito elétrons podem perder, receber ou compartilhar elétrons para obter estabilidade. Ligação iônica ocorre por atração eletrostática de íons formados. Ligação covalente: par eletrônico passa a fazer parte de ambos os átomos, ficando estabelecido o octeto e alcançada a estabilidade. Ligação metálica: metais tendem a perder elétrons para se tornarem cátions estáveis que se agrupam. Elétrons perdidos ficam ao redor dos cátions, servindo para uni-los e evitando a repulsão entre as cargas positivas.

ORIENTAÇÕES PEDAGÓGICAS - Não encontradas.

LIVRO XI - SEQUÊNCIA DE CONTEÚDO - Ligações químicas - Gases nobres - Regra do octeto - Ligações iônicas - Ligações covalentes – Propriedades. Ligação química: combinação química entre átomos. Gases nobres: átomos estáveis - último nível de energia com oito elétrons (exceção- hélio). Regra do octeto: átomos instáveis tendem a ganhar, perder ou compartilhar elétrons no último nível de energia até completarem 8 elétrons, atingindo estabilidade. Ligações iônicas: um ou mais elétrons de valência de um átomo são transferidos para outro, produzindo íons positivos e íons negativos que se atraem por possuírem cargas opostas. Ligações covalentes: átomos tendem a compartilhar elétrons até adquirir estabilidade. Muitas das propriedades das substâncias são determinadas pelas ligações químicas nela existentes.

ORIENTAÇÕES PEDAGÓGICAS - A força de atração que surge entre os íons é a força eletrostática.

Anexo II – Conjunto de textos didáticos utilizados nas mediações das leituras

Texto 1 – Testando a condutividade elétrica de alguns materiais

MÃOS À OBRA

Testando a condutividade elétrica de alguns materiais

Você vai precisar de:

Uma moeda, uma colher de sal, meio copo de uma mistura de sal de cozinha e água destilada, uma colher de açúcar, meio copo de uma mistura de açúcar e água destilada, meio copo de água destilada, um pedaço de louça, vidro, um prego, um canudinho de refrigerante, réguas de materiais diferentes, uma sacola de plástico, um LED (diodo emissor de luz), uma bateria de 9 volts e um resistor para construir um dispositivo a fim de testar a condutividade elétrica. Se você tiver curiosidade, poderá coletar ainda outros materiais que quiser testar.



Alfredo Luis Mateus, Dimitri Bruno Pereira e Gilberto do Vale Rodrigues

Dispositivo para detectar a condutividade elétrica. Um dispositivo semelhante pode ser feito com dois pedaços de fios de cobre, uma pilha e uma lâmpada de lanterna. Caso haja movimento de cargas em um material, a lâmpada acende.

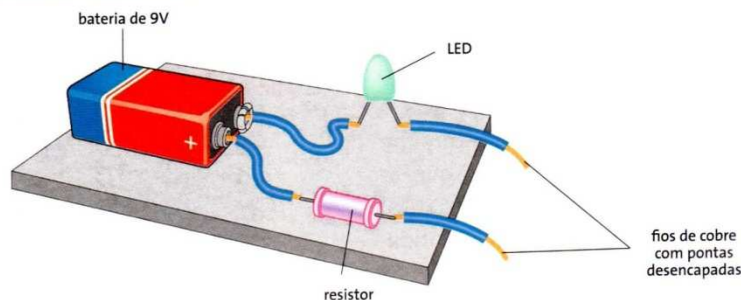
Como fazer

- A construção do dispositivo para testar a condutividade elétrica implica a montagem de um circuito simples tal como o indicado no esquema a seguir. Para escolher o resistor adequado, basta pedir ao funcionário da loja onde será adquirido que ligue a bateria e o resistor diretamente ao LED. O resistor será adequado quando essa ligação provocar no LED um brilho forte.
- Coloque os terminais dos fios do dispositivo, separadamente, em cada um dos materiais a serem testados. Anote em seu caderno se o material conduz ou não corrente elétrica. Sempre lave os terminais dos fios com água destilada, antes de fazer um novo teste.

Interpretando a atividade

1. Explique no caderno por que é necessário lavar os terminais dos fios antes de testar um outro material.
2. Se você introduzir o dispositivo de teste em um recipiente com água filtrada, a lâmpada pode acender? Explique no caderno.
3. Organize os materiais testados em um quadro, no caderno, com três colunas. Na primeira, aqueles que conduzem corrente elétrica no estado sólido; na segunda, aqueles que conduzem corrente elétrica dissolvidos em água e na terceira aqueles que não conduzem corrente elétrica (isolantes).

Antonio Kobori/Arquivo da editora



As ligações entre os átomos de um metal

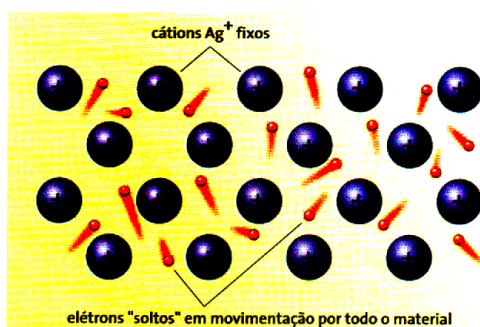
Podemos relacionar as propriedades de um material com modelo de ligações químicas que atribuímos a ele. Em geral, os metais são dúcteis (formam fios), maleáveis (formam lâminas), têm alta condutividade elétrica e apresentam um brilho que lhes é característico quando são polidos. Além disso, você pode se lembrar de que os metais são bons condutores de calor.

Como estariam ligados os átomos de ferro, cobre, zinco e outros metais de modo a explicar essas propriedades? Que modelo podemos fazer para uma ligação entre metais, a qual chamamos de ligação metálica?

Para pensar em um modelo de ligação dos metais devemos considerar que, sendo o metal um material bom condutor de eletricidade, ele deve apresentar cargas elétricas que podem se mover de um lugar a outro.

Sabemos que os átomos possuem elétrons distribuídos em torno do núcleo. A força que mantém os elétrons da eletrosfera atraídos pelo núcleo é tanto mais fraca quanto mais afastados do núcleo os elétrons estiverem. Nos metais, os poucos elétrons existentes na última camada – em geral 1 ou 2 elétrons – estão mais fracamente ligados ao núcleo do átomo e, por isso, acabam sendo atraídos tanto pelo átomo de origem, quanto por outros átomos próximos a ele. O resultado é a existência, nos metais, de um grande número de elétrons que não tem uma localização definida e que pertence, portanto, a toda a estrutura do metal, podendo mover-se entre os átomos. Por consequência, o núcleo do átomo (a região central) fica com um número de cargas positivas maior do que as negativas, pois perdeu elétrons (carga negativa) que antes se encontravam na mesma quantidade que as cargas positivas.

Átomos carregados positiva ou negativamente recebem o nome de íons. Um íon carrega-



Antonio Robson/Arquivo da editora

Ilustração esquemática, fora de escala e em cores-fantasia. Nos metais, os elétrons mais externos dos átomos estão fracamente ligados ao núcleo e por isso podem se movimentar livremente, em todas as direções, sem estarem presos a nenhum átomo em particular. A "nuvem de elétrons" existente entre átomos positivamente carregados funciona como uma espécie de "cola" com forças atuando em todas as direções.

do positivamente apresenta um maior número de cargas positivas (prótons) do que negativas (elétrons) e é chamado de cátion. Se o número de cargas negativas for maior que as positivas, o que ocorre se ele ganha elétrons de outro átomo, ele é chamado de ânion.

A ligação metálica resulta da aproximação dos átomos do metal, carregados positivamente, unidos entre si por uma grande quantidade de elétrons que se movimentam entre esses átomos do metal.

As propriedades características dos metais, como a condutividade elétrica, a condutividade térmica e o brilho, estão relacionadas à facilidade de movimento dos "elétrons livres" que os metais apresentam.



Ivan de Paula Coutinho/Arquivo da editora

Modelos de ligação química para materiais não metálicos

Os materiais cerâmicos e os plásticos mais comuns são, em geral, isolantes térmicos e elétricos. Ao contrário dos metais, as cerâmicas não possuem brilho, quebram-se facilmente e, quando colocadas no fogo, demoram a esquentar e, depois, a esfriar. Os plásticos são pouco reativos, isto é, duram muitos anos e pegam fogo com facilidade, ou seja, são inflamáveis.

Nos materiais que não conduzem bem a corrente elétrica, os elétrons ficam “presos” e não podem movimentar-se em conjunto, do modo como ocorre com a “nuvem de elétrons” que constitui a ligação metálica. Isso nos leva a pensar que as ligações químicas devem ser diferentes daquelas que utilizamos para explicar as propriedades dos metais.

Para decidir sobre o tipo de ligação que uma substância não metálica apresenta podemos pensar em termos de transferência de elétrons de um átomo para outro ou de compartilhamento de elétrons de átomos vizinhos. Vejamos a seguinte situação: os elétrons de um átomo se transferem integralmente para outro. O átomo que perde seus elétrons forma um cátion, ou seja, um átomo deficitário de elétrons, já que o número de prótons

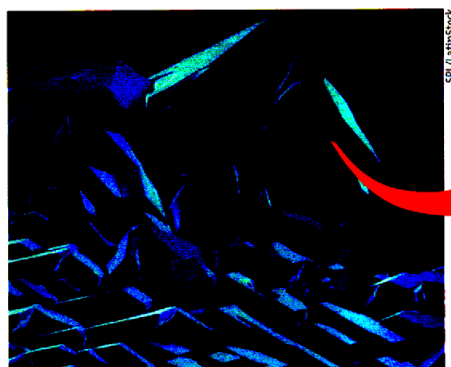
existente no núcleo não varia. Por outro lado, o átomo que recebe tais elétrons forma um ânion, ou seja, um átomo com excesso de cargas negativas. A ligação que ocorre entre íons – átomos carregados –, recebe o nome de ligação iônica.

Já no caso do compartilhamento de elétrons, os átomos estão ligados por covalência. Não apresentam íons, nem elétrons livres.

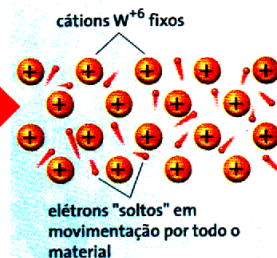
As propriedades específicas das substâncias nos ajudam a decidir quanto ao melhor modelo de ligação que permite explicá-las. O desafio então é criar modelos de estruturas capazes de explicar um conjunto de propriedades para os diferentes grupos de materiais, tais como cerâmicas, metais, cristais variados etc.

Para estudar mais sobre os modelos de ligações químicas vamos recorrer a três exemplos de materiais – tungstênio, sal de cozinha e PVC (policloreto de vinila) – representativos de três tipos de ligações, respectivamente, metálica, iônica e covalente.

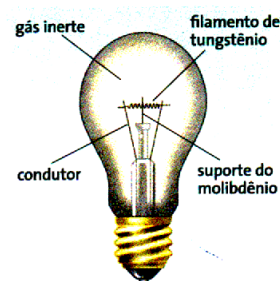
Que diferenças existem entre o metal tungstênio, um cristal de sal de cozinha e um plástico do tipo PVC? Basta olhar para qualquer um deles para percebermos as inúmeras diferenças.



O tungstênio (W) é um metal escasso na crosta terrestre, encontrado em forma de óxido e de sais em certos minérios, tais como wolframita, scheelita e outros.



Se pudéssemos enxergar os átomos de tungstênio ligados, veríamos algo semelhante ao representado na ilustração.



O tungstênio é utilizado na fabricação de peças metálicas variadas e de filamentos de lâmpadas incandescentes.

Ilustrações: Antonio Robson/Arquivo da editora

Os átomos ligam-se uns aos outros

Os átomos podem se combinar formando substâncias. Átomos de oxigênio, por exemplo, ao interagirem entre si formam o gás oxigênio (O_2) e o gás ozônio (O_3). De modo semelhante, átomos de hidrogênio também se combinam e formam o gás hidrogênio (H_2). Os gases hidrogênio e oxigênio, por sua vez, podem reagir e produzir água (H_2O).

Note que existe aí algo curioso: o oxigênio e o hidrogênio ocorrem na forma gasosa na temperatura e pressão ambiente. Contudo, quando esses dois gases combinam entre si, formam água, que, à temperatura e à pressão ambiente, é encontrada no estado líquido.

Mas, afinal, por que será que os átomos se combinam e formam substâncias?

A teoria atômica explica esse fenômeno atribuindo uma propriedade à natureza: os materiais tendem ao estado mais estável, o que ocorre quando se encontram em um estado de menor energia.

Quando os átomos interagem e promovem uma reorganização dos elétrons, dizemos que houve formação de novas ligações químicas.

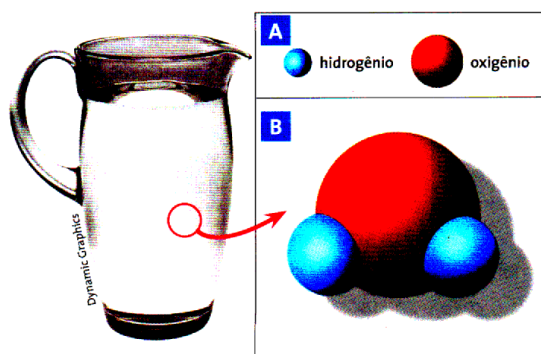


Ilustração esquemática, fora de escala e em cores-fantasia. Átomos de hidrogênio e de oxigênio separadamente (A) e molécula de água (B), formada por dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio. Quando se aproximam e interagem, esses átomos passam a compartilhar parte de sua eletrosfera. A força que mantém os átomos unidos é de natureza elétrica.

Ligação química é uma força que mantém os átomos unidos. Uma ideia antiga era a de que os átomos possuíam espécies de ganchos que se encaixavam uns aos outros. Hoje atribuímos aos elétrons o papel de formar ligações. Portanto, uma ligação não é algo físico como pinos que se encaixam ou ganchos que se prendem. A ligação entre os átomos se dá por meio da interação entre os elétrons das camadas mais externas e os núcleos dos respectivos átomos.

Os átomos unidos apresentam maior estabilidade do que os que se encontram separados e têm, portanto, um nível menor de energia do que possuíam anteriormente. Por isso, a formação de uma ligação química entre dois átomos envolve liberação de energia.

Para separar novamente os átomos que participam de uma ligação química, é preciso fornecer energia em igual quantidade à energia liberada quando a ligação foi formada.

Em uma reação química, as substâncias reagentes interagem entre si — ligações químicas são quebradas e átomos são rearranjados. O novo arranjo resulta em novas ligações, portanto corresponde a um estado de menor energia que o de átomos separados. Uma substância formada pode ser mais ou menos energética do que as substâncias reagentes. Isso depende das ligações que são desfeitas (processo que envolve absorção de energia) e das novas ligações que são formadas entre os átomos (processo que envolve liberação de energia). Assim, uma reação química resulta na absorção ou na liberação de energia. Os produtos gerados em uma reação química apresentam novas estruturas, pois são novas substâncias que apresentam propriedades diferentes.

PROJETO DE INVESTIGAÇÃO

Investigando o surgimento de cargas de substâncias em solução

Um sólido que não apresenta cargas em movimento pode vir a apresentá-las quando se encontra dissolvido em água?

- Em grupo, proponha um modo para investigar essa questão. Troque ideias com outros grupos, converse com seu professor e realize sua investigação. Caso a amostra dissolvida em água conduza corrente elétrica, como você explicaria o ocorrido? E se a amostra não conduzir, o que você poderia afirmar?

Comparando forças de interação a partir de propriedades dos materiais

As forças de ligação que mantêm unidos os materiais podem ter diferentes intensidades. Por exemplo: como podemos comparar as forças de interação que atuam no diamante, no tungstênio e no gelo? Para responder a essa pergunta, é preciso examinar algumas propriedades desses materiais.

À temperatura ambiente o diamante e o tungstênio são sólidos, enquanto o gelo se funde e se transforma em água líquida. Além disso, enquanto o tungstênio pode formar filamentos, o diamante não pode. Outra propriedade do tungstênio é sua alta temperatura de fusão. Por isso, ele suporta ser aquecido dentro do bulbo de uma lâmpada sem que se funda. A lâmpada com filamento de tungstênio é chamada incandescente porque, ao ser aquecido, o filamento emite luz. Os metais, como já foi explicado, são bons condutores de corrente elétrica, mas o diamante não é, pois este não possui cargas em movimento, sejam elas elétrons livres ou íons livres. Assim, enquanto o tungstênio conduz corrente elétrica, o diamante é um isolante; além disso, ambos são insolúveis em água.

A temperatura de fusão da água é de $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, enquanto a do metal tungstênio é de $3\ 422\text{ }^{\circ}\text{C}$ e a do diamante é de $3\ 500\text{ }^{\circ}\text{C}$. Como podemos explicar o fato de a água apresentar uma tem-

peratura de fusão tão baixa se comparada à do tungstênio e à do diamante?

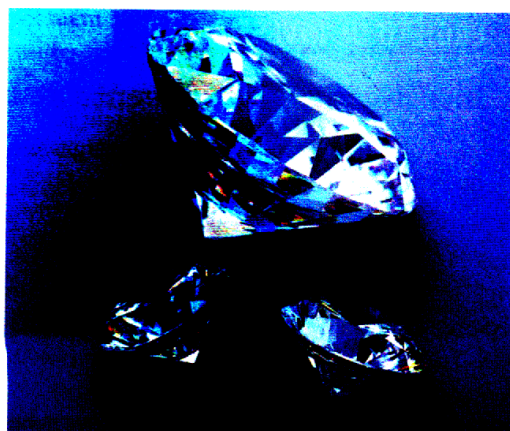
Consideramos que as ligações ou interações eletrostáticas que ocorrem entre átomos e entre íons são fortes. Isso nos permite concluir que são difíceis de serem rompidas e, por isso, suas temperaturas de fusão e de ebulição são tão altas. Ao contrário disso, as forças que mantêm as moléculas unidas entre si são fracas. Portanto, as substâncias sólidas que se fundem em temperaturas baixas devem apresentar uma interação eletrostática também baixa. Lembre-se de que, quando o gelo funde ou quando a água evapora, os átomos de hidrogênio e de oxigênio permanecem ligados, o que está de acordo com nosso modelo de ligação entre átomos ou entre íons. Quando o gelo (água no estado sólido) é fundido, tem seu arranjo espacial alterado, bem como sofre alterações as distâncias entre as moléculas e a intensidade da movimentação delas.

Desse modo, podemos concluir que:

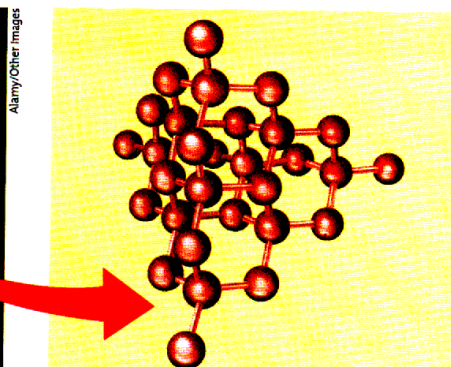
1. as forças que mantêm as moléculas de água unidas são facilmente vencidas quando comparadas com as que mantêm os átomos unidos no tungstênio e no diamante;

Texto 5 – Comparando forças de ligação e propriedades dos materiais (parte 2 de 2)

2. as unidades de repetição de alguns sólidos são moléculas e as de outros são átomos:
 - o gelo é um sólido molecular, formado por interações entre moléculas;
 - o tungstênio é um sólido metálico, formado por ligações metálicas entre cátions do metal e seus elétrons livres;
 - o diamante se liga por compartilhamento de elétrons de um átomo de carbono com quatro outros átomos;
3. os sólidos de baixas temperaturas de fusão apresentam características mais próximas de sólidos de natureza molecular.



Diamantes lapidados.



Diamante bruto e a estrutura desse material. As ligações covalentes entre átomos de carbono em estruturas tetraédricas se repetem, formando um cristal.

Analisar valores de temperaturas de fusão ou mesmo de ebulição ajuda a decidir sobre o tipo de ligação, mas esses itens sozinhos não nos garantem nada. Por exemplo, a temperatura de fusão do

metal tungstênio é 3 422 °C e a do diamante é praticamente igual, mas outras propriedades deles são muito diferentes; portanto, esses materiais são classificados em classes ou grupos diferentes.

FAÇA EM SEU CADERNO

Propriedades específicas e modelos de ligações químicas

1. Proponha um modelo para cada substância, utilizando legenda para explicar seu modelo.
 - a) Sódio (Na), puro no estado sólido.
 - b) Cloreto de sódio (Na⁺Cl⁻), puro no estado sólido.
 - c) Cloreto de sódio (Na⁺Cl⁻), dissolvido em água.
2. Após propor os modelos (na questão anterior), compare-os entre si e faça previsões sobre a capacidade de cada substância de conduzir corrente elétrica.
3. Analise a tabela a seguir, na qual são representadas diferentes substâncias e suas respectivas temperaturas de fusão. Em seguida, faça o que se pede.

Anexo III – Projeto de escrita dos autores da coleção didática de referência

A principal intenção neste capítulo é introduzir modelos mais simples e significativos entre o átomo e a sua organização interna. Em geral, esse tema é apresentado na escola como um conjunto de “fatos” a serem memorizados e não como modelos que nos permitem explicar fenômenos e prever resultados de novos experimentos (p. 47).

Para atingir esse propósito, optamos por uma abordagem que estabelece um grande número de conexões entre o plano da experimentação e o plano das proposições teóricas dos modelos. Sempre que possível, introduzimos experimentos relativamente simples de se fazer na escola e que servem de evidências dos aspectos teóricos desenvolvidos com o modelo proposto. Em outros momentos, apresentamos proposições teóricas e reexaminamos, a partir delas, os resultados experimentais. (p. 47)

(...)

Desenvolvemos, no texto e nas atividades desse capítulo, um modelo que corresponde, grosso modo, ao átomo de Rutherford. A partir dele, reinterpretemos as ligações químicas e o número atômico dos elementos químicos, já mencionados e investigados em outros volumes da coleção. Discutimos, por último, modelos de ligações para os sólidos metálicos; iônicos e covalentes no que se refere basicamente a algumas propriedades de materiais, o que se constitui como eixo de apresentação e de discussão dos conteúdos químicos na coleção. É preciso esclarecer que não está proposto nenhum exercício de classificação de substâncias de acordo com o modelo de ligação correspondente, utilizando-se de fórmulas ou nomes. Toda a construção teórica foi feita considerando-se que são as propriedades de uma substância que fornecem os elementos básicos para propor e validar um modelo de ligação. Além disso, temos clareza de que os estudantes farão uma primeira aproximação com esses modelos, muito mais como modo de pensar a química e explicar o mundo do que memorizar fórmulas e nomes de substâncias representativas dos compostos covalentes, iônicos etc. Com essa abordagem, demos acabamento à introdução do estudo sobre a diversidade dos materiais na natureza, suas transformações e os modelos que nos ajudam a compreender e explicar tal diversidade. Finalmente, encerramos o capítulo com aplicações práticas dos fenômenos eletrostáticos, de constituição e de propriedades dos materiais e possíveis modelos de ligações químicas. É a partir do entendimento dessa opção didática que o professor poderá fazer escolhas do que ensinar e de como avaliar os estudantes (p.48).

(...)

Em geral, o ensino de ligações químicas é bastante criticado pelas simplificações feitas pelos textos didáticos que acabam incorrendo em erros conceituais. Cientes disso, procuramos apresentar algumas ideias orientadoras do entendimento das ligações, quais sejam: 1) ligação não é algo físico como pinos, colchetes ou “pauzinhos” que prendem um átomo, íon ou molécula em seus vizinhos. 2) Nas ligações ocorrem abaixamento de energia do sistema, o que significa dizer que forma um sistema mais estável. 3) A estabilidade deve ser entendida como um estado baixo de energia em oposição à ideia de que um composto se estabiliza por adquirir uma configuração semelhante a de um gás nobre, o que costuma estar associado à apresentação da regra do octeto. Para compreender os equívocos ligados a essa regra, sugerimos ler o artigo intitulado (...). 4) Para apresentar o modelo de ligação metálica utilizamos a analogia da “nuvem de elétrons”, também conhecida como “mar de elétrons”. Sobre os cuidados necessários de serem tomados pelos docentes quando recorrem a essa analogia, especificamente, sugerimos consultar (...) (p.50).

Tungstênio, PVC e sal de cozinha foram escolhidos como substâncias representativas dos grupos que formam ligações metálicas, covalentes e iônicas. Embora tenhamos substâncias bastante características desses grupos, vale lembrar que, na natureza, não existem compostos 100% iônicos ou ligados por um caráter exclusivamente covalente ou metálico, (...) [o que] costuma ser frequentemente desconsiderada nos atuais textos didáticos. (...) (p.50).

Esse projeto de investigação [Investigando o surgimento de cargas de substâncias em solução] só fará sentido caso seja solicitado antes que os estudantes leiam a seção que trata de modelos de ligações para materiais não metálicos, pois o texto explica o surgimento de cargas de substâncias iônicas, quando dissolvidas em água. O projeto proposto traz uma novidade em relação à investigação compartilhada, testando a condutividade elétrica de alguns materiais feita anteriormente. Aqui, os estudantes deverão propor o mesmo teste de condutividade para avaliar o surgimento de cargas dos sais dissolvidos em água. Para isso, terá de admitir que o aparecimento de cargas fará a lâmpada do dispositivo elétrico se acender. Muitos estudantes deverão se lembrar do que já foi feito, mas o objetivo agora não é mais constatar que a lâmpada

acende, mas explicar por que ela acende. O que está em questão é a ideia de que cargas em movimento (elétrons ou íons) são responsáveis pelo aparecimento de corrente elétrica (...) (p.51).

Propor aos estudantes que façam modelos para o sal de cozinha sólido, líquido e dissolvido em água é muito importante. Os estudantes terão oportunidades de rever conceitos estudados no Capítulo 3 e aprofundar a compreensão dos estados físicos até aqui discutidos com base em um modelo cinético-molecular. Além disso, a aquisição de modelos de dissolução é muito importante na aprendizagem de vários conceitos químicos que serão objeto de atenção no Ensino Médio (...) (p.51).

Nessa seção [Comparando forças de interação a partir de propriedades dos materiais] comparamos as forças que mantêm os átomos unidos com as forças existentes entre moléculas. Para isso, exploramos as temperaturas de fusão do gelo com as do diamante e do tungstênio como evidências de que separar átomos é mais difícil do que separar moléculas. Concluímos que uma propriedade específica isolada não é suficiente para caracterizar um material, mas que precisamos, para isso, analisar um conjunto de propriedades (p.51).

(...)

[Em resposta a algumas das questões elaboradas na seção O que você aprendeu sobre a natureza elétrica dos materiais]: 9. *Não é fundamental para um modelo científico ser bem avaliado “admitir somente a existência de coisas que podem ser observadas” pela experiência (I). Os cientistas, de fato, usam largamente a imaginação para tecer suas conjecturas, que vão além dos fatos observados.* 10. *No estado sólido, os átomos carregados (íons) estão presos em um arranjo organizado e, em solução aquosa, esses átomos interagem com as moléculas de água e ficam livres para se movimentar* (p.52).

Fonte: assessoria pedagógica para o capítulo 4, *A natureza elétrica dos materiais*, (GRUPO APEC, 2010).

Anexo IV – Ferramentas mediacionais utilizadas

Texto 1 – Testando a condutividade elétrica de alguns materiais

TESTANDO A CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DE ALGUNS MATERIAIS

Srs. alunos, vamos realizar a atividade "Mãos à obra", página 97 do livro do 9º ano da coleção Construindo Consciências. Leiam as instruções contidas no livro e as fornecidas pelos professores. Anotem os resultados em seus cadernos, e depois respondam às questões abaixo formuladas para entrega ao final da aula.

Nome do aluno: _____

- 1. Explique por que é necessário lavar os terminais dos fios antes de testar um outro material.**

- 2. Se você introduzir o dispositivo de teste em um recipiente com água filtrada, a lâmpada pode acender? Explique.**

- 3. Organize os materiais testados nos quadros a seguir, conforme os resultados de condutividade elétrica obtidos:**

Quadro I

Material	Conduz?
Água filtrada	

Material	Conduz?
Água destilada	

Quadro II

Material	Conduz no estado sólido?	Conduz quando solubilizado em água destilada?
Açúcar		
Sal de cozinha		
Moeda		Não se aplica
Sacola plástica		Não se aplica
Louça		Não se aplica
Prego		Não se aplica
Vidro		Não se aplica
Canudinho de refrigerante		Não se aplica

4. Dos materiais testados, algum não conduziu corrente elétrica no estado sólido, mas conduziu quando foi dissolvido em água? Como vocês explicariam essa ocorrência?

5. Por que alguns materiais conduzem corrente elétrica, e outros, não?

Texto 2 – As ligações entre os átomos de um metal

AS LIGAÇÕES ENTRE ÁTOMOS DE UM METAL

Srs. alunos, vamos realizar uma atividade relacionada à leitura do texto à página 98 do livro do 9º ano da coleção *Construindo Consciências*. Ele aborda o tema "ligações químicas nos metais" e contém 7 parágrafos e uma legenda da ilustração.

Nomes dos alunos: _____

No quadro abaixo, anotem o número dos parágrafos ou legenda correspondentes a cada um dos subtemas. Observem que um mesmo parágrafo pode estar associado a mais de um subtema:

Subtema	Número dos parágrafos ou legenda em que são desenvolvidos os subtemas
A. Um modelo de ligações químicas proposto para um material considera as propriedades apresentadas por este material.	1, 2, 3, 7
B. As propriedades apresentadas pelos materiais metálicos.	1, 3, 7
C. O núcleo dos átomos, os elétrons e os íons.	4, 5
D. Os elétrons nos materiais metálicos	4, 7, legenda
E. Um modelo para a ligação metálica	2, 6, legenda

Texto 3 – Modelos de ligação química para materiais não metálicos

MODELOS DE LIGAÇÕES QUÍMICAS PARA MATERIAIS NÃO METÁLICOS

Srs. alunos, vamos realizar uma atividade relacionada à leitura do texto às páginas 99 e 100 do livro do 9º ano da coleção Construindo Consciências. Ele aborda o tema "ligações químicas nos materiais não metálicos".

Nomes dos alunos: _____

Pré-leitura Antes de iniciarem a leitura, pensem na questão abaixo. Troquem ideias, e registrem o entendimento da dupla sobre a questão nas linhas correspondentes.

- 1. As propriedades dos metais, incluindo a condutividade elétrica, estão relacionadas à facilidade de movimento dos elétrons livres que os metais apresentam. Como devem estar os elétrons nos materiais que não conduzem bem a corrente elétrica e apresentam propriedades diferentes das dos metais, como é o caso dos plásticos, dos materiais cerâmicos, do sal de cozinha no estado sólido, dentre outros?*

Intra-leitura Após lerem os cinco primeiros parágrafos do texto, pensem nas seguintes questões, registrando o entendimento da dupla nas linhas correspondentes.

- 2. Por que os modelos de ligações químicas para materiais não metálicos devem ser diferentes do utilizado para descrever a ligação metálica?*

3. *Dois modelos diferentes do desenvolvido para os materiais metálicos são propostos. Descrevam as características principais desses modelos.*

4. *O que vocês acham que o texto vai tratar nos seus parágrafos restantes?*

Pós-leitura Após a leitura completa do texto, pensem nas seguintes questões, registrando o entendimento da dupla nas linhas correspondentes.

5. *Comparem os assuntos tratados na parte final do texto (parágrafos 6 a 10 e legendas das ilustrações) com as suas expectativas expressas na resposta à questão 4. Registrem os resultados dessa comparação.*

6. *Completem o quadro abaixo, descrevendo as características dos materiais utilizados para estudar mais sobre os modelos de ligações químicas:*

Material	Características/propriedades/tipo de ligação
Tungstênio	
Sal de cozinha	
PVC	

Texto 4 – Os átomos ligam-se uns aos outros

OS ÁTOMOS LIGAM-SE UNS AOS OUTROS

Srs. alunos, vamos realizar uma atividade relacionada à leitura do texto à página 96 do livro do 9º ano da coleção *Construindo Consciências*. Ele aborda o tema "ligações químicas entre os átomos".

Nome do aluno: _____

Fase 1 – Leitura individual e silenciosa do texto

No prazo de 10 minutos, leia o texto à p. 96.

Fase 2 – Elaboração de questões a partir do texto

No prazo de 10 minutos, elabore pelo menos uma questão de cada tipo, usando os critérios listados abaixo:

Tipo de questão	Critérios para elaboração da questão	Questão(ões) elaborada(s)
A	A resposta à questão pode ser encontrada no texto.	
B	A resposta à questão não está no texto, mas você entende que a questão formulada está claramente ligada ao conteúdo do texto.	
C	A resposta à questão formulada ajudaria a compreender aspectos do texto que vocês não compreenderam.	

Fase 3 – Elaboração de respostas para as questões tipo A

No prazo de 5 minutos, responda a(s) questão(ões) que você classificou como sendo do tipo A:

Fase 4 – Avaliação entre colegas

Passa seu formulário para o colega ao lado e receba o formulário dele. Escreva na 2ª coluna da tabela abaixo, as questões elaboradas pelo seu colega. Na 3ª coluna, escreva como você classificaria essas questões. Troquem os formulários.

Tipo de questão	Questão elaborada pela outra dupla	Classificação da questão conforme a minha dupla
A		
B		
C		

Fase 5 – Texto síntese

Elabore um texto síntese (resumo) sobre o texto lido. O que ele quis tratar? (isto é, que questão quis discutir)? Como ele tratou o assunto proposto (isto é, como respondeu à questão proposta)?

Texto 5 – Comparando forças de ligação e propriedades dos materiais

**COMPARANDO FORÇAS DE INTERAÇÃO A PARTIR DE PROPRIEDADES
DOS MATERIAIS**

Srs. alunos, vamos realizar uma atividade relacionada à leitura do texto às páginas 101 e 102 do livro do 9º ano da coleção Construindo Consciências. Ele aborda o tema "intensidades das forças de ligação".

Nome do aluno: _____

1. Sobre o texto foram feitas as seguintes afirmativas:

() O tipo de ligação química apresentado por um material pode ser identificado a partir da análise dos valores de temperatura de fusão ou ebulição desse material.

() Na grafite e no diamante, não existem moléculas individuais, como no hidrogênio (H₂). Nessas substâncias, denominadas sólidos covalentes, todos os átomos de carbono estão ligados por ligações covalentes.

() As interações que mantêm os átomos ou íons unidos são mais fortes do que as interações que mantêm as moléculas unidas.

() As lâmpadas para iluminação podem ser classificadas em dois grupos: as que contêm mercúrio, e as que não contêm. As lâmpadas incandescentes pertencem ao segundo grupo.

Classifique as afirmativas acima de acordo com os seguintes critérios:

Tipo de afirmativa	Critérios para classificação da alternativa
A	A afirmativa está relacionada com o assunto do texto e está em concordância com ele.
B	A afirmativa está relacionada com o assunto do texto e está em discordância com ele.
C	A afirmativa está relacionada com o assunto do texto, mas vai além dele.
D	A afirmativa não está relacionada com o assunto do texto.

2. Texto síntese

Elabore um texto síntese (resumo) sobre o texto lido. O que ele quis tratar? (isto é, que questão quis discutir)? Como ele tratou o assunto proposto (isto é, como respondeu à questão proposta)?

Anexo V – Avaliação final do processo de ensino e aprendizagem

AVALIAÇÃO SOBRE O CONTEÚDO DE LIGAÇÕES QUÍMICAS

Nomes dos alunos: _____

1. Nas ciências, trabalhamos com modelos como simplificações da realidade. Modelo é uma situação provável e não algo certo ou acabado. Quando falamos sobre o modo como os átomos se ligam, estamos nos referindo a modelos de ligação química.

ANALISE as afirmativas que são feitas abaixo sobre os modelos científicos.

I – Um modelo deve admitir também a existência de coisas que não podem ser observadas diretamente.

II – Um modelo deve ser capaz de explicar fenômenos já conhecidos, mas não precisa ser capaz de prever acontecimentos que serão confirmados ou refutados por novos experimentos.

III – Um modelo deve ser expresso em um número ilimitado de ideias.

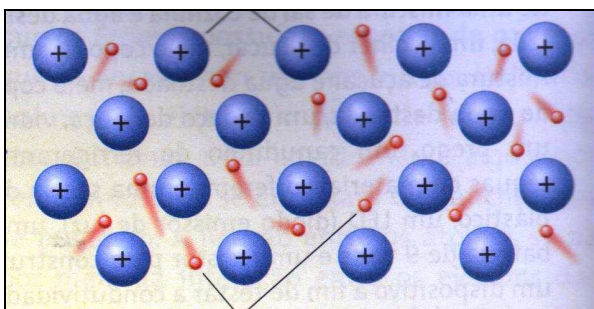
IDENTIFIQUE a afirmativa considerada correta.

REESCREVA as outras afirmativas de forma a torná-las também corretas.

2. No experimento sobre a condutividade elétrica, vimos que alguns materiais conduzem corrente no estado sólido (por exemplo, uma moeda), e outros não conduzem no estado sólido (por exemplo, o sal de cozinha e a sacola plástica).

EXPLIQUE por que o modelo de ligação química proposto para o material que constitui a moeda deve ser diferente dos modelos propostos para o sal de cozinha e a sacola plástica?

3. A ilustração esquemática abaixo é uma representação para o modelo proposto para as ligações metálicas.



- a) O que as esferas maiores representam?

- b) O que as esferas menores representam?

- c) **EXPLIQUE** como esse modelo nos ajuda a compreender a união dos átomos nos metais.

- d) **EXPLIQUE** como esse modelo nos ajuda a compreender a condutividade elétrica apresentada por esses materiais.

-
4. Os átomos podem combinar-se formando substâncias, e os elétrons estão envolvidos na formação dessas ligações.

RELACIONE cada modelo de ligação química a uma característica que descreve o comportamento dos elétrons:

- (A) Ligação metálica () Transferência de elétrons
(B) Ligação iônica () Compartilhamento de elétrons
(C) Ligação covalente () Movimento de elétrons “livres”

5. Ligação química é uma força que mantém os átomos unidos. **COMPLETE a oração abaixo com as palavras menor ou maior, de forma a descrever corretamente a razão pela qual os átomos se combinam e formam novas substâncias:**

“Os átomos unidos apresentam _____ estabilidade do que os que se encontram separados e têm, portanto, um nível _____ de energia do que possuíam anteriormente.”

6. As forças de ligação que mantêm unidos os materiais podem ter diferentes intensidades. As ligações que ocorrem entre moléculas são em geral mais fracas do que as que ocorrem entre átomos.

O quadro a seguir apresenta informações sobre duas substâncias. INDIQUE se as unidades de repetição do sólido são átomos ou moléculas.

<i>Substância</i>	<i>Temperatura de fusão</i>	<i>Unidade de repetição</i>
Gelo (água)	0 °C	
Diamante	3.500 °C	

Anexo VI – Questionários

Questionário 1 – Estudantes

QUESTIONÁRIO

Srs. alunos, as questões a seguir se referem à coleção didática de ciências intitulada Construindo Consciências (Grupo Apec, 2010) destinada aos anos finais do Ensino Fundamental, e adotada por esta escola. Gostaríamos que vocês respondessem às perguntas que se fazem a seguir, marcando apenas um dos itens apresentados como resposta, exceto nos casos em que a própria questão informa que mais de uma resposta pode ser marcada. Nas alternativas em que aparece a expressão “especificar”, solicitamos que a resposta seja dada na(s) linha(s) apresentada(s).

1. Você já utilizou essa coleção em outros anos?

- € Sim, desde o 6º ano
- € Sim, desde o 7º ano
- € Sim, desde o 8º ano
- € Não

2. O que você gosta nessa coleção didática? Pode ser marcado mais de um item.

- € As figuras e/ou imagens
- € As referências para consultar *sites*, revistas e livros
- € Os experimentos propostos
- € Os textos de conteúdo
- € Outros (especificar): _____
- € Nenhum dos itens anteriores

3. O que você não gosta nessa coleção didática? Pode ser marcado mais de um item.

- € As figuras e/ou imagens
- € As referências para consultar *sites*, revistas e livros
- € Os experimentos propostos
- € Os textos de conteúdo

€ Outros (especificar): _____

€ Nenhum dos itens anteriores

4. Você recebeu o livro da coleção destinado ao 9º ano?

€ Sim

€ Não

5. Com que frequência você utiliza esse livro em casa?

€ Nunca

€ Raramente (cerca de uma vez por semana)

€ Frequentemente (mais de uma vez por semana)

6. Para que você utiliza esse livro em casa? Pode ser marcado mais de um item.

€ Para estudar para as provas

€ Para leitura dos textos de conteúdo

€ Para realizar os trabalhos ou pesquisas solicitados pela professora

€ Para responder aos exercícios passados pela professora

€ Para outros fins (especificar): _____

€ Eu não utilizo o livro em casa

7. Com que frequência você utiliza esse livro na escola?

€ Nunca

€ Raramente (cerca de uma vez por semana)

€ Frequentemente (mais de uma vez por semana)

8. Para que você utiliza esse livro na escola? Pode ser marcado mais de um item.

€ Para leitura dos textos de conteúdo

€ Para realizar os trabalhos ou pesquisas solicitados pela professora

€ Para responder aos exercícios passados pela professora

€ Para outros fins (especificar): _____

€ Eu não utilizo o livro na escola

9. O que você mais gosta de ler?

€ Jornais

€ Revistas

- € Textos de livros didáticos
- € Textos na internet
- € Outros (especificar): _____

10. Você gosta dos textos que falam sobre assuntos de ciências?

- € Sim, e os leio frequentemente.
- € Sim, mas não os leio frequentemente.
- € Não.

11. Você gosta dos textos que estão na coleção didática de ciências?

- € Sim, e os leio frequentemente.
- € Sim, mas não os leio frequentemente.
- € Não.

12. Na sua opinião, o que tornaria a leitura dos textos de ciências ainda mais agradável?

13. Você se preparou para a prova sobre o conteúdo de ligações químicas?

- € Não.
- € Sim, estudei menos de 1 hora.
- € Sim, estudei entre 1 e 2 horas.
- € Sim, estudei mais de 2 horas.

14. O que você utilizou para se preparar para a prova sobre o conteúdo de ligações químicas? Pode ser marcado mais de um item.

- € Nada.
- € As anotações feitas no caderno.
- € O livro didático adotado pela escola.
- € Outros (especificar): _____

Questionário 2 – Professora

QUESTIONÁRIO

Sra. professora, as questões a seguir se referem à coleção didática de ciências intitulada Construindo Consciências (Grupo Apec, 2010) destinada aos anos finais do Ensino Fundamental, e adotada por esta escola. Gostaríamos que você respondesse às perguntas que se fazem a seguir, marcando apenas um dos itens apresentados como resposta, exceto nos casos em que a própria questão informa que mais de uma resposta pode ser marcada. Nas alternativas em que aparece a expressão “especificar”, solicitamos que a resposta seja dada na linha apresentada..

1. Você já havia trabalhado com essa coleção didática de ciências?
 - € Sim, trabalho com a coleção desde (especificar o ano): _____
 - € Não

2. Os alunos dessa turma, em sua maioria, já utilizam essa coleção?
 - € Sim, desde o 6º ano
 - € Sim, desde o 7º ano
 - € Sim, desde o 8º ano
 - € Não

3. O que você gosta nessa coleção didática? Pode ser marcado mais de um item.
 - € As figuras e/ou imagens
 - € As referências para consultar *sites*, revistas e livros
 - € Os experimentos propostos
 - € Os textos de conteúdo
 - € Outros (especificar): _____
 - € Nenhum dos itens anteriores

4. O que você não gosta nessa coleção didática? Pode ser marcado mais de um item.
 - € As figuras e/ou imagens
 - € As referências para consultar *sites*, revistas e livros

- € Os experimentos propostos
 - € Os textos de conteúdo
 - € Outros (especificar): _____
 - € Nenhum dos itens anteriores
5. Como você utiliza essa coleção didática? *Pode ser marcado mais de um item*
- € Como fonte de atividades
 - € Como fonte de bibliografia
 - € Para o desenvolvimento das aulas
 - € Para o planejamento das aulas
 - € Outros (especificar): _____
6. Com que frequência você utiliza essa coleção para o desenvolvimento das suas aulas?
- € Nunca
 - € Raramente (cerca de uma vez por semana)
 - € Frequentemente (mais de uma vez por semana)
 - € Sempre (em todas as aulas)
7. Em sua avaliação, qual é a relação dos alunos com a leitura de textos didáticos de ciências?
- € Os alunos gostam de textos desse tipo, e os leem com frequência.
 - € Os alunos gostam de textos desse tipo, mas não os leem com frequência.
 - € Os alunos não gostam de textos desse tipo.
 - € Outros (especificar): _____
8. Em sua avaliação, qual é a proficiência de leitura apresentada pelos alunos?
- € Os alunos, em geral, não apresentam problemas de leitura.
 - € Os alunos, em geral, apresentam alguns problemas de leitura.
 - € Os alunos, em geral, apresentam muitos problemas de leitura.
 - € Outros (especificar): _____
9. Em sua avaliação, com que frequência os alunos, em geral, utilizam a coleção didática em casa?
- € Nunca
 - € Raramente (cerca de uma vez por semana)

€ Frequentemente (mais de uma vez por semana)

Outros (especificar): _____