Universidade de São Paulo
Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto
Departamento de Educação, Informação e Comunicação
Programa de Pós-Graduação em Educação

**Aprender Conceitos Científicos para ensinar sobre contextos
cotidianos: desafios da Formação Inicial de professores**

Maria Victória Cadamuro Mimo

Ribeirão Preto/SP
2018

Maria Victória Cadamuro Mimo

**Aprender Conceitos Científicos para ensinar sobre contextos
cotidianos: desafios da Formação Inicial de professores**

Dissertação apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da USP, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências.

Versão corrigida contendo as alterações solicitadas pela comissão julgadora em 23 de agosto de 2018. A versão original encontra-se em acervo reservado na Biblioteca Central USP – Ribeirão Preto e na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP (BDTD), de acordo com a Resolução CoPGr 6018, de 13 de outubro de 2011.

Área: Educação.

Orientadora: Prof^a Dr^a Joana de Jesus de Andrade

Ribeirão Preto - SP

2018

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Mimo, Maria Victória Cadamuro

Aprender Conceitos Científicos para ensinar sobre Contextos Cotidianos:
desafios da Formação Inicial de Professores/Maria Victória Cadamuro Mimo;
orientadora Joana de Jesus de Andrade. Ribeirão Preto, 2018.

Área: Educação

172 f.: il

1. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, 2018

1. Ensino de Química. 2. Formação Inicial de Professores. 3. Conceitos Científicos. 4. Contextualização. 5. Cotidiano.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome: Maria Victória Cadamuro Mimo

Título: Aprender Conceitos Científicos para ensinar sobre Contextos Cotidianos: Desafios da Formação Inicial de Professores

Dissertação apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da USP, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências

Área de concentração: Educação

Orientadora: Joana de Jesus de Andrade

Aprovada em: 23/08/2018

Banca Examinadora

Prof^a. Dr^a. Joana de Jesus de Andrade (Orientadora)

Instituição: Faculdade Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto/USP

Prof^a. Dr^a. Daniela Gonçalves de Abreu

Instituição: Faculdade Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto/USP

Prof^a. Dr^a. Elaine Sampaio Araújo

Instituição: Faculdade Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto/USP

Prof. Dr. Paulo Sérgio Calefi

Instituição: Instituto Federal de São Paulo, IFSP - Campus Sertãozinho/SP

Dedico esse trabalho a todos os Professores de Química que, em seu árduo trabalho diário, colocam a química nos vários contextos cotidianos de seus alunos. E, dedico também aos Licenciandos em Química da FFLRP, pois sem eles essa pesquisa não seria possível.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, pelas orações e por sempre acreditarem nas minhas decisões e me apoiarem incansavelmente durante todo o percurso acadêmico.

À minha irmã Maria Beatriz, pelo apoio, incentivo e disponibilidade em todos os momentos que precisei.

Ao meu namorado Fernando, pela compreensão e carinho.

À minha tia Solange, por sempre se mostrar presente e disposta a ajudar no que fosse necessário.

Aos meus amigos pela preocupação e participação nos momentos mais difíceis.

À minha querida orientadora, Joana de Jesus de Andrade, a quem admiro e agradeço pela maneira de orientar, sempre sendo positiva e entusiasmada com o trabalho, me dando força para seguir adiante.

Aos meus colegas do Grupo de Pesquisa Epistemologia e Psicologia no Ensino de Ciências, pelas sugestões cuidadosas, pelo carinho com o meu trabalho e pelo ombro amigo nos momentos cruciais.

Aos professores Luiz Henrique Ferreira e Elaine Sampaio Araujo, pelas considerações na Banca de Qualificação.

Aos Licenciandos em Química que gentilmente aceitaram participar do trabalho, sem o qual não seria possível.

À CAPES, pela bolsa oferecida durante o mestrado.

Nos tornamos nós mesmos através dos outros.

Lev Semionovich Vigotski

RESUMO

Mimo, Maria Victória Cadamuro. Aprender Conceitos Científicos para ensinar sobre Contextos Cotidianos: Desafios da Formação Inicial de Professores. 2018. 172 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2018.

O presente trabalho teve como escopo analisar os aspectos que evidenciem os processos de elaboração conceitual de Licenciandos em Química de uma Universidade do Estado de São Paulo, com foco especificamente nos conteúdos de química que são base para compreender fenômenos do contexto cotidiano. Buscou-se compreender, junto a Licenciandos em Química, como eles entendem e/ou utilizam os conhecimentos aprendidos na Universidade para explicar fenômenos cotidianos, já que é uma das demandas, segundo Documentos Oficiais de Educação do Estado de São Paulo. Primeiramente, foi analisada a Proposta Curricular do Estado de São Paulo e o Caderno do Aluno (química) e, em um segundo momento, o Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Química da FFCLRP e as ementas das disciplinas deste curso. Foram realizados encontros com duplas e trios de licenciandos em química, totalizando 15 alunos. Os encontros aconteceram em forma de discussão orientados por um questionário-base com questões do Caderno do Aluno que apresentam a contextos do cotidiano. Os diálogos foram transcritos, organizados em episódios e analisados com base nos referenciais teóricos da Abordagem Histórico-Cultural. Os resultados obtidos das análises do Caderno do Aluno mostraram que a intenção de contextualizar no cotidiano ocorre por meio de exemplificações e exploração das concepções prévias dos alunos. Nos cadernos foram analisadas as Situações de Aprendizagem que partem de um fenômeno cotidiano para, então, inserir os conceitos científicos pertinentes ao tema. Nestes casos, as discussões se dão através de interpretações de textos e produções de dissertações, ou orientações para visitas técnicas à estações de tratamento de água/esgoto; usinas de reciclagem; etc. As produções coletivas dos Licenciandos sobre os conhecimentos científicos, nos mostraram que a construção deste conhecimento passa por complexos processos de desconstrução e reelaboração; evoluções e involuções, portanto, não ocorre de forma linear e; mesmo no último ano do curso, a explicitação dos fenômenos cotidianos não ocorre de forma clara e cientificamente adequada, apresentando grande esforço destes alunos para explicarem à nível microscópico e simbólico fenômenos que ocorrem a nível macroscópico.

Palavras-chave: Ensino de Química, Formação Inicial de Professores, Conceitos Científicos, Contextualização, Cotidiano.

ABSTRACT

Mimo, Maria Victória Cadamuro. **Learning scientific concepts to teach daily chemical phenomena: Challenges in the Initial Formation of Teachers**. 2018. 172 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2018.

This study has analyzed the concept's evolution and elaboration process of Teaching in Chemistry degree students from a University in Sao Paulo state, being the main focus the chemical knowledge that is extremely important to comprehend daily phenomena of everyday life. It has been discussed how the Teaching in Chemistry process contributes to the future teachers' formation since it is important that these professionals possess chemical knowledge in a daily context as it is required by Primary Education institutions. Firstly, was analyzed the Curriculum Proposal for Sao Paulo state along with the Student Handout (Chemistry) were analyzed, and sequentially, the Teaching in Chemistry degree Pedagogical Program and the course syllabus were also discussed. A survey with questions presenting topics on every day phenomena extracted from the Chemistry Handout was applied to the Teaching in Chemistry students (15 students in total). The results observed have shown that the contextualization in an everyday basis is given through examples and exploitations of previous concepts these students might have. In the notebooks we analyzed the Learning Situations, such as the ones that explore the daily phenomena previously and, the pertinent scientific concepts are introduced later are in most cases, discussed among the students using text reading or interpretation, essay writing and/or guided technical visits to water/waste treatment stations, recycling plants, etc. The students scientific knowledges have presented that the construction of this kind of knowledge undergoes complex processes of its destruction and elaboration, evolutions and involutions. Therefore, it does not occur linearly and, even senior students cannot provide clear and scientifically adequate answers to all the questions, which presents a great challenge to these students when it is necessary to explain a phenomenon under a symbolic and microscopic levels what happens in the macroscopic level.

Key words: Teaching in Chemistry, Teachers Initial Formation, Scientific Concepts, Contextualization, Daily Phenomena.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Word clouds do quadro de artigos da seção “O Aluno em Foco” da QNESC	30
Figura 2 - Triangulação das fontes de dados da pesquisa.	54
Figura 3 - Sumário do Caderno do Aluno do Primeiro ano do Ensino Médio	56
Figura 4 - Sumário do Caderno do Aluno do Primeiro ano do Ensino Médio	61
Figura 5 - Sumário do Caderno do Aluno do Segundo ano do Ensino Médio.....	67
Figura 6 - Sumário do Caderno do Aluno do Segundo ano do Ensino Médio.....	71
Figura 7 - Sumário do Caderno do Aluno do Terceiro ano do Ensino Médio.....	Erro! Indicador não definido.
Figura 8 - Sumário do Caderno do Aluno do Terceiro ano do Ensino Médio	Erro! Indicador não definido.
Figura 9 - Os três níveis de representação do conhecimento químico	114
Figura 10 - Esquema sobre a relação: Johnstone e Vigotski	116
Figura 11 - Desenho produzido pela aluna Rose sobre a questão número 2.....	128
Figura 12 - Dissolução do NaCl em água no Caderno do Aluno do 2º ano do Ensino Médio	133
Figura 13 - Dissolução do NaCl em água realizado por alunas do 1º ano da Licenciatura em Química.....	135
Figura 14 - Dissolução do KCl em água realizado por alunas do 5º ano da Licenciatura em Química.....	137
Figura 15 - Dissolução do KCl em água realizado por alunos do 5º ano da Licenciatura em Química.....	138
Figura 16 - Ilustração da destilação fracionada do petróleo retirado do Caderno do Aluno	139

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Situações de contexto cotidiano presentes no Caderno do 1º ano do E.M.	64
Quadro 2 - Situações de contexto cotidiano presentes no Caderno do 2º ano do E.M.	78
Quadro 3 - Situações de contexto cotidiano presentes no Caderno do 3º ano do E.M.	95
Quadro 4 - Distribuição em blocos das disciplinas do curso de Licenciatura em Química.....	105

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Ano e quantidade de alunos participantes da pesquisa.....	52
---	----

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	13
Como cheguei até aqui!	13
1. INTRODUÇÃO	16
1.1 A História da Educação em Ciências no Brasil e Estado de São Paulo e a emergência do termo “contextualização”	18
1.2 Cotidiano e Contextualização	23
1.3 Investigações sobre os processos de elaboração conceitual: apontamentos a partir da Revista QNEsc	25
1.4 Formação de conceitos científicos no ensino de química.	31
2. FORMAÇÃO DOS CONCEITOS NA ABORDAGEM HISTÓRICO-CULTURAL ..	35
2.1 Obra e vida de Lev Semionovich Vigotski	35
2.2 Os caminhos percorridos para formulação de Vigotski sobre a formação de conceitos cotidianos e científicos	39
3. METODOLOGIA	47
3.1 Abordagens, método e coleta de dados das entrevistas	47
3.2 Sistematização dos dados da pesquisa	51
3.3 Os licenciandos em Química	52
4. FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE QUÍMICA: DOS DOCUMENTOS AOS LICENCIANDOS	53
4.1 A triangulação: PCE-SP/Caderno do aluno – PPC/Matriz Curricular da Licenciatura – Licenciandos em Química.	53
4.2 Proposta Curricular do Estado de São Paulo (Química) e Caderno do Aluno	55
Primeiro ano do Ensino Médio	55
Segundo ano do Ensino Médio	66
Terceiro ano do Ensino Médio	82
4.3 PPC e Matriz curricular do curso de Licenciatura em Química da FFCLRP	102
4.4 Análises das entrevistas com os Licenciandos em Química	108
Questão 1 – Transformações químicas e físicas	108

Questão 2 – Densidade	120
Questão 3 – Dissolução.....	131
Questão 4 - Destilação fracionada.....	139
CONSIDERAÇÕES FINAIS	147
REFERÊNCIAS.....	152
APÊNDICES	158
APÊNDICE A: Questionário	158
APÊNDICE B: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	159
APÊNDICE C: Artigos da Seção “ <i>O Aluno em Foco</i> ” da Revista Química Nova na Escola*	161
APÊNDICE D: Artigos da seção “Conceitos Científicos em Destaque” da Revista QNEsc.	168

APRESENTAÇÃO

Como cheguei até aqui!

Durante toda a vida o ato de ensinar sempre esteve no meu caminho, sem muitas vezes eu perceber, seja durante o Ensino Médio, Graduação e, de forma mais atuante, no ensino religioso para crianças de uma Casa de Acolhimento na cidade de Jardinópolis/SP.

Iniciei o curso de Licenciatura em Química, em 2010, pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto – USP, ainda com muitos receios se de fato era a carreira de professora que queria seguir, principalmente diante das mazelas referentes à desvalorização desta carreira no Brasil. No entanto, tinha a certeza de que gostava de química e me sentia confortável a estudando. No caminhar deste curso, muitas vezes pensei em transferir para o curso de bacharelado em química ou até mesmo mudar de área, mas, com o passar do tempo, comecei a realizar estágios supervisionados, ministras aulas e preparar minicursos. A partir daí, fui me sentindo à vontade no papel de professora e tudo isso acabou por me impulsionar a terminar o curso e seguir a carreira de professora.

Para discorrer sobre como cheguei neste trabalho, que será apresentado a seguir, é necessário mencionar como foi o seu processo de elaboração, sendo fruto das ideias iniciais do meu projeto de monografia realizado no último ano do curso.

Durante o início do curso, por diversas vezes participei, como sujeito de pesquisa, de trabalhos, respondendo a questionários e entrevistas solicitadas por alunos de mestrado e de monografia. Esses projetos visavam compreender como se dava a formação do conhecimento/conceito dos alunos ingressantes no curso de Licenciatura em Química e, também, como ocorria o processo de solução de um problema, utilizando, como ferramentas, o que se tinha aprendido durante o percurso de uma determinada disciplina ou sobre as concepções que os alunos traziam do Ensino Médio sobre um determinado tema. Com estas experiências, e depois de alguns anos de curso, fui tendo acesso aos resultados dos trabalhos dos quais participei, e percebi que as concepções que tinha no meu primeiro ano de graduação e as respostas que dei naquela época mudaram com o passar dos anos, podendo dizer que evoluíram e se ressignificaram em vários aspectos. Portanto, se participasse

destes projetos de pesquisas atualmente, minhas respostas iriam trazer mais elementos conceituais, mais sólidos e sofisticados de química.

Ainda, durante uma das primeiras aulas da disciplina de Pesquisa em Ensino de Química e de Ciências I, a docente responsável compartilhou com os alunos uma experiência que teve com algumas turmas do curso de Licenciatura em Química, na qual ela questionou os alunos sobre a definição do termo e do conceito de átomo. A docente percebeu que quando perguntava para os alunos dos anos iniciais, eles respondiam prontamente e com convicção, mas conforme perguntava para os alunos dos anos finais do curso, eles não tinham as mesmas certezas ou convicções, muitos preferiam não responder ou demandavam mais tempo para formular uma resposta.

Pesquisando sobre as observações feitas pela professora à época, me interessei em pesquisar como se processava a construção do conhecimento específico e como ocorria a apropriação desse conhecimento em um curso de Licenciatura em Química. Então, sob a orientação desta professora decidimos montar um projeto de pesquisa cujo principal objetivo foi acompanhar como são explorados alguns conceitos da química, levando-se em consideração fenômenos cotidianos, buscando, ainda, entender e avaliar como ocorre a aprendizagem e se os alunos apresentariam maior complexidade em seus conhecimentos com o passar dos anos do curso.

Por seu turno, a ênfase nos conhecimentos necessários para explicar os fenômenos do cotidiano advém do fato de que este tipo de conhecimento vai estar sempre presente nas aulas ministradas por estes futuros professores, visto que a contextualização da química no cotidiano é uma das principais bandeiras no ensino de química no Brasil.

Ao contrário do que esperávamos, os resultados obtidos neste projeto mostraram que os alunos que iniciaram o curso de Licenciatura em Química apresentavam um conhecimento químico quase que equivalente aos alunos que estavam concluindo o curso. Observamos que os conceitos mais inteligíveis eram os conceitos dos alunos dos primeiros anos. Esses resultados nos deixaram intrigadas. Por que isso acontecia? Não era o esperado. E então, à luz da teoria, como conclusão identificamos que, nos últimos anos, a quantidade de informações e as possibilidades de construção de nexos conceituais fazem com que os alunos se esforcem mais para usar todas as respostas possíveis e, como uma das consequências, manifesta-se na inconsistência e a aparente confusão discursiva.

Todavia, as repostas dos alunos do último ano apresentavam mais nexos conceituais que os alunos do primeiro, mostrando um aprimoramento do conceito, um exercício de elaboração constante e não um “aprendizado final”.

Por fim, o referido projeto serviu de gatilho para a produção do presente trabalho, que será exposto a seguir, pois a partir dos dados obtidos na experiência anterior, pude alterar as questões metodológicas, aumentando o número de voluntários participantes, introduzindo a utilização de vídeo gravação para analisar os materiais produzidos, além de analisá-los com um maior aprofundamento no referencial teórico, que é a Abordagem Histórico-Cultural.

1. INTRODUÇÃO

O estudo sobre os conceitos científicos é uma das vertentes de pesquisa mais debatidas no Ensino de Ciências já há algumas décadas no Brasil (MORTIMER, 1996, 2001; MALDANER, 2003; ANDRADE, 2003, 2008; SILVA e SCHNETZLER, 2004, 2006). Nesse sentido, as formas de apropriação¹ de conceitos ensinados na escola visam entender as ideias que os estudantes têm sobre determinados conteúdos e como esses conceitos são aprendidos nas relações de ensino.

Esse tipo de investigação tem reflexos diretos nos cursos de formação de professores das áreas de ciências, nos quais são estudadas diferentes vertentes teóricas e os autores considerados mais importantes em cada campo. Nesse cenário é comum encontrarmos referências aos estudos de autores, como, por exemplo, David Ausubel e as concepções alternativas; Eduardo Fleury Mortimer e as mudanças conceituais; Jean Piaget e o construtivismo; Yves Chevallard e a transposição didática; Lev Vigotski² e a questão da linguagem e da elaboração conceitual, dentre outros.

Apesar de tais teóricos e seus pressupostos serem estudados de modo geral nos cursos de licenciatura em química durante a graduação, nem sempre fica tangível para o aluno quais são as diferenças entre eles. Com isso, o futuro professor vai aprendendo que este assunto não é simples, pois existem diferentes perspectivas e é necessário conhecer e se posicionar antes de assumir um campo teórico. Em cada autor/obra, pode-se identificar diferentes concepções sobre aprendizagem, ensino, sujeitos/atores, educação, etc. E, na miríade de possibilidades de compreensão do processo de ensino aprendizagem, surge a questão sobre o lugar dos *conceitos* no processo de formação de professores de química.

Foi no bojo dessa discussão sobre a importância da temática dos conceitos científicos em relação às diferentes vertentes teóricas que este trabalho foi

¹ O termo apropriação refere-se a “tornar-se seu”, “tornar-se próprio”, adequado as normas sociais. De acordo com Marx e Engels, o termo apropriação, tornar próprio também se refere ao “[...] *fazer e usar instrumentos* numa transformação recíproca de sujeitos e objetos, constituindo modos particulares de trabalhar/ produzir” (SMOLKA, 2000, p. 28). A apropriação das forças produtivas, que Marx e Engels enunciam, é considerada no processo de desenvolvimento das capacidades individuais que correspondem ao manuseio dos instrumentos materiais de produção (SMOLKA, 2000, p. 28).

² Levando-se em consideração as diferentes grafias do nome de Lev Semenovitch Vigotski (1896-1934) - Vygotsky, Vigotsky, Vygotzki, Vigotskii, Vigotski, entre outras -, neste trabalho empregaremos a forma usual Vigotski, exceto as referências, as quais serão escritas conforme a grafia do texto original.

inicialmente sistematizado. Assim, entende-se que, estudar as concepções de conceitos básicos de química do cotidiano durante todo o período da graduação de Licenciatura em Química, poderá ajudar a entender como o ensino universitário de química está contribuindo para a formação dos futuros professores.

Por outro lado, os licenciandos, enquanto aprendentes de *conteúdos* e de *práticas pedagógicas* veem-se num lugar muito difícil, pois espera-se deles que sejam profissionais de uma área de interface entre a ciência química e a educação. Saber, portanto, quais as percepções que os licenciandos têm acerca dos conteúdos e do cotidiano é primordial para uma formação mais completa desse futuro professor. Tendo em vista esta problemática, como cita Fernandez et al (2008):

Seria importante que os professores universitários tivessem ciência dessas concepções nos seus alunos quando ministram uma determinada disciplina e das barreiras que elas criam para uma aprendizagem significativa. Esse conhecimento faria com que eles pudessem ajudar seus alunos num aprendizado mais efetivo. Essas concepções estão disseminadas e, diferente do que se poderia supor, não ocorrem apenas entre os estudantes mais fracos. (2008, p.2)

A partir do exposto, apresentamos neste texto um estudo sobre essa complexa relação entre o ser licenciando e o constituir-se professor de química em meio às muitas demandas de aprendizagem conceitual para explicação de contextos cotidianos.

E, é também nesta perspectiva que a presente pesquisa pretende analisar os aspectos que evidenciem (ou indiciem) os processos de elaboração conceitual dos licenciandos em química, com foco, especificamente, nos conteúdos de química que são base para compreender fenômenos do contexto cotidiano.

Em termos de objetivos específicos buscamos: analisar, por meio de relatos e desenhos de licenciandos de um curso de química, como ocorre o processo de formação de conceitos químicos. Para isso, serão utilizadas duas bases de sustentação documental (não enquanto referenciais teóricos), que são: a) a identificação de conteúdos de Química do Caderno do Estado de S.P. do primeiro, segundo e terceiro ano do Ensino Médio, os quais se referem especificamente às temáticas do cotidiano; b) a identificação dos termos contexto, contextualização e cotidiano na Matriz Curricular do curso de licenciatura em química da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto.

Ademais, os dados foram obtidos a partir de entrevistas semiestruturadas que versaram sobre diferentes conteúdos de química, obtidos do Caderno do aluno da Proposta Curricular do Estado de São Paulo.

1.1 A História da Educação em Ciências no Brasil e Estado de São Paulo e a emergência do termo “contextualização”

A Constituição Cidadã de 1988, implementada durante o Governo do ex-presidente José Sarney, foi um produto da mobilização e da luta pelos direitos sociais, políticos, culturais e econômicos, os quais foram suprimidos pela Ditadura Militar (1964 - 1985), sendo, portanto, um marco histórico para a redemocratização do Brasil (VAINER, 2010).

No que se refere à Educação, a Constituição de 1988 trouxe uma nova perspectiva para a compreensão dos processos de ensino-aprendizagem. Nesse sentido, dispõe o artigo 205 do Capítulo III da Carta Magna, que a Educação é um direito de todos e dever do Estado e da família, visando principalmente o desenvolvimento da pessoa, para o exercício da *cidadania* e *qualificação para o trabalho*. Já o artigo 206 considera a liberdade de aprender, ensinar, pesquisar e divulgar o pensamento, a arte e o saber.

No que se refere à obrigatoriedade do Ensino, a Constituição anunciava o ensino fundamental como obrigatório e gratuito e, no que se refere ao ensino médio, este previa a *“progressiva extensão da obrigatoriedade e gratuidade”* (Art. 208, CONSTITUIÇÃO, 1988), ou seja, o ensino médio era direito de todo cidadão, porém não era obrigatório. Igualmente, a *Lei de Diretrizes e Bases da Educação*, aprovada no Governo de Fernando Henrique Cardoso, no ano de 1996, o Ensino Médio é colocado como constitutivo da etapa final da Educação Básica e continuava sendo considerado facultativo (Art. 35, Lei de Diretrizes e Bases da Educação, 1996). Ademais, na LDB (1996), o E. M. é considerado como etapa de consolidação e aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental.

Posteriormente, o Governo Federal, lançou os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio, os PCNEM (2000), cujo objetivo era determinar as competências e habilidades que seriam exploradas no ensino médio nas três áreas do conhecimento: Linguagem, Códigos e suas Tecnologias; Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias; e Ciências Humanas e suas Tecnologias. Já no ano

de 2006, o Governo Lula lançou as *Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio*, haja vista a necessidade da regulamentação de práticas curriculares no ensino (PACHECO e ZAN, 2012, p. 1).

Finalmente, o Ensino Médio apenas se tornou de fato obrigatório e etapa final da Educação Básica, no ano de 2009, ou seja, vinte e um anos após a promulgação da Constituição, com a Emenda Constitucional n. 59/2009. Tal obrigatoriedade do ensino médio foi resultado das pressões feitas pelo Fundo das Nações Unidas para a Infância - Unicef, em setembro de 2008. Segundo Pacheco e Zan (2012), o Brasil foi cobrado pela UNICEF, no que diz respeito a obrigatoriedade do Ensino Médio como etapa final na escolarização, haja vista a impossibilidade e a incapacidade do jovem adulto se inserir no mercado de trabalho sem o ensino médio. A demanda do mercado por trabalhadores mais capacitados, com competências e habilidades levou o governo a colocar o Ensino Médio como etapa final e obrigatória para os adolescentes de 15 a 17 anos.

A partir disso, o Governo do Estado de São Paulo começou a se mobilizar na construção de documentos orientadores para os professores do Ensino Médio. Em 2008, o Estado de S.P. começa a distribuir o *Jornalzinho do Estado - São Paulo Faz Escola*. Referido informativo, era um material de apoio ao professor para ser usado nos primeiros 42 dias letivos de aula e trazia temas, curiosidades, notícias e atividades para professores e alunos, e os quais deveriam ser desenvolvidas em sala de aula. Posteriormente, segundo os resultados obtidos pelo Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo (SARESP), o governo lançou a *Revista do Professor*, divididas em cinco áreas de conhecimento (Português; Matemática; Física/Química/Biologia³; Geografia/História/Filosofia e Artes/Língua Estrangeira Moderna/Educação Física⁴). Essas revistas detalhavam o conteúdo fornecido pelos *Jornalzinho do Estado*, sendo lançamento, neste período, *vídeos tutorias*. (PACHECO e ZAN, 2012). Segundo as autoras as revistas trabalhavam as competências e habilidades que necessitavam ser retomadas e consolidadas no ensino, retirando a autonomia do professor de definir o que seus alunos precisavam naquele momento.

³ Observa-se que a prioridade do ensino sempre foi dada as disciplinas de Português e Matemática, enquanto as outras disciplinas, tão importante quanto, têm seu conteúdo condensado em apenas uma revista.

⁴ Com a Reforma do Ensino Médio de 2016, a obrigatoriedade da disciplina da Língua Estrangeira Moderna foi substituída pela disciplina de Inglês. (Art 35-A § 4º da LDB).

Ainda, em 2008, o governo do Estado de São Paulo lançou a Proposta Curricular do Estado de São Paulo, com orientações para cada disciplina, não as dividindo por áreas de conhecimento, como nos PCNs. A Proposta previa, segundo Pacheco e Zan (2012), uma junção entre os conteúdos das disciplinas com as competências e habilidades dos alunos. Este documento tinha o propósito de fazer com que as escolas trabalhassem como REDE, proporcionando uma base comum de conhecimento para os adolescentes paulistas.

A Proposta Curricular do Estado de São Paulo visa oferecer um material de apoio aos alunos e professores e preza pelos princípios adotados pelos documentos supracitados (Constituição Federal, LDB e PCN). Além disso, um dos aspectos de maior destaque é uma das maiores bandeiras das reformas educacionais brasileiras do início do século: a *contextualização*.

Conforme já mencionado, os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio – PCNEM são diretrizes elaboradas pelo Governo Federal, cujo objetivo é “[...] difundir os princípios da reforma curricular e orientar o professor, na busca de novas abordagens e metodologias” (BRASIL, 2000, p. 4). E o enfoque da elaboração destes Parâmetros está justamente na contextualização pelo professor dos conteúdos do Ensino Médio, para que os alunos consigam compreender as competências básicas para a inserção na vida e no mercado de trabalho, independentemente do caminho que seguir, seja ele Ensino Superior, ensino técnico ou imediato acesso ao mercado de trabalho.

Segundo os PCNEM (BRASIL, 2000), a contextualização pode ser generalizada como um recurso que facilita a aprendizagem, tornando-a significativa quando associada com experiências da vida cotidiana e com conhecimentos adquiridos na experiência diária. Esta contextualização ocorre por meio da inserção de conteúdos que vislumbrem o cotidiano em que os alunos estão imersos, porém sem nunca diminuir a complexidade do conteúdo exigido, como observamos no seguinte trecho do PCNEM de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (2000):

Um dos pontos de partida para esse processo é tratar, como conteúdo do aprendizado matemático, científico e tecnológico, elementos do domínio vivencial dos educandos, da escola e de sua comunidade imediata. Isso não deve delimitar o alcance do conhecimento tratado, mas sim dar significado ao aprendizado (BRASIL, 2000, p. 7).

Segundo Stein (1998 apud LOPES, 2002), todo o conhecimento é construído através de uma aprendizagem situada, ou seja, toda ação na aprendizagem é colocada em um lugar específico de significado, onde o envolvimento dos alunos no ambiente em que estão situados e as atividades propostas em sala de aula são elementos que irão facilitar a produção do conhecimento. A aprendizagem situada é associada nos PCNEM, na seguinte circunstância: “A aprendizagem situada (contextualizada) é associada, nos PCNEM, à preocupação em retirar o aluno da condição de espectador passivo, em produzir uma aprendizagem significativa e em desenvolver o conhecimento espontâneo em direção ao conhecimento abstrato”. (LOPES, 2002, p. 391). Sendo assim, a aprendizagem situada só ocorre quando um fato espontâneo, ou seja, do cotidiano, é direcionado para o conhecimento científico, sem diminuir a complexidade do que é aprendido. A concepção de ensino contextualizado no cotidiano legitima o PCNEM, porém é necessário entender que os saberes cotidianos estão incluídos em um contexto delimitado em relação a uma cultura mais ampla (LOPES, 2002).

O Currículo do Estado de São Paulo de Ciências da Natureza e suas tecnologias é utilizado nas escolas estaduais no Ensino Fundamental II e Ensino Médio e “[...] apresenta os princípios orientadores do currículo para uma escola capaz de promover as competências indispensáveis ao enfrentamento dos desafios sociais, culturais e profissionais do mundo contemporâneo” (SÃO PAULO, 2012, p. 6). No que se refere ao ensino de Química, a Proposta do Estado deixa clara a necessidade de formação de cidadãos que consigam refletir sobre o mundo em que vivem, conforme o PCN orienta:

Uma compreensão mais abrangente e participativa do que se deve buscar para o ensino a Química já foi, aliás, claramente sinalizada nas orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (2002, p. 87): “A Química pode ser um instrumento da formação humana, que amplia os horizontes culturais e a autonomia, no exercício da cidadania, se o conhecimento químico for promovido como um dos meios de interpretar o mundo e intervir na realidade” (SÃO PAULO, 2012, p.125).

A Proposta de Currículo do Estado direciona o aluno à compreensão dos processos químicos e suas aplicações, sejam elas, sociais, tecnológicas ou ambientais, a fim de que os estudantes possam produzir opiniões críticas e tomar decisões responsáveis, tanto coletivamente como individualmente.

O texto do Currículo do Estado propõe, ainda, um tripé sobre como o ensino de Química deve ser estruturado. Esse tripé é constituído dos seguintes vértices:

transformações químicas; materiais e suas propriedades; e modelos explicativos. Nesse sentido, o professor deve escolher a melhor forma de ensinar, de modo a permitir que o aluno compreenda as questões políticas, econômicas e sociais, as relacionando com os conteúdos específicos propostos; bem como construir conexões com os saberes já adquiridos, sejam eles, formais ou informais (SÃO PAULO, 2012).

Sendo assim, não se pode ignorar a necessidade da formação de futuros professores que compreendam não só os conteúdos específicos de química, mas que também consigam ensinar estes conteúdos a partir de situações cotidianas. Portanto, entendemos que os alunos de Licenciatura, devam ter uma boa base nos conteúdos em sua formação inicial, mas que consigam fazer a intermediação pedagógica desses conteúdos para que os futuramente, como professores, consigam além de ensinar tais conteúdos, esclarecer os questionamentos que os alunos trazem de suas experiências particulares (MALDANER, 2003).

Ainda, no que se refere à formação inicial dos professores de química, muitas vezes percebe-se a falta da integração curricular entre as disciplinas pedagógicas e específicas dentro dos cursos de Licenciatura em Química. Ocorre uma “[...] disputa entre disciplinas específicas e disciplinas pedagógicas na busca por lugar, *status* e poder dentro desses currículos” (RAMOS e ROSA, 2013, p. 212). E, nesta disputa, o aluno licenciando acaba se apropriando do conhecimento específico sem atrelá-lo ao conhecimento pedagógico. A articulação entre as disciplinas específicas e pedagógicas, ou seja, teoria e prática permite a formação de professores que saibam os conteúdos não de forma fragmentada, mas que consigam relacioná-los com a prática pedagógica (RAMOS e ROSA, 2013).

Assim como as pesquisadoras supracitadas, acreditamos que a articulação das disciplinas de conhecimentos específicos de química com as de conhecimentos da área pedagógica possa propiciar aos licenciandos uma formação completa e não fragmentada. Para o aluno é importante que ao sair do mundo dos conhecimentos específicos química ao se deparar com os conteúdos da área de formação de professores, consiga relacionar esses dois mundos, pois um depende do outro no curso de formação de professores química, visto que se trata de um curso de interface. É imprescindível que o aluno/licenciando compreenda as relações entre as duas áreas para se formar professor e, para isso, elas precisam caminhar juntas, se comunicarem para que o futuro professor ao aprender conceitos científicos mais complexos consiga

associa-los às práxis pedagógicas de sala de aula como também relacioná-los aos contextos cotidianos.

É neste sentido, então, que essa pesquisa se baseia, buscando entender como se dá a apropriação dos conceitos químicos durante o percurso de formação dos licenciandos em química, relacionando-os com o domínio para ensinar os conteúdos de Ensino Médio.

1.2 Cotidiano e Contextualização

A partir da segunda metade do século XX, o Brasil passou por importantes e constantes mudanças no que se refere ao material de apoio aos professores e alunos da educação básica. Historicamente, o material mais utilizado tem sido o livro didático, sendo recorrentes o esforço de aproximar os conteúdos científicos do cotidiano dos alunos. Assim, principalmente nas últimas décadas, três termos ganham destaque por representarem a possibilidade de aplicação do conhecimento específico da ciência: cotidiano, contexto e contextualização. Por muitas vezes esses, tais termos são usados indistintamente, de modo que consideramos importante esclarecer aqui as devidas significações.

O primeiro termo a ser descrito é *cotidiano*. Conforme o Dicionário Aurélio *online* (2018) a palavra cotidiano pode ser entendida como aquilo “que acontece diariamente; que é comum a todos os dias; diário”. No ensino de química o termo cotidiano é utilizado desde o início da década de 1980 e consta nos documentos oficiais dos dias de hoje.

Na maioria das vezes, o cotidiano é caracterizado como um *recurso* que tem por objetivo relacionar situações do dia-a-dia dos alunos com a aprendizagem de conceitos (WARTHA et al, 2013). Percebemos que, muitas vezes, o cotidiano é reduzido à ilustração ou exemplificação, pois acredita-se que isso possibilite a aprendizagem de determinado conceito químico. Em contrapartida, Wartha (et al, 2013) expõe o fato de que o cotidiano não pode ser usado como um simples recurso para a aprendizagem. Segundo Wartha (et al, 2013), em seus trabalhos, Mansur Lutfi (importante pesquisador da área de ensino de química) demonstra que a aprendizagem conceitual em química deve levar em consideração não apenas o cotidiano imediato do aluno, mas também as implicações políticas, sociais e ambientais que o permeia.

Já o segundo termo, contexto, pode ser entendido como uma situação (concreta ou não) e que, quando problematizada e discutida numa prática pedagógica, configura-se como uma atividade de contextualização. Nesse sentido, ele é apenas a o fenômeno ou a descrição de uma situação sem que haja, necessariamente, discussão aprofundada da situação.

O terceiro termo a ser esclarecido é *contextualização*. Segundo o dicionário Aurélio *online* (2018), contextualizar é “inserir ou integrar num contexto. Estabelecer ou apresentar o contexto de. Interpretar ou analisar tendo em conta o contexto em que está inserido”. Por sua vez, no ensino, a contextualização é utilizada como artifício para a construção de significações facilitando as condições de aprendizagem (WARTHA et al, 2013). Como afirma Vigotski (2009), os conceitos científicos não são entidades isoladas, mas elementos de um sistema complexo de inter-relações. Sendo assim, podemos caracterizar esse sistema de inter-relação entre conhecimento científico e o contexto cotidiano, no qual o uso dessas prerrogativas poderia facilitar o engajamento dos alunos no processo de apreensão de novos termos científicos e nos processos de apropriação de conhecimentos. Nesse sentido, o contexto pode ser entendido como uma situação (concreta ou não) e que, quando problematizada e discutida numa prática pedagógica, configura-se como uma atividade de contextualização.

O sentido das palavras “[...] é a soma de todos os fatos psicológicos que ela desperta em nossa consciência.” (VIGOTSKI, 2009, p. 465). Tal sentido, ainda, é dinâmico e complexo, estando em constante formação e é atribuído através das interações humanas numa perspectiva histórica e cultural. Assim, a significação da palavra é única, obedece a apenas um desses sentidos e tem como fator determinante o contexto em que ela está inserida. Vigotski (2009), então, conclui que o significado de uma palavra é imutável, permanecendo estável a cada mudança de sentido. Assim, se pensarmos no processo de ensino e aprendizagem, a significação de um conceito científico será facilitada quando o contexto cotidiano dos aprendentes for levado em consideração, pois:

O sentido real da palavra é inconstante. [...] Tomada isoladamente no léxico, a palavra tem apenas um significado. Mas este não é mais que uma potência que se realiza no discurso vivo, no qual o significado é apenas uma pedra no edifício do sentido (VIGOTSKI, 2009, p. 465).

Diante disso, o papel do professor de química é de orientar os sentidos dos conceitos centrais da química, levando sempre em consideração o contexto em que o aluno está inserido (COSTA-BEBER; MALDANER, 2011).

Logo, contextualizar os conceitos científicos no cotidiano não pode ser apenas um recurso, ferramenta ou estratégia de ensino, mas sim, como defendem Wartha et al (2013), a contextualização pode ser um princípio organizador no ensino de química, opondo-se a um ensino deslocado de possíveis relações com diferentes contextos, cotidianos ou não. E esta contextualização deve ser realizada não só a partir dos fenômenos químicos que ocorrem no cotidiano dos lares dos alunos, mas também aqueles fenômenos que ocorrem, por exemplo, nas indústrias químicas que empregam os familiares destes alunos; as implicações socioambientais que circundam a região onde os alunos residem. Sendo assim, a contextualização é uma forma de impedir também a alienação dos alunos diante dos processos cotidianos, uma vez que permite também uma reflexão não só científica, mas política, econômica e social destes processos.

No decorrer desta dissertação outros pontos sobre a contextualização no ensino de química serão abordados, bem como os trabalhos realizados nesta área e como este tema é interpelado nos documentos oficiais.

1.3 Investigações sobre os processos de elaboração conceitual: apontamentos a partir da Revista QNEsc

A área de ensino de química possui vários campos de estudo que tem sido identificado em diferentes pesquisas (CACHAPUZ et. al, 2001 apud SCHNETZLER, 2004). Dentre as temáticas destaca-se a:

Identificação de concepções alternativas de alunos e proposição de modelos de ensino que as levem em consideração; resolução de problemas; ensino experimental; análise de materiais didáticos; relações ciência, tecnologia e sociedade em processos de ensino-aprendizagem; linguagem e comunicação em sala de aula; modelos e analogias; concepções epistemológicas de professores; propostas para uma formação docente mais adequada; questões curriculares e de avaliação; e o papel das novas tecnologias de comunicação (2004, p. 15).

A partir da listagem acima percebe-se que a linguagem e as concepções têm sido tema de interesse no ensino de química, e isso pode ser identificado nas produções de uma das revistas mais lidas no espaço universitário de formação de professores de química, a Revista Química Nova na Escola. Nesta revista é possível identificar que os primeiros artigos destas temáticas foram de Eduardo Fleury Mortimer, autor, até nos dias de hoje, atuante na área de ensino de química. Assim, neste item, destacaremos as contribuições dos trabalhos dele no que se refere aos estudos sobre elaboração de conceitos, além das vertentes teóricas utilizadas por ele, pois o consideramos um dos precursores deste tema no ensino de química no Brasil. Além disso, apresentaremos dados básicos sobre os artigos publicados na Revista QNESC, na seção “*O Aluno em Foco*” e que está atualmente sob a responsabilidade do professor Mortimer.

O professor Mortimer apresentou na primeira edição desta Revista, em 1995, um artigo intitulado “*Concepções atomistas dos estudantes*”, no qual apresentava e discutia as concepções iniciais dos estudantes acerca do termo “átomo”. Ao longo de sua carreira, publicou diversos trabalhos sobre o tema “conceitos e concepções” e ainda hoje suas contribuições permanecem relevantes na área.

No início de suas publicações (década de 1980 e 1990), Mortimer anunciou e analisou as contribuições do Construtivismo e seu trabalho ainda hoje, apesar de mudanças significativas de bases teórico-metodológicas (hoje com mais referências a Bakhtin e Vigotski), continua a ser bastante referenciado nos artigos e trabalhos da área de ensino de química e de ciências no Brasil, sendo por isso um dos principais argumentos para a escolha deste autor e de suas produções para dialogar com a presente pesquisa. Os trabalhos de Mortimer ajudaram na compreensão do ensino de química, tendo como principal aspecto os estudos da formação de conceitos científicos considerando as contribuições de Gaston Bachelard e seus estudos sobre perfil epistemológico⁵.

De acordo com Mortimer (1996), ao incorporar a noção de perfil conceitual, a partir de um posicionamento epistemológico, propõe que pode coexistir diferentes modos de pensar um mesmo conceito em diferentes domínios, sem desconsiderar

⁵ No livro *A Filosofia do Não*, Bachelard discorre sobre a noção de perfil epistemológico. O autor, enfatiza que nenhuma doutrina filosófica, nenhum conceito isoladamente, é satisfatório para enunciar as diferentes formas de pensamento que podem ser usadas para explicar um conceito científico. Segundo Mortimer (1997), Bachelard, enuncia que seja possível que cada sujeito crie seu próprio perfil para cada conceito científico, provocando nele um maior entendimento do mundo (MORTIMER, 1997).

que um modo não deve substituir outro, logo, não seria adequado descrever o processo de ensino como uma substituição das ideias prévias dos alunos por ideias científicas. Segundo Mortimer (2000):

Esse modelo deveria admitir a possibilidade de se usar diferentes formas de pensar e, ainda, permitir que a construção de uma nova ideia pudesse, em algumas situações, ocorrer independentemente das ideias prévias e não necessariamente como uma acomodação das estruturas conceituais já existentes (apud FERRAZ e TERRAZZAN, 2002, p, 43).

Baseando-se na teoria piagetiana de equilíbrio, Mortimer (1996) afirma que as estratégias de ensino baseadas nas investigações das ideias prévias dos estudantes são caracterizadas pelo conflito cognitivo, que gera a mudança conceitual. Segundo essa teoria, existe uma constante assimilação e acomodação de novos conceitos que vão sendo incorporados pelo sujeito. Assim, o aluno vai construindo seu conhecimento, passando de um estágio inferior para um estágio superior de conhecimento. No conflito cognitivo, as ideias prévias dos alunos entram em conflito com o conceito a ser aprendido e, assim, o aluno consegue “adaptar” sua ideia prévia ao conceito que está sendo ensinado, para “evoluir” conceitualmente. A ideia central desse tipo de estratégia é desestabilizar o pensamento dos estudantes sobre o fenômeno em questão e mostrar as suas limitações e incoerências.

Mortimer (1996) critica alguns pressupostos desta teoria e menciona que as ideias prévias dos estudantes não devem ser abandonadas no processo de ensino. Para o autor, suprimir as concepções dos alunos não seria plausível, visto que as ideias alternativas podem conviver com as científicas, e que cada uma delas deve ser utilizada no contexto adequado. Para isso, o autor apoia-se em Bachelard (1984) e sua noção de perfil epistemológico, para, então, criar a ideia de perfil conceitual.

Mortimer (1996), cita que para Bachelard: “[...] uma única doutrina filosófica não é suficiente para descrever todas as diferentes formas de pensar quando se tenta expor e explicar um simples conceito” (1996, p. 10). Sua ideia central é a de que um mesmo conceito pode ser visto sob vários aspectos, em uma única pessoa. A diferença principal entre os *perfis* é a de que o perfil conceitual de Mortimer tem a intenção de descrever a evolução das ideias dos indivíduos, como consequência do processo de ensino e aprendizagem. Outra característica é a de que cada sujeito pode “criar” o seu próprio perfil conceitual. A tomada de consciência pelo estudante sobre

seu perfil conceitual desempenha um papel importante no processo de ensino-aprendizagem.

O perfil conceitual pode ser constituído como um caminho para análise e planejamento do ensino de ciências. Desse modo, qualquer indivíduo pode possuir mais de uma forma de compreensão de um determinado conceito (científico e cotidiano), ou seja, diferentes zonas de um perfil conceitual podem conviver no mesmo indivíduo, correspondendo a formas distintas de pensar e falar, e que podem ser usadas em contextos específicos (AMARAL e MORTIMER, 2001). Ainda, segundo os autores:

[...] obstáculos à aprendizagem dos conceitos podem ser identificados e trabalhados em sala de aula numa visão de aprendizagem de ciências como mudança de perfis conceituais, onde o aluno não necessariamente tem de abandonar as suas concepções ao aprender novas ideias científicas, mas tornar-se consciente dessas diversas zonas e da relação entre elas. (p. 2).

Então, no que diz respeito a aprender sobre contextos cotidianos, segundo os preceitos de Mortimer, o aluno pode saber como é explicado cientificamente um determinado conceito, porém no seu dia a dia ele pode usar as concepções de senso comum, sem que isso represente que ele não saiba, cientificamente, como o fenômeno ocorre.

Desta forma, a importância dos trabalhos sobre elaboração do perfil conceitual de Mortimer e o desencadeamento de outras pesquisas neste campo, podem ser observadas em revistas científicas sobre ensino de ciências, como é o exemplo da Revista Química Nova na Escola, da qual Mortimer deposita valiosos artigos desde sua primeira edição.

Ao longo de 22 anos, desde a primeira edição da Revista QNEsc, foram publicados 32 artigos na seção “*O Aluno em Foco*”. Segundo o site da QNEsc, a seção citada tem como objetivo divulgar os resultados das pesquisas sobre as concepções de alunos, sugerindo formas de lidar com elas no processo ensino-aprendizagem, explicitando os fundamentos teóricos, as questões ou hipóteses de investigação e procedimentos metodológicos adotados na pesquisa, além de analisar criticamente os seus resultados.

Citaremos alguns dos trabalhos, ao longo dos anos, do autor supracitado e os artigos publicados recentemente. A lista com todos os trabalhos publicados nesta seção encontra-se disponível no Apêndice.

No ano de 1995, Mortimer inaugura a seção com dois artigos, o primeiro intitulado “Concepções atomísticas dos alunos”, no qual se discute as concepções alternativas dos estudantes sobre o átomo, levando em consideração a atribuição de propriedades macroscópicas. Em outro artigo, produzido juntamente com Luciana Campos Miranda, intitulado “Transformações: concepções dos alunos sobre reações químicas”, discute-se as concepções dos alunos sobre fenômenos envolvendo a transformação da matéria. Esses dois artigos são clássicos utilizados na formação de professores de química, sendo amplamente utilizados nos cursos de Licenciatura em Química.

Em 1998, Mortimer e Luiz Otávio Amaral, publicaram o “Quanto mais quente melhor: calor e temperatura no ensino de termoquímica”, no qual se aborda as concepções dos estudantes sobre calor e temperatura e sugere atividades para favorecer a construção destes conceitos científicos em sala de aula. No ano seguinte, Mortimer traduziu o texto da autora Rosalind Driver, intitulado “Construindo o conhecimento científico em sala de aula”, que é de grande importância para a formação de professores de química, pois enfoca a construção do conhecimento científico em sala de aula, levando-se em consideração as ideias científicas e as ideias informais dos estudantes.

Por fim, o último artigo publicado pelo autor, datado do ano de 1999, foi produzido em co-autoria com Flávia Maria Teixeira dos Santos, intitulado “Estratégias e táticas de resistências nos primeiros dias de aula de química”. Neste texto, os autores discutem sobre alguns episódios dos primeiros dias de aula de uma professora de química em uma turma do primeiro ano do ensino médio. Não obstante, apesar de referido artigo ter se distanciando um pouco das propostas iniciais de Mortimer, visto não abordar as concepções de conceitos químicos, ainda assim se mostra de grande importância, já que procura, em sua análise, indícios da resistência e rejeição dos alunos pela química.

O professor Mortimer foi um dos precursores sobre os estudos de elaboração conceitual de química no Brasil, abrindo espaço para a discussão deste tema no país. Prova disso, é a variedade de artigos publicados seção “O aluno em foco” baseados em seus ensinamentos, como averiguamos nas seguintes publicações: “Como os alunos entendem queima e combustão: contribuições a partir de representações”⁶;

⁶ Marcolina Aparecida Eugênio da Silva e Luiz Roberto de Moraes Pitombo (*in memoriam*).

temática que teve grande visibilidade no final da década de 1990 e é, ainda hoje, merecedor de atenção.

1.4 Formação de conceitos científicos no ensino de química.

Nos últimos vinte anos, a coleção de pesquisas que apresentam como escopo a elaboração conceitual, a formação de conceitos, concepções ou fenômenos¹¹, tem significativa importância no ensino de ciências, principalmente na década de 1990, com a criação da Revista Química Nova na Escola, como pode ser observado nas discussões do item anterior. A QNEsc, apresenta não somente a seção “O Aluno em Foco”, mas, também, a seção “Conceitos Científicos em Destaque”, que objetiva:

[...] discutir os conceitos básicos da química, na tentativa de evidenciar a relação dos conhecimentos químicos básicos com a estrutura conceitual da ciência e com o desenvolvimento histórico, como também de discutir as principais dificuldades e alternativas para o ensino de química (ABREU e CÉZAR, 2015, p. 161).

Para elucidar os comentários da seção anunciada, analisamos os artigos publicados entre os anos de 2010 a 2017, e montamos uma tabela com os respectivos autores, títulos e resumos que estão localizados no Apêndice deste trabalho.

No período citado, é possível observar que a QNESC lançou ao menos uma publicação ao ano na Seção “Conceitos Científicos em Destaque”, e na maioria delas há a preocupação em trazer conceitos científicos, (como, por exemplo, gordura trans; metais pesados; catálise enzimática; efeito crioscópico; isômeros ópticos e reações de oxirredução) bem como discorrer sobre as concepções conceituais dos alunos sejam do Ensino Médio ou do Ensino Superior; os obstáculos epistemológicos presentes nestes conceitos; além de analisar como esses conceitos são abordados nos livros didáticos utilizados nas escolas, objetivando conduzir e sugerir ao leitor novas formas de abordagem dos conceitos.

¹¹ Os termos conceitos, concepções e fenômenos não são sinônimos. O termo *conceito*, segundo o dicionário Aurélio, se refere à definição de algo ou alguém. Já o termo *concepção*, está relacionado à compreensão, à ideia de alguma coisa ou alguém. E, por fim, o termo *fenômeno*, refere-se a tudo o que está sujeito à ação dos nossos sentidos ou nos impressiona de um modo qualquer (física ou moralmente), segundo o mesmo dicionário.

Outra preocupação de alguns artigos é a questão da contextualização dos conceitos como um facilitador na aprendizagem. Nesse sentido, destacamos o artigo “Cotidiano e Contextualização no Ensino de Química” (WARTHA et al., 2013), que apresenta uma discussão acerca do uso dos termos cotidiano e contextualização no ensino de química, ressaltando a preocupação de que estes termos não sejam analisados ou trabalhados de forma ingênua.

Já a autora Alice Ribeiro Casemiro Lopes em seu livro *Conhecimento escolar: ciência e cotidiano* (1999), sugere a inserção do termo “conhecimento escolar” nos estudos sobre formação de conceitos, o qual está inteiramente inter-relacionado com conhecimento científico e o conhecimento cotidiano. Para a Lopes (1999), o conhecimento escolar, que deve ser constituído pelo conhecimento cotidiano, sendo a base para a construção e apropriação do conhecimento científico. Podemos supor aí, que o conhecimento escolar exerce uma função dialética entre o conhecimento cotidiano e o científico. Dessa forma, de acordo com Gasparin (2009), a construção do conhecimento científico escolar¹² ocorre quando o professor ouve sobre os conhecimentos cotidianos de seus alunos, obrigando-o a “descer” didaticamente ao nível de conhecimento do seu aluno, para depois “elevar” o conhecimento cotidiano do aluno ao científico. Nesse sentido, Gasparin (2009) elucida que:

Na realização desse processo, entra em ação o conhecimento do professor, sua preparação didática, sua capacidade de unir o conhecimento cotidiano do educando ao conhecimento específico, dando um passo adiante, realizando uma nova síntese, conduzindo o aluno a um novo patamar de compreensão da realidade estudada. Seu conhecimento cotidiano eleva-se ao científico, ao mesmo tempo que o conhecimento desce ao cotidiano. Esse caminhar dialético constrói e reconstrói o conhecimento possibilitando e fazendo o desenvolvimento do educando. (2009, p. 2)

Portanto, o movimento dialético dos conhecimentos científicos e cotidianos deve ser feito pelo professor na sala de aula e, para tanto, é imprescindível que ele tenha o domínio dos diferentes conhecimentos, nem só científico e nem só cotidiano, mas a interlocução deles. Assim, uma aula pautada apenas no conhecimento científico da química traduz apenas as questões abstratas do conhecimento, e uma aula pautada tão somente nos aspectos cotidianos reduz conceitualmente o conhecimento.

Enunciar o conceito científico requer antes de tudo estudar a palavra ciência (LOPES, 1999). A ciência pode ser denominada como uma representação abstrata

¹² Apenas conhecimento escolar para Lopes (1999).

sob a forma de conceitos, explicando e descrevendo a realidade, sendo exposta sempre a critérios de validação (GASPARIN, 2009, p. 4). Segundo Lopes (2009) em consonância Japiassu (1991) o que ocorre na ciência é uma constante remodelação dos conhecimentos científicos e, portanto, nós nos apropriados desses novos conhecimentos conforme esses movimentos de reformulação.

Assim, ter o domínio do conhecimento científico auxilia, segundo Lopes (2009):

[...] vivermos melhor e para atuarmos politicamente no sentido de desconstruir processos de opressão (...) para sabermos conviver com a contradição de observarmos o triunfo da ciência (...) questionarmos seus métodos, seus processos ideológicos e de alienação, sem deixar de compreender os limites de suas possibilidades de atuação. (1999, p. 109)

É importante ressaltar que a ciência não deve ser um aprimoramento das possibilidades do conhecimento cotidiano, visto que o conhecimento científico não é um refinamento deste. Isso porque, o conhecimento científico rompe com o cotidiano, superando as questões não-cotidianas da vida. O conhecimento de senso comum é produzido através de observações justapostas, pautado nas impressões das experiências (LOPES, 2009).

A diferença entre esses conhecimentos está no fato de que o conhecimento advindo do cotidiano é permanente; não se modifica com o tempo; é generalizador e pragmático; não questionável, é “[...] a soma dos nossos conhecimentos sobre a realidade que utilizamos de um modo efetivo na vida cotidiana [...]” (LOPES, 2009, p. 143). Ao passo que o conhecimento científico é provisório, está sempre se renovando; emerge do diálogo entre a razão e o empirismo.

O conhecimento escolar, ao mesmo tempo que nega, afirma o conhecimento cotidiano e o utiliza. Ao passo que, o conhecimento científico se organiza contra o conhecimento de senso comum (LOPES, 1999). Para esta autora, o conhecimento escolar tem como principais constitutivos a disciplinarização e a mediação didática. A disciplinarização consiste na organização do conhecimento científico em novas subdivisões, com o objetivo de tornar ensinável os saberes acadêmicos e de pesquisa, e a mediação didática consiste em facilitar o processo de ensino-aprendizagem destes saberes. Lopes (1999) acredita que é no processo de facilitar o ensino que ocorre a “*banalização da ciência*” através de eventos corriqueiros do universo do aluno, visto que o cotidiano não pode ser usado apenas como aspecto ilustrativo para apreensão do conhecimento científico, sendo necessário problematizar o cotidiano nas

dimensões éticas e políticas do conhecimento, como acredita Lopes, que o “[...] conhecimento científico é aprendido no contexto cotidiano”(1999, p. 228).

Ademais, nos livros didáticos e nos materiais do Estado do ensino de ciências, a interface científico/cotidiano é constitutivo do conhecimento escolar e reflete a disciplinarização e a mediação didática. A partir disso, questiona-se, principalmente, no material que será analisado (Caderno do Aluno de Química do Estado de S.P.), se o conhecimento cotidiano está reduzido ao caráter ilustrativo para aprendizagem do conhecimento científico ou se, de fato, está inserido nas diversas dimensões do conhecimento, não inferindo na banalização da ciência.

2. FORMAÇÃO DOS CONCEITOS NA ABORDAGEM HISTÓRICO-CULTURAL

Os graduandos dos cursos de química costumam chegar às aulas trazendo concepções referentes às ideias do Ensino Médio, que muitas vezes são diferentes daquelas aceitas no Ensino Superior. Mesmo após alguns anos no curso, alguns estudantes podem apresentar dificuldades conceituais, além de não conseguirem fazer relações importantes (BODMER, 1991; NAKHLEH, 1992 apud FERNANDEZ e MARCONDES, 2006). E, nesta perspectiva, esta pesquisa tentará analisar, como ocorre a elaboração conceitual do conhecimento químico pelos alunos do curso de Licenciatura em Química com o passar dos anos, considerando a necessidade de utilização desses conceitos nas explicações sobre os fenômenos cotidianos.

Sendo assim, as teorias sobre desenvolvimento e aprendizagem produzidas Vigotski, nos guiarão a entender como ocorre o processo de formação dos conceitos químicos pelos licenciandos.

Por conseguinte, esse capítulo tem o objetivo de iniciar uma discussão sobre a Abordagem Histórico-Cultural, que teve como fundador Lev Vigotski na antiga União Soviética nos anos de 1920-1930, e seus desdobramentos para o processo de formação de alguns pressupostos sobre os processos de desenvolvimento e aprendizagem como, os planos genéticos de desenvolvimento, a Zona de Desenvolvimento Proximal (VIGOTSKI, 2012) e a formação de conceitos cotidianos e científicos (VIGOTSKI, 2009). Esses pressupostos são basilares, para a análise e compreensão dos resultados obtidos nesta pesquisa.

2.1 Obra e vida de Lev Semionovich Vigotski

No intuito de apresentar ao leitor a figura de Lev Semionovich Vigotski escolhemos o trecho de apresentação do livro *Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem* (VIGOTSKI; LURIA e LEONTIEV, 2012):

LEV SEMENOVICH VIGOTSKI nasceu em 1896 em Orsha, Bielo Russia, e faleceu prematuramente, aos 38 anos, em 1934, vítima de tuberculose. Concluiu seus estudos em Direito e Filologia na Universidade de Moscou, em 1917. Posteriormente estudou Medicina. Lecionou literatura e psicologia em Gomel, de 1917 a 1924, quando se mudou novamente para Moscou, trabalhando, de início, no Instituto de Psicologia e, mais tarde, no Instituto de Defectologia, por ele fundado. Dirigiu ainda uma Departamento de Educação para deficientes físicos, e retardados mentais. De 1925 a 1934, Vigotski

lecionou psicologia e pedagogia em Moscou e Leningrado. Nessa ocasião iniciou estudo sobre a crise da psicologia buscando uma alternativa dentro do materialismo dialético para o conflito entre concepções idealista e mecanicista. Tal estudo levou Vigotski e seu grupo – entre eles A. R. Luria e A. N. Leontiev – a propostas teóricas sobre temas como: relação da criança e o papel da instrução no desenvolvimento.

Vigotski foi ignorado no Ocidente e teve a publicação de suas obras suspensa na União Soviética de 1936 a 1956. Hoje, no entanto, a partir da divulgação feita, seu trabalho vem sendo profundamente estudado e valorizado.

A morte prematura de Vigotski interrompeu uma carreira brilhante, da qual podemos resgatar hoje importantes contribuições. A atualidade dos temas tratados é o sinal mais evidente de que estamos diante de uma obra de maior significação. (2012, p. 10)

Vigotski estudou sobre o desenvolvimento psíquico humano a partir dos planos genéticos de desenvolvimento e, que é o ponto de partida para muitos outros trabalhos até hoje (OLIVEIRA, 2006).

Para esse autor, o homem é um ser que transforma diante das relações com o ambiente, portanto, o desenvolvimento do conhecimento humano é compreendido como produto de trocas recíprocas, entre indivíduo e meio, cada um influenciando sobre o outro, durante toda a vida (DAMIANI e NEVES, 2006).

Desta forma, as funções psíquicas humanas, como pensamento, afetividade e memória nos separam das outras espécies e são suportes para os sistemas mediadores nos processos psicológicos superiores, que Vigotski denomina de “signos”. Como, por exemplo, da linguagem e os sistemas matemáticos e algébricos; esses signos não têm caráter individual, mas, ao contrário, foram elaborados ao longo da história cultural da espécie humana, logo, sua origem é social. Sendo assim, o desenvolvimento individual consiste no acesso progressivo a esses signos e sistemas de signos.

A importância que Vigotski atribui à interação social no processo de desenvolvimento individual, refere-se à dupla formação das funções psicológicas superiores, na primeira formação estão as atividades coletivas e atividades sociais, que são denominadas funções intersíquicas e na segunda, as atividades individuais, como propriedades internas do pensamento do indivíduo, denominadas funções intrapsíquicas (VIGOTSKI, 2012).

Segundo Oliveira (2006), as bases que propiciam o desenvolvimento do sujeito, são denominadas por Vigotski de planos genéticos do desenvolvimento. O primeiro plano genético que o autor postula é a *Filogênese* e se refere à história da espécie

animal e determina as variáveis do funcionamento psicológico, no caso da espécie humana: o bipedismo, as mãos livres, que possibilita o movimento de pinça. Ou seja, as características do corpo humano irão permitir um determinado funcionamento psicológico que as outras espécies não têm.

O segundo plano genético é denominado de *Ontogênese*, que se refere à história do ser; do indivíduo de uma determinada espécie; como ele se desenvolve dentro dessa espécie; nasce; cresce; se reproduz e envelhece. A *Filogênese* e a *Ontogênese*, apresentam ênfase nos aspectos biológicos de desenvolvimento.

Na *Sociogênese*, o funcionamento psicológico do indivíduo é determinado pela forma cultural da sociedade em que o sujeito está inserido. Oliveira (2006), coloca a cultura como um “alargador” das potencialidades humanas.

A Microgênese¹³, define que cada atividade psicológica do sujeito tem a sua história e que não saber e aprender algo são aspectos de um mesmo processo de desenvolvimento e aprendizagem. Por exemplo, Oliveira (2006) destaca o processo de amarrar o sapato, entre não saber e saber amarrar um sapato alguma atividade psicológica aconteceu e a “história” desta ação pode ser estudada via análise microgenética.

Além disso, Vigotski discute em suas conferências a ideia da existência de uma “zona de desenvolvimento proximal” (ZDP), e isso se dá através do caráter bidirecional das relações entre desenvolvimento e aprendizagem. Nesse sentido, Vigotski define que a ZDP “[...] é a diferença entre o nível das tarefas realizáveis com o auxílio do adulto e o nível de tarefas realizáveis com uma atividade independente” (VIGOTSKI, 2012, p. 112). Assim, podemos interpretar como sendo a diferença entre o que uma pessoa saber fazer e o que pode aprender a fazer com alguma assistência de um o professor; de um colega mais experiente; de um livro; entre outros.

Ademais, Vigotski (2012), define a distinção entre esses dois níveis de desenvolvimento, de um lado está o “*nível de desenvolvimento real*”, aquela capacidade já internalizada pelo sujeito e do outro lado está o “*nível de desenvolvimento potencial*”, que é delimitado pelas capacidades do indivíduo que podem ser potencializadas com a ajuda; orientação e colaboração de outras pessoas experientes, marcando a direção futura do conhecimento e a expansão potencial. É

¹³ Este plano genético não foi proposto por Vigotski, mas sim por Jaime Wertsch no livro A formação social da mente.

no nível de desenvolvimento potencial que o aluno consegue consolidar/sistematizar os pontos conceituais que estavam em processo, aprendendo novos conceitos.

Dessa forma, buscamos com esse trabalho encontrar indícios da ZDP no processo de elaboração coletiva do conhecimento químico, analisando a elaboração conceitual do aluno do primeiro ano, que acabara de chegar do Ensino Médio com o conhecimento do aluno do quinto, que está prestes a entrar no mercado de trabalho. Acreditamos, que através da premissa da ZDP, o licenciando dos primeiros anos com a ajuda e assistência promovidas pelos magistrados deve evoluir conceitualmente e com os passar dos anos, ao final do curso de química, poderá apresentar um nível de conhecimento muito mais sólido, sofisticado e complexo, do que aquela de quando iniciou o curso.

De acordo com Vigotski (2012), uma das principais influências de aprendizagem sobre o desenvolvimento é a *imitação*. Com o auxílio da imitação de ações guiadas pelo adulto/professor, a criança/aluno pode iniciar a compreensão de determinados conteúdos do que se o fizesse sem o auxílio desse adulto/professor.

Portanto, como dito anteriormente, a diferença entre o que o sujeito-aluno realiza com o auxílio do adulto/professor e o que ela consegue desenvolver sozinho, independentemente, define a área de desenvolvimento potencial dele e, é esta área que determina a dinâmica do desenvolvimento. Segundo o mesmo autor “[...] a imitação está extremamente ligada à capacidade de compreensão e só é possível no âmbito das ações acessíveis à compreensão” (VIGOTSKI, 2012, p. 112-113). Ou seja, o aluno só consegue imitar aquilo que está na sua potencialidade intelectual, todavia, a simples imitação não garante o ensino ou o aprendizado, pois ensinar e aprender são processos de grande complexidade e que dependem dos sujeitos, da sua experiência e das condições promovidas pelo o conhecimento. Por isso, que quando os professores iniciantes vão para as escolas e começam a lecionar encontram grandes desafios, pois, repetir ou imitar aquilo que vivenciaram na Universidade não é sinônimo de sucesso e de aprendizagem dos alunos.

Logo, o professor/formador exerce a principal função de mediador do conhecimento no processo de aprendizagem como fonte de desenvolvimento do aluno, proporcionando condições para que este consiga atingir o desenvolvimento intelectual necessário para as atividades que irá exercer no futuro. Entender esses pressupostos dentro do campo educacional significa, em certa medida, ressignificar os conceitos de simples transmissão e repetição, pois o trabalho exercido no ato de

ensinar extrapola essas definições para ser também, processo constitutivo dos sujeitos.

No que se refere aos cursos de formação de professores, o papel do magistrado, além de mediar os conhecimentos científicos sistematizados da química, por exemplo, deve também mediar os conhecimentos inerentes ao fazer docente (SILVA e SCHNETZLER, 2006). Segundo ainda estas mesmas autoras, as questões que se referem a como ensinar os conteúdos específicos no Ensino Médio são deixadas de lado pelos professores formadores das áreas específicas, reforçando a ideia de que basta saber conteúdo específico para ser um professor, ideia equivocada, já que segundo Maldaner (2003):

A prática atual de formação inicial mais frequente de professores, isto é, a separação da formação profissional específica da formação em conteúdos, cria uma sensação de vazio de saber na mente do professor, é diferente saber os conteúdos de Química, por exemplo, em um contexto de Química, de sabê-los, em um contexto de mediação pedagógica dentro do conhecimento químico (2003, p. 45).

Como trabalhar os saberes específicos (química) da melhor maneira, de forma clara, isto é, no contexto de uma mediação pedagógica, é essencialmente importante e tão importante quanto saber bem o conteúdo. Um professor não se faz só com o domínio do conteúdo específico, mas também, se faz necessário que ele saiba como colocar o conteúdo de forma que seja compreensivo ao aluno. Portanto, entender como ocorre a elaboração do conhecimento químico dos futuros professores desta área, desde quando iniciam seus estudos até sua conclusão, questionando, se os licenciandos que terminam o curso estão não só aptos e conhecem bem os conteúdos necessários da química, como também conseguem colocá-los no âmbito de uma mediação pedagógica com enfoque no cotidiano dos alunos Ensino Médio

2.2 Os caminhos percorridos para formulação de Vigotski sobre a formação de conceitos cotidianos e científicos

Todo este tópico terá como base os livros: *A construção do pensamento e da linguagem*, os capítulos 5 – Estudo experimental do desenvolvimento dos conceitos; 6 – Estudo do desenvolvimento dos conceitos científicos na infância e 7 – Pensamento e palavra e o livro *Vigotski, uma síntese*, escrito por René van der Veer e Jaan

Valsiner, mais especificamente o capítulo 11: O universo das palavras: a visão de Vigotski sobre a formação de conceitos.

O encanto de Vigotski pelo processo e desenvolvimento da formação de conceitos começou no final da década de 1930 (VAN DER VEER e VALSINER, 2006). E durante sua construção teórica, foi possível perceber que o autor passou por diferentes fases com relação ao estudo da construção do conhecimento, sendo que sua primeira fase está intimamente ligada aos trabalhos de Ach e uma segunda fase, vai de sentido contrário aos trabalhos de Piaget, segundo van der Veer e Valsiner (2006).

Durante seu trabalho no Instituto Experimental de Psicologia de Moscou, Vigotski trabalhou na companhia de L. S. Sakharov e foi durante uma palestra deste, em janeiro de 1928, na Conferência Pedológica de Moscou, que surgiu em Vigotski a necessidade de se preocupar com as questões que norteavam o processo e desenvolvimento de conceitos científicos e cotidianos, assunto do qual se preocupou até a sua morte em 1934.

Para Sakharov havia duas maneiras, até então, para investigar o processo de formação de conceitos. No primeiro método “[...] um experimentador lista as características de um conceito e pede que a criança dê o nome do conceito [...]” (VAN DER VEER e VALSINER, 2006, p. 284) e no segundo método, denominado método direto, consistia em expor um determinado conjunto de objetos e pedir que a criança agrupasse esses objetos conforme a semelhança reconhecida. Para Vigotski, em consonância com Sakharov, esses dois métodos apresentavam problemas, ora por não revelar o desenvolvimento dos conceitos, observando-se apenas as características qualitativas; ora por não usar a linguagem verbal, não conseguindo assim, mensurar como ocorria o desenvolvimento dos conceitos na criança, já que a criança não explanava o que estava pensando. Os dois pesquisadores acreditavam que um método eficiente para estudar a formação de conceitos deveria utilizar o objeto e a palavra, juntos e não separadamente.

Nesse sentido, o método sintético-genético de Ach, determinou três pressupostos que ajudariam, posteriormente, Vigotski (2009) em seus experimentos. Primeiramente, a pesquisa deveria estudar o processo de desenvolvimento, no qual o pesquisador dá todos os meios para que o pesquisado possa desenvolver o conceito. Ach, sugere que no experimento, inicialmente, seria necessário introduzir palavras que não tivessem nenhum significado para então acompanhar seu processo de

produção de significação, como Vigotski exemplifica, “[...] a palavra *gastun*, a princípio sem sentindo para o sujeito experimental, no processo do experimento é assimilada, adquire significação e se torna portadora de conceito, significando algo grande e pesado...” (2009, p. 154). Por último, os conceitos determinam uma função definida no pensamento e na vida do homem e, portanto, este não é um receptor passivo. Os experimentos de Ach mostraram que a memorização de palavras e seus significados não determinam a formação de conceitos, mas para que esse processo se inicie, se deve colocar o sujeito diante de um problema para que ele possa resolver e assim, conseguir êxito no processo de formação de conceitos.

Com esses resultados, Vigotski e Sakhavov deram os primeiros passos na formulação de um método para analisar como ocorre a formação dos conceitos, segundo seus preceitos.

O método consistia em espalhar objetos com diferentes cores, formas, alturas, larguras, sendo que cada objeto apresentava nomes diferentes e sem sentidos. Os objetos eram dispostos de forma desorganizada e com o nome para baixo, o pesquisador destacava um desses objetos e solicitava ao sujeito que lesse seu nome, então pedia-se ao sujeito que separasse os objetos que ele achasse que tinham o mesmo nome, após isso o pesquisador verificava a tarefa realizada, virava uma delas e aferia se apresentava o mesmo nome, posteriormente, o sujeito tentava, novamente, separar os objetos que apresentassem o mesmo nome, independente das variáveis de cada objeto(VIGOTSKI, 2009).

A partir deste método, Vigotski determinou a formação de três características que se repetiam no processo do desenvolvimento dos conceitos. A primeira característica verificou que a formação de conceitos na criança é plural, não informada e não ordenada diante de um amontoado de objetos. Esses quando discriminados pelas crianças não apresentavam, a princípio, uma semelhança interna ou relação para ela, portando, o significado da palavra era um encadeamento do total, sincrético. Segundo van der Veer e Valsiner (2006, p. 286), “[...] as crianças viam as palavras como signos individuais, ou nomes próprios.”

Na segunda característica observada, os objetos apresentavam um significado comum, devido a semelhança entre eles, que era estabelecido pelas impressões das crianças. Neste caso, a palavra se tornava um nome-família ligado a um conjunto específico de objetos (VAN DER VEER e VALSINER, 2006).

Por fim, na terceira característica apresentava, a imagem como total, sincrética ao objeto, sendo determinada por um único significado para representantes de diferentes grupos. Assim, foi nessa observação que segundo Vigotski, ocorria a formação dos conceitos abstratos.

Todavia, durante esses experimentos, Vigotski conclui previamente que o processo de formação de conceitos começava na tenra idade e só na adolescência amadurecia, desenvolvendo suas funções intelectuais. E esse desenvolvimento do processo de formação de conceitos só ocorria e ocorre através da interação dialética desse sujeito com os signos (objetos) e com o meio social.

A partir das observações supracitadas, Vigotski organizou e denominou três estágios que antecedem o pensamento da criança para o pensamento real da construção dos conceitos

O primeiro estágio, Vigotski (2009) chamou de *sincretismo*:

[...] é a formação de uma pluralidade não informada e não ordenada, a discriminação de um amontoado de objetos vários no momento em que essa criança se vê diante de um problema que nós adultos [...]. Esse amontoado de objetos a ser discriminado pela criança, a ser unificado sem fundamento interno suficiente, sem semelhança interna suficiente e sem relação entre as partes que a constituem, pressupõe uma extensão difusa e não direcionada do significado da palavra. [...] no pensamento e na ação a criança revela a tendência a associar a partir de uma única impressão, os elementos mais diversos e internamente desconexos, fundindo-se numa imagem que não pode ser desmembrada. (2009, p. 175)

Resumidamente, no estágio do *sincretismo*, os objetos são organizados pela criança não conforme as características em comum, mas através de características irrelevantes como a proximidade entre esses objetos (VAN DER VEER e VALSINER, 2006).

O segundo estágio foi denominado por Vigotski de *formação de complexos*, Ele abrange uma variedade de termos para o funcionamento do pensamento, as quais são funcionais, estruturais e genéticos. Nesse estágio, ocorre a formação de vínculos, unificação e a generalização de objetos particulares, como dito anteriormente, a palavra como formação de famílias.

Isto significa que as generalizações criadas por intermédio desse modo de pensamento representam, pela estrutura, complexos de objetos particulares concretos, não mais unificados à base de vínculos subjetivos que acabaram de surgir e foram estabelecidos nas impressões da criança, mas vínculos

objetivos que efetivamente existem entre tais objetos (VIGOTSKI, 2009, p. 179).

Segundo van der Veer e Valsiner (2006), na *formação de complexos*, a criança selecionará os objetos com base nas características concretas. Neste estágio o desenvolvimento do pensamento se caracterizará pela construção de complexos que são equivalentes funcionais, ao contrário do primeiro estágio no qual o desenvolvimento dos conceitos se caracteriza a partir da construção de imagens sincréticas.

Ademais, o estágio de formação de complexos, é constituído de cinco fases: *complexos associativos; coleções; complexos em cadeia; complexos de fusos e pseudoconceitos*.

A primeira fase, *complexos ou tipos associativos*, o sujeito “[...] se baseia em qualquer vínculo associativo com qualquer traço [...] do objeto [...]” (VIGOTSKI, 2009, p. 181). Tomando de exemplo o experimento supracitado, a criança acrescentaria objetos, ao objeto selecionado pelo pesquisador, segundo a premissa de que eles apresentam alguma característica em comum.

A fase *coleções*, consiste em agrupar os objetos, segundo as impressões concretas. As crianças combinam os objetos baseados na complementação mútua de algum traço. No experimento,

[...] a criança apanha algumas figuras que diferem da mostra pela cor, forma, tamanho ou outro indício qualquer. Entretanto, não os apanha de forma caótica nem ao acaso, mas pelo indício de que são diferentes e complementares ao indício existente na amostra que ele toma por base da combinação. Daí resulta uma reunião de objetos diferentes pela cor ou forma, representando uma coleção das formas básicas e das cores básicas encontradas no material do experimento (VIGOTSKI, 2009, p. 183).

Sendo assim, as crianças agruparam os objetos que são complementares, acrescentando outros objetos até que todas as variáveis estejam representadas. Podendo também, agrupar conforme o contexto funcional, como enuncia Van der Veer e Valsiner (2006), as crianças selecionam os objetos, por exemplo, necessários para poder se alimentar (garfo, colher e faca).

A terceira fase, Vigotski denominou de *complexos em cadeia*, caracterizado pelo princípio de combinação dinâmica e temporal, isto é, a criança muda o tempo todo de critério para a escolha do objeto, sendo influenciada pelo último objeto que selecionou.

Neste caso, a criança se esquece do objeto referência, por exemplo, se a criança deveria escolher objetos semelhantes a um triângulo e em um determinado momento ela se sente atraída pela cor azul de um triângulo azul, então ela passa a selecionar só objetos azuis (VIGOTSKI, 2009).

Na fase denominada, *complexos difusos*, Vigotski infere que ao combinar os objetos por via associativa, as escolhas tornam-se difusas e indefinidas e, como resultado, ocorre a formação de um complexo que se combina por vínculos difusos. O autor expõe que essa fase é quando a criança deveria escolher apenas triângulos amarelos, porém, acaba selecionando trapézios que se assemelham a triângulos e posteriormente, selecionam quadrados que se assemelham a trapézios. Dessa forma, o conceito sobre o triângulo, se dilui e, por conseguinte, se torna indefinido (VIGOTSKI, 2009).

Na última fase, chamada de *pseudoconceitos*, ocorre a formação das primeiras generalizações, porém, diferentes do conceito propriamente dito, ainda que sejam semelhantes aos conceitos empregados pelo adulto. A fase de pseudoconceitos, é o ponto onde o significado das palavras entre crianças e adultos coincide, mesmo que entendidos de forma diferente para ambos (2009).

Além disso, Vigotski introduziu a formação de dois tipos de conceitos, os *conceitos espontâneos/cotidianos* e os *conceitos científicos*. Os conceitos cotidianos são adquiridos pelo sujeito fora do contexto da instrução explícita (da escola), sendo assim, conceitos produzidos através da interação entre os sujeitos de uma determinada cultura. Já os conceitos científicos, são aqueles construídos com o auxílio de um professor, dentro de uma escola, fazendo parte de um *sistema de ideias inter-relacionadas*. Vigotski, enuncia que é na esfera dos conceitos científicos que o pensamento ultrapassa o limite entre pré-conceitos e conceitos verdadeiros (VAN DER VEER e VALSINER, 2006).

Ademais, na década de 1930, ocorreu o desenvolvimento de muitas pesquisas que tinham como escopo estudar o pensamento espontâneo da criança, Vigotski e sua equipe de pesquisadores buscavam refutar desses estudos (VAN DER VEER E VALSINER, 2006). O autor infere sobre a pesquisa de J. I. CHIF, o qual havia proposto um estudo comparado do desenvolvimento dos conceitos espontâneos e científicos na idade escolar. Mais precisamente, ele estudou sobre o uso das palavras “embora” e “porque” em contextos científicos e cotidianos com crianças de 7 a 11 anos. Para isso, ele usava frases que apresentavam os conceitos científicos como, por exemplo,

“Os capitalistas se preparam para uma guerra contra a URSS, porque ...” ou *“Ainda há trabalhadores que acreditam em Deus, embora...”*. E, para frases que remetem a conceitos espontâneos utilizava: *“Kólia foi ao cinema, porque...”* ou *“Ólia ainda lê mal, embora...”* (VIGOTSKI, 2009, p. 242).

Analisando os resultados do uso da palavra “porque”, foi possível perceber que as crianças menores foram melhores nas frases com o conteúdo de conceitos científicos do que sobre conceitos cotidianos. Chif, concluiu que as crianças com o melhor desempenho (sete e oito anos) haviam dominado o uso eficiente dos conceitos, mas seu sentido para elas, ainda era vago, não estavam preenchidos, do que o autor chamou de conhecimento pessoal concreto. No caso das crianças mais velhas, nas frases de caráter científico, as respostas não são estereotipadas como no caso das crianças mais novas, sendo possível compreender que ocorre algum tipo de raciocínio ou elaboração conceitual por trás das respostas (VAN DER VEER e VALSINER, 2006). Além disso, Chif considerou, também, que as crianças, no geral, foram melhores no uso da palavra “porque” quando comparada com a palavra “embora”, devido ao fato do ensino científico ser pautado na causa e consequência.

Analisando o experimento aludido, o teórico Vigotski (2009) pontua que o conceito científico perpassa através das condições do processo educacional, sendo assim, da colaboração sistemática entre criança e o professor, produz o desenvolvimento das funções psicológicas, sendo assim, o desenvolvimento:

[...] precoce dos conceitos científicos e o fato de que o nível de desenvolvimento desses conceitos entra na zona de possibilidades imediatas em relação aos conceitos espontâneos, abrindo-lhes caminho e sendo uma espécie de propedêutica do seu desenvolvimento. (VIGOTSKI 2009, p. 244).

O autor conclui, então, que a partir desse experimento e levando-se em consideração o mesmo estágio de desenvolvimento dessas crianças, que existem aspectos, nos conceitos científicos e cotidianos, que são relevantes para entender seu funcionamento. No que se refere aos conceitos cotidianos, dificuldade dos sujeitos está na questão abstração do cotidiano. Ao passo que, nos conceitos científicos, ocorre o contrário, a dificuldade está na transposição do conhecimento para o concreto. (VIGOTSKI, 2009)

Mais à frente, em seu texto, o autor reflete sobre a formação de conceitos a partir do significado da palavra, esse será escrito na íntegra a seguir:

Em qualquer idade, um conceito expresso por uma palavra representa uma generalização. Mas os significados das palavras evoluem. Quando uma palavra nova, ligada a um determinado significado é aprendida pela criança, o seu desenvolvimento está apenas começando; no início ela é uma generalização do tipo mais elementar que, à medida que a criança se desenvolve, é substituída por generalizações de um tipo cada vez mais elevado, culminando o processo de formação de verdadeiros conceitos (VIGOTSKI, 2009, p. 246).

Neste sentido, o autor critica os pressupostos piagetianos, nos quais os conhecimentos científicos não passam por nenhum desenvolvimento, sendo apenas absorvidos prontos através do processo de equilibração e assimilação. Para Vigotski, a formação de um conceito é mais do que um montante de associações formados na memória, ele só é desenvolvido quando o desenvolvimento mental da criança ou do adolescente tiver atingido um nível mais elevado (VIGOTSKI, 2009). Sendo assim, é na adolescência que as funções intelectuais, que são a base psicológica do processo de formação dos conceitos, amadurecem e se desenvolvem (VIGOTSKI, 2009).

Observamos que no presente trabalho, na elaboração conceitual coletiva dos licenciandos, ainda há conceitos científicos que estão em plena fase de desenvolvimento, até então, não estão prontos e consolidados.

3. METODOLOGIA

3.1 Abordagens, método e coleta de dados das entrevistas

Para a realização dessa dissertação se optou por utilizar a metodologia que se inscreve na perspectiva da **pesquisa qualitativa de natureza exploratória**. Sendo assim, os teóricos Deslauriers e Kérisit (2010) definem que: “Uma pesquisa qualitativa de natureza exploratória possibilita familiarizar-se com as pessoas e suas preocupações” (2010, p.128). Nesse sentido, ao trabalhar com dados de natureza qualitativa se busca, de alguma forma, refletir sobre problemas que interferem o campo das relações interpessoais.

Ademais, a análise dos dados obtidos seguirá a abordagem qualitativa e, de acordo com Deslauriers e Kérisit (2010) para os quais:

A etapa de análise de dados consiste em encontrar um sentido para os dados coletados e em demonstrar como eles respondem ao problema de pesquisa que o pesquisador formulou progressivamente. Por isso, a análise ocupa um lugar no primeiro plano em toda a pesquisa, mas, principalmente, na pesquisa qualitativa (p. 140).

Esse tipo de abordagem proposto envolve a obtenção e análise de dados descritivos, procura compreender os fenômenos segundo a perspectiva do sujeito de pesquisa, considerando que todos os dados são importantes. Segundo Godoy (1995) o ambiente e as pessoas nele inseridas também devem ser analisados, não podendo ser reduzidos a variáveis, mas observados como um todo.

Além disso, a análise na pesquisa qualitativa, se caracteriza pela elaboração de um conceito que é baseado no processo de interpretação dos dados obtidos, através de um quadro descritivo amplo, sempre contando com uma sólida fundamentação teórica (DESLAURIERS e KÉRISIT, 2010).

Uma pesquisa qualitativa lida com informações mais subjetivas, amplas e com maior riqueza de detalhes quando comparada com uma pesquisa quantitativa (DIAS, 2000). No que se refere ao pesquisador, ocorre maior envolvimento com o tema de investigação e maior interação com o pesquisado; ele é um participante ativo na construção dos dados, pois participa com olhar atento e com proposição interpretativa e isso faz com que a produção de conhecimento sobre o tema ganhe destaque dentro de um cenário de observação. De acordo com Gunther (2006) o contexto de realização

da pesquisa é considerado de essencial importância, na qual as generalizações são produzidas só em casos específicos.

Já a pesquisa qualitativa de **natureza exploratória**, segundo Sellitz (et al. 1967 apud GIL, 2002), tem por escopo tornar o pesquisador mais familiarizado com um determinado problema de pesquisa a fim de possibilitar a construção de hipóteses, além do aprimoramento de ideias ou a “descoberta de intuições”. Essa metodologia tem como característica marcante a flexibilidade, considerando os mais diversos aspectos relativos à pesquisa.

Segundo Gil (2008), a pesquisa qualitativa de natureza exploratória proporciona uma visão geral do fato a ser analisado, sendo geralmente utilizado em pesquisas cujo tema é pouco explorado pela comunidade científica. Ainda, segundo o mesmo autor, a pesquisa exploratória pode constituir o primeiro passo para uma investigação mais ampla. Gil (2008) considera que os resultados obtidos a partir de uma pesquisa exploratória ser “[...] passível de investigação mediante procedimentos mais sistematizados” (2008, p. 27).

As pesquisadoras Piovesan e Temporini (1995) inferem que o estudo exploratório deve ser realizado durante a fase de planejamento da pesquisa, pois é neste que se pretende obter as informações mediante o Universo de Respostas. Assim, compreender, previamente, a diversidade das respostas possíveis obtidas através dos sujeitos pesquisados, auxilia numa coerente reflexão das características da realidade, para então, evitar que conclusões desconexas influam nas percepções do pesquisador. Portanto, a pesquisa exploratória permite que a realidade seja percebida como ela é, e não como o pesquisador pensa que seja, mudando muitas vezes sua opinião acerca do problema estudado, segundo Piovesan e Temporini (1995).

Considerando, portanto, as prerrogativas da pesquisa qualitativa e exploratória, a presente investigação analisou dois conjuntos de dados: os Documentos Oficiais de Educação do Governo do Estado de São Paulo e o Projeto Pedagógico do Curso (PPC) e as ementas das disciplinas do curso de Licenciatura em Química da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo e; as transcrições das entrevistas realizadas com os licenciandos em química numa atividade orientada.

Para a análise do primeiro conjunto de dados que são a Proposta Curricular do Governo do Estado de São Paulo e o PPC e a ementa das disciplinas do refetido

curso serão utilizadas as contribuições de Bardin (2011), relativas à Análise de Conteúdo (AC).

De acordo com Bardin (2011), a Análise de Conteúdo, se apresenta como um recurso que possui três fases: a pré-análise; a exploração do material e; o tratamento dos resultados. A pré-análise possui, o que a autora chama, de “três missões”, as quais são: a escolha do documento a ser analisado; a formulação de hipóteses e dos objetivos e; a elaboração de indicadores que fundamentem interpretação final. Bardin (2011), afirma que essas missões não se sucedem, ou seja, ocorrem de forma aleatória. Além dessas etapas, a autora destaca também, a produção de uma leitura “*flutuante*” do documento a ser analisado, ela tem por escopo realizar um primeiro contato com o material, a fim de conhecê-lo e, então, inferir sobre algumas impressões e orientações.

Na segunda fase, a exploração do material, o analista aplica sistematicamente as decisões tomadas na fase de pré-análise, podendo realizar os processos de codificação, decomposição ou enumeração como a autora pontua. Nessa etapa, o pesquisador tenta dividir o material em categorias, o que a autora chama de unidade de registro, que são de expressões; palavras; temas; personagens ou itens que são significativos nas situações pesquisadas (BARDIN, 2011).

Ao final, na terceira fase denominada tratamento dos resultados obtidos e interpretação, os resultados brutos são tratados, segundo a autora, de forma significativa e, então, validados. A partir dos resultados obtidos, o pesquisador pode, portanto, propor inferências e interpretações acerca do objetivo do trabalho.

Para a análise do segundo conjunto de dados, que são relativos ao processo de formação de conceitos químicos. Realizamos encontros com duplas e trios de licenciandos e as discussões obtidas foram gravados por meio de áudio e videogravação. Para a entrevista elaboramos um questionário contendo quatro questões discursivas, que foram retiradas do Caderno do Aluno do Estado de São Paulo (química), com os conteúdos de química que apresentassem temas referentes ao contexto cotidiano.

O questionário foi aplicado para duplas e trios de alunos dos anos iniciais, intermediários e finais do Curso de Licenciatura em Química, ele foi respondido de maneira coletiva pelos alunos, afim de que juntos discutissem sobre as questões propostas e chegassem à resposta que eles acreditavam estar correta e as conversas

foram analisadas com intuito de organiza-las em episódios considerados relevantes para serem analisados por meio da análise microgenética. O questionário supracitado encontra-se nos apêndices.

Dessa forma, por meio do método de análise microgenética realizamos as investigações dos resultados obtidos nas entrevistas. Segundo Góes (2000), em termos gerais a análise microgenética:

[...] é uma forma de construção de dados que requer a atenção a detalhes e o recorte de episódios interativos, sendo o exame orientado para o funcionamento dos sujeitos focais, as relações intersubjetivas e as condições sociais da situação, resultando num relato minucioso dos acontecimentos (2000, p. 9).

Utilizada, geralmente, em pesquisas que se valem da videogravação, como ferramenta de investigação, a análise microgenética se orienta na observação de minúcias, detalhes de ações, interações e cenários socioculturais, tentando estabelecer uma relação entre os microeventos (ações, interações, etc.) e condições macrossociais (GÓES, 2000). Nesta abordagem, o termo “*genética*” vem da base teórica de Vigotski, que analisava os processos sobre o funcionamento humano, e se valia de diretrizes genéticas para realizar uma análise minuciosa de um determinado processo, configurando a gênese social (origem social) e as transformações no decorrer de determinados eventos.

Sendo assim, essa forma de investigar foi denominada por seus seguidores de “análise microgenética” (WERTSCH, 1985). Para Vigotski, os processos humanos têm origem, gênese, na relação dialética com o outro e com a cultura em que ambos estão inseridos e que essa relação deve ser analisada ao se investigar o curso da ação desse sujeito. Portanto, o estudo dos processos humanos não pode se deslocar da visão sociogenética e histórico-cultural (GÓES, 2000).

De maneira mais prática, Wertsch (1985 apud GÓES, 2000), resume a análise microgenética inferindo que o termo *micro* se refere às minúcias indiciais, resultante de recortes de tempo, que tendem a ser restritos, ou seja, ocorre um acompanhamento minucioso de um processo; de uma fala; de um gesto; detalhando as ações do sujeito dentro em um curto espaço de tempo. Já o termo “*genética*” se refere ao sentido de *ser “histórico”*, “[...] focalizar o movimento durante os processos e relacionar condições passadas e presentes, tentando explorar aquilo que, no presente está impregnado de projeção futura [...]” (GÓES, 2000, p. 15). Portanto, a

análise é genética, pois, também é, sociogenética, ela tenta relacionar os episódios singulares com a cultura, práticas sociais e com os discursos.

Por conseguinte, a análise em destaque, é orientada para observação das minúcias, detalhes, pistas, signos relevantes através da seleção de episódios que permitam interpretar o problema de pesquisa, centrada na subjetividade através do discurso (enunciativo) dos sujeitos. (GOÉS, 2000).

A partir de tudo o que foi exposto, o trabalho seguiu os moldes de uma pesquisa qualitativa de natureza exploratória, pois objetivou-se compreender principalmente como ocorre a apropriação do conhecimento químico sobre contextos cotidianos, a fim de entender como iniciam e, principalmente, como concluem os alunos do curso de Licenciatura em Química, considerando as demandas de conteúdo para o Ensino Médio presentes em documentos oficiais.

3.2 Sistematização dos dados da pesquisa

O **primeiro conjunto** de dados foi organizado da seguinte forma:

- 1) Caderno do aluno (química) do Estado de São Paulo: análise e descrição das Situações de Aprendizagem, que contém **temáticas de cotidiano**. Serão apresentadas 55 Situações que estão organizadas em quadros.
- 2) Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Química: análise da Matriz curricular e das ementas das disciplinas na busca do **termo cotidiano**.

O **segundo conjunto** de dados foi organizado da seguinte forma:

A partir das cinco entrevistas realizadas com os quinze alunos do primeiro ao quinto ano realizamos transcrições literais e estas foram analisadas e organizadas em sete episódios, que decorrem das questões do Caderno do Aluno feitas aos licenciandos.

3.3 Os licenciandos em Química

Como dito anteriormente, aplicamos os questionários e realizamos entrevistas semiestruturadas com cinco grupos de licenciandos, que estão discriminados a seguir:

Tabela 1 - Ano e quantidade de alunos participantes da pesquisa

Ano	Grupos de alunos
Primeiro	1 trio
Segundo	2 duplas
Segundo e Terceiro	1 trio
Quinto	1 dupla; 1 trio
Total de alunos	15

Fonte: Autora.

Realizamos a escolha dos licenciandos em química para a participação da pesquisa da seguinte maneira: primeiramente, convidamos os alunos que participavam de Projetos de Extensão, dentro do curso de Licenciatura, visto o maior entrosamento entre eles para a discussão das questões do questionário, já que se conheciam e não teriam, *a priori*, receios, e ficariam mais à vontade para contrariar ou não as disposições realizadas pelos colegas. Posteriormente, realizamos o convite de forma aleatória, através de abordagens durante as aulas da graduação.

Realizamos as entrevistas na sala de reuniões do Grupo de Pesquisa EPSEC (Epistemologia e Psicologia no Ensino de Ciências) no Departamento de Química da FFCLRP e da qual faço parte.

4. FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE QUÍMICA: DOS DOCUMENTOS AOS LICENCIANDOS

4.1 A triangulação: PCE-SP¹⁴/Caderno do aluno – PPC/Matriz Curricular da Licenciatura – Licenciandos em Química.

De acordo com a sistematização dos objetivos propostos nesse trabalho, tentamos representa-los num esquema de triangulação, onde as duas bases desse triângulo dão sustentação para atingirmos o objetivo principal do trabalho. O primeiro vértice do triângulo a PCE-SP e o Caderno do aluno, na qual analisamos as temáticas de contexto e do cotidiano; o segundo vértice é o PPC e a Matriz Curricular do curso de Licenciatura em Química da FFCLRP-USP, no qual também foram exploradas as questões que remetem à possibilidade de contextualização dos conteúdos de química no cotidiano, levando-se em consideração o Ensino Superior; e, por último, o terceiro vértice, formado pelos discursos dos Licenciandos em Química (entrevistas). Com base nesse esquema e sustentados pelos pressupostos da Abordagem Histórico-Cultural buscamos compreender como esses alunos respondem às questões de química do ensino médio que apresentam como tema questões do cotidiano.

Salienta-se que, os referidos vértices, se considerados enquanto campos discursivos, se intercomunicam por meio de dois elementos, quais sejam, o contexto e o cotidiano, que nos servem de fios condutores no presente trabalho.

Consideramos que os dois documentos (Proposta Curricular do Estado de S.P. e o Caderno do Aluno e Matriz Curricular do curso) são, apesar de toda simplificação e reducionismo que isso possa parecer, documentos de referência¹⁵ para formação do aluno de Ensino Médio e respectivamente do futuro professor.

Além das análises realizadas desses materiais, com foco nos temas descritos acima, são, principalmente, nas análises das entrevistas realizadas com os Licenciandos em química que buscamos entender como eles formulam suas

¹⁴ PCE-SP: Proposta Curricular do Estado de São Paulo.

¹⁵ Importante destacar que, nas escolas públicas estaduais, os professores de química são fortemente orientados a seguir e a utilizar os documentos citados. Mesmo tendo livros didáticos na escola, a sequência e/ou conteúdos trabalhados são muitas vezes ditados pelo que esses materiais contemplam. No Ensino Superior as DCNs são a base para organização da Matriz Curricular que é o documento que condensa a proposta curricular e de conteúdos do curso.

respostas acerca dos fenômenos cotidianos que o Caderno do Aluno se propõe a discutir.

Com as entrevistas buscamos entender se os Licenciandos respondem aos questionamentos com base no conhecimento adquirido no Ensino Médio ou, se suas respostas se baseiam em conceitos científicos assimilados no Ensino Superior. Ou seja, houve uma elaboração conceitual?

Tentado esquematizar a análise supracitada, foi construída uma imagem de três esferas interconectadas. Destaca-se o discurso dos licenciandos em química sustentados pelos documentos oficiais curriculares para o Ensino Superior e para o Ensino Médio e, ao mesmo tempo, tem como objeto de investigação o estudo da apropriação dos conceitos por esses licenciandos considerando o contexto e o cotidiano.

Figura 2 - Triangulação das fontes de dados da pesquisa.

4.2 Proposta Curricular do Estado de São Paulo (Química) e Caderno do Aluno

A missão e os preceitos da Proposta Curricular do Estado de São Paulo de Química já foram explanados anteriormente. Assim, este capítulo tem por escopo listar os *Conteúdos e Habilidades* da Proposta do Estado de São Paulo da disciplina de Química, bem como seu resultado, as Situações de Aprendizagem do Caderno do Aluno (2017) no que se refere à contextualização do conteúdo de química no cotidiano.

O Currículo do Estado de S. P. divide os *Conteúdos e Habilidades* por bimestres referentes a cada ano do Ensino Médio, ao passo que o Caderno do Aluno é composto de dois volumes (primeiro e segundo semestre/ano) totalizando seis livros ao longo Ensino Médio.

Primeiramente, realizamos uma sistematização dos Conteúdos e Habilidades da Proposta de cada semestre, portanto, referentes a dois bimestres, para posteriormente, analisarmos as Situações de Aprendizagem presentes nos volumes 1 e 2 no Caderno do Aluno de cada ano do Ensino Médio.

Analisamos **55 Situações de Aprendizagens** presente nos seis Cadernos do Aluno, deste total encontramos a contextualização do cotidiano no conteúdo de química em **48 Situações de Aprendizagens**.

Primeiro ano do Ensino Médio

O primeiro ano do ensino médio é dividido em dois volumes e os conteúdos trabalhos estão distribuídos em dezoito Situações de Aprendizagem, as quais serão analisadas seguir.

Primeiro semestre

O conteúdo pretendido na Proposta do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2017, p.132-134) está divide em cinco grandes temas, quais sejam:

Transformações químicas no dia a dia;

Alguns materiais usados no dia a dia;

Combustíveis – transformação química, massas envolvidas e produção de energia;

Reagentes e produtos – Relações em massa e energia;

Primeiras ideias sobre a constituição da matéria (Modelo Atômico de Dalton)

Já o caderno do aluno do primeiro semestre do primeiro ano do Ensino Médio está dividido em dez *Situações de Aprendizagem* como podemos observar no sumário apresentado a seguir:

Figura 3 - Sumário do Caderno do Aluno do Primeiro ano do Ensino Médio
(volume 1)

Situações de Aprendizagem	8
Situação de Aprendizagem 1 – Produção e uso da cal	8
Situação de Aprendizagem 2 – Interações e transformações	13
Situação de Aprendizagem 3 – Fatores que podem ser analisados nas interações e transformações químicas	25
Situação de Aprendizagem 4 – A produção do álcool combustível e do ferro	33
Situação de Aprendizagem 5 – Como reconhecer que houve uma transformação química quando não há evidências?	37
Situação de Aprendizagem 6 – A necessidade de separar misturas e sua importância para o sistema produtivo	52
Situação de Aprendizagem 7 – Combustíveis: combustão no dia a dia e no sistema produtivo	61
Situação de Aprendizagem 8 – Relações em massa nas transformações químicas: conservação e proporção em massa	75
Situação de Aprendizagem 9 – Implicações socioambientais da produção e do uso de combustíveis	92
Situação de Aprendizagem 10 – Modelo atômico de John Dalton: ideias sobre a constituição e a transformação da matéria	107

Fonte: Caderno do Aluno do Estado de São Paulo, 2017.

Na *Situação de Aprendizagem 1: A produção e uso da cal*, o aluno aprenderá sobre os conceitos básicos de transformações químicas e suas implicações,

utilizando-se o processo de produção e uso da cal como objeto de estudo. Assim, é analisada as reações de obtenção da cal e a sua utilização na construção civil, seguida de um texto que ressalta a sua importância para as civilizações desde a Idade Média.

Além disso, a S.A. exemplifica algumas transformações químicas que fazem parte do dia a dia e do sistema produtivo, possibilitando ao aluno compreender, prever e controlar este tipo de processo, bem com conhecer como a Química, neste primeiro contato, pode ser aplicada, seja na economia, na sociedade ou no meio ambiente. Desse modo, o estudo da produção da cal é colocado como ponto de partida para a enunciação do conceito de transformação química, pois acredita-se que esse conteúdo está presente no contexto social dos alunos (SÃO PAULO, 2017).

Avançando, o Caderno menciona a importância da produção da cal, relacionando-a com o cotidiano por meio da coleta de ideias prévias dos alunos sobre o tema, como, por exemplo, destacamos alguns questionamentos que podem ser feitos pelo professor sobre o assunto: “[...] quais são os materiais de construção mais usados e para que servem? Vocês sabem como são produzidos? E a cal, vocês sabem o que é e como é produzida? Que características tem? Em quais setores a cal pode ser utilizada, além da construção civil? [...]” (SÃO PAULO, 2017, p. 9).

Na *Situação de Aprendizagem 2: Interações e transformações*, a proposta é aprofundar o conteúdo sobre transformação química e explorá-lo de forma mais ampla, juntamente com as interações entre diferentes materiais. Observamos também a retomada de alguns exercícios acerca da produção da cal (SÃO PAULO, 2017).

Outro ponto que o material coloca como importante no processo de ensino aprendizagem é a aproximação do mundo macroscópico ao mundo microscópico. Nesse caso, o Caderno usa como exemplo, sob o aspecto macroscópico, a queima da vela, pois visualmente os alunos podem averiguar a ocorrência apenas da mudança de estado sólido para o estado líquido da parafina, como consequência do calor da chama, todavia o que ocorre microscopicamente, é a reação do vapor da parafina com o oxigênio, liberando água e gás carbônico, portanto, uma transformação química.

No que se refere às evidências de reações, o caderno elenca vários processos que ocorrem no dia a dia, como, por exemplo, a oxidação de um portão; a descoloração de uma roupa com água sanitária e o amadurecimento de uma fruta.

Ademais, importante notar que os exercícios do caderno sempre trazem exemplos de transformações químicas que podem ser contextualizadas no dia a dia

do aluno. Sendo assim, foi desta Situação de Aprendizagem que retiramos a primeira questão do questionário aplicado aos Licenciandos em Química.

A Situação de Aprendizagem 3 trata dos fatores que podem ser analisados nas interações e transformações químicas, como cinética; reversibilidade das transformações; perda ou ganho de energia na forma de calor (transformações exotérmicas ou endotérmicas). Para isto, o Caderno faz uso de várias transformações que ocorrem no dia a dia do aluno, como apodrecimento da maçã; cozimento de um ovo; queima do álcool no motor de um carro; além dos processos que envolvem a produção e uso da cal, tais como a secagem do calcário, o aquecimento do calcário, a decomposição do calcário e a calcinação do calcário para a produção de cimento (SÃO PAULO, 2017, p. 29, 31, 32).

Situação de Aprendizagem 4: A Produção do álcool combustível e do Ferro, aborda as transformações químicas em dois tipos de processos industriais. O primeiro é a produção de ferro pela siderurgia e o segundo a produção de etanol por meio da fermentação alcoólica. Para o estudo desses conteúdos, é utilizado um texto que discute a importância da produção de etanol no Brasil como fonte de combustível para automóveis; sua matéria-prima, a cana-de-açúcar e o detalhamento de todo o processo industrial que ocorre desde a colheita da cana-de-açúcar até a obtenção do produto que é etanol, demonstrando as respectivas transformações/reações químicas que acontecem durante este processo.

Em seguida, o texto discorre sobre a produção de ferro e do aço, ressaltando a sua importância global. Para tanto, cita o processo de obtenção da hematita retirada do solo e como ocorre a transformação química do óxido de ferro em ferro por meio das reações químicas que acontecem nesse processo. Ademais, é mencionada também a utilização do calcário ou da cal viva (aprendidos nas situações anteriores) para retirar os resquícios de areia presa na hematita.

A Situação de Aprendizagem 5 é intitulada: Como reconhecer que houve uma transformação química quando não há evidências? O Caderno retoma o conceito de transformação química que ocorre na calcinação do calcário em cal, demonstrando que essa reação química pode ser comprovada pela presença de bolhas de CO_2 e pela diminuição de material sólido do reagente (calcário) no meio reacional.

Em seguida, o quadro de aprendizagem aborda os conceitos de *temperatura de fusão e temperatura de ebulição*, dando, como exemplo, a mudança de estado físico da água. Posteriormente, relaciona a variação de temperaturas dos pontos de

fusão e de ebulição da água quando é adicionado o sal. Além disso, menciona os diferentes pontos de ebulição e fusão de outros materiais que muito dificilmente um estudante encontra no seu dia a dia, tais como éter e enxofre.

Por fim, o Caderno traz os conceitos de densidade e solubilidade. Sobre o conceito de densidade, é relacionada a diferença da densidade de 1Kg de ferro e 1Kg de algodão e, posteriormente, para estudar a solubilidade usa-se como exemplo a mistura do sal de cozinha e a água, relacionando o fato que a variação da temperatura pode influenciar a solubilidade dessa mistura. Nesta questão, os exemplos saem da simples mistura de água e sal para, em seguida, propor a análise de solubilidade do nitrato de potássio em água.

Situação de Aprendizagem 6: A necessidade de separar misturas e sua importância no sistema produtivo, o principal conteúdo abordado é a separação de misturas. No início, os exemplos utilizados são as misturas do álcool em água e da cal em água, depois o caderno traz a solubilidade de algumas substâncias como, cloreto de chumbo II, cloreto de prata, sem antes explicar onde essas substâncias são usadas no dia a dia. Cabe ao professor, então, fazer essa interface.

Na *Situação de Aprendizagem 7* intitulada *Combustíveis: combustão no dia a dia e no sistema produtivo*, mais uma vez, o Caderno retoma a produção da cal e do ferro relacionando-as com a combustão do carvão. O material também insere uma tabela com os diferentes tipos de carvão e suas respectivas quantidades de carbono. A seguir, compara a energia liberada por diferentes tipos de combustíveis como, por exemplo, a lenha; o etanol; o biogás; a gasolina; o gás natural, e etc. Em outro exercício solicita para que seja calculada a energia liberada na combustão da gasolina com etanol e do etanol puro, além de pedir para que os alunos discutam sobre quais destes combustíveis seria economicamente mais vantajoso.

Portanto, este quadro de aprendizagem foca basicamente nos tipos de combustíveis e as diferentes variáveis que podem influenciar sua queima e sua eficiência.

Na *Situação de Aprendizagem 8: Relações em massa nas transformações químicas – conservação e proporção em massa*, são abordadas os conceitos de conservação de massa e a proporcionalidade entre reagentes e os produtos envolvidos em uma transformação/reação química. Para isso, usa-se como exemplo a queima do papel e da palha de aço.

Em um experimento sobre transformação química e conservação de massa o caderno faz uso da reação do ácido clorídrico com o bicarbonato de sódio, sendo que, nesse caso, o material poderia utilizar como fonte de ácido, o vinagre (ácido acético) presente no cotidiano dos alunos, sem prejuízo ao resultado final.

A penúltima Situação de Aprendizagem, é sobre: *As implicações socioambientais da produção e do uso de combustíveis*. Este quadro tem por escopo, abordar os problemas socioambientais da produção e o uso de combustíveis por meio da extração de carvão vegetal e mineral e, também, quais os problemas ocasionados pela emissão de gases provenientes da combustão destes combustíveis contribuindo para a formação da chuva ácida e do efeito estufa. Ademais, são explorados pelo material toda a questão científica de como o carvão é extraído ou produzido, as causas do efeito estufa e da chuva ácida.

Ao final, é proposto uma situação-problema sobre a instalação de uma siderúrgica de ferro em uma reserva ambiental, na qual seja realizada uma discussão pelos alunos sobre as implicações ambientais e sociais dessa instalação. Não obstante, o caderno poderia propor também uma discussão sobre quais são as atitudes do homem que contribuem para problemas como a chuva ácida e o efeito estufa além da queima do carvão, por exemplo.

Por fim, a última situação de aprendizagem do primeiro semestre do primeiro ano do Ensino Médio tem como tema o *Modelo Atômico de Dalton - Ideias sobre a constituição e a transformação da matéria*, em suma, aborda os conceitos referentes ao modelo atômico de Dalton, levando em conta os conceitos aprendidos durante o semestre. Neste item, não encontramos situações de cotidiano contextualizadas ao conteúdo estudado.

Segundo Semestre

Analisando a Proposta do Estado de São Paulo, do terceiro e quarto bimestre do primeiro ano (SÃO PAULO, 2012, p.135-137), o conteúdo pretendido divide-se em quatro grandes temas, listados a seguir:

Metais – processos de obtenção;

Representação de transformações químicas;

Metais – processos de obtenção e relações quantitativas,

Relações quantitativas envolvidas na transformação química.

Nesse volume os conteúdos trabalhados estão distribuídos em oito Situações de Aprendizagem como pode-se observar na figura a seguir:

Figura 4 - Sumário do Caderno do Aluno do Primeiro ano do Ensino Médio
(volume 2)

Situações de Aprendizagem	9
Situação de Aprendizagem 1 – A linguagem química e a construção histórica da tabela periódica	9
Situação de Aprendizagem 2 – Processos de obtenção do ferro e do cobre: interpretação das reações químicas	18
Situação de Aprendizagem 3 – Como prever as quantidades ideais de reagentes e produtos envolvidos numa transformação química?	28
Situação de Aprendizagem 4 – Metais e o sistema produtivo	41
Situação de Aprendizagem 5 – Quantidade de matéria e sua unidade (mol)	52
Situação de Aprendizagem 6 – Previsão das quantidades de reagentes e de produtos nas transformações químicas	62
Situação de Aprendizagem 7 – Energia liberada ou absorvida nas transformações químicas	73
Situação de Aprendizagem 8 – Impactos sociais e ambientais decorrentes da extração de matérias-primas e da produção de ferro, cobre e outros metais	78

Fonte: Caderno do Aluno do Estado de São Paulo, 2017.

Na *Situação de Aprendizagem 1*, intitulada *A linguagem química e a construção histórica da tabela periódica*, é proposto aos alunos os símbolos e as fórmulas químicas; os números de átomos das moléculas e como se deu a construção da tabela periódica e sua evolução até chegar na tabela que existe hoje.

Durante este percurso o Caderno dificilmente se utiliza do contexto para facilitar a aprendizagem do aluno, como por exemplo, ao caracterizar o número de átomos de determinadas substâncias, tais como, HCl, NaOH, Ca(OH)_2 , o texto não tenta relacionar essas substâncias ao dia a dia do aluno, como por exemplo, indicar que HCl é o ácido responsável pela digestão de alimentos no ser humano, ou como NaOH, chamada popularmente de soda cáustica, responsável pela fabricação de sabão, a

qual muitas das avós e mães desses alunos devem produzir em casa, ou $\text{Ca}(\text{OH})_2$, hidróxido de cálcio que pode ser usado para tratamento de água, produção de gesso, argamassa, etc.

Além de caracterizar alguns átomos, como o de Zinco e Magnésio, o Caderno não faz menção do papel biológico desses metais no funcionamento do organismo humano, por exemplo. Fica a critério do professor ou do aluno fazer a contextualização.

Na *Situação de Aprendizagem 2: Processos de obtenção do ferro e do cobre: interpretação das reações químicas*, o foco está no processo siderúrgico de transformação do minério em metal por meio da utilização dos conceitos referentes às reações de combustão completa e incompleta.

O Caderno orienta o professor a junto com os alunos identificar os objetos do dia a dia que são constituídos de cobre, ferro e aço e essa é o único momento que o cotidiano permeia a aprendizagem, posteriormente, o capítulo se aprofunda nas equações químicas de balanceamento que fazem parte do processo industrial de obtenção destes metais.

A *Situação de Aprendizagem 3* intitulada *como prever as quantidades ideais de reagentes e produtos envolvidos numa transformação química?* Tem como objetivo determinar as proporções de número de partículas, de massa, e energia das transformações químicas. Este capítulo aborda questões quantitativas e a inserção deste tema no cotidiano não se fez presente.

A *Situação de Aprendizagem 4* sobre *Metais e o sistema produtivo*, tem como escopo caracterizar outros metais que não foram citados anteriormente, como alumínio, zinco, ouro e chumbo, relacionando suas propriedades e aplicações aos aspectos geográficos, socioeconômicos e tecnológicos. Para isto, o material desenvolve a caracterização os metais presentes dentro de uma lâmpada incandescente, como tungstênio, cobre, ferro, chumbo e estanho.

Posteriormente, o Caderno utiliza-se de exemplos de objetos do dia a dia que são constituídos de metais, como anel e portão. O material propõe também a visita à um ferro-velho, como uma pesquisa de campo, para entender como funciona a reciclagem e a comercialização dos metais coletados e o ciclo de vida útil dos mesmos buscando fazer uma reflexão sobre a importância da reciclagem para o meio ambiente.

Na *Situação de Aprendizagem 5 sobre quantidade de matéria e sua unidade (mol)* são introduzidos os conceitos de mol, massa molar e quantidade de matéria. Antes de iniciar o conteúdo o material sugere a apresentação de trabalhos sobre determinados metais, mencionando suas características, aplicações na indústria e no cotidiano. A partir de então, inicia-se o conteúdo proposto de forma interessante, o caderno tenta relacionar de forma introdutória utilizando-se de grãos de arroz, feijão e milho categorizando-os como átomos e, a partir daí introduzir os conceitos de matéria, massa molecular, mol e quantidade de moléculas.

A Situação de Aprendizagem 6 recebe o título de *previsão de quantidades de reagentes e de produtos nas transformações químicas*. Neste capítulo, são trabalhados os cálculos estequiométricos utilizando-se como pano de fundo as reações que ocorrem para obtenção de ferro e cobre nos processos siderúrgicos, apenas.

No penúltimo tema do segundo semestre do primeiro ano sobre a *Energia liberada ou absorvida nas transformações químicas* o objetivo é realizar previsões quantitativas da energia envolvida nas transformações químicas.

Um objeto de estudo do dia a dia interessante para o aluno é o experimento da reação química de liberação de calor que ocorre entre o alumínio e a soda cáustica (NaOH), questionando o aluno, posteriormente, se o hidróxido de sódio pode ser guardado em um recipiente de alumínio, esperando assim que o aluno responda negativamente, pois haveria corrosão do alumínio podendo lesionar quem estivesse manuseando este recipiente.

A última *Situação de Aprendizagem* é sobre os *Impactos sociais e ambientais decorrentes da extração de matérias-primas e da produção de ferro e cobre e outros metais*. O capítulo traz em destaque os impactos ambientais e sociais decorrentes da mineração de ferro e cobre, como por exemplo, o assoreamento de rios mudando o percurso das águas; além das explosões de jazidas devido a utilização do carvão. O material utiliza um poema de Carlos Drummond de Andrade intitulada *A Montanha Pulverizada* sobre o impacto ambiental da jazida de Itabira em Minas Gerais.

O Caderno do aluno poderia propor também uma atividade na qual os alunos poderiam pesquisar sobre tipos de exploração mineral e/ou vegetal na região em que vivem e prever seus impactos ambientais, sociais e econômicos.

- ✓ Resumo sobre a contextualização do cotidiano encontrada no primeiro ano do Ensino Médio

Para apresentar de forma mais sintética a contextualização do cotidiano encontrada nas dezoito Situações de Aprendizagem do primeiro ano do E.M. montamos um quadro com as S.A., o conteúdo químico aprendido e como a contextualização é realizada.

Quadro 1 – Situações de contexto cotidiano presentes no Caderno do 1º ano do E.M.

Volume 1	S.A.	Tema	Conteúdo Químico	Contexto
	1	Cal	Conceitos básicos de transformação química	Produção e uso da cal na construção civil
	2	Interações e Transformações Evidências de reação	Transformações químicas e físicas/evidências	Queima da vela, oxidação de um portão, amadurecimento de uma fruta, descoloração de uma roupa com água sanitária.
	3	Fatores que podem ser analisados nas interações e transformações químicas	Reversibilidade das transformações e reações exo e endotérmicas.	Apodrecimento da maçã, cozimento de um ovo, queima do álcool no carro, produção do cimento
	4	A Produção do álcool combustível e do Ferro	Transformações químicas	Produção do ferro e aço pela siderurgia e reações envolvidas na produção do etanol a partir da cana-de-açúcar.
	5	Reconhecer reações químicas quando não há evidências	Reações que liberam CO_2 , T_{eb} e T_{f} , densidade e solubilidade	Calcinação do calcário em cal (bolhas de CO_2); T_{eb} , T_{f} e solubilidade quando se adiciona sal de cozinha à água, diferença de densidade de uma barra de ferro e algodão

	6	Separação de misturas	Separação de misturas	Misturas: água e álcool e água e cal.
	7	Combustíveis e combustão no dia a dia e no sistema produtivo	Reações de combustão	Combustão do carvão para a produção da cal e do ferro; energia liberada nos combustíveis: lenha, etanol, gasolina; vantagem econômica da gasolina ou do álcool.
	8	Relações de massa nas transformações químicas	Conservação de massa e proporcionalidade dos reagentes	Queima do papel e palha de aço.
	9	As implicações socioambientais da produção e do uso de combustíveis	Produção e o uso de combustíveis através da extração de carvão vegetal e minerais; problemas ocasionados pela emissão de gases provenientes da combustão destes combustíveis	Chuva ácida e efeito estufa; problematização sobre a instalação de uma siderúrgica de ferro em uma reserva ambiental.
	10	Modelo Atômico de Dalton	Modelo Atômico de Dalton	—
	1	Linguagem química e tabela periódica	Símbolos, fórmulas químicas; números de átomos das moléculas; tabela periódica	—
	2	Processos de obtenção do ferro e do cobre	Reação de combustão completa e incompleta, balanceamento	Quais objetos do dia a dia são constituídos de cobre, ferro e aço. Estudo das reações químicas para produção de ferro e cobre.

Volume 2	3	Como prever quantidades ideais reagentes e produtos numa reação química	Proporções de número de partículas, de massa, e energia das transformações químicas.	—
	4	Metais e sistema produtivo	Estudo dos metais: alumínio, zinco, ouro, chumbo, entre outros.	Metais presentes na lâmpada incandescente; onde encontra-se esses metais no dia a dia; visita ao ferro-velho (reciclagem)
	5	Quantidade de matéria	Mol, massa molar	Utilização de grãos de feijão, milho para facilitar a aprendizagem do conteúdo.
	6	Previsão das quantidades de reagentes e produtos na transformação química	Cálculo estequiométrico	Utilização das reações de obtenção do ferro e cobre.
	7	Liberação e absorção de energia nas reações	Reações de endo e exotérmicas	Reação entre alumínio (recipiente) e soda cáustica
	8	Impactos sócio-ambientais da exploração de ferro e cobre e outros metais	Mineração de ferro e cobre	Assoreamento de rios, explosões com carvão.

Fonte: Autora.

Segundo ano do Ensino Médio

O segundo ano do ensino médio também é dividido em dois volumes e os conteúdos que serão estudados estão distribuídos em vinte Situações de Aprendizagem, que serão analisadas a seguir.

Primeiro Semestre:

Analisando a Proposta Curricular do Estado de S.P. de química do primeiro semestre do segundo ano do Ensino Médio é possível listar os conteúdos pretendidos:

Água e seu consumo pela sociedade;

Propriedades da água para o consumo humano;

Relações quantitativas envolvidas nas transformações químicas em soluções,

Comportamento dos materiais e os modelos de átomo.

Esses conteúdos estão distribuídos em doze Situações de Aprendizagem como podemos observar na figura do sumário, a seguir:

Figura 5 - Sumário do Caderno do Aluno do Segundo ano do Ensino Médio
(volume 1)

Situação de Aprendizagem 1 – Propriedades da água para consumo humano	9
Situação de Aprendizagem 2 – Dissolução de materiais em água e mudança de suas propriedades	19
Situação de Aprendizagem 3 – Concentração de soluções	31
Situação de Aprendizagem 4 – Utilizando a grandeza quantidade de matéria para expressar a concentração de soluções	41
Situação de Aprendizagem 5 – Oxigênio dissolvido na água: uma questão de qualidade	47
Situação de Aprendizagem 6 – Tratamento da água: uma questão de sobrevivência	54
Situação de Aprendizagem 7 – As quantidades em transformações que ocorrem em solução: um cálculo importante no tratamento da água	61
Situação de Aprendizagem 8 – Como o ser humano utiliza a água? Podemos interferir nos modos como a sociedade vem utilizando a água?	66
Situação de Aprendizagem 9 – Explicando o comportamento de materiais: modelos sobre a estrutura da matéria	70
Situação de Aprendizagem 10 – Explicando o comportamento de materiais: as ligações entre átomos, íons e moléculas	97
Situação de Aprendizagem 11 – Transformações químicas: uma questão de quebra e formação de ligações	119
Situação de Aprendizagem 12 – Representando a energia envolvida nas transformações: o uso de diagramas de energia	127

Fonte: Caderno do Aluno do Estado de São Paulo, 2017.

A Situação de Aprendizagem 1 denominada *Propriedades da água para o consumo humano* aborda os conceitos de pureza e potabilidade utilizando como contexto a escassez de água tratada, mau uso e desperdício, e as atitudes individuais e coletivas para minimizar esses contextos.

Para isso, o Caderno, inicialmente, faz uso de dois textos para elucidar a diferença entre água pura e a água potável. Neles são abordadas as características físico-químicas da água pura; os possíveis contaminantes presentes na água potável, bem como os componentes que podem afetar sua qualidade organoléptica (mercúrio; arsênio; chumbo; etc.), além das origens e dos prejuízos que estes componentes podem causar aos seres humanos. O texto também traz os parâmetros microbiológicos de potabilidade da água para o consumo humano.

Como exercício, o Caderno solicita aos alunos que discutam sobre o que é uma água contaminada, por que não se deve bebê-la e quais os danos que ela pode provocar no organismo. Em outro exercício é solicitado que se explique por que não é recomendado o uso de panelas de alumínio para o cozimento de alimentos, justificando a migração deste elemento ao alimento, porém um estudo brasileiro sobre este assunto, comprovou que a migração de alumínio da panela para os alimentos, considerando-se uma dieta diária, é de 3% do valor diário permitido¹⁶, está questão, portanto, deveria ser reformulada utilizando-se dados mais atuais.

Para finalizar a Situação de Aprendizagem, um último exercício sugerido pelo material propõe aos alunos analisarem amostras de água, através de uma dada tabela, a qual contém a concentração de várias espécies químicas, avaliando-se assim, a potabilidade da água.

A Situação de Aprendizagem 2: *Dissolução de materiais em água e mudança de suas propriedades* irá trabalhar os conceitos de calor específico; densidade; temperatura de ebulição da água com a presença de solutos, solubilidade e outras propriedades.

O Caderno inicia os conteúdos sugerindo um experimento de teste de solubilidade do sulfato de cobre pentaidratado em água, considerando-se diferentes

¹⁶ DANTAS, Sílvia Tondella et al. Determinação da dissolução de alumínio durante cozimento de alimentos em panelas de alumínio. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 27, n. 2, p. 291-297, Junho, 2007. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612007000200014&lng=en&nrm=iso>.

concentrações, para isso, o material orienta o aluno a observar e anotar as características de cada solução (intensidade do azul) e se há a ocorrência de precipitado. Este experimento apresenta caráter ilustrativo, já que o foco é a observação da variação da cor da solução conforme modifica-se a concentração do sal.

Utilizando-se do conceito de solubilidade, o Caderno propõe um exercício para o aluno analisar porquê uma solução saturada de sulfato de bário utilizada no exame radiológico gastrointestinal não é letal ao ser humano.

Sobre o conceito de calor específico faz-se uma relação entre o calor específico da água e a variação de temperatura nos ambientes aquático e terrestre. Ao conceituar densidade, o Caderno utiliza-se da problematização sobre o que ocorre com a vida de um lago se a densidade do gelo for maior que a da água líquida a 0°C. E, sobre o conceito de condutibilidade, o material faz uso do exemplo do porquê da diferença de condutibilidade da água do mar e de uma água destilada.

No item sobre como a presença do soluto pode afetar as propriedades do solvente, o Caderno problematiza o experimento sobre a adição de sal na água até fazer um ovo boiar¹⁷; e relaciona a alta salinidade da água do Mar Morto com a densidade (por que as pessoas boiam no Mar Morto?), temperatura de ebulição e a vida de peixes nesse sistema.

A Situação de Aprendizagem 3 vai trabalhar com o conceito de *Concentração de Soluções*, através do conteúdo de unidades de concentração: % massa; g. L⁻¹ e ppm. O Caderno retoma o tema de água potável, inserindo uma tabela com alguns elementos que podem ser encontrados na água e para exemplificar utiliza um rótulo de uma garrafa de água mineral e solicita aos alunos que analisem as concentrações determinadas no rótulo. Outra série de exercícios são propostos, como o caso da relação da concentração do componente ativo de medicamentos, discutindo a importância de conhecer a composição do medicamento e a dose certa recomendada pelo médico.

Para o conceito de concentração em unidade de % de massa, utiliza-se como exemplo as concentrações do ácido acético no vinagre, cloreto de sódio no soro fisiológico e a concentração do cloro na água sanitária. E, para finalizar, na

¹⁷ Esta questão foi utilizada no questionário aplicado aos licenciandos.

determinação da concentração em ppm, propõe como exemplo, cálculos da concentração do mercúrio na truta considerando o limite tolerado internacionalmente.

A Situação de Aprendizagem 4 intitulada *Utilizando a grandeza quantidade de matéria para expressar a concentração de soluções*, irá trabalhar os conteúdos: conceito de quantidade de matéria (mol) e concentração em mol.L⁻¹.

Inicialmente, é retomado o conceito de mol e são propostos exercícios que determinem a quantidade de partículas de cloreto de sódio em determinada quantidade de sal de cozinha. Mais uma vez, é utilizado o rótulo da água mineral e, a partir da concentração de Ca²⁺, pede-se ao aluno que determine a quantidade de partículas deste íon na água. Por fim, aplicando-se o conceito de concentração, é solicitado ao aluno que determine a concentração em mol/L dos elementos são constitutivos da água do mar.

Na Situação de Aprendizagem 5: *Oxigênio dissolvido na água: uma questão de qualidade*, os conteúdos discutidos são: a solubilidade do O₂ em água; concentração em mol/L e a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO).

Para iniciar o conteúdo, o Caderno do Aluno faz uso de duas reportagens. A primeira reportagem relata a morte de peixes de um lago artificial devido à falta de oxigênio na água e, a segunda reportagem, discorre sobre a notícia da morte de peixes em um rio devido ao aumento da temperatura da água, ocasionando a elevação de quantidade de microrganismos e, conseqüentemente, a diminuição da concentração de oxigênio dissolvido, introduzindo-se, assim, o conceito de DBO.

Ao final desta Situação de Aprendizagem, é sugerido como atividade, uma pesquisa sobre os corpos d'água da região em que os alunos vivem e o tipo de produtividade existente ali. É também recomendado uma visita ao Departamento de água e esgoto para realização de uma entrevista com o responsável pelo controle da qualidade da água da cidade.

A Situação de Aprendizagem 6 é intitulado: *Tratamento de água: uma questão de sobrevivência*. Os conteúdos propostos por esta seção discorrem sobre as etapas de tratamento da água.

Primeiramente, é solicitado ao aluno que pesquise sobre as etapas de tratamento da água na Estação de Tratamento de água do Estado de São Paulo. Com o intuito de conscientizar os alunos sobre a importância do tratamento de água, apresenta-se a eles uma atividade para que montem um dispositivo de filtragem da água utilizando-se pedra, areia e carvão. Assim, também é apresentado aos alunos

um experimento para a realização do tratamento de água, utilizando-se os procedimentos de peneiração; pré-cloração; floculação e filtração. E, ao final, o Caderno propõe o roteiro de visita à estação de tratamento de água.

A Situação de Aprendizagem 7 tem como tema *As quantidades em transformações que ocorrem em solução: um cálculo importante no tratamento de água*. Os conteúdos abordados são: as relações quantitativas de massa e de matéria (mol) nas transformações químicas que ocorrem em soluções.

A partir das reações químicas que ocorrem durante as fases do tratamento de água, discutidas na situação de aprendizagem anterior, é proposto por meio de exercícios uma série de cálculos, que em sua maioria, tem a intenção de fazer com que os alunos determinem as quantidades de reagentes necessários para uma determinada quantidade de água a ser tratada.

Na Situação de Aprendizagem 8: *Como o ser humano utiliza a água? Podemos interferir nos modos como a sociedade vem utilizando a água?* Os conteúdos propostos são: a poluição ambiental; responsabilidades legais e pessoais; usos da água e sua preservação.

O Caderno orienta para que sejam discutidos temas sobre os conteúdos propostos por meio de textos ou outros materiais que deverão ser recomendados pelo professor e/ou pelos próprios alunos. Porém, o material também traz alguns links de textos que podem ajudar o professor nessa Situação e, cujos temas são a preservação da água e qualidade da água.

A Situação de Aprendizagem 9, tem como tema: *Explicando o comportamento de materiais: modelos sobre a estrutura da matéria* e apresenta como conteúdos a natureza elétrica da matéria; condutibilidade elétrica dos materiais, isolantes e condutores.

Inicialmente, o Caderno orienta o professor a questionar os alunos e contextualizar com o cotidiano deles alguns fatos que demonstrem a relação entre a matéria e a eletricidade como, por exemplo, o relâmpago que acompanha o raio; a luz emitida pelo filamento de cobre da lâmpada; pilhas de uma lanterna; o choque ao tocar em fio descoberto de uma instalação elétrica, etc.

É sugerido para que seja montado um dispositivo de teste de condutibilidade com diferentes soluções (água e sal, água e açúcar; água potável, etanol, cobre, zinco) e como atividade pede-se aos alunos que discorram sobre a produção de luz e sua intensidade conforme cada solução.

Posteriormente, para explicar a condutibilidade de alguns materiais, o Caderno traz os conteúdos de modelos atômicos de Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr sem construir inserções que envolvam o cotidiano dos alunos.

A Situação de Aprendizagem 10 é intitulada: *Explicando o comportamento dos materiais: as ligações entre átomos, íons e moléculas*. Os conteúdos abordados são: força de atração e de repulsão elétrica, ligação química, localização dos metais e não metais na tabela periódica.

Inicialmente, o Caderno usa uma tabela com as propriedades do sal de cozinha e do açúcar para discutir ligação covalente, iônica e metálica, problematizando questões envolvam a condutibilidade elétrica do sal em solução aquosa e o fornecimento de energia utilizando-se compostos orgânicos como gás de cozinha e da gasolina.

O material sugere um experimento de crescimento de cristal, utilizando-se o cloreto de sódio e solicita ao aluno que compare este procedimento com a formação de salinas, dando como exemplo a salina de Cabo Frio no Rio de Janeiro.

Ao conceituar ligação metálica, usa o clássico exemplo do ferro, destacando onde ele é encontrado e utilizado. Com uma tabela-ficha a qual apresenta algumas substâncias (KCl, $MgCl_2$, $BaCl_2$) com a descrição de suas propriedades, aplicações na indústria e no cotidiano solicita aos alunos que reconheçam as diferenças e similaridades dessas substâncias, bem como os tipos de ligações, por meio da localização dos átomos dos compostos na tabela periódica.

Na penúltima Situação de Aprendizagem intitulada *Transformações químicas: uma questão de quebra e formação de ligações*, os conteúdos pretendidos são: ligação química; modelo explicativo para a transformação química; energia de ligação; modelo explicativo para transformações químicas exotérmicas e endotérmicas. Para trabalhar esses conteúdos o Caderno faz uso de poucos exemplos do cotidiano, utilizando-se de alguns gases (metano – no gás natural e o propano – GLP) para que sejam realizados nos cálculos de energia de formação.

A última Situação de Aprendizagem do primeiro semestre do segundo ano é nomeado: *Representando a energia envolvida nas transformações: o uso de diagramas de energia*. Os conteúdos pretendidos nesta seção são diagramas de energia; calor de reação; reação endotérmica e exotérmica. O Caderno não faz uso do contexto cotidiano, utiliza-se apenas de alguns compostos para determinar valores de ΔH .

Segundo semestre:

Analisando a Proposta Curricular do Estado de S.P. de química do segundo semestre do segundo ano do Ensino Médio, é possível listar quais são os conteúdos pretendidos:

O comportamento dos materiais;

Relações entre propriedades das substâncias e suas estruturas;

Interações interpartículas e intrapartículas e algumas propriedades dos materiais;

Metais e sua utilização em pilhas e na galvanização;

Relação entre a energia elétrica e as estruturas das substâncias em transformações químicas,

Reatividade de metais;

Explicações qualitativas sobre as transformações químicas que produzem ou demandam corrente elétrica;

Conceito de reações de oxirredução.

No Caderno os conteúdos estão distribuídos em oito Situações de Aprendizagem como observamos no sumário a seguir:

**Figura 6 - Sumário do Caderno do Aluno do Segundo ano do Ensino Médio
(volume 2)**

Situação de Aprendizagem 1 – Forças de interação entre partículas que compõem os estados sólido, líquido e gasoso	10
Situação de Aprendizagem 2 – Forças de interação entre partículas e substâncias macromoleculares	33
Situação de Aprendizagem 3 – A pressão atmosférica e sua influência na temperatura de ebulição das substâncias	35
Situação de Aprendizagem 4 – Síntese de ideias sobre a transformação química	46
Situação de Aprendizagem 5 – Aplicações das transformações químicas que ocorrem com o envolvimento de eletricidade	52
Situação de Aprendizagem 6 – Estudando o processo da eletrólise	57
Situação de Aprendizagem 7 – Como funcionam as pilhas	66
Situação de Aprendizagem 8 – Impactos ambientais relacionados ao uso de pilhas e baterias e ao processo de eletrólise	80

Fonte: Caderno do Aluno do Estado de São Paulo, 2017.

A primeira Situação de Aprendizagem é intitulada *Forças de interação entre partículas que compõem os estados sólido, líquido e gasoso*, cujos conteúdos pretendidos são estudar as interações entre íons, átomos e moléculas: volatilidade, temperatura de fusão e de ebulição e forças de interação. Segundo o Caderno, nesta situação:

Os estudantes são convidados a analisar como as propriedades físicas – estado físico, temperatura de fusão e de ebulição e condutibilidade – estão relacionadas à estrutura microscópica das substâncias e à intensidade das forças de interação (atrações e repulsões interatômicas e intermoleculares e interiônicas) que as mantêm unidas. (SÃO PAULO, 2017, p.10).

Ao iniciar o conteúdo, é introduzido um pequeno texto das Professoras Maria Eunice Ribeiro Marcondes e Yvone Mussa Espiridião sobre o ciclo hidrológico no Planeta com as respectivas mudanças de estado físico da água. O objetivo do texto, é solicitar aos alunos que representem microscopicamente (por meio de desenhos) como as moléculas de água estão dispostas nos três estados físicos. A seguir, o Caderno utiliza como exemplo o sal de cozinha (NaCl) para inserir o conteúdo sobre os tipos de ligações e suas características nos diversos tipos de estado físico. Sendo

assim, é solicitado aos alunos que esquematizem como é o rearranjo dos átomos de Na^+ e Cl^- em um cristal de sal.

No caminhar do texto, o Caderno lista várias substâncias para que sejam relacionados com os tipos de ligação presentes nelas (ligação de hidrogênio; dipolo-dipolo e forças de London). Então, é realizada a inter-relação dos conceitos de volatilidade, temperatura de ebulição de hidrocarbonetos de maior e menor massa molecular para entender essa diferenciação e contextualizar esse conteúdo com um texto que discute a variação da composição da gasolina em regiões mais quentes ou frias, garantindo assim o melhor aproveitamento do combustível.

A última atividade realizada na primeira situação de aprendizagem envolve o conceito de ligação de hidrogênio e as propriedades da água. É desta atividade que retiramos a questão número três do questionário aplicado aos Licenciandos, nela foi proposto um desafio no qual os alunos deveriam desenhar a nível microscópico a dissolução do sal de cozinha em água.

Ao final, como avaliação de aprendizagem o material propõe aos estudantes que discorram sobre a solubilidade em água de alguns compostos dando como exemplos, a glicose, glicerina, ácido láurico e ácido fórmico, neste último, é inserido a informação de que este ácido é componente do óleo de coco.

A *segunda Situação de Aprendizagem* é denominada *Forças de interação entre partículas e substâncias macromoleculares*, cujos os conteúdos a serem trabalhados são sólidos covalentes, macromoléculas: diamante, grafita, sílica e silicatos (vidros, cerâmicas, etc.)

Como única atividade, o material sugere que seja realizada pelos alunos uma pesquisa inicial sobre os sólidos covalentes citados acima. A pesquisa deve incluir além das propriedades físicas e químicas, também o uso desses materiais na sociedade, seus aspectos econômicos e impactos ambientais relativos à sua produção e extração.

A *Situação de Aprendizagem 3* nomeada *Pressão atmosférica e sua influência na temperatura de ebulição das substâncias*. Os conteúdos abordados são: interações interpartículas, pressão de vapor e temperatura de ebulição e evaporação.

Com o objetivo de construção de um modelo explicativo para a variação da temperatura de ebulição com a pressão, usando como exemplo o cozimento de um ovo, o material sugere ao professor que introduza alguns dados sobre a variação das

temperaturas de ebulição em diferentes cidades, como São Paulo e Praia Grande (SP); Campos do Jordão (SP) e Rio de Janeiro.

Em determinada parte do conteúdo solicita-se aos alunos que descubram a altitude da cidade em eles moram e a partir da leitura de gráficos calculem a temperatura em que a água entrará em ebulição.

Ao final, da situação de aprendizagem, é proposto um desafio aos alunos. Inicialmente é apresentado um texto sobre a substância denominada Glicerol (glicerina), suas propriedades, a estrutura molecular, o seu uso pela sociedade, seu valor de mercado, além do seu processo de purificação. Utilizando os dados do texto, o Caderno pretende que os alunos discutam sobre qual seria a vantagem para uma indústria reduzir a pressão de um sistema para fazer a destilação da glicerina.

A *quarta Situação de Aprendizagem* tem o título de *Síntese de ideias sobre a transformação química* e tem por escopo sintetizar os conceitos tratados sobre as transformações químicas e as propriedades das substâncias, aprendidos no primeiro ano do ensino médio e relacionar os aspectos macroscópicos e microscópicos de formação destas. Para isto, o material solicita que sejam montados diagramas com os conjuntos de palavras oferecidos, que, por sua vez, estas palavras estão relacionadas com o processo de transformação química.

O contexto é utilizado por meio de exercícios retirados dos principais vestibulares do país, como por exemplo, o exercício que relaciona o uso da panela de pressão com a rapidez do cozimento de alimentos.

A *Situação de Aprendizagem 5* tem como tema: *Aplicações das transformações químicas que ocorrem com o envolvimento de eletricidade*. Os conteúdos trabalhados nesta situação são as aplicações das transformações que ocorrem com envolvimento de eletricidade – pilhas e eletrólise.

A principal atividade desta situação é a interpretação de um texto sobre transformações químicas e eletricidade, cujo conteúdo envolve as aplicações da eletricidade no nosso dia a dia, como baterias dos celulares e funcionamento de eletrodomésticos, além de um esquema sobre a produção do alumínio (presente nestes equipamentos) por meio da eletrólise. No texto também há a menção dos impactos ambientais e para a população causados pelo descarte incorreto da pilha.

A *sexta Situação de Aprendizagem* é denominada: *Estudando o processo de eletrólise*. Os conteúdos apresentados são eletrólise e reações de oxirredução. O objetivo do texto é a compreensão destes conceitos e para isso, utiliza-se de

experimentos sulfato de cobre e palha de aço e a interação entre placas de cobre e o sulfato de cobre. É imprescindível o uso de laboratórios nesse capítulo e, neste caso, observamos que o contexto cotidiano não se faz presente.

A *penúltima Situação de Aprendizagem* tem o objetivo de entender: *Como funcionam as pilhas*, sendo assim, os conteúdos a serem trabalhados são pilhas e reatividade dos metais.

O material pede para que o professor volte ao tema sobre pilhas explicando o sobre seu uso no dia a dia. E, após isso, propõe a construção de uma pilha de Daniel, o objetivo deste experimento é fazer com que um cartão musical funcione e, partir dos resultados desse experimento, são introduzidos os principais conceitos sobre pilha e as reações envolvidas neste sistema. Outro experimento é adicionado ao material e seu objetivo analisar a reatividade de alguns metais em presença de soluções que contêm cátions desses metais.

Ao final da Situação de Aprendizagem o caderno sugere ao professor que discuta com os alunos sobre as aplicações de pilha seca comum, da bateria chumbo-ácido e da pilha de níquel-cádmio apresentadas pelo material até então e, também sugere uma pesquisa sobre a bateria de automóvel ser considerada uma pilha.

A última *Situação de Aprendizagem*, assim como nos outros Cadernos, é sobre os *Impactos ambientais relacionados ao uso de pilhas e baterias e o processo de eletrólise*.

Inicialmente, é introduzido um breve texto cujo título é: Existe uma bateria ideal? Esse texto aborda os pontos positivos e negativos de uma bateria, sua história e os custos ambientais relacionados ao seu descarte inadequado. A partir dele, são inseridas questões de interpretação. E, como atividade final, levando-se em consideração tudo o que foi aprendido durante o semestre, o material sugere aos alunos que assistam o filme *Narradores de Javé* (Eliane Caffé, 2003) e discutam sobre a utilização de hidrelétricas como fonte de energia.

- ✓ Resumo sobre a contextualização do cotidiano encontrada no segundo ano do Ensino Médio

Para apresentar de forma mais sintética a contextualização do cotidiano encontrada nas vinte Situações de Aprendizagem, do segundo ano do E.M.,

montamos um quadro com as S.A., o conteúdo químico aprendido e como a contextualização é realizada.

Quadro 2 - Situações de contexto cotidiano presentes no Caderno do 2º ano do E.M.

	S.A.	Tema	Conteúdo Químico	Contexto
	1	Propriedades da água para o consumo humano	Pureza, potabilidade	Escassez de água tratada, mau uso e desperdício e as atitudes individuais e coletivas para resolver estes problemas.
	2	Dissolução de materiais em água e mudança de suas propriedades	Calor específico; densidade; temperatura de ebulição da água com a presença de solutos, solubilidade e outras propriedades.	Cálculo da solubilidade do Sulfato de bário utilizado em exames gastrointestinal; calor específico da água em ambientes aquáticos e terrestre; densidade do gelo e da água líquida; condutibilidade da água do mar; aumento da densidade da água quando se adiciona sal de cozinha (ovo boia e Mar morto)
	3	Concentração de Soluções	Concentração em % de massa	Concentração de sais no rótulo da água mineral; concentração de componentes ativos dos medicamentos, de ácido acético no vinagre, NaCl no soro fisiológico, cloro na água sanitária, mercúrio na truta.
	4	Utilizando a grandeza quantidade de matéria para expressar a	Concentração em mol/L	Determinar a concentração de íons da água mineral e da água do mar.

Volume 1		concentração de soluções		
	5	Oxigênio dissolvido na água: uma questão de qualidade	Solubilidade de O_2 na água, concentração em mol/L e DBO	Mortandade de peixes em lagos (temperatura e O_2 na água); pesquisa sobre os lagos na região em que os alunos moram e visita ao Departamento de água e esgoto.
	6	Tratamento de água: uma questão de sobrevivência	Etapas do tratamento de água	Etapas (reações envolvidas) do tratamento da água na Estação de tratamento Do Estado do S.P. e montagem de um dispositivo de filtragem com materiais encontrados no cotidiano.
	7	As quantidades em transformações que ocorrem em solução: um cálculo importante no tratamento de água	Relações quantitativas de massa e de matéria (mol) nas transformações químicas que ocorrem em soluções.	Cálculos envolvendo as reações que ocorrem nas etapas de tratamento de água.
	8	Utilização da água pelo ser humano e soluções	Poluição ambiental; responsabilidades legais e pessoais; usos da água e sua preservação.	Legislação e preservação da água.
	9	Explicando o comportamento de materiais: modelos sobre a estrutura da matéria	Condutibilidade de materiais; modelos atômicos de Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr	Teste de condutibilidade de soluções como água e açúcar, etanol, cobre, água e sal.
	10	Explicando o comportamento dos materiais: as	Força de repulsão e atração elétrica,	Propriedades do sal de cozinha e açúcar. Crescimento do sal de

	ligações entre átomos, íons e moléculas	ligação covalente, iônica e metálica	cozinha e formação de salinas. Onde é encontrado e utilizado o ferro (ligação metálica); propriedades, aplicações na indústria e no cotidiano das substâncias KCl, MgCl ₂ , BaCl ₂ .
11	Transformações químicas: uma questão de quebra e formação de ligações	Ligação química; modelo explicativo para a transformação química; energia de ligação; modelo explicativo para transformações químicas exotérmicas e endotérmicas.	Cálculo de energia de formação do gás natural e do propano (GLP)
12	Representando a energia envolvida nas transformações: o uso de diagramas de energia	Diagramas de energia; calor de reação; reação endotérmica e exotérmica	-
1	Forças de interação entre partículas que compõem os estados sólido, líquido e gasoso	Interações entre íons, átomos e moléculas: volatilidade, temperatura de fusão e de ebulição e forças de interação	Ciclo hidrológico (estados físicos da água), variação da composição da gasolina em regiões mais quentes ou frias, dissolução do sal de cozinha em água (desenho macroscópico)
2	Forças de interação entre partículas e substâncias macromoleculares	Sólidos covalentes: diamante, grafita, sílica e silicatos	Pesquisa sobre estes sólidos covalentes (propriedade físicas e químicas, uso e aspectos sócio-

Volume 2				ambiental-econômico de sua extração.
	3	Pressão atmosférica e sua influência na temperatura de ebulição das substâncias	Interações interpartículas, pressão de vapor, temperatura de ebulição e evaporação	Diferentes temperaturas de ebulição da água e cozimento do ovo em diferentes alturas.
	4	Síntese de ideias sobre a transformação química	Síntese dos conceitos sobre transformação química	Contextualização do cotidiano através exercícios (ex: uso da panela de pressão com a rapidez do cozimento de alimentos)
	5	Aplicações das transformações químicas que ocorrem com o envolvimento de eletricidade	Pilhas e eletrólise	Aplicações da eletricidade no dia a dia (baterias do celular, eletrodomésticos); impactos ambientais pelo descarte inadequado da pilha
	6	Estudando o processo de eletrólise	Eletrólise e reações de oxirredução	—
	7	Como funcionam as pilhas	Pilhas e reatividade dos metais.	Utilização de diferentes pilhas em motores de automóveis.
	8	Impactos ambientais relacionados ao uso de pilhas e baterias e o processo de eletrólise.	Pilhas e baterias	Aspectos positivos e negativos do uso de pilhas e baterias; discussão do uso de hidrelétricas como fonte energia.

Fonte: Autora

Terceiro ano do Ensino Médio

No terceiro ano do ensino médio os conteúdos a serem aprendidos estão distribuídos em dezessete Situações de Aprendizagem que serão analisadas logo a seguir.

Primeiro semestre:

Analisando a Proposta Curricular do Estado de S.P. do primeiro semestre do terceiro ano do Ensino Médio encontramos dois grandes temas que serão trabalhados nas Situações de Aprendizagem no Caderno do Aluno durante o semestre (volume 1). E são eles:

Atmosfera como fonte de materiais para uso humano;

Biosfera como fonte de materiais para uso humano.

Estes conteúdos estão distribuídos em nove Situações de Aprendizagem como podemos observar no sumário:

Figura 7 - Sumário do Caderno do Aluno do Terceiro ano do Ensino Médio
(volume 1)

Situações de Aprendizagem 10

Situação de Aprendizagem 1 – A atmosfera pode ser considerada uma fonte de materiais úteis para o ser humano? 10

Situação de Aprendizagem 2 – Estudo da síntese e da produção industrial da amônia a partir dos gases nitrogênio e hidrogênio 20

Situação de Aprendizagem 3 – É possível alterar a rapidez com que uma transformação química ocorre? 35

Situação de Aprendizagem 4 – Como utilizar modelos microscópicos para explicar as diferenças na rapidez das transformações químicas? 48

Situação de Aprendizagem 5 – Composição das águas naturais e usos da água doce

Situação de Aprendizagem 6 – Entendendo a escala de pH 69

Situação de Aprendizagem 7 – Como saber as quantidades de produtos e de reagentes que coexistem em equilíbrio químico? 82

Situação de Aprendizagem 8 – Influência das variações de temperatura e pressão em sistemas em equilíbrio químico 94

Situação de Aprendizagem 9 – Como o ser humano usa a água do mar para sua sobrevivência? 99

Fonte: Caderno do Aluno do Estado de São Paulo, 2017.

Os temas a serem trabalhados no terceiro ano do ensino médio foram divididos em nove Situações de Aprendizagem que serão descritas a seguir.

Na *primeira Situação de Aprendizagem: A atmosfera pode ser considerada uma fonte de materiais uteis para o ser humano?* Os conteúdos discutidos são: composição média do ar atmosférico; obtenção do oxigênio, do nitrogênio e dos gases nobres por destilação fracionada do ar atmosférico; diversos usos do oxigênio, do nitrogênio e dos gases nobres.

Para isto, o Caderno orienta o professor a iniciar uma tempestade cerebral nos alunos, tentando relacionar o estudo do ar atmosférico com o mundo que os cerca. Sendo assim, o professor poderia questionar os alunos sobre qual é o gás responsável pela manutenção da vida? Qual é o gás que respiramos? Qual a composição do ar

atmosférico? De onde será que vem o oxigênio puro utilizado nas mascarar de oxigênios utilizadas em pessoas com insuficiência respiratória?

A seguir, o material insere um texto sobre a composição do ar atmosférico que pretende responder as questões feitas pelo professor no início da Situação de Aprendizagem; no texto há também uma tabela com a composição do ar atmosférico; porcentagem em volume; temperaturas de fusão e ebulição destes gases.

Um outro texto é usado para o estudo do conteúdo proposto, neste, o objetivo é mostrar aos alunos como é realizada a separação dos gases presentes no ar atmosférico para uso industrial, por meio da utilização de uma torre de destilação fracionada. O material, então, seleciona algumas questões de interpretação e em umas destas questões sugere aos alunos que façam uma pesquisa sobre a utilidade dos materiais (gases) separados nesta destilação para o ser humano produzindo uma tabela com os dados coletados nessa pesquisa.

Na *segunda Situação de Aprendizagem: Estudo da síntese e da produção industrial da amônia a partir dos gases nitrogênio e hidrogênio*, o objetivo é estudar os conteúdos que se referem à síntese da amônia pelo processo Haber; influência da pressão e da temperatura no controle da rapidez e do rendimento de transformações químicas; transformações químicas reversíveis que não se completam e entram em equilíbrio dinâmico.

Após os alunos aprenderem sobre a composição do ar atmosférico e como é o processo de separação destes gases para o uso industrial, esta Situação de Aprendizagem pretende mostrar aos alunos onde estes gases podem ser utilizados.

Assim como na primeira Situação, nesta ocorre também a utilização de textos para a compreensão dos conceitos em destaque. O primeiro texto se refere à produção industrial da amônia pelo processo Haber-Bosch pela utilização do nitrogênio retirado do ar. Além de iniciar as considerações sobre o processo, o texto pontua brevemente sobre a utilização da amônia na produção agrícola e, principalmente, na indústria bélica.

Já no segundo texto, sobre a produção industrial da amônia, o destaque vai para a variação da pressão e temperatura na produção de diferentes quantidades de amônia, além de serem trabalhadas as questões envolvendo o conceito de equilíbrio químico. No último texto sobre o método Haber-Bosch para a produção da amônia, o foco é sobre o uso de catalisadores nas reações de sua produção.

Como atividade final, o material sugere que sejam realizadas pesquisas sobre o ciclo do nitrogênio relacionando com a síntese de proteínas, tipos de fertilizantes que são fabricados a partir da amônia, fazendo uma discussão sobre a importância do uso de fertilizantes. Aqui podemos fazer uma ressalva, o caderno orienta o professor que discuta só os aspectos econômicos do uso de fertilizantes e do aumento do consumo mundial por alimentos, o material poderia também dar ênfase à questão ambiental e dos perigos do consumo de fertilizante para o ser humano.

Na *Situação de Aprendizagem 3*, denominada: *É possível alterar a rapidez com que uma transformação química ocorre?* Os conteúdos a serem abordados são as variáveis que podem modificar a rapidez de uma transformação química (concentração, temperatura, pressão, estado de agregação e presença do catalisador) e os procedimentos experimentais relativos a esse estudo.

Para o estudo sobre a rapidez de uma reação química, é proposto experimentos envolvendo um comprimido efervescente antiácido e água. Para isto, é proposto aos alunos que realizem os testes da rapidez da reação, fazendo-a em água quente e fria e alterando a superfície de contato do comprimido.

Outra reação estudada é a do hidrogenocarbonato de sódio e vinagre, e para o estudo da rapidez varia-se a concentração do vinagre utilizado. E, posteriormente ao estudar as implicações destas variáveis, começa-se o estudo sobre os catalisadores. Para a utilização de contextos cotidianos, o caderno propõe uma pesquisa sobre a função e os tipos de catalisadores utilizados em automóveis no Brasil; também foi montada uma entrevista para que os alunos façam com os familiares sobre alguns fatores que podem influenciar a rapidez da degradação dos alimentos.

Na *quarta Situação de Aprendizagem*, o tema é: *Como utilizar modelos microscópicos para explicar as diferenças na rapidez das transformações químicas?* Os conteúdos trabalhados são os modelos explicativos para compreender a rapidez das transformações químicas. O Caderno propõe ao professor que estimule os alunos a pensar microscopicamente sobre alguns fenômenos observados visualmente, como por exemplo, as diferenças no rearranjo das moléculas de água em estado sólido, líquidos e gasoso.

Nesta Situação de Aprendizagem o objetivo é propor aos alunos que pensem microscopicamente por meio de algumas reações químicas que foram trabalhadas até então, como por exemplo, a reação de produção da amônia.

A *Situação de Aprendizagem 5* está intitulada como: *Composição das águas naturais e usos da água doce*. Os conceitos abordados são a distribuição de água no planeta e as características da água doce para diferentes formas de consumo.

Inicialmente é sugerido a problematização as questões do tipo:

Que tipo de água você bebe? Como é utilizada a água na sua casa? Pense nos alimentos que você consome. Você acha que foi necessário o uso de água para que eles chegassem à sua mesa? Pense nestes usos da água: abastecimento doméstico, irrigação, dessedentação (saciar a sede) de animais, recreação e lazer, abastecimento industrial e transporte. Será que toda água utilizada para essas funções deve apresentar as mesmas características? (SÃO PAULO, 2017, p. 64)

Após esta discussão é introduzida uma tabela contendo a relação entre usos da água e sua qualidade, como por exemplo, água destinada à irrigação, recreação e lazer, etc. São usadas questões que provoquem a discussão sobre o uso consciente da água e sua reutilização. Para a discussão sobre o estoque de água no Planeta e o consumo elevado da mesma é utilizada uma tabela com as informações sobre a disponibilidade de água no Planeta e seus principais consumidores. Além disso, é provocado nos alunos a discussão sobre a abundância de água em algumas regiões e a escassez dela em outras, e também uma discussão sobre o que pode ser feito para mudar esta situação (transposição do Rio São Francisco).

O título a *Situação de Aprendizagem 6* é: *Entendendo a escala de pH*. Esta Situação envolve muitos conceitos a serem trabalhados: definição de pH e a importância de seu controle – condutibilidade elétrica e autoionização da água; produto iônico da água – como explicar o $\text{pH} = 7$; conceito de equilíbrio químico; autoionização da água – explicações no nível microscópico; acidificação e alcalinização da água; transformações de neutralização entre ácidos e bases fortes – formação de sais.

Para ensinar estes conceitos o Caderno traz três textos que irão atuar como organizadores de ideias sobre a importância do controle da acidez de soluções. Os textos são: Cultivo da cevada; Análise da água da Comunidade Miriti Novo, em Alenquer e A importância do controle do pH do sangue. E, a partir destes textos inicia-se os conteúdos propostos.

Para finalizar o estudo sobre ácidos e bases busca-se fazer com que os alunos reflitam sobre práticas do dia a dia relacionadas a este estudo, como por exemplo, usar leite de magnésia para controlar a azia; correção da acidez do solo com calcário;

buracos no mármore devido ao derrame de vinagre ou suco de limão, entre outras práticas.

Na *sétima Situação de Aprendizagem: Como saber as quantidades de produtos e de reagentes que coexistem em equilíbrio químico*, os conteúdos abordados são a dissolução de ácidos e bases em água; retomada do conceito de Arrhenius; construção empírica da expressão da constante de equilíbrio químico; relação entre o valor da constante de equilíbrio e a extensão de uma transformação química; extensão da dissociação iônica – força de ácidos e de bases.

Nesta Situação não a utilização de contextos cotidianos, os aspectos abordados são somente as questões conceituais que envolvem os conteúdos.

A *penúltima Situação de Aprendizagem* estuda a *Influência das variações de temperatura e pressão em sistema de equilíbrio químico*. Sendo assim, os conteúdos abordados são perturbações no estado de equilíbrio químico provocadas por mudanças de temperatura ou de pressão.

No que se refere às mudanças de pressão em um equilíbrio químico, o material sugere uma discussão sobre a influência da pressão e a quantidade de gases dissolvidos na água na vida aquática relacionando com os dados sobre o aumento da pressão e a solubilidade de gases em líquidos. Outra relação foi feita com os cilindros de gases que os mergulhadores usam, questionando por que em grandes profundidades deve se levar em consideração o tempo de descompressão? E para responder esta questão o Caderno utiliza uma tabela que contém os dados de profundidade e tempo de parada.

Na *última Situação de Aprendizagem* do primeiro semestre do terceiro anos o tema é sobre *como o ser humano usa a água do mar para sua sobrevivência?* E para estudar este tema foram selecionados os seguintes conteúdos: processos que permitem a obtenção de produtos a partir da água do mar: separação do sal por evaporação, eletrólise ígnea do cloreto de sódio, eletrólise da salmoura e processo Solvay para obtenção do carbonato de sódio; conceitos retomados: solubilidade de sais, constante de solubilidade, eletrólise e equilíbrio químico; conceito novo: perturbação de equilíbrios químicos por mudanças nas concentrações de espécies participantes.

Inicialmente a discussão sugerida pelo Caderno é sobre quais são os materiais que podem ser extraídos da água do mar, espera-se que os alunos apenas relacionem o processo de evaporação para a obtenção do sal de cozinha. E assim, o professor

poderá fazer as considerações acerca dos outros usos do cloreto de sódio (alimentação); como é o processo de retirada do sal da água do mar e identificar as cidades que produzem sal no Brasil.

O Caderno orienta o professor para que explique sobre a lei que obriga a adição do iodo ao sal e o benefício desta adição, sugerindo ainda, uma entrevista com um nutricionista. Um diagrama é utilizado para mostrar os setores industriais que usam o sal em seus processos (Solvay), desmistificando o entendimento de senso comum de que o sal é apenas utilizado para a alimentação.

Um trabalho individual é organizado para que os alunos vão a um supermercado e encontre quais produtos de limpeza e de alimentação que utilizam como matéria-prima o cloreto de sódio. Na última atividade ocorre a discussão da dessalinização da água do mar e a obtenção de magnésio neste processo. O caderno utiliza dois textos para discutir estes assuntos sem fazer muitas problematizações sobre o tema.

Segundo Semestre:

Analisando a Proposta Curricular do Estado de S.P. de química do segundo semestre do terceiro ano do Ensino Médio listamos os conteúdos a serem estudados:

Matéria, propriedades e constituição;

Átomos e radiações;

Núcleo atômico e radiatividade;

Partículas elementares,

Eletrônica e informática.

Estes conteúdos estão distribuídos em oito Situações de Aprendizagem como podemos analisar a seguir:

Figura 8 - Sumário do Caderno do Aluno do Terceiro ano do Ensino Médio
(volume 2)

Situações de Aprendizagem 10

Situação de Aprendizagem 1 – A biosfera como fonte de materiais úteis ao ser humano 10

Situação de Aprendizagem 2 – Composição, processamento e usos do petróleo, do gás natural e do carvão mineral 12

Situação de Aprendizagem 3 – Composição, processamento e usos da biomassa 41

Situação de Aprendizagem 4 – A biosfera como fonte de alimentos para o ser humano 47

Situação de Aprendizagem 5 – Desequilíbrios ambientais causados pela introdução de materiais na atmosfera 62

Situação de Aprendizagem 6 – Poluição das águas: conhecendo para saber analisar e agir 81

Situação de Aprendizagem 7 – Perturbações na biosfera 96

Situação de Aprendizagem 8 – Contribuições para a diminuição da poluição no planeta 111

Fonte: Caderno do Aluno do Estado de São Paulo, 2017.

A *primeira Situação de Aprendizagem* intitulada *A biosfera como fonte de materiais úteis ao ser humano* tem como foco principal ensinar como os materiais são extraídos de recursos animais e vegetais fossilizados ou não.

Sendo assim, introduz os conteúdos citados e retirando as concepções prévias dos alunos sobre o assunto, como exemplo, o carvão mineral; gás natural; gasolina; hidrocarbonetos e açúcar. Cabe ao professor montar esquemas e atividades para que o tema seja discutido.

A *segunda Situação de Aprendizagem: Composição, processamento e usos do petróleo, do gás natural e do carvão mineral*, tem por escopo trabalhar os seguintes conteúdos: processos de obtenção e purificação do petróleo, do gás natural e do carvão mineral e seus derivados; utilização e importância econômica desses materiais; estrutura e nomenclatura de hidrocarbonetos; isomeria em cadeias abertas e fechadas.

Inicialmente, o material sugere que sejam realizadas pesquisas de notícias sobre jazidas de petróleo; influência desse material a economia brasileira; volume de petróleo e gás natural das reservas do Brasil e sobre a constituição da camada de pré-sal. Sugere ainda, que o aluno se posicione sobre o investimento neste tipo exploração levando-se em consideração fontes de energia alternativa.

Para entender quais são os processos envolvidos na obtenção dos derivados do petróleo o caderno coloca um texto que introduz o tema e traz algumas questões sobre por que o petróleo é considerado importante economicamente, quais são os materiais obtidos no seu refino e, em uma tabela coloca matérias obtidos (gasolinas, gás liquefeito de petróleo, eteno, propeno, querosene) e a utilização pelas industriais e sociedade.

Por fim, como segundo foco, o Caderno traz um texto sobre o gás natural e questões referentes à sua purificação, como por exemplo, os problemas ambientais que podem ser agravados se o sulfeto de hidrogênio não for eliminado deste gás.

A segunda atividade é sobre propriedade, estrutura e nomenclatura de hidrocarbonetos. Nela não há referências de contextos cotidianos.

A terceira atividade é sobre o carvão mineral como fonte de materiais e mais uma vez, um texto sobre este tema é lançado para que posteriormente o aluno responder algumas questões, dentre elas, quais são as aplicações do carvão mineral e o como o Brasil utiliza este recurso natural. O material traz também uma tabela com as principais substâncias que são produzidas a partir do carvão mineral (naftaleno, piridina, fenol, benzeno) e suas aplicações nas indústrias e na sociedade.

Nesta atividade são introduzidas as funções de compostos orgânicos, a solubilidade em água e usos e propriedades, como por exemplo, para a fabricação de espelhos utiliza-se um composto que tem um aldeído como função orgânica. Ao final da atividade algumas questões são aplicadas sobre as funções, dentre elas, pede-se para que o aluno mencione qual a função orgânica do etanol.

Na *Situação de Aprendizagem 3* o título é: *Composição, processamento e usos da biomassa*. Os conteúdos apresentados são os processos de transformação, usos sociais da biomassa e questões ambientais.

Para trabalhar estes conteúdos, primeiramente, são classificadas as matérias-primas provenientes da biomassa e depois os biocombustíveis produzidos. Como exemplo, a biomassa obtida da cana-de-açúcar, beterraba, uva e milho produz o etanol ou o bioálcool; a biomassa de óleos vegetais e gorduras animais produz o

biodiesel e materiais orgânicos como dejetos de animais produzem o biogás. E a seguir, o Caderno orienta para que sejam discutidas questões sobre a produção e utilização destes biocombustíveis (reações químicas envolvidas, vantagens e desvantagens, etc).

A *quarta Situação de Aprendizagem* é sobre *A biosfera como fonte de alimentos para o ser humano*. Os assuntos estudados são os componentes nutricionais dos alimentos; propriedades e funções orgânicas encontradas em carboidratos, lipídios e proteínas; nutrição e saúde.

A primeira atividade estuda a composição dos alimentos. O caderno orienta ao professor que a contextualização deste conteúdo seja feita através da *sondagem inicial* para que os alunos citem alimentos ricos em carboidratos, lipídios e proteínas.

Para explorar este assunto é sugerida uma atividade na qual os alunos levem embalagens de alimentos para que sejam estudados seu valor nutricional, porcentagem de carboidrato, proteínas e lipídios. O material traz duas tabelas nutricionais: presunto de peru cozido e presunto tipo *tender* para que também sejam analisados. Questões do tipo quais nutrientes devem ser evitados em uma dieta de emagrecimento são utilizadas nestas análises também.

Na segunda atividade o aluno irá estudar sobre a estrutura dos lipídios, carboidratos, proteínas, aminoácidos identificando as funções orgânicas presentes nestas estruturas e as reações químicas para obtenção destes compostos.

Para finalizar a Situação de Aprendizagem o material orienta para que o professor estimule os alunos a refletirem sobre as pirâmides alimentares e as decisões relativas à nutrição.

Nesta Situação de Aprendizagem o caderno traz a informação nutricional de dois presuntos que não são utilizados pela maioria da população (presunto de peru cozido e presunto tipo *tender*), poderia ser utilizado as informações nutricionais de outros alimentos mais populares e de menor valor econômico. Sobre a pirâmide alimentar, não há nenhuma imagem desta pirâmide cabendo ao professor e ao aluno pesquisarem sobre ela.

Na *Situação de Aprendizagem 5* sobre os *Desequilíbrios ambientais causados pela introdução de materiais na atmosfera* os conteúdos discutidos são os ciclos biogeoquímicos; regiões da atmosfera e suas características; poluentes atmosféricos e tempo de residência – seus efeitos sobre o ambiente e sobre os seres vivos; transformações químicas na atmosfera.

Os ciclos da água, do nitrogênio e do carbono são estudadas através de imagens coloridas e algumas questões sobre estes ciclos são introduzidas, destacamos as questões sobre como as atividades humanas podem estar associadas à emissão do CO₂ e quais as consequências no desmatamento para a manutenção destes ciclos. Um esquema sobre a rota do enxofre na atmosfera também é discutido, mostrando sua presença nas indústrias, nas chuvas e na decomposição de material orgânico.

Na segunda atividade o objetivo é estudar a atmosfera terrestre e sua composição e regiões. O caderno traz uma imagem dos níveis das regiões da atmosfera (troposfera, estratosfera, mesosfera, etc) com informações sobre espécies químicas presentes, temperaturas, veículos que conseguem sobrevoar cada região. E, ao final, o aluno é orientado a pesquisar sobre os fenômenos meteorológicos dessas regiões.

Na terceira atividade a discussão é sobre os poluentes atmosféricos. Para contextualizar o assunto o Caderno usa uma tabela com os episódios de poluição do ar que causaram morte de pessoas como os *Smogs* (mistura de fumaça e neblina) na Inglaterra que mataram mais de 2000 pessoas. Outra tabela traz alguns poluentes e suas fontes antropogênicas como por exemplo, SO₂ proveniente de termelétricas e queima de combustíveis fósseis e o estudo das consequências e danos da emissão destes poluentes na atmosfera, como a chuva ácida.

O material que seja realizado uma pesquisa junto ao site da Cetesb para que encontre os parâmetros estabelecidos para a qualidade do ar e analise o boletim das condições da qualidade do ar na região em que mora.

Outro poluente destacado é o ozônio na troposfera e para o seu estudo é utilizado um texto que contém os sintomas ocasionados por esse poluente, menciona as cidades no Estado de São Paulo onde a incidência é maior e as reações químicas que ocasionam sua liberação para a troposfera.

E para encerrar a Situação de Aprendizagem o Caderno propõe um Desafio para que sejam estudadas quais são as consequências para o ser humano da presença de monóxido de carbono no ar.

Na *sexta Situação de Aprendizagem* intitulada: *Poluição das águas: conhecendo para saber analisar e agir* tem como conteúdo a poluição das águas; tratamento de esgotos domésticos; DBO; fosfatos em águas; ciclo da água.

A primeira atividade é sobre a perturbação no ciclo da água. Inicialmente algumas questões que sugerem uma discussão sobre quais atividades da sociedade

que contribuem para a poluição do meio aquático, sejam elas domésticas, industriais e agrícolas e para sistematizar estas ideias é inserida uma tabela com os materiais introduzidos e os possíveis problemas e juntamente a isto, o caderno orienta para que os alunos produzam textos para mostrando ações para evitar a poluição das águas.

A segunda atividade tem como foco os esgotos domésticos, o tratamento e a qualidade da água. O objetivo é problematizar os conhecimentos sobre tratamento de água para uso doméstico e do esgoto doméstico.

Para introduzir o tema é utilizado um esquema sobre a composição do esgoto doméstico para a discussão das consequências do seu lançamento nos rios (discussão do conceito de DBO). É sugerida também uma pesquisa sobre as etapas de tratamento do esgoto e as reações envolvidas neste processo. O material adiciona questões para que o aluno organize uma sequência de acontecimentos após ser lançado em uma represa grande quantidade de esgoto.

Como trabalho final desta atividade é proposto um desafio, uma visita em uma estação de tratamento de esgoto, cujo objetivo é conhecer o saneamento básico da cidade em que o aluno vive.

A terceira atividade é sobre a presença de íons fosfato na água devido ao uso de sabão e detergentes, agrotóxicos e fezes despejadas nos rios e partir desta temática o caderno discute sobre o fosforo em composto orgânicos e os problemas decorrentes de sua presença na água.

Na última atividade desta Situação de Aprendizagem tem objetivo de lançar luz sobre alguns outros poluentes das águas, como defensivos agrícolas, metais pesados e derramamento de petróleo no mar. A sugestão é para que os alunos elaborem trabalhos com estes temas.

A *penúltima Situação de Aprendizagem* discute as *Perturbações na Biosfera* e os conteúdos propostos são bioacumulação de pesticidas (DDT); síntese do DDT; pesticidas organofosforados e carbamatos; diferentes plásticos: PET, PEAD, PVC, PEBD, PS e outros.

A primeira atividade relaciona o uso de pesticidas (DDT) a bioacumulação, coletando dos alunos suas concepções sobre o que significa dedetizar a casa, qual veneno é utilizado. Uma imagem sobre a bioacumulação de pesticidas desde sua utilização nas plantações, caindo nos córregos até chegar nos peixes que serão consumidos por seres humanos e peixes maiores. Neste caso, o conceito de

bioacumulação, de solubilidade das moléculas de gordura e do DDT em água são trabalhados.

A questão proibição do uso de DDT também é colocado em discussão pelo Caderno, para que os alunos avaliem os pontos positivos e negativos de seu uso.

A segunda atividade é sobre o uso e reconhecimento de plásticos. Para isto um texto sobre a redução do uso de sacolas plásticas pretendido pelo Governo é utilizado para contextualizar o tema. O caderno traz dados sobre a porcentagem de plástico contido nos lixos e o tempo que demora para a degradação deste material na natureza. Outra questão trazida pelo material é a reciclagem do plástico indicando quais tipos de plástico podem ser reciclados destacando sua composição. Além disso, uma tabela com o código internacional para identificação de plásticos presentes em embalagens é analisada bem como as características físico-químicas, aplicações, comportamento quanto à inflamabilidade e sua estrutura química.

A oitava e última Situação de Aprendizagem é denominada *Contribuições para a diminuição da poluição no Planeta*. E os conteúdos discutidos são os tipos de poluição e intervenção do homem na natureza.

O caderno traz em tópicos todos os temas trabalhados durante o semestre e solicita que o aluno, orientado pelo professor, que escolha um e responda as perguntas sugeridas, por exemplo, no tema pesticida, o aluno deve discorrer sobre a substituição do adubo químico por orgânico, relacionando com os ciclos do carbono e do nitrogênio; no tema sobre Poluição do Rio Tietê: analisando a situação atual e propondo soluções, o caderno orienta para que o aluno pesquisa sobre a poluição do rio tietê, discutindo sobre proposta de melhoria na qualidade da água e sugere para que o aluno pesquise sobre o rio que corta sua cidade, caso haja.

- ✓ Resumo sobre a contextualização do cotidiano encontrada no segundo ano do Ensino Médio

Com o escopo de apresentar, de modo sintético, a contextualização do cotidiano encontrada nas dezessete Situações de Aprendizagem do terceiro ano do E.M. montamos um quadro com as S.A., o conteúdo químico aprendido e como a contextualização é realizada.

Quadro 3 - Situações de contexto cotidiano presentes no Caderno do 3º ano do E.M.

	S.A.	Tema	Conteúdo Químico	Contexto
	1	A atmosfera pode ser considerada uma fonte de materiais úteis para o ser humano?	Composição média do ar atmosférico; obtenção do oxigênio, do nitrogênio e dos gases nobres por destilação fracionada do ar atmosférico; diversos usos do oxigênio, do nitrogênio e dos gases nobres.	Ar atmosférico
	2	Estudo da síntese e da produção industrial da amônia a partir dos gases nitrogênio e hidrogênio	Síntese da amônia pelo processo Haber; cinética; rendimento de transformações químicas; equilíbrio dinâmico.	Utilização dos gases separado do ar atmosférico (N ₂); ciclo do nitrogênio; fertilizantes.
	3	É possível alterar a rapidez com que uma transformação química ocorre?	Concentração, temperatura, pressão, estado de agregação e presença do catalisado	Reação do comprimido antiácido efervescente e água (quente e fria), bicarbonato de sódio e vinagre; função de catalisadores em automóveis; fatores que influenciam a degradação de alimentos.
	4	Como utilizar modelos microscópicos para explicar as diferenças na rapidez das transformações químicas?	Modelos explicativos para compreender a rapidez das transformações químicas	-

Volume 1	5	Composição das águas naturais e usos da água doce	Distribuição de água no planeta; características da água doce para diferentes formas de consumo	Relação entre usos da água e sua qualidade (irrigação, recreação, lazer); disponibilidade de água no Planeta; principais consumidores de água; transposição do Rio São Francisco
	6	Entendendo a escala de pH	pH	Cultivo da cevada; Análise da água da Comunidade Miriti Novo, em Alenquer e A importância do controle do pH do sangue (controle da acidez nas soluções); leite de magnésia para controlar azia; correção da acidez do solo com calcário; buracos no mármore devido ao derrame de vinagre ou suco de limão.
	7	Como saber as quantidades de produtos e de reagentes que coexistem em equilíbrio químico	Dissolução de ácidos e bases em água; conceito de Arrhenius; constante de equilíbrio químico; relação entre o valor da constante de equilíbrio e a extensão de uma transformação química; dissociação iônica – força de ácidos e de bases	-
	8	Influência das variações de temperatura e pressão em sistema de equilíbrio químico	Perturbações no estado de equilíbrio químico (temperatura e pressão)	Influência da pressão e a quantidade de gases dissolvidos na água na vida aquática

Volume 2	9	Como o ser humano usa a água do mar para sua sobrevivência?	Processo que permitem a dessalinização da água mar, produtos obtidos a partir da água do mar	Obtenção do sal de cozinha e suas variadas utilizações (alimentação, processo de Solvay); adição do iodo ao sal; materiais encontrados no mercado que apresentam cloreto de sódio.
	1	A biosfera como fonte de materiais úteis ao ser humano	Materiais extraídos de recursos animais ou vegetais e de animais e vegetais fossilizados	Concepções dos alunos sobre recursos vegetais e animais fossilizados, carvão mineral, gás natural, gasolina, hidrocarbonetos, açúcar
	2	Composição, processamento e usos do petróleo, do gás natural e do carvão mineral,	Obtenção e purificação do petróleo, do gás natural e do carvão mineral; utilização e importância econômica desses materiais; estrutura e nomenclatura de hidrocarbonetos; isomeria em cadeias abertas e fechadas.	Notícias sobre jazidas de petróleo e a economia brasileira; volume de petróleo e gás natural das reservas do Brasil; materiais obtidos no refino do petróleo (gasolina, querosene); aplicações do carvão mineral e o como o Brasil utiliza este recurso natural
	3	Composição, processamento e usos da biomassa	Processos de transformação, usos sociais da biomassa e questões ambientais	Produção de etanol e bioácool proveniente da biomassa de cana-de-açúcar, beterraba, uva e milho
	4	A biosfera como fonte de alimentos para o ser humano.	Componentes nutricionais dos alimentos; propriedades e funções orgânicas encontradas em carboidratos, lipídios e proteínas; nutrição e saúde.	Análise de tabela nutricional de alimentos.

	5	Desequilíbrios ambientais causados pela introdução de materiais na atmosfera	Ciclos biogeoquímicos; regiões da atmosfera e suas características; poluentes atmosféricos e tempo de residência – seus efeitos sobre o ambiente e sobre os seres vivos; transformações químicas na atmosfera.	Desmatamento para a manutenção destes ciclos do nitrogênio e carbono; poluentes atmosféricos (smogs); parâmetros da qualidade do ar pela CETESB; consequências ambientais da emissão do CO dos combustíveis na atmosfera.
	6	Poluição das águas: conhecendo para saber analisar e agir	Poluição das águas; tratamento de esgotos domésticos; DBO; fosfatos em águas; ciclo da água	Lançamento de esgoto doméstico nos rios (DBO); etapas de tratamento de esgoto e saneamento básico; produção de sabão e detergente; agrotóxicos, tipos de poluentes de rios e mares.
	7	Perturbações na Biosfera	Bioacumulação de pesticidas (DDT); síntese do DDT; pesticidas organofosforados e carbamatos; diferentes plásticos: PET, PEAD, PVC, PEBD, PS e outros.	Pesticidas como o DDT e as questões que envolvem seu uso e legislação; redução de uso de sacolas plásticas, degradação do plástico e reciclagem
	8	Contribuições para a diminuição da poluição no Planeta.	Poluição e intervenção do homem na natureza.	Pesticidas e poluição no rio Tietê

Fonte: Autora.

A partir do que foi analisado até aqui no que tange os contextos cotidianos no Caderno do Aluno para o ensino de química, podemos concluir que foram estudadas 55 Situações de Aprendizagem e que desse total, 48 apresentam contextualização no

cotidiano para ensinar os conceitos científicos de química. Observamos também que cada Caderno apresenta um ou dois macros temas que são considerados do cotidiano dos alunos, e a partir disso, o material insere os conteúdos de química com base nesses contextos.

Podemos listar no primeiro semestre do primeiro ano do ensino médio, que os macros temas para a contextualização são a produção da cal e dos combustíveis. No segundo semestre, listamos a extração e produção de minérios, com ênfase no ferro e no cobre. Por sua vez, no primeiro semestre do segundo ano, o macro tema é a água, as suas propriedades, tratamentos e usos; já no segundo semestre, os conceitos científicos de química são analisados na perspectiva das pilhas e das baterias. Por fim, no terceiro ano, os macros temas cotidianos do primeiro semestre são a atmosfera e as propriedades da água do mar e da água doce; no segundo semestre listamos como tema principal a biosfera e o que pode ser extraído dela como, petróleo, gás natural e carvão vegetal.

O material faz uso de situações cotidianas acerca destes grandes temas, mas, na sua essência, o que ocorre com maior frequência é a utilização destes contextos como forma de exemplificar o conceito científico abordado. Nesse sentido, no Caderno do segundo ano, o conceito científico de solubilidade é exemplificado através de exames gastrointestinais que utilizam sulfato de bário. O conceito de densidade é trabalhado através das exemplificações de soluções de água e sal, usando o Mar Morto como contexto. As diferentes unidades de concentração são trabalhadas usando algumas soluções do dia a dia, tais como soro fisiológico; vinagre; água mineral, entre outras. Além disso, observamos que o contexto cotidiano muitas vezes é utilizado como exemplo em exercícios para responder sobre determinado conceito.

Contudo, também podemos destacar que o material traz em algumas situações de aprendizagem o fenômeno cotidiano como o ponto principal para se aprender o conceito científico, como é o caso do Caderno do primeiro ano. Nele, o macro tema cotidiano é a produção da cal, e os conceitos científicos em destaque são a transformação química e as evidências de reação. Então, antes de começar a trabalhar o conceito científico, o material discorre, na primeira situação de aprendizagem, sobre a produção da cal, o seu uso no cotidiano, a matéria-prima e os seus processos de produção através de reações químicas simplificadas, apenas com o nome da substância, para, em seguida, o Caderno inserir o conceito científico de

transformação química. Dessa forma, as reações que antes eram apenas com o nome da substância, agora apresentam a sua fórmula molecular.

Outro caso que podemos destacar é o fenômeno de mortandade de peixes em rios e lagos, no Caderno do segundo ano, em que o conceito científico em destaque é solubilidade do O_2 em água. Para demonstrar como o conceito científico de solubilidade é abordado, a situação de aprendizagem se inicia com reportagens de jornais sobre mortandade de peixes em uma determinada cidade brasileira e após a análise destas reportagens é inserida o conceito de DBO.

Nos exemplos supracitados, de fato ocorre a problematização do cotidiano no ensino de química, pois o conceito científico é proposto a partir de um fenômeno cotidiano e, não o contrário, ou seja, o fenômeno cotidiano usado como exemplo para entender um conceito.

Destacamos também as situações de aprendizagem que tem por escopo analisar os impactos socioambientais dos fenômenos estudados durante o semestre. Nessas situações é importante salientar a preocupação do estudo das implicações ambientais e sociais, como, por exemplo, da extração de carvão para a produção de combustíveis; extração em jazidas de ferro e cobre; descarte de pilhas e baterias, entre outros exemplos. Aqui podemos discutir que, muitas vezes, os referidos temas são trabalhados na forma de pesquisas a ser realizadas pelos alunos, na leitura de materiais e sugestões de filmes, os quais, sem dúvida auxiliam na discussão, mas que cabe ao professor, todavia, dar a profundidade adequada ao assunto, conforme as questões sociais e ambientais inseridas na realidade dos alunos.

Além do que foi analisado até agora, se faz necessário, ainda, discutir sobre a problematização do cotidiano no Caderno o Aluno. Levando-se em consideração que o material a todo momento utiliza contextos *a priori* cotidianos e que estes são trabalhados tanto como exemplificações ou como macro temas para ensinar um determinado conceito científico, nos questionamos se tais contextos de fato fazem parte do cotidiano do aluno. No referido material aparecem situações como: utilizar a produção da cal para aprender sobre transformações químicas; investigar as concepções prévias dos alunos sobre a matéria de eletricidade contextualizando-a com a produção de um raio pelo relâmpago; ensinar sobre pressão em equilíbrio químico através da descompressão de um cilindro de oxigênio usado por mergulhadores ou exemplificar solubilidade com o exame gastrointestinal que utiliza sulfato de bário. Estas situações, possivelmente, não fazem parte do cotidiano da

maioria dos alunos, porém, ao serem discutidos e problematizados passam a compor o cenário da contextualização das práticas pedagógicas do ensino de química.

Paulo Freire em *Pedagogia do Oprimido* (1985) lança luz à esta questão e para ele, primeiramente, é necessário conhecer o sujeito a quem se ensina, seu contexto histórico-social e isso se dá através da relação dialógica entre professor e aluno, culminando na construção dos “temas geradores” e dos conteúdos pragmáticos extraídos das situações significativas dos cotidianos deste sujeito coletivo (FREIRE, p. 12). É necessário que o sujeito/aluno se reconheça no objeto e este como situação em que o sujeito está imerso. Podemos verificar através de tal premissa, que provavelmente, o aluno não se reconheça no processo de produção da cal, no exame gastrointestinal ou nos equipamentos utilizados por um mergulhador, já que são realidades não próximas do seu dia a dia, o que dificilmente auxiliaria na apreensão de conceitos científicos.

Porém, é necessário tomar cuidado para não banalizar o cotidiano, pois deve ser estudado a fim de fazer com que os materiais didáticos sejam instrumentos efetivos de problematização do cotidiano, dando a imersão necessária para que a partir disso o sujeito aprendente consiga modificar e reestruturar sua realidade. Nesse sentido, aduz Freire (1985 apud Ricardo, 2003):

Essa investigação temática está no domínio do humano e trata-se, conforme Freire, de um processo de busca de conhecimentos e de interpretação dos problemas. A noção de contextualização aqui presente é a de um conhecimento significativo que tenha sua origem no cotidiano do sujeito em sua tomada de consciência da realidade pronunciada e que os conhecimentos apreendidos possuam a dimensão da universalidade que transcendam aquele cotidiano que será modificado. Ao enfatizar a vocação ontológica do homem, Freire pretende humanizar o sujeito, fazendo com que ele ultrapasse os limites que obscurecem sua percepção da realidade. (2003, p. 8).

Quando o Caderno do Aluno do terceiro ano insere as etapas sobre tratamento de esgoto, o professor, ao se deparar com este tema deve levar em conta que a problematização do assunto deve ser muito mais aprofundada do que está escrito no Caderno, levando-se em conta que a falta de tratamento de esgoto no Brasil é um problema socioambiental¹⁸ e ensinar as etapas de tratamento de esgoto, orientar uma

¹⁸ 45% do esgoto do Brasil não recebe tratamento.

Fonte: <https://oglobo.globo.com/economia/no-brasil-esgoto-de-45-da-populacao-nao-recebe-qualquer-tratamento-21865590>

visita à uma estação de tratamento não reflete a realidade da maioria dos estudantes. Todavia, inegável que é importante a tomada de consciência dos alunos sobre o processo de tratamento, porém a questão da precariedade deste serviço público deve gerar maiores discussões e como está no Caderno fica a cargo do professor querer ou não problematizar o tema.

Pelos quadros esquemáticos anteriormente criados sobre como os conceitos científicos são “contextualizados” no cotidiano no Caderno do Aluno, percebemos que a maioria dos conceitos apresentam de alguma forma a referida contextualização, tal como ocorre na abordagem sobre uso de pesticidas, tratamento de água e esgoto, a questão do descarte de pilhas e baterias, poluição das águas, entre outros. Apesar disso, a problematização resultante é rasa, pois resume as contextualizações a meras produções de dissertações a partir de leituras de textos; visitas orientadas, as quais muitas vezes não poderão ser realizadas devido à falta de recursos econômicos das escolas.

Tendo em vista a problemática supracitada, concluímos que o papel do professor ganha destaque na medida em que se faz importante instrumento na condução do uso do material didático. Sendo assim, a formação inicial e continuada do professor deve orientá-lo na produção de saberes promovendo um salto qualitativo de competência que possibilite o aprofundamento adequado dos temas propostos no processo de ensino-aprendizagem.

4.3 PPC e Matriz curricular do curso de Licenciatura em Química da FFCLRP

Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Química.

Como parte do processo metodológico da pesquisa, analisamos o Projeto Pedagógico do Curso (PPC) de Licenciatura em Química de 2017, que pode ser encontrado na página da internet da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto.

O PPC é constituído de dez itens e anexos, os quais discorrem sobre a história da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto e da implantação do curso de Licenciatura em Química.

O documento aborda pontos relevantes referentes ao curso, de modo que nele podemos elencar os seguintes temas: discussão sobre a *relevância social* do curso para a formação de professores de química para o ensino médio; demandas nacionais para professores de química, segundo o Conselho Nacional da Educação; detalhamento das *Diretrizes e processos pedagógicos* para formação de professores para as escolas públicas de ensino médio; *Caracterização do curso*, onde é discutido o campo de atuação desse professor(a), a *missão*, os *objetivos*, o *perfil profissional pretendido* e a *matriz curricular* do curso; e, por fim, a *relação da disciplinas e seus conteúdos*. Estes dois últimos itens serão discutidos no decorrer do texto.

Além disso, o Projeto Pedagógico do Curso destaca também três diretrizes que medeiam a formação profissional do licenciado em Química, são elas: Diretrizes referentes à construção do trabalho de conclusão de curso, a monografia e/ou projeto de pesquisa, destacando que este é uma atividade opcional do aluno; Diretrizes que destacam os grupos e Projetos de Extensão como instrumento de ensino e aprendizagem, mencionando, como exemplo, o Centro de Ensino Integrado de Química (CEIQ), seus objetivos e atividades; Diretrizes referentes aos estágios supervisionados, realizados ao longo do curso, iniciados no terceiro ano.

Ao final, o PPC discorre sobre as bolsas de ensino e pesquisa oferecidas pela Universidade e as atividades realizadas pela Comissão Coordenadora de Curso (CoC). Por seu turno, pode ser encontrado os seguintes anexos: lista com o Corpo Docente do curso; regras e procedimentos para a execução dos estágios; infraestrutura da FFCLRP; e as normas para a execução da monografia e/ou projeto de pesquisa.

No presente trabalho, apenas serão apresentados com maior detalhe a história da implantação do curso de Licenciatura em Química da FFCLRP, bem como a análise do conteúdo da matriz curricular do curso e das Ementas, no que se refere às temáticas de química no cotidiano.

O curso de Licenciatura em Química da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, foi criado na década de 1960, inicialmente como período diurno, compondo uma das modalidades do curso de Química (Bacharelado em Química, Bacharelado com Habilitação em Química Tecnológica e Licenciatura em Química) no modelo 3+1, no qual os alunos, nos três primeiros anos, faziam as disciplinas do núcleo básico de química e, no último ano, aqueles que se

interessassem por uma carreira no Ensino Médio, optavam pela modalidade específica de Licenciatura, com as aulas de complementação pedagógica e estágios.

Com as novas orientações do Conselho Nacional de Educação para a formação de professores, fez-se necessário, no ano de 2001, a instalação de uma “Comissão Permanente dos Cursos de Licenciatura” na Universidade de São Paulo. Referida Comissão tinha como membros os representantes dos cursos de Licenciatura da USP. Durante três anos, ocorreram reuniões semanais, com o propósito de formar uma Comissão Interunidades das Licenciaturas (CIL). Então, segundo o que consta no PPC investigado, diante das análises dispostas por essa Comissão, o Departamento de Química da FFCLRP, em 2003, iniciou o processo de criação do Curso de Licenciatura em Química, no período noturno, oferecendo 40 vagas adicionais e com duração de 5 anos.

No que tange à Matriz Curricular, esta foi construída segundo as orientações do Programa de Formação de Professores da USP e do Conselho Nacional de Educação, sendo dividida em quatro blocos.

O primeiro bloco da Matriz é composto por 28 disciplinas de “Formação Específica”, referentes aos conhecimentos químicos, físicos e matemáticos. O segundo bloco é constituído por quatro disciplinas de “Iniciação à Licenciatura”, que visam introduzir o aluno ao estudo do conhecimento da educação e ensino de ciências. O terceiro bloco é o de “Fundamentos Teóricos e Práticos da Educação”, constituído por cinco disciplinas de Educação, que estão associadas aos estágios supervisionados em escolas públicas. O quarto e último bloco, “Fundamentos Metodológicos do Ensino”, com um conjunto de oito disciplinas, tem por escopo fazer a interface sobre o saber específico e o pedagógico, além visar práticas reflexivas sobre as questões de ensino, associadas ao estágio supervisionado e a monografia.

Os blocos e suas disciplinas com seus respectivos semestres estão detalhados no quadro a seguir, retirado do PPC, nas páginas 19 e 20.

Quadro 4 - Distribuição em blocos das disciplinas do curso de Licenciatura em Química

BLOCO		DISCIPLINAS
Bloco I (1830 h)	Formação Específica (Disciplinas e atividades diretamente relacionadas aos conhecimentos das áreas de Química, Física e Matemática)	1. Fundamentos de Química Experimental - 8a - DQ 2. Química Geral – 8a - DQ 3. Cálculo Diferencial e Integral I – 4a - DCM 4. Cálculo Diferencial e Integral II – 4a - DCM 5. Vetores e Geometria Analítica – 4a - DCM 6. Física I para Licenciatura – 6a - DF 7. Fundamentos de Química Analítica – 8a/1t -DQ 8. Complementos de Matemática para a Química –2a - DCM 9. Física II para a Licenciatura – 4a – DF 10. Mineralogia – 2a - DQ 11. Química Analítica Instrumental – 4a -DQ 12. Físico-Química I – 4a-DQ 13. Física III – 4a -DF 14. Química Inorgânica I – 4a - DQ 15. Físico-Química II – 4a - DQ 16. Físico- Química III – 4a -DQ 17. Química Orgânica I – 4a - DQ 18. Química Orgânica II – 4a - DQ 19. Química Inorgânica II – 4a -DQ 20. Bioquímica Teórica I – 2a - DQ 21. Química Orgânica III – 4a - DQ 22. Físico-Química Experimental – 6a - DQ 23. Química Inorgânica Experimental – 4a - DQ 24. Bioquímica Teórica II –2a - DQ 25. Química Orgânica Experimental – 6a - DQ 26. Métodos Instrumentais – 6a - DQ 27. Química do Meio Ambiente – 2a - DQ 28. Bioquímica Experimental – 4a - DQ
Bloco II (240 h)	Iniciação à Licenciatura (Disciplinas e atividades introdutórias à formação do professor da Educação Básica)	1. História da Química – 2a/1t – DQ 2. Atividades Científico Culturais – 2a/2t -DQ 3. Introdução aos Estudos da Educação em Ciências - 2a/1t - DQ 4. Introdução aos Estudos Sobre Educação - 2a - DEDIC
Bloco III (420 h)	Fundamentos Teóricos e Práticos da Educação (Disciplinas e atividades relacionadas à formação pedagógica em geral)	1. Política e Gestão Educacional no Brasil – 4a/1t - DEDIC 2. Psicologia Educacional - 4a/2t - DEDIC 3. Didática Geral I - 4a/2t - DEDIC 4. Introdução à Língua Brasileira de Sinais – 2a – DEDIC 5. Metodologia Científica da Pesquisa em Ensino de Química e de Ciências – 2a/1t - DQ

Bloco IV (765 h)	Fundamentos Metodológicos do Ensino (Disciplinas e atividades relacionadas ao ensino de Química e Ciências)	1. Metodologia do Ensino em Química I 2a/1t - DEDIC 2. Metodologia de Ensino em Química II 2a/1t - DEDIC 3. Didática das Ciências – 2a/1t - DEDIC 4. Química para o Ensino Médio I – 2a/2t - DQ 5. Química para o Ensino Médio II – 2a/2t – DQ 6. Pesquisa em Ensino de Química e de Ciências I – 2a/2t - DQ 7. Pesquisa em Ensino de Química e de Ciências II – 2a/2t - DQ 8. Atividades Integradas de Estágio – 2a/2t – DEDIC 9. Prática em Ensino de Química I – 1a/1t – DQ 10. Prática em Ensino de Química II – 1a/1t – DQ 11. Prática em Ensino de Química III – 1a/1t - DQ
---------------------	---	---

Fonte: Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Química da FFCLRP -USP, 2017.

O curso foi organizado segundo a distribuição de carga horária para os cursos de formação de professores da Educação Básica em nível superior, conforme a Resolução CNE/CP 2/2002, que consta com 400 horas de Prática como Componente Curricular; 400 horas de Estágio Curricular Supervisionado, e a partir da segunda metade do curso (terceiro ano), 1800 horas de Conteúdo Curriculares de Natureza Científico-Cultural e 200 horas para outras formas de Atividades Acadêmico-Científico-Culturais.

Analisando o PPC sobre a perspectiva do conhecimento químico em contextos cotidianos, o termo “*cotidiano*” é mencionado duas vezes e, está discriminado no item *Relação das disciplinas e seus conteúdos*, o qual aborda as disciplinas e seus conteúdos. Sobre as disciplinas, o termo “cotidiano” aparece, primeiramente, na disciplina Atividades Científico-Culturais (disciplina foi extinta em 2018), ministrada no quarto semestre do curso, que se enquadra no bloco II de *Iniciação à Licenciatura*. Posteriormente, o termo mencionado na disciplina de Metodologia de ensino em Química I, ministrada no quinto semestre, que se enquadra no bloco IV, *Fundamentos Metodológicos do Ensino*. E, também, encontramos o referido termo na disciplina de Química do Meio Ambiente, do sexto semestre e que se enquadra no bloco I, *Formação específica*. Desse modo, observamos que o termo cotidiano é mencionado com mais frequência e discutido como conteúdo em disciplinas que são voltadas à formação pedagógica do aluno. Sendo que apenas a disciplina de Química do Meio ambiente apresenta em sua ementa o termo.

Ainda sobre a Matriz Curricular do curso, analisamos também os planos de ensino das disciplinas do curso de Licenciatura em Química, disponíveis no site do sistema *Jupiterweb* (ementas), nos quais é possível encontrar os objetivos, o

programa e as formas de avaliação. De todas as disciplinas analisadas, é possível perceber que algumas disciplinas, mesmo que timidamente, tentam relacionar os conceitos aprendidos com o futuro trabalho de seus alunos. Não obstante, outras disciplinas têm a exata função de articular os saberes pedagógicos e os saberes da área específica de química, como é o caso da disciplina Práticas em Ensino de Química¹⁹ I, que tem como foco a problematização dos conteúdos específicos, quais sejam, Química Analítica Qualitativa, Química Inorgânica e Físico-química. Já a disciplina Práticas em Ensino de Química II, tem como foco problematização dos conteúdos específicos de Química Orgânica, Bioquímica e Química Ambiental. Além disso, a disciplina de Prática em Ensino de Química III, tem por escopo a realização de atividades de ensino, levando em consideração o que foi aprendido nas outras duas disciplinas. Essas disciplinas são oferecidas no quinto e sétimo e décimo semestres, respectivamente.

Sendo assim, foi possível identificar nesta breve análise que a palavra “cotidiano” é mencionada poucas vezes nos documentos oficiais do curso, de todo modo, obviamente, isso não significa que exemplos, discussões e até a mesmo a contextualização não sejam práticas efetivas no dia a dia das relações de ensino nas diferentes disciplinas²⁰ do curso.

Dessa forma, se faz aqui a reiteração de que, o que foi analisado, são dados obtidos de documentos oficiais disponíveis na Rede mundial de computadores.

Além da atenção as questões de contexto e cotidiano no ensino de química presentes no currículo do curso de Licenciatura em química, nossa atenção está também para as possibilidades de emancipação e autonomia que o currículo pode oferecer aos seus alunos, como discutem alguns autores que discutem sobre o currículo mais amplo, o brasileiro Paulo Freire (1980) e o americano Michael Apple (2008). Para esses autores, o currículo crítico-emancipatório desenvolve no sujeito aprendente a autonomia para resolver e agir conforme as adversidades que a sua profissão lhe impõe. E, com ênfase em Paulo Freire, o pensamento crítico e autônomo só acontece através do diálogo na *práxis* pedagógica entre professores e alunos:

¹⁹ Atualmente, essas disciplinas recebem o nome de *Articulação dos Conteúdos Químico-Pedagógicos I, II e III*

²⁰ Pelo fato de que essa pesquisa limitou-se a olhar apenas os documentos, que sabidamente, não comportam outras esferas do currículo, não é possível discorrer sobre as atividades que ocorrem dentro da sala de aula, sejam em aulas teóricas ou práticas, e que, possivelmente, abordam a química e suas aplicações nas mais diversas áreas do conhecimento.

O diálogo é o encontro entre os homens, mediatizados pelo mundo, para designá-lo. Se, ao dizer suas palavras, ao chamar ao mundo, os homens o transformam, o diálogo impõe-se como o caminho pelo qual os homens encontram seu significado enquanto homens, o diálogo é, pois, uma necessidade existencial. (FREIRE, 1980, p.82)

Por meio da dialogia no ensino o olhar do homem sobre o mundo se transforma. Sendo assim, o currículo (oculto ou não) poderia proporcionar ao futuros professores o conhecimento acerca do fenômenos que ocorrem no mundo e, não estamos aqui discutindo a possibilidade da inserção de apenas temas extremamente cotidianos ao ensino superior, mas que esse ensino através de suas disciplinas e conteúdos auxiliem os estudantes e futuros profissionais de uma área de interface a se apropriarem dos variados nexos conceituais da química para que consigam a autonomia e emancipação para que quando deparados com questões extremamente cotidianas, consigam raciocinar e desenvolver conclusões acerca desses temas.

4.4 Análises das entrevistas com os Licenciandos em Química

Realizamos as análises das entrevistas por meio dos episódios que possuíam maior relevância para uma discussão acerca da formação de conceitos químicos em contextos cotidianos. Mais uma vez, vale ressaltar que estas questões estão presentes no Caderno do Aluno do Estado de São Paulo.

Separamos os episódios conforme a questão a ser analisada.

Questão 1 – Transformações químicas e físicas

Analise as situações a seguir e responda se o que ocorre é um fenômeno físico ou químico e tente justificar.

- a- Queima da vela;
- b- Manteiga passada no pão quente;
- c- Dilatação de uma barra de ferro no trilho de trem;
- d- Produção do caramelo a partir do açúcar;
- e- Cozimento de um ovo.

Para análise desta questão sobre *transformação química e física*, selecionamos três episódios.

O episódio 1 traz a discussão entre duas alunas do quinto ano sobre os fenômenos que ocorrem na produção do caramelo, a partir do açúcar, e sobre o cozimento do ovo. No episódio 2, outro grupo de quatro alunos do quinto ano também discutem sobre o tipo de fenômeno que ocorre durante a dilatação de uma barra de ferro e sobre o cozimento de um ovo. E, por fim, episódio 3 duas alunas do primeiro discutem sobre o processo de caramelização do açúcar.

Os episódios 1 e 2 serão analisados em conjunto, pois as abordagens conceituais se convergem.

➤ Episódio 1: Produção de caramelo a partir do açúcar (alunas do quinto ano).

Após responderem sobre qual o tipo de transformação que ocorre na queima da vela, na manteiga passada no pão quente e na dilatação da barra de ferro, as alunas Maria e Ana, do quinto ano do curso de Licenciatura em Química, iniciam uma longa discussão acerca da produção do caramelo e do cozimento de um ovo, como pode ser observado a seguir:

1. Maria: Produção de caramelo a partir do açúcar?
2. Ana: É químico!
3. Maria: Químico? (*olha com cara de interrogação*)
4. Ana: Porque, pensa, tipo... é ... fenômeno químico é quando tipo tem uma coisa que transforma em outra e não volta ser aquela coisa de novo. O caramelo não vai voltar a ser açúcar!
5. Maria: (*olha com a expressão de que não concordar para Ana*)
6. Ana: ... eu acredito que não!
7. Maria e Ana riem
8. Maria: Tá bom!
9. Ana: Você concorda ou não?
10. Maria: Por que eu estou pensando o seguinte: o que é que muda do açúcar para o caramelo.
11. Ana: Às vezes é a ligação dele, talvez.
12. Maria: Não, mas ok. Mas, eu estou falando no sentido de composição!
13. Ana: A ligação, por exemplo, o açúcar, a estrutura do açúcar.

14. Maria: Não, tudo bem!
15. Ana: Aí, tipo assim
16. Maria: Mas, aí ele está sólido e vai ser líquido.
17. Ana: Mas, e a estrutura? Você me garante que o açúcar é igual?
18. Maria: Não! (*risos*)
19. Ana: Vamos procurar no Google!!!
20. Maria: Mas, aí *não vai tá podendo*! Então não sei, não sei se eu concordo com você!
21. Ana: Ah eu penso que é químico, porque tipo eu acho que deve mudar alguma ligação ali! Não deixa de ser um carboidrato com aquela “*formulinha*”. Tudo bem! Só que eu acho que tipo, aquela ligação mesmo, pode ter uma ligação ali, uma molécula tal, outra molécula tal, ao invés de ter uma ligação tem uma interação diferente.
22. Maria: Não, tudo bem! Até concordo, mas eu acho que se não está mudando a estrutura em si, vamos ser mais grosseiro, a formula em si, pra *mim* não tá tendo uma alteração química.
23. Ana: Mas, se você tem uma mudança na ligação, você não acha que tem uma mudança química, porque a partir do momento que mudou de uma dupla pra uma simples, já não é a mesma coisa.
24. Maria: Não, concordo. Mas, a questão é, muda ou não muda?
25. Ana: Então, eu acho que muda!
26. Maria: (*pensa, sorri, raciocina, fica em dúvida*)
27. Ana: Se você colocar o caramelo, por exemplo, você está lá o açúcar, você esquentou, se você colocar na geladeira, o caramelo não vai voltar a ser cristalino que nem o açúcar
28. Maria: É... não...
29. Ana: Ele fica um caramelo duro. E vai ficar aquilo ali, entendeu?
30. Maria: É ... entendi
31. Ana: Aí acredito que mudou alguma ligação ali, que não vai...que mudou...que mudou!
32. Maria: (*faz gesto com a cabeça concordando*)
33. Ana: Mudou!
34. Maria: É! Não vai ser açúcar de novo. É esse conceito que eu tenho de fenômeno físico e química. Químico, mudou...*já era*!

35. Ana: Não volta mais!
36. Maria: Não volta mais! O físico...tudo bem, que quando você quebra um vidro, ele não vai voltar...
37. Ana: Mas, assim, (...) ah, convenci ou não convenci?
38. Maria: Não! (risos)
39. Ana: Mas, eu concordo, que o caramelo não vai voltar a ser o açúcar, cristalino, como a gente, né? De casa. Só que o problema para mim é ver que está mudando algo em termos de composição, de ligação, entendeu? Porque, para mim, a composição estaria sendo a mesma, só que a gente está mudando a forma dela, por conta de um aquecimento ou alguma coisa do tipo. Porque *pra* você fazer o caramelo, você coloca o açúcar e ... água e deixa esquentar.

- Episódio 2: Dilatação de uma barra de ferro, caramelização e o cozimento de um ovo (alunos do quinto ano)

Ao iniciarem a discussão sobre a questão 1, os alunos do quinto ano Bia, João, José e Pedro tentam responder sobre os tipos de transformações que ocorrem na dilatação da barra de ferro, na caramelização do açúcar e no cozimento do ovo. Neste episódio, é possível perceber que as análises dos alunos são mais simples, porém permeadas de conceitos que necessitam ser melhor aprofundados.

1. João: Dilatação de uma barra de ferro?
2. Todos pensam
3. Bia e Pedro se olham e concluem: Físico!
4. Pesquisadora: Por que vocês acham que é físico?
5. João: Ah, dilatação, né?
6. Bia: Ah, não está acontecendo reação
7. João: Para ser uma transformação química tem que virar outra coisa né? E no caso não aconteceu. Continua sendo uma barra de ferro.
8. José permanece todo tempo em silêncio durante esta questão.
9. Silêncio
10. Pedro: Produção do caramelo a partir do açúcar?
11. Todos: Físico
12. Pesquisadora: Por que físico?

13. José: Para mim é a mesma explicação...não deixou de ser açúcar ele só mudou o estado.
14. Bia: Acena concordando.
15. João: Cozimento de um ovo?
16. Pedro sorri
17. José: E agora minha gente? Nos ajude.
18. Bia olha para a pesquisadora sorrindo demonstrando não ter certeza
19. Silêncio ...
20. Bia, Pedro e Joao se olham e concordam que é físico
21. Pedro: Porque tem o negócio da desnaturação das proteínas
22. Bia: Isso
23. José: então ... mas, isso já não é...
24. João fala algo não compreendido
25. José: Tá...ele deixou de ser ovo, mas
26. Pedro: não rola nada
27. José: Mas, desnaturar é ... (*não compreendido*)
28. Pedro: Não sei...
29. José: Então eu não fiz '*aprofundadamente*', mas pelo que eu acho, que eu imagino. Acho que seja isto.
30. João: Acho que não rola reação...
31. Pedro: Eu acho que não rola reação também...
32. João: Ele só muda a (*gesticulando*) a conformação das moléculas ...
33. José: É uma reação orgânica então?
34. Pedro e João: Acho que não...
35. João: Só muda a conformação
36. José: É físico... (*e balança a cabeça não concordando*).
37. Pesquisadora: Bia e você?
38. Bia: Eu acho também que é físico (sorrindo aparentando estar constrangida)
39. José: É físico então...

Os dois primeiros episódios apresentados fazem referência à primeira questão do questionário proposto, a qual retiramos do caderno do aluno do primeiro semestre do primeiro ano do Ensino Médio.

Sendo assim, os alunos deveriam discorrer sobre o tipo de transformação que ocorre em algumas situações que, em sua maioria, acontecem no dia a dia, são elas: queima da vela; manteiga passada no pão quente; dilatação de uma barra de ferro no trilho de trem; produção do caramelo a partir do açúcar e cozimento de um ovo.

Escolhemos estes dois episódios para uma única discussão, pois os dois grupos entrevistados estavam, à época, no quinto ano do curso Licenciatura em Química e apresentavam abordagens conceituais semelhantes.

Os conceitos de transformações químicas e físicas e as concepções acerca deste conteúdo sempre tomou a atenção dos pesquisadores da área de ensino de química no Brasil (LOPES, 1995; MORTIMER E MIRANDA, 1995; ROSA E SCHNETZLER, 1998). E, a partir das respostas obtidas pelos licenciandos, podemos verificar que este conceito basilar ainda remete a equívocos mesmo em alunos do último ano de um curso de química.

É possível observar nos turnos 4 e 34-36 do episódio 1 que, para os alunos, os conceitos de transformação química e física estão diretamente ligados ao argumento da *(i)reversibilidade*. Dessa forma, para os licenciandos, em uma transformação química o produto formado de uma suposta reação química não pode voltar a ser o que era antes. Todavia, numa transformação química ocorre a produção de uma nova substância, só que, ao contrário do que os alunos justificaram, pode sim ocorrer a reversibilidade dessa reação, como é o caso de um equilíbrio químico. Nessa reação, a proporção entre os reagentes e produtos se mantém constante ao longo do tempo, portanto, os produtos podem se transformar em reagentes garantindo a reversibilidade da reação química.

Desta forma, analisando as concepções desses alunos, podemos recorrer ao pesquisador Johnstone (1982 apud ROSA e SCHNETZLER, 1998) que enunciou sobre o conhecimento químico ser organizado através de um modelo de triangulação, na qual cada vértice retrata um nível de representação desse conhecimento.

Figura 9 - Os três níveis de representação do conhecimento químico

Fonte: Johnstone.²¹

Primeiramente, o Nível Macroscópico é definido pelo autor como aquele nível em que se pode observar e descrever as transformações e os fenômenos naturais; o Nível Simbólico, representado pelo conhecimento das fórmulas das substâncias e equações químicas, por conseguinte, é o nível que representa a linguagem científica. E, por último, o Nível Submicroscópico, é o nível dos átomos, íons, moléculas, é o “[...] quadro mental para racionalizar o nível descritivo [...]” (ROSA, SCHNETZLER, 1998, p. 34).²²

Analisando o turno 39 do episódio 1, a licencianda Ana expõe a sua dificuldade ao responder qual o tipo de transformação que ocorre na produção do caramelo: “[...] Só que o problema para mim é ver que está mudando algo em termos de composição, de ligação, entendeu? [...]”. Explorando sua fala na perspectiva dos níveis de compreensão do conhecimento químico, podemos constatar a dificuldade da aluna em explicar a nível microscópico (“*composição*”; “*ligação*”) ou científico um fenômeno químico que pode ser observado a nível macroscópico, cotidiano. A mesma situação ocorre no episódio 2 (turno 13), quando o aluno José conclui que o caramelo é o *açúcar que mudou de estado físico*. Neste caso, o aluno produz sua resposta sobre a transformação apenas levando em consideração a percepção fenomenológica, de estado físico.

²¹ Adaptação do modelo da triangulação dos níveis de conhecimento químico enunciado por Alex Johnstone em seu artigo “*Macro and micro-chemistry*” (JOHNSTONE, 1982). Esta adaptação foi retirada do artigo “*Os níveis de representação no ensino de química e as categorias da semiótica de Peirce*” (WARTHA e REZENDE, 2011).

²² Mortimer (2000) denomina que esses três níveis, que passariam a ser designados como fenomenológico, representacional e teórico-conceitual, respectivamente.

Os licenciandos em questão não conseguiram explicar que a caramelização do açúcar ocorre através de uma reação química na qual os “[...] açúcares submetem-se à desidratação e após à condensação ou polimerização, ocorrendo a formação de estruturas complexas de massas moleculares diferentes.” (CHEMELLO, 2005, p. 15).

Assim, recorremos à noção de obstáculo epistemológico de Bachelard (2005) tanto para entender a questão equivocada da *irreversibilidade* na transformação química quanto para a explicação das transformações, levando-se em consideração apenas o conhecimento a nível macroscópico. Para o autor, o principal obstáculo epistemológico para a produção do conhecimento científico está nas concepções da realidade imediata, nas opiniões ingênuas de senso comum diante do real concreto (cotidiano). Segundo Bachelard (2005), a opinião (podemos aqui relacionar com a percepção macroscópica) só pode ser substituída através do conhecimento científico, o qual ele denomina de *espírito científico*.

Desse modo, não seria esperado que um aluno do quinto ano concluísse que, no processo de caramelização, ocorre apenas a mudança de estado físico da matéria e que no caso de uma transformação química, o produto formado não poderia voltar a ser reagente. Essas percepções são apenas fenomenológicas.

É por meio da apropriação do conhecimento químico; da linguagem química; dos seus nexos conceituais; da construção de modelos mentais; da abstração, que o aluno responderá às questões a nível microscópico, como destaca Oliveira (1999) ao discorrer sobre as questões do desenvolvimento conceitual: “A primeira dimensão dos conceitos presentes na teoria vygotskiana é a ideia de libertação dos seres humanos do contexto perceptual imediato mediante o processo de abstração e generalização possibilitado pela linguagem. [...]” (OLIVEIRA, 1999, p. 55). Isto quer dizer que, o aluno, só aprende os verdadeiros conceitos; quando sai da concepção imediata do nível macro e perceptual, quando aprende a linguagem química. Assim, quando o aluno diz que na caramelização do açúcar apenas mudou-se o estado físico da matéria (episódio 2, turno 13) ele ainda está no campo perceptual, ou seja, não consegue fazer as abstrações e generalizações necessárias desse conhecimento.

Portanto, Nakhleh (1992 apud ROSA; SCHNETZLER, 1998) afirma que “[...] se o(a) aluno(a) não souber como explicar a química a nível microscópico, ele(a) efetivamente não aprendeu química” (p.34), sendo assim, se o aluno apresenta dificuldades em explicar os fenômenos cotidianos por meio da linguagem química, a nível submicroscópico, houve uma falha no processo de apropriação dos conceitos.

Considerando a importância dos conceitos cotidianos para possibilitar a aprendizagem, os pesquisadores Maldaner e Piedade (1995) em seus trabalhos sobre a construção do pensamento químico em alunos do ensino médio, salientam a necessidade do uso de conceitos cotidianos para proceder à abstração na elaboração de conceitos científicos. E, para isso, se faz necessário a utilização de signos específicos da química e do próprio pensamento químico, para que ocorra a aprendizagem dos verdadeiros conceitos, pois conhecer a linguagem química é fundamental para a apreensão dos conceitos (MALDANER e PIEDADE, 1995).

Utilizando-se ainda de todas as considerações feitas até agora e, com maior ênfase à citação de Oliveira (1999, p. 55)²³ acerca do desenvolvimento conceitual em Vigotski, podemos relacioná-lo com o triângulo de Johnstone (1982), de modo a extrair algumas semelhanças no que se refere ao processo da formação de conceitos.

Assim, podemos pensar no esquema a seguir, quando Oliveira (1999) menciona que o desenvolvimento dos conceitos ocorre a partir da libertação do contexto perceptual (cotidiano), que se dá por meio da abstração e generalização (científico) e é viabilizada quando o sujeito tem acesso à linguagem química.

Figura 10 - Esquema sobre a relação: Johnstone e Vigotski

Fonte: Autora.

²³ A primeira dimensão dos conceitos presentes na teoria vygotskiana é a ideia de libertação dos seres humanos do contexto perceptual imediato mediante o processo de abstração e generalização possibilitado pela linguagem. [...] (OLIVEIRA, 1999, p. 55).

Analisando o referido esquema, percebemos que o processo de formação de conceitos pode ocorrer a partir dos conceitos cotidianos que compõem o nível macroscópico do conhecimento, de tal modo que por meio da linguagem química, da utilização dos símbolos, o aluno conseguirá desenvolver os conceitos científicos, os quais compõem o nível microscópico do conhecimento. Fenômeno este, é fundamental para que o aprendente perceba o cotidiano sob a ótica da ciência.

Outro ponto importante a se destacar é inferir que, apesar de um curso de química ser voltado predominantemente ao nível submicroscópico e, a linguagem química fazer parte do cotidiano (universitário) destes alunos, percebemos que estes apresentam ainda dificuldade em utilizar os conceitos científicos para fazer considerações acerca de temas que acreditamos ser relevantes para a sua formação.

➤ Episódio 3: Caramelização (alunas do primeiro ano)

Ao lerem a primeira questão, as alunas Lari e Rose, inicialmente, tentaram conceituar as transformações químicas e físicas, para então começarem a responder sobre cada situação proposta pela questão.

Sobre a formação do caramelo a partir do açúcar a discussão ocorreu da seguinte maneira:

1. Lari: Assim, tipo... a diferença de fenômeno do físico e do químico?
2. Rose: Do físico e do químico...
3. Lari: No químico tem mudança das moléculas, da matéria. E do físico, é só de um estado para o outro.
4. Rose: Eu sempre confundo isso da queima da vela...
5. [...]
6. Lari: A produção do caramelo a partir do açúcar... é químico, porque muda a composição do açúcar.
7. Pesquisadora: Qual a composição do açúcar? O que vocês acham que muda?
8. Lari sorri olhando para baixo...
9. Rose: O açúcar é o que? $C_6H_{12}O_6$? (*Risos*)
10. Lari: É ...
11. Lari: E quando você derrete ... muda a substância, muda o que tem lá dentro?

12. Rose: Então... teoricamente não deveria mudar, porque você só derrete. Você não coloca só açúcar...
13. Lari: Você coloca água também...
14. Rose: Só água? Às vezes coloca mais coisa.
15. Lari: Que eu lembro que eu faço, coloca água e mexe até virar caramelo.
16. Pesquisadora: Será que a estrutura muda?
17. Rose: *Tava pensando nisso agora, mas eu não sei. Que nem o sal dissolvido na água...*
18. Lari: Ele ioniza
19. Rose: E o açúcar?
20. Lari: O açúcar também ioniza...
21. Rose: Certeza?
22. Lari: Não... risos.
23. Rose: Então
24. Lari: Não, porque ele não é condutor. Ele não ioniza
25. Rose: Exatamente... Aí fica a questão... É físico ou químico? Vamos colocar os dois de novo (*risos*)

Neste episódio, ainda sobre a formação do caramelo, gostaríamos de destacar, em contrapartida, as falas das alunas do primeiro ano. Elas inicialmente respondem com certo grau de firmeza sobre a ocorrência de um fenômeno químico no processo descrito, todavia, quando é pedido para que elas justifiquem suas respostas, não se obtêm o mesmo êxito (turnos 6 – 25). Se compararmos esse episódio com os episódios 1 e 2, dos alunos do quinto, percebemos que essas alunas conseguiram utilizar nexos conceituais mais assertivos sobre o tema.

Sendo assim, é possível observar que as alunas conseguem utilizar termos do nível explicativo (submicroscópico) com maior frequência quando comparado com os alunos entrevistados dos últimos anos. Como, por exemplo, para elas o fenômeno químico é aquele que *“tem mudança das moléculas, da matéria”* (turno 3); *“muda a substância”* (turno 11) e, de maneira oposta, não mencionam apenas a irreversibilidade de uma reação química como justificativa para classificar a transformação.

Recorrendo a Bachelard (2005), é provável explicar essa situação da seguinte forma: “O conhecimento adquirido pelo esforço científico pode declinar. A pergunta

abstrata e franca se desgasta: a resposta concreta fica. A partir daí a atividade espiritual se inverte e se bloqueia. Um obstáculo epistemológico se incrusta no conhecimento não questionado” (BACHELARD, 2005, p. 18-19).

Ainda, sobre os três episódios analisados até agora no que se refere às transformações químicas e físicas podemos inferir sobre um ponto em comum utilizados pelos licenciandos, qual seja, o equívoco de que *irreversibilidade* das transformações químicas é uma constante em todas as reações químicas. Sobre esse assunto muito tem se escrito, ainda hoje, sobre esse conceito tão basilar da química, como podemos reconhecer nos trabalhos de LOPES, 1995; SANTOS e MÓL, 2010; MACEDO e PENHA, 2014.

Macedo e Penha (2014) em sua pesquisa sobre as concepções acerca de reação química construídas pelos alunos do ensino médio e como esse conceito é abordado nos livros didáticos do Ensino Médio, os autores encontraram um dado relevante no que se refere à questão da reversibilidade das reações químicas. Perceberam que, os alunos utilizavam o argumento da (i)rreversibilidade para conceituar transformação química - como observamos também em nossa pesquisa – e além disso ao analisarem como o conceito de transformação química é abordado em livros didáticos constataram que os exemplos utilizados para exemplificar as transformações químicas são reações químicas irreversíveis, como a queima da vela, a digestão dos alimentos, a formação da ferrugem (estes exemplos são encontrados também no Caderno do Aluno do primeiro semestre do ensino médio).

O outro ponto relevante que pode justificar esse equívoco conceitual é a sequência dos conteúdos abordados no primeiro ano, depois que é apresentado o conteúdo de reações químicas, o próximo conteúdo é sobre (i)rreversibilidade das transformações (MACEDO e PENHA, 2014).

Podemos assim, concluir que os equívocos apresentados nas respostas das alunas do primeiro ano (episódio 3) podem ter sido influenciados por esses fatores que, se não sanados pelos professores formadores, acabam se perpetuando até o final do curso, como observamos nas respostas dos alunos do quinto ano (episódio 1 e 2).

Questão 2 – Densidade

Um professor coloca água em um copo em até $\frac{3}{4}$ de sua altura. Com cuidado, introduzirá um ovo cru. Como era de se esperar, ele afunda. O professor então adiciona sal de cozinha à água, agitando cuidadosamente, até que o ovo boie. Explique por que no primeiro caso o ovo afunda e com a adição de sal o ovo boia?

- Episódio 4: Variação da densidade da água com a adição de sal fazendo o ovo boiar (alunas do primeiro ano)

Durante o encontro com as três alunas do primeiro ano, uma delas, Fernanda, lia a situação problema hipoteticamente criada. Na situação, um professor coloca um ovo em um recipiente com água e depois acrescenta sal até que o ovo boie. Assim que encerrou a leitura a mesma expressou rapidamente:

1. Fernanda: É igual um barco! Um barco! *(Sofia e Julia continuam pensando de cabeça para baixo)*
2. Julia: Eu sabia a resposta disso! Já me perguntaram isso! Eu sabia...
3. Fernanda: Eu sei que o sal é ... nem lembro. Alguma coisa com densidade.
4. Sofia: É tipo, é... na hora que ele dissolve na água, ele não fica... a densidade do sal com água aumenta e fica... Não... diminui! *(movimentando as mãos)*
5. Fernanda: É acho que o ovo é mais denso que água e por isso que ele afunda e você adicionando o sal...
6. Sofia: É... fica mais...
7. Fernanda: Fica mais denso, porque o ovo aí boia
8. Sofia: Isso aí, ele vai ficando mais denso *(claramente pensando e olhando para o alto)*
9. Fernanda: É a mesma coisa do mar... o mar tem muito sal e aí os barcos boiam.
10. Sofia: Sim.

O episódio supracitado mostra o movimento de produção coletiva de uma resposta. As três alunas se entreolham, buscam pelo olhar a confirmação da outra, gesticulam desenhando no ar a “densidade”, o “barco”, o “ovo boiando”. E, neste

movimento, elas vão tecendo uma resposta coletiva ajudando a criar sustação para as elaborações individuais.

Levando-se em consideração que o homem é um ser social, que “[...] desde os primeiros dias do desenvolvimento da criança, suas atividades adquirem um significado próprio num sistema de comportamento social” (VIGOTSKI, 1984 apud SMOLKA, 1991, p. 17), observamos que as alunas se comportam como tal, procurando uma na outra, através de uma interação social; a possibilidade de juntas conseguirem montar uma resposta que fosse adequada para todas e que esta resposta apresentasse elementos das quais todas tivessem participação.

Dessa forma, a partir da fala com o outro, da interação com o outro, ocorre a reorganização e a reestruturação do conhecimento. Smolka (1991) destaca que é no desencontro dos significados que o movimento de elaboração de um conceito acontece.

Podemos perceber que nas entrevistas nas quais ocorreram maior articulação, negociação e disputa de ideia entre os alunos, foram as entrevistas nas quais se encontrou maior riqueza conceitual para ser analisada, ou seja, houve de fato uma produção coletiva do conhecimento. Portanto, novas concepções foram aprendidas entre os alunos, caminhando para um movimento de ressignificação conceitual.

Outro aspecto que destacamos é sobre o fato da Sofia, neste episódio, gesticular mais. Isso porque, ela em vários momentos muda a direção do olhar e no turno quatro, na tentativa de elaborar uma resposta apresenta três possibilidades diferentes: primeiro ela diz que *não sabe*, depois diz que a *densidade aumenta* e termina dizendo que a *densidade diminui*. Não obstante, no turno 8, Sofia, a partir da explicação da colega, acaba concordando que a densidade de fato aumenta. Aqui é possível supor que, assim como apontou Vigotski, que durante uma situação problemática, tendemos a falar mais como forma de ação e organização do pensamento. Porém, com o passar do tempo e das experiências adquiridas, acabamos nos silenciando. Vigotski conceitua este movimento de fala egocêntrica e fala interior.

Nos relatos de suas pesquisas com crianças, Vigotski (2009), cita que a linguagem egocêntrica, para si, surgia quando elas se deparavam com entraves e complicações durante uma atividade. A fala egocêntrica seria uma forma ou a “[...] tentativa de assimilar em palavras uma situação, de traçar a saída, de planejar a ação imediata [...]” (VIGOTSKI, 2009, p. 54).

Com o tempo, na idade escolar, Vigotski acreditava que a fala egocêntrica se internalizava. Desta forma, a criança ao tentar resolver um problema, utiliza a linguagem para organizar seu raciocínio e com a entrada na idade escolar, a criança, internaliza-a. Agora, ela não precisa usar a linguagem para traçar seu discurso, pois esse processo é realizado internamente, assim, a criança apenas externa pela fala ou atitudes as conclusões de seu pensamento. Como cita Vigotski (2009) “[...] a linguagem se torna psicologicamente interior antes de se tornar efetivamente exterior.” (p. 64), sendo assim, todo o percurso lógico do raciocínio é realizado mentalmente.

O que podemos observar com a fala da aluna Sofia é que a fala egocêntrica pode ser um instrumento de pensamento, de raciocínio para a elaboração conceitual do adolescente/adulto. A aluna na construção coletiva de um conceito, em voz alta, tenta formular uma resposta para aquilo que lhe é questionado.

Ademais, quando pensamos no ensino de conceitos científicos, geralmente entendemos que o conceito deve ser ensinado pelo seu **significado** final, de modo direto e como se a sua definição desse toda a possibilidade de compressão do seu **sentido**. Mas, nesse episódio observamos que a situação problematizadora e o diálogo permitiram dar visibilidade para um processo muito particular que é o da dúvida, da resposta “errada” e da construção da resposta “correta”. Este deve ser o percurso trilhado pela maioria de nós durante o processo de aprendizagem de todos os conceitos.

As duas palavras em destaque no parágrafo anterior, significado e sentido (da palavra), tomou a atenção de Vigotski em seus escritos sobre o processo de elaboração conceitual. Partimos da afirmação feita por Smolka (2004) de que “A significação faz parte da atividade humana.” (2004, p. 35), sendo assim, o homem tenta significar e dar sentido a tudo o que o cerca. Em Vigotski (2009), observamos a exata definição desses termos:

[...] o sentido de uma palavra é a soma de todos os fatos psicológicos que ela desperta em nossa consciência. Assim, o sentido é sempre uma formação dinâmica, fluida, complexa, que tem várias zonas de estabilidade variada. O significado é apenas uma das zonas desse sentido que a palavra adquire no contexto de algum discurso e, ademais, uma zona mais estável, uniforme e exata. (2009, p. 465).

Logo, a dúvida das alunas sobre se a densidade vai aumentar ou diminuir, nos mostra, talvez, que estas alunas não tenham em si real conceito de densidade. Elas

não apresentam ter domínio do significado e do sentido desta palavra e por isso a dúvida do que de fato ocorre.

- Episódio 5 – Discussão de duas alunas do segundo ano sobre a questão relacionada ao aumento da densidade da água quando se adiciona sal a ela (alunas do segundo ano)

As alunas do segundo ano fazem a leitura da segunda questão individualmente e antes que a aluna Rose termine de ler, Lari tenta responder questionando a colega sobre uma possível explicação, que segundo ela seria a variação da densidade que ocasionaria o fenômeno observado, porém, a mesma aluna, em dúvida sobre se de fato ser esta a resposta, tenta dar outras explicações e, ao final do episódio, conclui, ainda sem ter muita certeza, que a resposta mais correta seria a variação da densidade (sua primeira resposta).

1. Lari: Por causa da densidade?
2. Rose: Preciso acabar de ler...
3. (*risos*)
4. Rose: Eu sou lerda para ler...
5. Pausa
6. Rose: Acho que sim, porque não tem outra explicação. Porque o ovo não *tá* cozido, não vai *cozir* com o sal lá.
7. Lari: Pode ser alguma coisa com a ionização, mas eu não sei se faz sentido. Mas, não sei! Boa pergunta!
8. Rose: *Tá*, pera aí!
9. Lari: Mas, que um ovo é muito mais denso do que a água com sal.
10. Pesquisadora: Tente analisar o primeiro processo, o que acontece no primeiro processo. E depois o professor adiciona o sal, não é? E depois que ele adiciona sal, o que vocês acham que acontece?
11. (*Silêncio. Lari cruza os braços e Rose continua olhando para a questão*)
12. Rose: É de se esperar que o sal se dissocia na água.
13. Lari: É...as duas coisas que eu consigo pensar é, que água fica mais densa e que o sal se dissocia na água. Mas, eu não sei como a dissociação do sal influencia nisso. A densidade da água eu já consigo imaginar um pouquinho. Mas, acho que um ovo

não seja menos denso do que a água com sal, principalmente, porque, ele não fala de concentração do sal.

14. Rose: é (*em voz baixa*)

15. Lari: Esse eu realmente não faço a menor ideia.

16. Rose: Quer pular a questão e depois volta nessa?

17. Lari acena que sim

18. Elas respondem todas as outras questões e depois voltam para a questão dois.

19. Pesquisadora: O que vocês acham que o sal faz na água? O que acontece com a água?

20. Rose: Ela fica cond...

21. Lari: Ela fica condutora...

22. Pesquisadora: Além disso?

23. Rose: Ela fica salgada

24. (*risos*)

25. Silêncio pensando...

26. Lari: Por que um ovo boia? Eu não sabia que o ovo boiava quando você colocava sal na água.

27. Pesquisadora: Primeiro ele afunda! Você coloca o ovo na água, ele afunda... e aí?

28. Lari: Tem alguma coisa a ver com osmose? Ou não?

29. Pesquisadora: Eu pensaria na densidade...

30. Enquanto isso Rose desenha o enunciado com a justificativa de que: Eu preciso desenhar para eu visualizar as coisas!

31. Lari: É... Ah... a densidade vai aumentar conforme você vai adicionando sal, vai aumentar a densidade. Só que eu acredito que a densidade de um ovo vai ser maior do que de uma água salgada. Por isso, que não faz muito sentido na minha cabeça o ovo boiar. Mas, será? (*querendo dizer: será que realmente boia?*)

32. Rose: Pode ser que não...

33. Pesquisadora: Oh... pego o ovo e coloca num copo com água, ovo vai?

34. Lari: Afundar!

35. Pesquisadora: Qual a relação de densidade que eu tenho nisso?

36. Rose: Que o ovo é mais denso que água.

37. Lari: é! Que o ovo é mais denso que água.

38. Pesquisadora: E aí eu adiciono sal e o ovo boia.

39. Lari: Isso quer dizer que a água com sal fica mais densa que ovo.

40. Pesquisadora: E você não concorda com isso?
41. Lari: Eu não sei...
42. Rose: Eu tenho dúvidas.
43. Pesquisadora: Por que vocês têm dúvidas?
44. Lari: Tipo... é o que faz sentido para o ovo boiar, mas é estranho...
45. Pesquisadora: Você acha que o ovo é muito pesado para ele boiar? Em relação a água?
46. Lari: Não, então é porque sei lá, o ovo tem uma casca, então tudo que é sólido...
47. Rose: Mas, a casca é superfina.
48. Lari: É... faz sentido...
49. Pesquisadora: E tem algo lá dentro que tem uma certa massa...
50. Lari: Que na minha cabeça não faz muito sentido a água com sal ser mais densa.
51. Pesquisadora: É que não é assim, eu coloco uma colher de sal, coloca-se uma quantidade generosa de sal, até o ovo boiar.
52. Rose: Então eu entendi
53. Lari: Então por causa da densidade, que eu imaginei desde o começo...

No primeiro turno do episódio, a aluna Lari faz o anúncio de uma resposta correta (densidade) e no turno seis, sua colega Rose concorda dizendo que *“não tem outra explicação”*, mas para ela a outra explicação seria o ovo cozinhar no copo com água (*“Porque o ovo não tá cozido”*). Implicitamente, a aluna entende que o ovo cozido boia quando colocado em um copo de água. Assim, Rose assume a resposta inicial da Lari, como correta, pois não consegue imaginar uma outra possibilidade de resposta. Percebemos aqui, que a Rose ainda não apresenta os pensamentos macroscópico, representacional e submicroscópico do conhecimento químico.

No turno sete, Lari fomenta outro argumento, supondo que possa ocorrer uma ionização. Nesse caso, nós podemos perceber que ela insere o conceito científico de ionização aprendido na universidade para tentar responder uma temática do contexto cotidiano, porém, ela utiliza esse conceito erroneamente, pois, o processo que ocorre quando se adiciona sal de cozinha na água é denominado dissociação iônica. Já no turno doze, a aluna Rose em sua primeira tentativa de formar uma resposta, afirma corretamente que o sal se dissocia na água e Lari no turno seguinte confirma a fala da colega. Todavia, no turno sete a aluna Lari afirma que ocorre uma ionização, porém após a fala da amiga confirma que ocorre uma dissociação do sal. Podemos destacar

que essa aluna ainda não consegue diferenciar o conceito de dissociação iônica e ionização, para ela esses conceitos são sinônimos e se referem ao mesmo processo.

Acerca das concepções da elaboração conceitual discutidas por Vigotski (2009) é importante frisar que o autor não insere idades nas fases do desenvolvimento de conceitos. Os experimentos de Vigotski foram realizados em crianças, mas a sua teoria sobre elaboração de conceitos científicos pode ser transposta para as fases finais da adolescência e da vida adulta.

Dessa forma, analisando as tentativas das alunas em responderem à questão usando os conceitos de ionização e dissociação iônica, nos remetemos às etapas de elaboração conceitual descrita por Vigotski (2009). Na fase de formação de complexos associativos, o autor discorre que o sujeito tende a associar, objetos e signos que apresentam algumas características em comum. De igual modo, os conceitos de ionização e dissociação iônica²⁴ apresentam similaridades, como os objetos utilizados por Vigotski em seus experimentos. Sendo assim, as alunas tentam então aproximar estes dois conceitos em suas redes de significações como sinônimos.

Nos turnos 12 e 13, Rose e Lari selecionam o conceito de dissociação para explicar o fenômeno, porém elas não sabem de fato o significado desse conceito. Entendem que quando o sal é adicionado na água acontece alguma coisa e elegem o termo dissociação ao invés de ionização para denominar o fenômeno.

No turno 9, a mesma aluna Lari, afirma que “o ovo é muito mais denso do que a água com sal”, neste caso, ela está induzindo uma concepção de que “mais denso” quer dizer mais pesado, ou seja, o ovo apresenta maior massa que a solução salina, por isso boia. Podemos assim, observar que, primeiramente, no turno sete ela introduz um conceito científico de ionização e logo após no turno nove ela traz um conceito de senso comum (mais denso = mais pesado) para tentar justificar a questão, demonstrando uma confusão conceitual.

Por conseguinte, no turno 13, mais uma vez, a aluna Lari faz menção de uma resposta correta, pois entende que para o ovo boiar aconteceram dois fenômenos, a água fica mais densa e o sal se dissocia na água, porém ela não consegue entender microscopicamente como a dissociação do sal na água irá deixar a água mais densa, e, isto a atordoa durante toda sua fala. Mortimer (2000) ressalta a importância das

²⁴ A ionização, ocorre quando uma determinada substância reage com a água formando íons na solução. Ao passo que na dissociação iônica, os íons já existentes e são separados pela ação da água, ocorrendo um processo de solvatação desses íons por ela.

interrelações entre os aspectos fenomenológicos, representacional e teórico para a compreensão do conteúdo químico. Dessa forma, esses três níveis do conhecimento darão sustentação para a elaboração conceitual na química, pois o conhecimento ocorre a partir do entendimento fenomenológico(macro) em direção ao teórico(micro), necessitando também dos símbolos que medeiam essa relação. Nesse sentido, concluímos que a aluna Lari só consegue usar o nível fenomenológico, ela não consegue inter-relacionar os outros níveis para então formular sua resposta.

Igualmente, ao trazer o conceito de “condutora” como característica dessa solução, no turno 21, Lari estabelece a relação e consequência para os conceitos de dissociação e ionização, mencionados no início do episódio. A água (solução) se torna condutora de eletricidade devido a adição de sal de cozinha pela liberação de íons de Na^+ e Cl^- .

No turno 26, desconfiada ainda do fenômeno proposto, a aluna mostra que os fenômenos do cotidiano, de senso comum ainda não foram pensados cientificamente por ela. E, em mais uma tentativa de responder à questão, insere um conceito de osmose.

Consequentemente, analisando a esforço para a elaboração conceitual destas alunas e os conceitos inseridos até o momento, podemos fazer as seguintes relações: os conceitos de *ionização* e *dissociação* se referem ao conceito de molécula (interações moleculares); dentro do macro conceito de química está o conceito de *solução condutora* e, por último, o conceito de *osmose*, que neste caso pode parecer absurdo, mas, está no campo que se refere aos conceitos que englobam a ciência.

Não podemos considerar que as alunas até agora só trouxeram conceitos equivocados para dentro de coletivo de conceitos possíveis para responderem esta questão, mas sim, esses “equivocos” são parte do processo de elaboração e evolução conceitual. Sobre isso, Wenzer e Maldaner (2014, p. 315) afirmam que:

Quanto ao processo de significação, fazer uso ou apropriar-se das palavras é um passo inicial que antecede a formação do pensamento conceitual. Este somente é possível pela evolução do significado do conceito, num processo que implica a realização de diferentes relações conceituais.

As relações conceituais apontadas pelos autores supracitados referem-se a um processo que envolve a aproximação com a temática, o uso de uma linguagem específica e a problematização de um determinado contexto. O exercício dessa

aproximação é o que configura a contextualização, que não se materializa na imagem e no texto do livro, mas sim, na prática coletiva e dialogada das interações sociais que vão em busca da significação de fenômenos cotidianos.

Nos experimentos de Vigotski (2009), num primeiro momento, as crianças separam os objetos (conceitos) sem nenhum critério para depois criarem sistemas de generalizações, que darão sustentação para escolher a melhor forma de organização o que foi proposto e, portanto, como já dito, verificamos que isso também acontece com essas licenciandas.

Ademais, quando Rose, no turno 30, menciona que precisa desenhar para entender o que está acontecendo, produz a seguinte figura:

Figura 11 - Desenho produzido pela aluna Rose sobre a questão número 2

Fonte: Licenciandas em química Rose.

É possível observar no desenho produzido por Rose, um grau, ainda, insuficiente de abstração para a compreensão do nível fenomenológico, percebemos que ela tem dificuldade para apresentar elementos conceituais suficientes para reproduzi-los no desenho.

A imagem mental desenvolvida pela aluna demonstra em sua maioria aspectos macroscópicos, o ovo; o sal sólido no fundo do recipiente; o ovo boiando e a mesma quantidade de sal no fundo do recipiente e alguns íons de sódio e cloreto. Nesse caso, observamos que o conceito de solvatação ainda não está claro para ela, sendo que,

este é um conceito que dará aporte para a variação da densidade no sistema proposto pela questão.

Outra questão que podemos salientar ao analisar o desenho produzido por Rose é o conceito de homogeneidade das soluções. Segundo Carmo e Marcondes (2008), as concepções dos estudantes acerca do conceito dissolução se referem ao fato do soluto desaparecer na solução ou ele se acumular no fundo do recipiente. Percebemos essas duas problemáticas no desenho produzido pela aluna, no segundo recipiente, quando é adicionado cloreto de sódio em um copo com água, ele “desaparece” na solução e se acumula no fundo do copo, como se todo sal adicionado fosse se depositar no fundo do recipiente.

Assim, nos dois casos citados pelas autoras, a solução para o estudante é apenas uma mistura entre o sal e água. Para elas, os alunos diferenciam a solução da substância adicionada, como se um não pertencesse ao outro. E, isso pode ser explicado, pois, muitas vezes os estudantes se apoiam no conceito de densidade de senso comum: *‘se o sal é “mais pesado” que água, portanto ele vai ficar no fundo do recipiente’*.

A partir disso, essas concepções nos mostram, mais uma vez, a dificuldade dos licenciandos entrevistados, em utilizar os modelos atômico moleculares na busca de uma resposta que seja coerente cientificamente ao fenômeno proposto, assim, as alunas conseguem, apenas, elaborar respostas e desenhos que estão no nível perceptual e cotidiano.

Portanto, segundo Carmo e Marcondes (2008), os conceitos referentes a homogeneidade/heterogeneidade das soluções são importantes para “[...] interface da passagem da visão macroscópica para a microscópica.” (p. 38) ou dos conceitos cotidianos para os científicos. Assim, ao refletirem sobre as interações que ocorrem entre soluto e solvente, cloreto de sódio e água e, os nexos conceituais necessários para entender o conceito de dissolução, essas alunas conseguiriam em seus discursos e, também, no desenho montado, construir respostas que poderiam, quem sabe, chegar às questões de solvatação para então caminharem em direção ao conceito de densidade.

No turno 31, mais uma vez a aluna Lari coloca em questionamento o experimento criado, já que ela precisa *ver para crer*. Isso nos remete a questão da necessidade do experimento para comprovar a teoria no campo das ciências. Giordan (1999) em seus estudos sobre a importância da experimentação explica que:

A elaboração do conhecimento científico apresenta-se dependente de uma abordagem experimental, não tanto pelos temas de seu objeto de estudo, os fenômenos naturais, mas fundamentalmente porque a organização desse conhecimento ocorre preferencialmente nos entremeios da investigação. Tomar a experimentação como parte de um processo pleno de investigação é uma necessidade, reconhecida entre aqueles que pensam e fazem o ensino de ciências, pois a formação do pensamento e das atitudes do sujeito deve se dar preferencialmente nos entremeios de atividades investigativas. (1999, p. 44)

A experimentação para quem faz e ensina ciências é um instrumento para a investigação e organização do conhecimento, pois a partir dela, conseguimos indagar, produzir conclusões, refutar conceitos, criar conceitos e, a partir disso, podemos entender a descrença da aluna Lari sobre o sistema apresentado, pois nunca observou esse experimento, ela precisa ver para acreditar e quem sabe assim conseguir elaborar conclusões.

No turno 51 ao tentar ajudar as alunas, a pesquisadora diz que se adiciona uma quantidade generosa de sal e, a partir daí, as alunas dizem que tudo fez sentido, porém analisando o que elas produziram até esse momento, provavelmente, elas devem pressupor que a solução ficou com uma quantidade maior de sal do que de água e por isso ficou “quase sólida”, daí a conclusão de que ela é pesa mais que o ovo, que portanto, boia. Com essa informação, elas ainda não demonstraram que conseguiram formular uma resposta à nível teórico/microscópico.

Ao final, no turno 53, Lari fecha sua elaboração conceitual concluindo que era por causa da densidade que o ovo boia, como ela havia questionado no turno 1. Ao analisar apenas os turnos da aluna Lari, podemos perceber os aspectos de evolução e involução do conhecimento, que, de certo modo, podem ser entendidos pelo próprio processo de desenvolvimento humano. Assim, o desenvolvimento do sujeito ocorre num processo dialético e:

[...] se distingue por uma complicada periodicidade, a desproporção no desenvolvimento das diversas funções, as metamorfoses ou transformações qualitativas de umas formas em outras, o entrelaçamento complexo de processos evolutivos e involutivos, o complexo cruzamento de fatores externos e internos, um complexo processo de superação de dificuldades e de adaptação (VIGOTSKI, 1995, p.141, tradução nossa).

Analisando a aluna Lari, percebemos alguns indícios de que ela começa a discussão num movimento de evolução ao sugerir o conceito de densidade como

possível resposta e, durante o seu discurso, utiliza os conceitos de dissociação, ionização e osmose num movimento de involução do conceitual. Sua evolução ocorre quando conclui que a solução de água e sal de cozinha é condutora de eletricidade e involui quando não consegue criar um modelo mental para entender o que está acontecendo a nível teórico, e ao final evolui novamente ao considerar que de fato o conceito de densidade responde a sua questão. Todavia, o conceito de densidade ainda não está claro para ela, mas se apropria deste termo aprendido na escola para responder a questão.

Dessa forma, um estudante que consegue relacionar corretamente as palavras específicas da química para explicar um determinado fenômeno apresenta indícios da formação do pensamento químico, pois, nessa situação, o uso da palavra não foi apenas de forma mecânica ou da qual não tomou consciência, mas denota capacidade de realizar diferentes relações conceituais, o que, por sua vez, remete para o uso consciente dos conceitos químicos (WENZER E MALDANER, 2014, p. 315)

Todos os apontamentos que ousamos fazer com relação ao processo de elaboração conceitual apreendidos por nós com relação às falas da aluna, são antes de tudo, reflexos daquilo que nossas interpretações permitiram fazer. Ao identificarmos palavras, gestos, desenhos que aludem aos conceitos químicos, entendemos que a aluna está de fato no movimento de produção de conhecimento que demanda um longo processo de aproximações e distanciamentos em relação ao tema.

Questão 3 – Dissolução

Considerando seus conhecimentos sobre os modelos de ligação que explicam as propriedades de uma substância iônica como do KCl e as da H₂O, proponha ideias que expliquem em nível microscópico a dissolução do sal de cozinha em água. Procure representar suas ideias com um modelo.

- Episódio 6: Desenho da dissolução do NaCl em água.

Primeiramente, para a análise dos desenhos produzidos pelos licenciandos, se faz necessário recordar a figura 10, sobre a relação entre a triangulação do

conhecimento químico, abordado por Johnstone e, o círculo do desenvolvimento dos conceitos em Vigotski, que foi proposto neste trabalho. Observamos que o domínio da linguagem exerce um papel fundamental para a apropriação e desenvolvimento dos conceitos.

Desse modo, a apropriação dos conceitos científicos de química pode ser facilitada pela ocorrência da articulação entre os três vértices do triângulo de Johnstone e a perspectiva de interconstituição de Vigotski, porém, o que geralmente acontece no ensino, segundo Sangiogo (2014) em referência aos vários estudos sobre o ensino de química, é que

[...] aprendizagem em Química decorre do fato de que o processo de ensino e aprendizagem centra-se em um dos vértices do triângulo, o que dificulta a articulação do conhecimento com as simbologias específicas da química, com a linguagem de nível atômico-molecular ou com situações vivenciadas no cotidiano (p.32).

Assim, a apropriação dos signos próprios da química, ou seja, da linguagem química, é fundamental para a articulação entre os conceitos científicos e cotidianos. Os signos correspondem a significados que são próprios de cada cultura e são responsáveis por mediar relações entre o homem e o mundo, entre o homem e a ciência. (VIGOTSKI, 2009).

No que se refere aos signos e símbolos próprios da química ou a utilização de imagens que representem do mundo submicroscópico, precisamos versar sobre a questão de que as imagens representativas de partículas submicroscópicas são *representações* de conceitos científicos, portanto, não conclusivas e, assim, como Sangiogo (2014) discute “[...] nunca correspondem à totalidade da compreensão do modelo explicativo em questão [...]” (p. 33).

Com os desenhos produzidos pelos licenciandos entrevistados iremos analisar quais são as *representações parciais* de conceitos científicos (como por exemplo: dissolução; partícula; íons) explorados por eles ao responderem à questão proposta.

Segundo Sangiogo (2014) embasado em Vigotski (2009), as imagens produzidas pelos alunos são elementos importantes que podem constituir a elaboração conceitual, pelo fato de atuarem sobre a memória do aprendente, além de produzirem discussões acerca dos conceitos científicos e cotidianos, afim de aproximá-los. Sendo assim, as imagens são produtos de um processo de elaboração

conceitual, na qual mobilizam a memória; os sentidos; nexos conceituais produzindo significados.

Para análise de uma elaboração conceitual sobre dissolução de sal de cozinha por meio de imagens produzidas por licenciandos em química utilizamos as seguintes produções: alunas do primeiro ano Sofia, Julia e Fernanda; alunas do quinto ano Ana e Maria; e os alunos, também do quinto ano, Pedro, José, João e Bia, nesta ordem.

Primeiramente, o Caderno do Aluno propõe essa questão na forma de um desafio ao término do conteúdo de ligações de hidrogênio e as propriedades da água. Como resposta orientadora ao professor, o Caderno do Professor utiliza a seguinte imagem:

Figura 12 - Dissolução do NaCl em água no Caderno do Aluno do 2º ano do Ensino Médio²⁵

Fonte: Caderno do Aluno do Estado de São Paulo, 2017.

Na primeira produção (figura 13), as alunas do primeiro ano, representam a molécula de água no seu modelo atômico molecular e por meio do signo + adicionam a partícula de cloreto de sódio utilizando como estrutura de sua fórmula molecular. Observamos que as alunas utilizam dois tipos de estruturas para representar o que

²⁵ Cabe aqui destacar que a abordagem do tema dissolução do sal de cozinha em água por meio de desenhos é utilizado na maioria dos livros didáticos de química para o Ensino Médio aprovados pelo PNLEM (LEMES et al, 2010)

elas reconhecem como água e cloreto de sódio, o modelo atômico molecular para a água e a fórmula molecular que caracteriza o sal.

É possível observar que no primeiro desenho elas tentam desenhar o esboço do que seria a estrutura atômico “molecular” do sal, elas tentam trazer o conceito utilizado para desenhar a representação da molécula de água para a partícula de cloreto de sódio, então desenharam “círculos” de mesmo tamanho os quais se referem aos átomos de sódio e cloro. Nesse caso, percebemos que o conceito de raio atômico é utilizado para a molécula de água, porém, (seguindo o raciocínio das aulas para desenhar os compostos) esse mesmo conceito não se faz presente para que elas concebem por a partícula de cloreto de sódio, pois os átomos apresentam o mesmo tamanho. Assim, podemos induzir que o conceito de raio atômico ou iônico não está apropriado ainda, pois elas só o utilizam em um composto, mostrando que muito provavelmente ao desenharem a molécula de água estão trazendo uma representação que faz parte das suas memórias quando estudaram a molécula de água, porém se tivessem o conceito de raio atômico ou iônico desenhariam a estrutura do cloreto de sódio levando em consideração essa prerrogativa, o que não aconteceu

Outra questão importante aqui é o fato de que a representação de cloreto de sódio está incoerente ao que é aceito cientificamente. Os átomos de sódio e cloro devem ser representados dentro de uma estrutura ou rede cristalina cúbica.

Figura 13 - Dissolução do NaCl em água realizado por alunas do 1º ano da Licenciatura em Química.

Fonte: Licenciandas em Química.

Assim, a primeira produção das alunas remete à ocorrência de uma reação de dupla troca entre a molécula de água e a partícula sal de cozinha, obtendo-se como produtos, o ácido clorídrico e hidróxido de sódio. Podemos observar que elas desistem deste modelo ao perceberem a incoerência dos produtos obtidos nessa suposta reação. Essa percepção do erro pode estar aliada ao fato de que em suas experiências diárias, quando adicionam sal à água, não se obtém uma solução contendo ácido e base. Percebendo essa incongruência as alunas tentam mais uma vez desenhar a dissolução do sal de cozinha em água.

Analisando a segunda produção, entendemos que a concepção das alunas sobre o conceito científico de dissolução se refere à separação dos átomos do sódio e do cloro na presença da água. As alunas não utilizam o conceito raio iônico, por

vezes, o sódio é desenhado com uma determinada circunferência, por vezes, outra, e o mesmo acontece com o cloro, como se fossem bolinhas de tamanhos variados, os quais não obedecem a nenhuma lógica.

Acreditamos que para as alunas a dissolução do NaCl pode ser sinônimo de quebra de ligação, apenas. As alunas ainda não se apropriaram do conceito de solvatação, que é o fenômeno que ocorre na dissociação iônica do sal de cozinha em água. Certamente pode ser arriscado fazer análises mais aprofundadas a partir apenas um desenho, porém, parece que o conceito de propriedade iônica das substâncias também não está apropriada ainda pelas alunas, pois as partículas de Na e Cl são desenhadas sem considerar sua natureza iônica, como se fossem neutras, sem sinais de + ou -.

Quando analisamos o desenho produzidos pelas alunas Ana e Maria (figura 14), podemos observar que elas desenharam a estrutura cristalina do cloreto de potássio ao invés do cloreto de sódio. Neste caso, essas alunas do quinto ano ilustram o sal por meio de sua estrutura cristalina cúbica e a dissociação iônica ocorre por meio da quebra da estrutura do cristal do sal, liberando no meio aquoso os íons K^+ e Cl^- .

Ao contrário das alunas do primeiro ano, essas apresentam uma apropriação adequada do conceito de estrutura cristalina de sais, porém quando observamos o recipiente “depois” com o que seria o resultado da dissolução observamos que para as alunas apenas ocorreu a quebra da estrutura cristalina, como anteriormente mencionado, e segundo, a representação das alunas os íons formados ficam “nadando” na água, que é representado por um espaço vazio, segundo indicam na imagem produzida.

Figura 14 - Dissolução do KCl em água realizado por alunas do 5º ano da Licenciatura em Química

Fonte: Licenciandos em Química.

Dessa forma, os desenhos produzidos pelas alunas tanto do primeiro quanto do quinto ano refletem ainda as concepções de dissolução de alunos do ensino médio. A primeira concepção é de que existe espaço vazio entre moléculas. Podemos observar que as alunas só desenharam o estado de agregação das substâncias presentes na solução, logo, elas apresentam dificuldades em demonstrar o verdadeiro papel da água nesta dissolução (ECHEVERRÍA, 1996). Ao observar o desenho obtido do Caderno do Professor (figura 12), percebemos que neste material também há a presença de espaços vazios no segundo recipiente, este espaço é colorido de azul para fazer uma alusão à presença de água. Por conseguinte, o material didático produz estes modelos de forma equivocada, o que pode induzir ou favorecer a reprodução dessas representações pelos alunos, que acabam se perpetuando ainda na Universidade.

A questão da solvatação do NaCl pela água e o modelo de atração eletrostática não foram utilizados em nenhum momento por elas, segundo Echeverría (1996) o que demonstra a ausência de uma compreensão microscópica da dissolução. Mais uma vez, aqui se faz presente, a importância do domínio da linguagem química para elaboração conceitual por meio dos símbolos característicos da química.

Conseguimos perceber a tentativa de desenhar o processo de solvatação na dissolução de um sal no outro grupo de alunos do quinto ano, conforme o desenho a seguir:

Figura 15 - Dissolução do KCl em água realizado por alunos do 5º ano da Licenciatura em Química

Fonte: Licenciandos em Química.

Por questão de interpretação esses alunos também desenharam a dissolução do KCl. Inicialmente, o desenho da estrutura do KCl é representado pela sua fórmula molecular como também a da água, reproduzindo uma reação química. O produto dessa reação, segundo os alunos, é uma tentativa de desenhar o processo de solvatação. Examinamos que nesses alunos ocorre a preocupação em desenhar as estruturas do KCl e da água, segundo seus raios iônicos. Sendo assim, o ânion Cl^- é maior do que o cátion K^+ , assim como o átomo de oxigênio é maior que o do hidrogênio.

Para demonstrar as ligações entre os átomos, os alunos fazem riscos pontilhados ao invés de retas, demonstrando que compreendem que o que ocorre, na verdade, é uma interação entre os átomos. Portanto, a partícula de KCl central está rodeada de moléculas de água, o que comprova o conhecimento desses alunos sobre o conceito de solvatação. Do mesmo modo, nesse desenho, é importante notar que os licenciandos não objetivam mostrar o recipiente contendo água e sal, mas, a preocupação em demonstrar o processo de dissolução.

Dessa forma, podemos constatar que o desenho dos alunos do quinto ano, apresenta muito mais elementos do conhecimento científico (raio atômico, linhas pontilhadas que demonstram interação entre os átomos ao invés da reta de ligação e

solvatação) ao contrário dos outros dois grupos que colocam em seus desenhos muitas concepções de senso comum.

Segundo Gibin e Ferreira (2010) os alunos de graduação e pós-graduação em química ainda, apresentam dificuldades em utilizar as representações submicroscópicas e simbólicas (a linguagem química), fato que foi observado nas imagens produzidas por nossos licenciandos pesquisados. De acordo com os autores, isso se deve ao fato dessas representações serem abstratas ao pensamento dos alunos, que apresentam dificuldades em relacionar o nível macroscópico (cotidiano) com o submicroscópico (científico). E, justamente essas dificuldades são reflexos do uso das representações submicroscópicas que são utilizadas pelos professores formadores que muitas vezes não valorizam esse tipo conhecimento em suas práticas pedagógicas (GIBIN e FERREIRA, 2010).

Questão 4 - Destilação fracionada

Observando a coluna de fracionamento de petróleo abaixo e as informações contidas nela, quais conclusões se pode tirar sobre o seu funcionamento.

Figura 16 - Ilustração da destilação fracionada do petróleo retirado do Caderno do Aluno

Fonte: Caderno do Aluno do Estado de São Paulo, 2017.

➤ Episódio 7: Destilação fracionada do petróleo (alunos do segundo ano)

Nesse episódio dois alunos do segundo ano do curso de Licenciatura em química tentam responder sobre o processo de destilação fracionada do petróleo, a partir de uma imagem retirada do Caderno do Aluno do 3º ano do Ensino Médio. O aluno Diego toma a frente e inicia a tentativa de responder essa questão.

1. Diego: O que eu sei disso, tipo, que eles pegam o petróleo bruto do fundo do mar, por exemplo, e ele entra ali, ele é aquecido e daí, é ... todas as coisas começam a evaporar e todo mundo evapora junto, e aí eles vão subindo e tem todas as separações e quem vai ficando nessas separações, são quem já está numa ... quem... vai abaixando a temperatura de acordo com o que vai subindo e eles vão ficando, quem não vai, quem não é volátil, nessa temperatura, cada um vai ficando. No caso, no primeiro caso aqui é o fuel, que é a 600 °C, que aí depois a ...

2. Lais: 270

3. Diego: 270°C, é o diesel ou outro?

4. Lais: Óleo lubrificante.

5. Diego: Óleo lubrificante, é o que fica, e aí continua subindo os gases, até no caso, o penúltimo, até a Nafta que é em 20°C e aí só sai mais dois gases, que é o GPL, que são os que não ...

6. Pesquisadora: E por que vocês acham que a determinada **temperatura** consegue extrair tal **componente**, com tantos carbonos? O que tem a ver?

7. Diego: O petróleo não é uma coisa só, tem muitos componentes diferentes, e você pode conseguir também só a gasolina *pra* veículos que está aqui. Só que ele tem muitas coisas úteis que podem ser usadas e daí isso acontece, porque... peraí que eu tenho que pensar na ideia que eu falei...no negócio de ebulição então, quando ele... é negócio de ...

8. Lais: Cada um tem seu ponto de ebulição, cada...o querosene é um, a gasolina é outro. Então, devagar ele vai atingindo o de cada um pra separar.

9. Diego: Isso daqui é uma destilação fracionada.

A discussão se inicia a partir do exame de uma imagem (destilação fracionada do petróleo) que representa um fenômeno macroscópico. O aluno Diego toma frente e começa a descrever o processo que ocorre na torre de destilação, apontado e

olhando para a imagem projetada no computador ao seu lado. Ele utiliza no turno 1 os termos: “*coisa*”; “*eles*”, “*todo mundo*”, “*quem*” para designar *substâncias*, termo que ele ainda não consegue mencionar, pois utiliza signos do senso comum ao invés de científicos na sua explicação inicial.

No turno 6, a pesquisadora, em sua interferência, insere os termos “*temperatura*” e “*componente*” fazendo com esse aluno saia de sua zona de senso comum para responder à questão utilizando os conceitos científicos. A inserção desses termos cria um conflito cognitivo no aluno que, no turno 7, inicia uma nova tentativa de resposta, mas, em seguida, percebe que não consegue formulá-la, e enuncia que precisa pensar para responder.

Ainda nesse turno, recorremos a Vigotski e à teoria da Zona do Desenvolvimento Próximo, pois conforme análise de seus pressupostos, podemos inferir que o aluno no turno 1 ao utilizar termos de senso comum está no seu desenvolvimento real, sendo assim, usa o conhecimento instituído no qual o ciclo de desenvolvimento já está completado; e quando a pesquisadora provoca o aluno, inserindo signos do mundo científico ao seu questionamento, o aluno se apropria desses signos (*componente* e *temperatura*) e tenta raciocinar sobre o fenômeno a partir deles.

Dessa forma, Diego enuncia mais uma vez que precisa pensar para responder. Nesse momento, ele se encontra no seu nível de desenvolvimento potencial, o qual o desenvolvimento está se formando, isto é, o conhecimento está se instituindo. E, sendo assim, a relação entre estes os dois níveis de desenvolvimento cria uma zona de possibilidades de aprendizagem, chamada Zona do Desenvolvimento Próximo (ARAUJO, 2009). Todo este movimento entre instituído e instituinte só foi possível pela mediação da pesquisadora ao direcionar os conceitos científicos que poderiam ser trabalhados para formular a resposta. Segundo Araujo (2009), a aprendizagem do professor, no caso, dos alunos, futuros professores, ocorre do diálogo entre o real e o potencial:

O professor tem, em relação ao seu saber docente, um nível de desenvolvimento real e um nível de desenvolvimento potencial, e é na Zona de Desenvolvimento Proximal, configurada como espaço das relações de mediação, que as ações formação devem incidir. Todavia, a ZDP não deve ser compreendida apenas em termos de processos mentais individuais, mas de processos coletivos, em colaboração, campo por excelência da mediação. (ARAUJO, 2009, p. 9)

Por isso, destacamos a importância da pesquisadora usar os termos científicos, caso contrário, o aluno Diego, não sairia do senso comum. Assim, é possível observar

que a partir do turno 7 ele começa a usar outros termos científicos (ebulição e destilação fracionada – turnos 7 e 9) que antes não se faziam presentes em sua fala.

A aluna Lais, que até então estava assistindo o processo de elaboração do Diego, mesmo em silêncio também está participando deste processo de elaboração conceitual, como interlocutor do discurso do colega. Observamos isso no turno 8, na qual a aluna sumariza tudo que Diego tentou explicar até então e, a partir dessa explicação formula sua própria resposta.

O autor Bakhtin enunciou dois conceitos que podem ilustrar o comportamento desses dois alunos, o dialogismo e a polifonia. Para o autor, o homem não é um sujeito individual, mas fruto da relação dialógica entre o eu e o outro; sendo assim, a linguagem dialógica precisa do outro para acontecer, conforme Pires (2003) descreve: “[...] a experiência verbal individual do homem toma forma e evolui sob o efeito da interação contínua e permanente com os enunciados individuais do outro” (BAKHTIN, 1979, p. 313 apud Pires, 2003, p. 39).

Por meio dos enunciados individuais do aluno Diego (turnos 1, 5 e 7) o raciocínio de Laís toma forma e apresenta aspectos das vozes polifônicas do discurso do colega, isto é, no turno 8 ela utiliza elementos e palavras, até então utilizadas por Diego, para elaborar o seu discurso, a fim de sintetizar tudo que ele conseguiu elaborar e, só a partir daí, insere o conceito de ponto de ebulição. Por sua vez, Diego ouvindo a síntese da colega, condensa toda a informação proferida por ela e denomina o processo que ela descreveu como sendo uma destilação fracionada (turno 9).

Sendo assim, os dois alunos saíram de respostas de senso comum, da análise superficial da imagem proposta e a partir dos signos introduzidos pela pesquisadora conseguiram dar um salto qualitativo em suas elaborações conceituais. Isso foi possível por meio do uso do dialogismo e, conseqüentemente, a utilização de dois conceitos (ebulição e destilação fracionada) que são o cerne para a responder a questão. Provavelmente estes alunos não têm o pleno conhecimento do significado destes conceitos, mas estão utilizando-os em um campo semântico adequado.

Na sequência do episódio a dupla continua discutindo a imagem:

10. Pesquisadora: E qual a relação que vocês podem fazer com a temperatura de ebulição e moléculas com determinado número de carbonos?

11. Lais: Quanto mais carbonos...

12. Diego: Tem carbono 14...
13. Lais: é menor.
14. Diego: Quanto menos carbono mais volátil ele é.
15. Lais: Menos?
16. Diego: No sentido de quanto menor a cadeia carbônica...
17. Lais: Mas, aqui ó, é 70 e aqui C1 a C4, quanto mais carbonos a temperatura ... ah tá certo! (*olhando e apontando para o desenho*)
18. Diego: Entendeu?
19. Lais: A temperatura é maior...
20. Diego: Quanto menos
21. Lais: é mais difícil de se separar...
22. Diego: A menor quantidade de carbonos, é o que é mais
23. Lais: Volátil
24. Diego: é o que é mais volátil, que tipo, tem a temperatura do...do...
25. Lais: Do líquido e do gasoso?
26. Diego: Do gasoso *pro* liquido?
27. Lais: Liquefação
28. Diego: Liquefação! Tem uma temperatura de liquefação menor. Porque, tipo no caso, aqui do primeiro, a 200 graus ele bate ali, ele tá aqui, mas a 600 graus, que é o fuel. A temperatura dele de....de... de ar...
29. Lais: Qual?
30. Diego: De gás pra liquido?
31. Lais: Liquefação?
32. Diego: É liquefação, ela é 600 graus, ele bate alí e já é menor que ela e vai virar líquido. Então, o que tem menor cadeia carbônica é o que tem a temperatura de liquefação menor.
33. Pesquisadora: Por que vocês acham que a temperatura de liquefação é menor?
34. Lais: Quanto mais carbonos, a cadeia vai estar mais fechada, vai ser mais difícil de separar.
35. Pesquisadora: De quebrar a ligação?
36. Lais: De quebrar a ligação! Então, por isso que precisa de mais temperatura, de mais energia pra separar aquelas ligações que tem ali dentro da molécula.
37. Diego: Sim, quanto mais carbonos, maior é a cadeia.
38. Pesquisadora: Portanto, eu preciso de ...

39. Diego: Peraí, eu não vejo muito sentido na minha cabeça.
40. Pesquisadora: Pensem!
41. Diego: A cadeia carbônica maior, e ele fica, por exemplo, a maior cadeia carbônica, com 70 carbonos, é a que vira líquido a 600 graus?
42. Lais acena positivamente
43. Diego: Então, quer dizer que quanto mais carbonos eu tenho, a temperatura de liquefação dele é maior? Por que? ... Tipo, ele vira, ele muda do estado gasoso para o estado líquido...
44. Lais: Ah é o contrário...essa temperatura é a temperatura de liquefação?
45. Diego: É ... ele está vindo no estado gasoso ele vai mudar para o estado líquido e vai sair aqui...
46. Lais: Ele já entra no estado gasoso aqui?
47. Diego: Isso, ele já entra no estado gasoso, não líquido.
48. Lais faz expressão de não entender.
49. Diego questiona a pesquisadora: Não é?
50. Pesquisadora: Não, ele entra no estado líquido.
51. Lais: Para mim também é!
52. Diego: Não entendi, perai! Ele entra aqui no estado líquido, é isso?
53. Pesquisadora: Em determinadas temperaturas, consegue-se tirar diferentes substâncias, se elas são líquidas ou não, por exemplo, o óleo
54. Diego: AH! Agora consegui entender o funcionamento! Aqui se ele entrar líquido aqui, ele está a 600 graus, vai *ebulir* todas as coisas, menos o fuel, e o fuel sai como líquido e daí vai ebulir todas as coisas e as coisas sobem.
55. Pesquisadora: Tem a questão da densidade também!
56. Diego: Sim
57. Pesquisadora: Tem algumas coisas escritas no desenho ali...
58. Diego e Lais leem
59. Diego: Então quanto maior a cadeia carbônica, maior é o peso molecular que ele tem, então mais líquido ele fica. Então alí embaixo, no fuel, ele está todo líquido e daí começa a subir os outros, mas o fuel fica.
60. Pesquisadora: Ele está líquido, mas ele está mais denso?
61. Diego e Lais: Ele está mais denso!
62. Diego: E daí ele fica e sai como fuel, porque ele não vai *ebulir* a 600 graus.
63. Lais: Isso.

64. Diego: Ele é mais pesado. Então, a cadeia carbônica faz ele ser mais pesado e deixa a temperatura dele de ebulição vai ser bem mais alta do que 600 graus, por ele ter mais carbonos e por ser mais difícil de quebrar esta ligação.

65. Pesquisadora: Lais, tem mais algo a adicionar?

66. Lais: Então, acho que já adicionou essa parte da densidade que a gente não tinha comentado, mas o Diego já falou.

67. Diego: Peso molecular que é a quantidade de carbonos. Acho que é isso! (risos)

68. Pesquisadora: Então, ok!

No turno 10, a pesquisadora ao interferir no diálogo dos alunos insere a palavra *relação*. Ao fazer isso, ela não está questionando a análise de um conceito, mas de um sistema conceitual. Aqui, mais uma vez, observamos a importância da intervenção pedagógica na elaboração conceitual para orientar os alunos na busca do conhecimento. Para Oliveira (2002), a mediação é um processo de intervenção de um elemento intermediário que pode ser uma pessoa, um pensamento, um livro e, no caso do episódio analisado, um signo, e partir da inserção deste elemento, as relações passarão a ser mediadas por ele. Por isso, quando a pesquisadora pede para os alunos fazerem a *relação*, ela está inferindo sobre a produção de um sistema conceitual microscópico que inclui *moléculas*, *temperatura* e *número de carbonos*. Posto isso, percebemos que a partir daí os diálogos entre os alunos ficam mais confusos pois, agora os alunos precisam apresentar a relação entre os signos e seus significados para chegar a uma resposta adequada.

Percebe-se também que, a partir do questionamento da pesquisadora, os alunos falam mais, começam a inserir vários conceitos científicos (volatilidade, energia, ligação, densidade, peso molecular) para dar sustentação à *relação*. Esta é a principal diferença entre conceitos cotidianos e conceitos científicos, enquanto o primeiro se refere ao contexto imediato, ao objeto de forma direta, na ausência de sistema de generalizações, o segundo irá surgir “[...] das entranhas de outros conceitos, eles nascem com a ajuda das relações de generalidade entre os conceitos estabelecidos no processo de ensino.” (VIGOTSKI, 2009, p. 383).

Dessa forma, podemos observar que turno 64 quando Diego, depois de muitas tentativas, condensa todos os conceitos que foram elencados junto à colega em sua resposta, como “pesado”; “cadeia carbônica”; “temperatura de ebulição”, “mais

carbonos” e “quebra de ligação”, conseguindo concluir e fazer a *relação* que foi solicitada pela pesquisadora.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho buscou analisar os aspectos que evidenciavam os processos de elaboração e evolução conceitual de licenciandos em química com foco, especificamente, nos conteúdos de química, que comumente se apresentam no contexto cotidiano. Para tanto, o trabalho levou em conta a relação entre a formação inicial desses graduandos, por meio do Projeto Pedagógico do Curso e de entrevistas com licenciandos; e uma das esferas do seu trabalho futuro, quais sejam, a Escola e a Proposta Curricular do Estado de São Paulo adotada no Caderno do Aluno.

Consideramos que, os Licenciandos em Química, quando ingressam no curso carregam consigo conceitos, que foram de certa forma, aprendidos no ensino médio, os quais, muitas vezes, são selecionados a partir da Proposta Curricular do Estado de São Paulo, tendo, assim, reflexos do Caderno do Aluno²⁶. Não obstante, é crível que, após o ingresso na Universidade, estes conceitos do conhecimento químico devem ser aprimorados em um processo que envolverá, ou espera-se que envolva uma complexificação crescente. Assim, no curso de Licenciatura em Química, além do objetivo de ensinar os conceitos científicos referentes à química, consideramos que a contextualização destes conceitos no cotidiano é de grande valia para a formação de profissionais que saibam lidar com todas as esferas do conhecimento (escola e universidade).

No que se refere à Proposta Curricular do Ensino Médio de química, como já analisado anteriormente, verificou-se que a relação dos conteúdos de química com o cotidiano é colocada como uma das principais estratégias de aprendizagem. Já no Caderno do Aluno, encontramos o contexto na forma de exemplificações em exercícios e nas investigações de concepções prévias dos estudantes. Além disso, encontramos Situações de Aprendizagem que partem de um fenômeno do dia a dia (produção da cal; questões referentes à água e à atmosfera; exploração de minérios, etc) para, então, inserir os conceitos científicos pertinentes ao tema.

Destacamos também as Situações de Aprendizagem que apresentam como escopo analisar os impactos socioambientais referentes aos temas trabalhados durante o semestre. Inferimos que, nestes casos, as discussões sugeridas pelo

²⁶ Importante destacar que este material tem como base o ensino público do Estado de São Paulo e é mencionado pelos professores como sendo, de fato, um importante balizador dos conteúdos ensinados no Ensino Médio.

material para a formação do espírito crítico são rasas e baseadas, por exemplo, nas leituras de textos, nas produções de dissertações pelos alunos e nas visitas técnicas que, não raras vezes, são inacessíveis economicamente para os alunos e para a escola.

Desta forma, percebemos que diante de tantas problemáticas inseridas até aqui, a figura do professor de química é de grande importância para fazer a mediação entre os conceitos científicos e o cotidiano com o grau de profundidade adequado conforme os aspectos ambientais, culturais e socioeconômicos da região em que leciona. Dito isso, acreditamos ser pouco efetivo, por exemplo, ensinar reações químicas envolvidas nos processos de tratamento de esgoto, sem ao menos antes discutir criticamente sobre saneamento básico da cidade, do Estado e do país em que reside.

Ao analisar o Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Química e as ementas das disciplinas oferecidas pelo curso ficou evidente que a questão da contextualização da química com o cotidiano não é uma das prioridades das disciplinas do Bloco do Conhecimento Específico da Química. De modo geral, o objetivo que se enuncia é o de propiciar ao licenciando o aprofundamento no mundo da química submicroscópica. Por outro lado, é importante ressaltar a exceção da disciplina Química do Meio Ambiente que menciona a inter-relação e busca aproximações que orientem para a compreensão mais ampla e complexa dos fenômenos estudados.

Os contextos cotidianos terão maior destaque, então, nas disciplinas do Bloco de Introdução à Licenciatura e Fundamentos Metodológicos de Ensino. Destacamos que, neste último bloco, existem três disciplinas nos últimos anos do curso que têm como um dos seus objetivos fazer a mediação entre os conceitos de química e o contexto cotidiano. Estas disciplinas, atualmente, recebem o nome de *Articulação dos Conteúdos Químico-Pedagógicos I, II e III* e não mais *Prática em Ensino de Química I, II e III*, conforme está no PPC.

Desta forma, nosso trabalho principal foi analisar a Formação Inicial de Professores de Química do referido curso, levando em consideração, mais uma vez, o contexto cotidiano, de modo que as entrevistas realizadas com os licenciandos tornaram-se terreno fértil nos resultados obtidos neste trabalho. Realizamos entrevistas com grupos de alunos de vários anos, a exceção de grupos de alunos do quarto ano devido à pouca disponibilidade.

A primeira conclusão que retiramos das análises é que, de modo geral, os licenciandos em química apresentaram grande dificuldade ao responderem no nível microscópico/teórico às questões que estavam no nível macroscópico/fenomenológico, sendo que esta dificuldade perpassa todos os demais anos. Observamos que este obstáculo se encontra em contradição com um sistema ensino extremamente marcado pela visão atômico-molecular, que é o da Universidade. É como se professores de química e seus alunos não estivessem falando a “*mesma língua*”, pois o que vemos na maioria dos alunos entrevistados são respostas com nexos conceituais mais simples, que perpassam os conceitos cotidianos ao invés da utilização de nexos mais complexos, de caráter científico indo em sentido oposto ao conhecimento predominante dessa área.

É importante destacar que a presente investigação fez com que problematizássemos o próprio conteúdo químico ensinado na Universidade e, por nossa compreensão, acreditamos que o fato de se analisar um fenômeno cotidiano pode representar uma possibilidade imensa de se trabalhar diversos e complexos conceitos químicos. Ao estudar uma simples fervura de água, por exemplo, seria possível estudar: fenômenos físicos e químicos, mudança de estado físico, moléculas, densidade, pressão de vapor, ligações químicas intermoleculares, ebulição, propriedades coligativas, termoquímica. Ou seja, o fato de ser um fenômeno aparentemente simples não significa que a explicação tenha que ser superficial, ao contrário, se este tipo de situação pudesse ser melhor explorada no ensino superior poder-se-ia problematizar as aulas experimentais, por exemplo, valorizando o estudo do conceito, mais do que a realização de longos, exaustivos e, muitas vezes, ambientalmente incorretos experimentos que nem sempre resultam na compreensão aprofundada de conceitos químicos.

As produções coletivas dos alunos dos anos iniciais foram mais ricas e entusiasmadas, verificando-se que esforçavam muito mais na elaboração conceitual, na tentativa de encontrar os nexos conceituais que sustentavam suas hipóteses do que em comparação com os alunos do terceiro e quinto ano, que em sua maioria traziam respostas mais sucintas. Percebemos aí o processo de internalização da fala, quando constatamos que os alunos dos anos iniciais discutem mais sobre as questões, talvez possamos pensar neste momento, como relacionado ao conceito de fala egocêntrica. Como já analisado anteriormente, esse movimento ocorre quando o sujeito se depara com uma situação problemática, tende a falar mais como forma de

ação e organização do seu pensamento e com o tempo, o sujeito tende a se silenciar, internalizar a sua fala, pois consegue estruturar sua resposta internamente e expô-la de forma mais sucinta. Podemos ainda inferir, analisando especificamente, o episódio das alunas Ana e Maria do quinto anos, que quando o conhecimento não está apropriado pelo sujeito ele tende a falar mais, a discutir mais na busca de tentar compreender o fenômeno proposto e de construir uma compreensão mais elaborada para si próprio.

Percebemos também que as análises mais ricas foram dos alunos que apresentavam proximidade afetiva entre si (amigos), pois se sentiam mais à vontade para discutir, não concordar, reelaborar, ouvir o que outro amigo estava falando, do que naqueles grupos que não tinham intimidade entre si, de modo que expressavam fisionomicamente não concordar com a fala do outro, não impunha seus argumentos, talvez pelo motivo de não ter certeza do conhecimento e querer colocá-lo à prova ou para não entrar numa discussão com um “estranho”.

Salientamos também a importância da participação em grupo de extensão para a formação de professores de química. Em nossas entrevistas com licenciandos que participavam de Projetos de Extensão como PIBID, CEIQ e PET²⁷ no Departamento de Química, percebemos que estes apresentavam maior intimidade com as questões problematizadoras das entrevistas. Muitos relatavam que tinham utilizado tal contexto para ensinar determinado conteúdo e isso era um facilitador no seu processo de elaboração conceitual. Nesse sentido, Araújo (2009) propõe que o processo de formação da atividade pedagógica coletiva no ensino é resultado das mediações culturais do trabalho docente, através da articulação do conhecimento entre estudantes e professores mais experientes, estudantes e estudantes veteranos, estudantes e seus tutores, as quais ocorrem tanto nos estágios quanto nestes projetos citados, proporcionando um salto qualitativo na aprendizagem, pois os licenciandos colocam na prática os conhecimentos adquiridos na Universidade ao levarem para a escola.

Portanto, a partir de tudo o que foi discutido neste trabalho, reiteramos que a contextualização da química no cotidiano é assunto que deve ter seu espaço nos cursos de formação inicial de professores, haja vista a importância de trabalhar estes

²⁷ PIBID - Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência
PET – Projeto de Educação Tutorial
CEIQ – Centro de Ensino Integrado de Química.

assuntos nas escolas. Ressalta-se que esta articulação não deve ser realizada apenas nos últimos anos do curso, mas durante todo o período de formação, pois a produção do conhecimento nas nossas entrevistas evidenciou que estes licenciandos ainda apresentam pouca intimidade com tais fenômenos. Além disso, os resultados produzidos nas entrevistas nos mostraram que a construção do conhecimento químico passa por complexos processos de desconstrução e reelaboração; evoluções e involuções e que, portanto, não ocorrem de forma linear, pois mesmo nos últimos anos do curso Licenciatura em Química a explicitação dos fenômenos cotidianos não ocorre de forma clara e cientificamente adequada.

REFERÊNCIAS

- ABREU, R. G.; CÉZAR, N. T. B. S. Conceitos Científicos em Destaque: Enfoques da Comunidade Disciplinar de Ensino de Química na QNESC. **Química Nova Escola** – São Paulo - SP, v. 37, nº Especial 2, p. 161-165, dezembro de 2015. Disponível em: < http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc37_especial_2/10-CCD-104-15.pdf > Acesso em outubro de 2017.
- ANDRADE, J. J. **Na linguagem química a produção de conhecimentos e à constituição de subjetividades no espaço escolar**. 2003. 251f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências). Universidade Regional Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, RS.
- AMARAL, E. M. R. e MORTIMER, E. F. Uma proposta de perfil conceitual para o conceito de calor. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Porto Alegre, v. 1, n. 3, 2001. p. 5-18. Disponível em: <revistas.if.usp.br/rbpec/article/download/185/170> Acesso em março de 2016.
- ARAUJO, E. S., **Mediação e Aprendizagem Docente**. In: Anais do IX CONGRESSO NACIONAL DE PSICOLOGIA ESCOLAR EDUCACIONAL-ABRAPEE. Universidade Presbiteriana Mackenzie. São Paulo, 2009.
- BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**: contribuição de uma psicanálise do conhecimento. Rio de Janeiro: Contraponto, 2005.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Tradução: Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. 1ª ed. Editora: Edições 70, São Paulo, 2011, 280 p.
- BRASIL. Ministério de Educação e Cultura. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional** - Lei nº 9394/96, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da Educação Nacional. Brasília: MEC, 1996. Atualizada 2017.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) - Ciências da Natureza e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, 2002
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)**. Brasília: MEC, 2000.
- CARMO, M. P.; MARCONDES, M. E. R. Abordando soluções em sala de aula – uma experiência de ensino a partir das ideias dos alunos. **Revista Química Nova na Escola**. nº 28, p. 37-41, maio/2006.
- CHEMELLO, E. A Química na Cozinha apresenta: O Açúcar. **Revista Eletrônica ZOOM**. Editora Cia da Escola – São Paulo, Ano 6, nº 4, 2005. Disponível em: <www.ciadaescola.com.br/zoom/materia.asp?materia=291> Acesso em março/2018.
- COSTA-BEBER, L. B.; MALDANER, O, A. **Cotidiano e contextualização na educação química: discursos diferentes, significados próximos**. In: ABRAPEC;

ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS – ENPEC, 8., 2011, Campinas. Anais... Campinas, 2011. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R1376-1.pdf>> Acesso em março de 2018.

DAMIANI, M. F. e NEVES, R. de A. Vygotsky e as áreas da aprendizagem.

UNlrevista, Rio Grande do Sul, v. 1, n. 2, p. 1-10, 2006. Disponível em:

<<http://repositorio.furg.br/bitstream/handle/1/3453/Vygotsky%20e%20as%20teorias%20da%20aprendizagem.pdf?sequence=1>> Acesso em julho de 2015.

DESLAURIERS, J. P e KÉRISIT, M. **O Delineamento de Pesquisa Qualitativa**. In: A Pesquisa Qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos/ tradução de Ana Cristina Nasser. 2ª Ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2010. p. 127 – 153.

DIAS, C.A. **Grupo Focal: técnicas de coletas de dados em pesquisas qualitativas**. Informação & Sociedade: Estudos, João Pessoa, v. 10, n. 2, p. 7-22, 2000. Disponível em: <<http://periodicos.ufpb.br/ojs/index.php/ies/article/view/330>> Acesso em março de 2016.

ECHEVERRÍA, A. R. Como os alunos concebem a formação de soluções. **Revista Química Nova na Escola**. n. 3, p.15-18, maio, 1996

FERNANDEZ, C. et al . Conceitos de química dos ingressantes nos cursos de graduação do Instituto de Química da Universidade de São Paulo. **Revista Química Nova**, São Paulo, v. 31, n. 6, p. 1582-1590, 2008.

Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422008000600051> acesso em maio de 2015.

FERNANDEZ, C. e MARCONDES, M.E.R. Concepções dos estudantes sobre Ligação Química. **Química Nova na Escola**, São Paulo. n. 24, p. 20-24, 2006.

Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc24/af1.pdf>> Acesso em maio de 2015.

FERRAZ, D. F., TERRAZZAN, E. A. Construção do Conhecimento e Ensino de Ciências: O papel do raciocínio analógico. **Revista do Centro de Educação**, Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, v. 27, n. 01, p. 39 – 59, 2002. Disponível em: <periodicos.ufsm.br/reeducacao/article/download/4467/2644> Acesso em agosto de 2016.

FREIRE, Paulo. Conscientização: teoria e prática da libertação – uma introdução ao pensamento de Paulo Freire. 4. ed. São Paulo: Moraes, 1980. 102 p.

GASPARIN, J. L. **A construção dos conceitos científicos em sala de aula**. 2009. Disponível em: <

<http://ead.bauru.sp.gov.br/efront/www/content/lessons/41/A%20constru%C3%A7%C3%A3o%20dos%20conceitos%20cient%C3%ADficos%20em%20sala%20de%20aula.pdf>> Acesso em setembro de 2017.

GIBIN, G. B.; FERREIRA, L. H. A formação inicial em química baseada em conceitos representados por meio de modelos mentais. **Revista Química Nova**. v. 33, nº 8, p. 1809 – 1814, 2010.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed. Editora Atlas S.A. São Paulo, 2008. p. 27.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de Pesquisa**. 4. ed. Editora Atlas S.A, São Paulo, 2002. p.176.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Revista Química Nova na Escola**. n. 10, p. 43-49, nov. 1999.

GODOY, A. S. Introdução à Pesquisa Qualitativa e suas Possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 57-63, Mar/Abr. 1995. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rae/v35n2/a08v35n2.pdf>> Acesso em outubro de 2015.

GÓES, M. C. R. de. A abordagem microgenética na matriz histórico-cultural: uma perspectiva para o estudo da constituição da subjetividade. **Caderno CEDES**, Campinas, v. 20, n. 50, p. 9 - 25, Abr. 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-32622000000100002&lng=en&nrm=iso>. Acesso em novembro de 2016.

GUNTHER, H. Pesquisa Qualitativa versus Pesquisa Quantitativa: Esta É a Questão? **Rev. Psicologia: Teoria e Pesquisa**, Brasília, v. 22 n. 2, p. 201-210, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/ptp/v22n2/a10v22n2.pdf>> Acesso em março de 2016.

LEMES, A. F. G.; SOUZA, K. A. F. D.; CARDOSO, A. A. Representações para o processo de dissolução em Livros Didáticos de Química: o Caso do PNLEM. **Revista Química Nova na Escola**. v. 32, nº3. p. 184 – 190, agosto/2010.

LOPES, A. R. C. Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio e a submissão ao mundo produtivo: O caso do conceito de contextualização. **Revista Educação & Sociedade**, Campinas/SP, v. 23, nº 80, p. 386-400, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/es/v23n80/12938.pdf>> Acesso em fevereiro de 2016.

LOPES, A. R. C. **Conhecimento escolar: ciência e cotidiano**. Rio de Janeiro: EdUERJ, 1999, 236p.

MALDANER, O. A. **A formação inicial e continuada de professores de química professores/pesquisadores**. 2ª ed. revisada. Ed. Unijuí, Ijuí/RS. 424p. 2003.

MALDANER, O. A., PIEDADE, M. C. T. Repensando a Química: A formação de equipes de professores/ pesquisadores como forma eficaz de mudança da sala de aula. **Revista Química Nova na Escola**. nº1, p. 15 – 19, maio/1995.

MORTIMER, E. F. Para além das fronteiras da química: relações entre filosofia, psicologia e ensino de química. **Química Nova**, São Paulo, v. 20, n. 2, p. 200-207, Abril/1997. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40421997000200013&lng=en&nrm=iso>. Acesso em outubro de 2017.

MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual, e ensino de ciências: onde vamos? **Revista Investigações em Ensino de Ciências**. v.1, p. 20 - 39, 1996. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/N1/2artigo.htm>> Acesso em fevereiro de 2016.

MORTIMER, E. D. MACHADO, A. D. ROMANELLI, L. I. A Proposta Curricular de Química do Estado de Minas Gerais: Fundamentos e pressupostos. **Revista Química Nova**, v. 23, p. 273-283, 2000.

OLIVEIRA, M. K. **Grandes Educadores: Lev Vygotsky**. Atta Mídia e Educação (prod.). 1 DVD (45 min), português. São Paulo: Editora Paullus, 2006.

_____. **Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento, um processo sócio – histórico**. 4. ed. São Paulo: Scipione, 2002

_____. Três questões sobre desenvolvimento conceitual. In: OLIVEIRA, Marcos Barbosa de e OLIVERIA, Marta Kohl. **Investigações cognitivas – conceitos, linguagem e cultura**. Porto Alegre: Artmed, 1999.

PACHECO e ZAN, D. D. A Concepção de Ensino Médio e de Currículo Expressa na Proposta de São Paulo. **Revista Horizontes**, v. 30, n. 2, p. 59-68, jul./dez.2012.

PIOVESAN, A., TEMPORINI, E. R. Pesquisa exploratória: procedimento metodológico para o estudo de fatores humanos no campo da saúde pública. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v. 29, n. 4, p. 318-325, 1995. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89101995000400010&lng=pt&nrm=iso> Acesso em março de 2016.

PIRES, Vera Lúcia. **Dialogismo e alteridade ou a teoria da enunciação em Bakhtin**. Organon (UFRGS), UFRGS - Porto Alegre, v. 16, n.32/33, p. 35-48, 2003.

RAMOS, A. P. et al. **Projeto Político Pedagógico do curso de Licenciatura em Química da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto**. 71p, 2017. Disponível em: < <http://www.ffclrp.usp.br/graduacoes/cursos.php?g=20>> acesso em abril de 2017.

RAMOS, T. A., ROSA, M. I. P. Entre disciplinas pedagógicas e disciplinas específicas: a formação de professores e a questão do estágio supervisionado em cursos de licenciatura integrada. **Revista Olhares**, Guarulhos, v.1, n.1, p. 207-238, maio 2013. Disponível em: <<http://www.olhares.unifesp.br/index.php/olhares/article/view/16/24>> acesso em agosto de 2016.

RICARDO, E. C. A problematização e a contextualização no ensino das ciências: acerca das ideias de Paulo Freire e Gerard Fourez.. In: IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Bauru, 2003. Disponível em: < <http://www.fep.if.usp.br/~profis/arquivos/ivenpec/Arquivos/Orais/ORAL019.pdf> > acesso em abril de 2018.

ROSA, M. I. P., SCHNETZLER, R. P. Sobre a importância do conceito de transformação química no processo de aquisição do conhecimento químico. **Revista Química Nova na Escola**, n.8, p. 31-35, novembro 1998. Disponível em: < <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc08/pesquisa.pdf> > Acesso em fevereiro de 2018.

SANGIOGO, F. A. **A elaboração conceitual sobre representações de partículas submicroscópicas em aulas de química da educação básica: aspectos pedagógicos e epistemológicos**. 2014. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Universidade Federal de Santa Catarina.

SÃO PAULO. Secretaria da Educação do Estado de São Paulo. **Caderno do Professor** (Química). São Paulo: IMESP, 2017.

SÃO PAULO. Secretaria da Educação. **Currículo do Estado de São Paulo: Ciências da Natureza e suas tecnologias** / Secretaria da Educação; coordenação geral, Maria Inês Fini; coordenação de área, Luis Carlos de Menezes. – 1. ed. atual. – São Paulo: SE, 2012.152 p.

SCHNETZLER, R. P. A Pesquisa no Ensino de Química e a Importância da Química Nova na Escola. **Revista Química Nova na Escola**, n. 20, p. 49 - 54, 2004). Disponível em: < <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc20/v20a09.pdf> > Acesso em maio de 2018.

SILVA, L. H. A.; SCHNETZLER, R. P. A mediação pedagógica em uma disciplina científica como referência formativa para a docência de futuros professores de Biologia. **Ciência & Educação**, v. 12, n. 1, p. 57-72, 2006. Disponível em: <<http://www.unimep.br/~rpschnet/ciencia-educacao-2006.pdf>> Acesso em fevereiro de 2016.

SILVA, L. H. A.; SCHNETZLER, R. P. **A Elaboração conceitual na constituição docente de futuros professores de ciências/biologia: modos de mediação do formador**. 27ª Reunião ANPED, 2004.

Disponível em: < <http://27reuniao.anped.org.br/gt08/t0817.pdf> > Acesso em novembro de 2016.

SMOLKA, A. L. B. **Sobre significação e sentido: uma contribuição à proposta da Rede de Significações**. In: ROSSETTI-FERREIRA, M. C. AMORIM, K. S. SILVA, A. P. S. & CARVALHO, A. M. A. (Orgs.), Rede de Significações e o estudo do desenvolvimento humano. Porto Alegre: Artmed. p. 35-50, 2004

SMOLKA, A. L. B. O (im)próprio e o (im)pertinente na apropriação das práticas sociais. **Cadernos CEDES**, Campinas: Centro de Estudos e Sociedade, UNICAMP, n. 50, p. 26-40, 2000.

Disponível em: <<http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/32357/1/S0101-32622000000100003.pdf>> Acesso em outubro de 2017.

SMOLKA, A. L. B. **Múltiplas vozes na sala de aula: aspectos da construção coletiva do conhecimento na escola**. Trabalhos em Linguística Aplicada, Campinas, v. 18, p. 15-28, jul/dez. 1991.

VAINER, B. Z. Breve Histórico Acerca das Constituições do Brasil e do Controle de Constitucionalidade Brasileiro. **Revista Brasileira de Direito Constitucional – RBDC** n. 16, 2010.

Disponível em: <[http://www.esdc.com.br/RBDC/RBDC-16/RBDC-16-161-Artigo_Bruno_Zilberman_Vainer_\(Breve_Historico_acerca_das_Constituicoes_do_Brasil_e_do_Control_de_Constitucionalidade_Brasileiro\).pdf](http://www.esdc.com.br/RBDC/RBDC-16/RBDC-16-161-Artigo_Bruno_Zilberman_Vainer_(Breve_Historico_acerca_das_Constituicoes_do_Brasil_e_do_Control_de_Constitucionalidade_Brasileiro).pdf)> Acesso em julho de 2017.

VAN DER VEER, R., & VALSINER, J. **Vygotsky: uma síntese**. São Paulo: Loyola, 2006.

VIGOTSKI, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. Tradução sob direção de Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2009. 2ª ed, 2ª tiragem, 521 p.

_____. **Formação Social da Mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superior**. Organizadores Michael Cole, et al, tradução José Cipolla Neto, Luís Silveira Barreto e Solange Castro Afeche, São Paulo: Martins Fontes, 6ª ed. 1998.

_____. **Historia del desarrollo de las funciones psíquicas superiores**. In: Obras escogidas. Madrid: Visor Distribuciones, 1995.

VIGOTSKII, L.S.; LURIA, A.R.; LEONTIEV, A.N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. Tradução de Maria Pena Villalobos - 12ª Ed. São Paulo: Ícone, 2012. 228p.

WARTHA, E.J.; SILVA, E.L.; BEJARANO, N.R.R. Cotidiano e contextualização no ensino de química. **Revista Química Nova na Escola**, v. 35, n. 2, p. 84-91, 2013.

WARTHA, E. J., REZENDE, D. B. Os níveis de representação no ensino de química e as categorias da semiótica de Peirce. **Revista Investigação no Ensino de Ciências**, v. 16, n. 2, p. 275 – 290, 2011.

WENZER, J. S.; MALDANER, O. A. A prática da escrita e reescrita em aulas de química como potencializadora do aprender química. **Revista Química Nova na Escola**. v. 36, nº 4, p. 314 – 320, novembro/2014.

WERTSCH, J. V. **Vygotsky and the social formation of mind**. Cambridge: Harvard University Press, 1985

APÊNDICES

APÊNDICE A: Questionário

1) Analise as situações a seguir e responda se o que ocorre é um fenômeno físico ou químico e tente justificar.

- a- Queima da vela;
- b- Manteiga passada no pão quente;
- c- Dilatação de uma barra de ferro no trilho de trem;
- d- Produção do caramelo a partir do açúcar;
- e- Cozimento de um ovo.

2) Um professor coloca água em um copo em até $\frac{3}{4}$ de sua altura. Com cuidado, introduzirá um ovo cru. Como era de se esperar, ele afunda. O professor então adiciona sal de cozinha à água, agitando cuidadosamente, até que o ovo bóie. Explique por que no primeiro caso o ovo afunda e com a adição de sal o ovo bóia?

3) Considerando seus conhecimentos sobre os modelos de ligação que explicam as propriedades de uma substância iônica como KCl e as da H_2O , proponha ideias que expliquem em nível microscópico a dissolução do sal de cozinha em água. Procure representar suas ideias com um modelo.

4) Observando esta coluna de fracionamento de petróleo abaixo e as informações contidas nela, quais conclusões se pode tirar sobre o seu funcionamento.

Figura 1 - Coluna de fracionamento do petróleo.

APÊNDICE B: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para a realização da Pesquisa do Programa de Pós – Graduação em Educação FFCLRP/USP

Você está sendo convidado (a) a participar da pesquisa, referente à obtenção de título de Mestre para a pesquisadora Maria Victória Cadamuro Mimo, aluna do Programa de Pós-Graduação em Educação da FFCLRP/USP, intitulada: **Aprender Conceitos Científicos para Ensinar em Contextos Cotidianos: Desafios da Formação Inicial de Professores de Química**, que tem como objetivo “analisar como ocorre o processo de apropriação dos conceitos químicos em contextos cotidianos, ao longo do curso de Licenciatura em Química do Departamento de Química da FFCLRP-USP”. O motivo que nos leva a este estudo, é fato de que a apropriação dos conceitos científicos aplicados ao cotidiano é parte fundamental na Formação Inicial de professores de Química, já que este tipo de conhecimento é cobrado pelas Instituições Públicas de Ensino em que estes professores irão trabalhar. Para este estudo adotaremos os seguintes procedimentos de coleta de dados, um questionário contendo seis questões discursivas que estão presentes no Caderno do Aluno do Estado de São Paulo, que será aplicado pelo pesquisador, na qual se avaliará como ocorre a apropriação dos conhecimentos científicos aplicados no cotidiano e posteriormente uma entrevista semi-estrutura, com questões que visam discutir as dificuldades e ou facilidades encontradas no processo de elaboração das respostas dos questionários, através de gravação de áudio e vídeo, para a posterior transcrição exata de trechos relevantes. Essas gravações serão arquivadas por um período de dois anos e após a defesa da Dissertação, serão excluídas. Os resultados da pesquisa serão publicados sem que haja exposição dos pesquisados, nome e voz não serão revelados. Para manter a confidencialidade de registros, iremos usar códigos para os sujeitos e somente a pesquisadora e sua orientadora terão acesso aos nomes, vozes, imagens e respectivos códigos.

Os riscos que esta pesquisa pode oferecer serão: constrangimento ao responder o questionário devido ao fato de não conhecer o conteúdo presente nele. Porém, durante a aplicação do questionário, no qual, os alunos estarão participando de forma voluntária, será deixado claro que poderão sair a qualquer momento da aplicação, poderão responder quais questões quiserem e não haverá problema caso deixe alguma resposta em branco. Na entrevista o sujeito participante pode se sentir acuado ou constrangido ao responder algumas das perguntas ou pelo fato da entrevista ser vídeo-gravada. Para a entrevista, os alunos estarão certificados de todos os seus direitos através do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, e a qualquer momento poderão interromper a entrevista caso se sintam coagidos, constrangidos ou de qualquer forma lesados, lembrando que os conteúdos da vídeo-gravação ficarão sob cuidado do pesquisador responsável e só ele e o orientador terão acesso. Os benefícios desta pesquisa poderão ser refletidos nos alunos no que se refere à possibilidade de reflexão crítica acerca de sua própria formação e, para o curso de Licenciatura em Química da FFCLRP-USP, considerando-se que esta pesquisa poderá contribuir para a compreensão de problemas, se existentes neste curso de formação professores, para assim, talvez no futuro servir para que Projeto Político Pedagógico e o Currículo do curso sejam reavaliados.

Qualquer dúvida em relação à participação na pesquisa, antes e depois de seu consentimento, serão respondidas pela pesquisadora responsável. E que ainda, você poderá se retirar dessa pesquisa a qualquer momento, sem prejuízos ou quaisquer sanções ou constrangimentos. Atesto que você que receberá uma via deste Termo de

Consentimento assinado pela pesquisadora e para eventuais dúvidas sobre questões éticas deste projeto ou caso se sinta lesado pode denunciar e/ou reclamar no Comitê de Ética em Pesquisa/FFCLRP/USP, através do endereço: avenida Bandeirantes, 3900 - Bloco 23 - Casa 37 - 14040-901 - Ribeirão Preto - SP – Brasil ou pelos telefones e e-mails: (16) 3315-4811 / Fax: (16) 3633-2660; coetp@ffclrp.usp.br / homepage: <http://www.ffclrp.usp.br>.

Declaro que, após devidamente esclarecido e informado sobre a pesquisa em questão, consinto em participar deste estudo.

_____, ____ de _____ de 2017.

Nome completo: _____

RG: _____

Assinatura do (a)

participante: _____

Assinatura da Pesquisadora:

Pesquisadora Responsável: Maria Victória Cadamuro Mimo

Email: mvitoriamimo@usp.br

Telefone: (16) 992447621

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Joana de Jesus de Andrade

Email: joanajandrade@gmail.com

APÊNDICE C: Artigos da Seção “O Aluno em Foco” da Revista Química Nova na Escola*

ANO	AUTOR	TÍTULO	RESUMO
1995	Eduardo Fleury Mortimer	Concepções atomistas dos alunos	Este artigo discute as concepções alternativas dos estudantes sobre a matéria, o que inclui a atribuição de propriedades macroscópicas aos átomos e a dificuldade em aceitar a existência de espaços vazios entre as partículas de matéria.
1995	Eduardo Fleury Mortimer e Luciana Campos Miranda	Transformações: concepções dos alunos sobre reações químicas	Este artigo discute as concepções alternativas de adolescentes sobre fenômenos envolvendo transformações dos materiais, reunindo resultados de pesquisas realizadas em diferentes partes do mundo e que foram confirmados por nós entre estudantes da 8ª série do ensino fundamental e da 1ª do ensino médio.
1996	Agustina Rosa Echeverría	Como os alunos concebem a formação de soluções	Este artigo elege como tema as soluções, conceito potencialmente significativo para promover a sistematização de inúmeros outros conceitos químicos importantes, uma vez que sua própria conceituação pressupõe a compreensão de ideias relativas a mistura, substância, ligações químicas, modelo corpuscular da matéria e interação química, entre outros.
1996	Andréia Horta Machado e Rosália Maria Ribeiro de Aragão	Como os alunos concebem o estado de equilíbrio químico	Este artigo discute concepções de alunos do nível médio sobre equilíbrio químico, com base em dados obtidos numa investigação realizada no contexto de sala de aula.
1997	Nelson Orlando Beltran	Ideias em Movimento	Neste artigo, o autor nos traz uma reflexão sobre concepções alternativas de seus alunos, quando deles foi solicitada a elaboração de modelos para representar e compreender os movimentos das partículas atômicas.
1998	Eduardo Fleury Mortimer e Luiz Otávio F. Amaral	Quanto mais quente melhor: calor e temperatura no ensino de termoquímica	Este artigo discute as concepções dos estudantes sobre calor e temperatura, sugerindo quatro atividades para explicitá-las e favorecer a construção dos conceitos científicos correspondentes, que são básicos para a aprendizagem de conceitos mais avançados de termoquímica.
1999	Rosalind Driver, Hilary Asoko, John Leach, Eduardo Mortimer e Philip Scott (Tradução*: Eduardo Mortimer)	Construindo o conhecimento científico em sala de aula	O presente artigo enfoca a importante temática da construção de conhecimento científico em sala de aula e a relação entre as ideias científicas e ideias informais dos estudantes, razão pela qual se inclui a tradução deste artigo para integrar as seções "Pesquisa em Ensino de Química" e "Aluno em Foco". A publicação deste artigo também significa uma homenagem da comunidade de educadores químicos brasileiros à grande pesquisadora em ensino de ciências que foi Rosalind Driver, falecida em outubro de 1997.

1999	Flávia Maria Teixeira dos Santos e Eduardo F. Mortimer	Estratégias e táticas de resistências nos primeiros dias de aula de química	Este artigo discute episódios selecionados dos primeiros encontros entre uma professora de química e alunos da primeira série do ensino médio, tentando caracterizar como a estratégia da professora de se dirigir aos alunos, nos primeiros dias de aula do ano letivo, utilizando estereótipos, gera táticas de resistência que vão resultar na rejeição dos alunos à professora e, conseqüentemente, à química.
2000	Andréa Horta Machado	Pensando e falando sobre química	Este artigo discute algumas ideias importantes para a formação de um pensamento químico. Também aborda a relação entre as representações e o processo de significação dos fenômenos químicos no processo de elaboração conceitual.
2002	Luis Kosminsky e Marcelo Giordan	Visões de Ciência e sobre Cientista	Foram investigadas as concepções sobre Ciências e o agir dos cientistas, aplicando-se um questionário e obtendo-se representações do cotidiano de cientistas através de desenhos de estudantes do ensino médio. Algumas concepções formais sobre Ciências são apresentadas a partir das ideias de teóricos da Epistemologia das Ciências. Defende-se a necessidade de se introduzir elementos da cultura científica para se aprimorar o ensino de Ciências nas salas de aula, com base em argumentos epistemológicos, ideológicos e metodológicos.
2002	Luiz Claudio de Santa Maria, Marcia C. Veiga Amorim, et al.	Petróleo: um tema para o ensino de química	O petróleo é um assunto em evidência e muitas pessoas sabem da sua importância para a sociedade. Mas, o que poucos conhecem é a enorme variedade de conceitos que podem ser desenvolvidos, em sala de aula, a partir desse tema. O artigo descreve um relato de como associar os tópicos de Química Orgânica às informações do petróleo, além de sugerir atividades experimentais.
2005	Marilia Gabriela de Menezes, Rejane Martins Novais Barbosa, et al.	Lixo, Cidadania e Ensino: Entrelaçando caminhos.	Este artigo relata um trabalho desenvolvido em sala de aula com alunos da 8ª série do Ensino Fundamental sobre os aspectos sócio-científicos do lixo e descreve a análise das concepções dos alunos antes e depois do desenvolvimento das atividades. O tema lixo foi escolhido por ser considerado um dos maiores causadores da degradação ambiental e, portanto, de grande relevância social.
2006	Marcolina Aparecida Eugênio da Silva e Luiz Roberto de Moraes Pitombo (in memoriam)	Como os alunos entendem queima e combustão: contribuições a partir de representações.	Combustão é um dos conceitos mais trabalhados em ambiente escolar e muito associado ao termo queima, que é entendido igualmente por pessoas escolarizadas ou não. Acredita-se que os alunos chegam ao ambiente escolar com alguma ideia do que seja queima e, por isso, é importante conhecer suas ideias, opiniões e imagens estruturadas no saber prático.
2006	Carmen Fernandez e Maria Eunice	Concepções dos estudantes sobre ligação química.	As dificuldades conceituais que alunos apresentam sobre o tema "ligações químicas" são atribuídas a problemas mais básicos, como a compreensão da

	Ribeiro Marcondes		natureza de átomos e moléculas. Este artigo apresenta uma revisão da literatura a respeito das concepções dos estudantes sobre esse tema, com o intuito de alertar os professores sobre quais são as ideias mais comuns que surgem quando do estudo desse tópico. Sabendo de antemão quais serão as dificuldades, fica mais fácil a proposição de metodologias específicas para tentar superá-las.
2006	Agustina Rosa Echeverría, Alessandro Silva de Oliveira, Diana Barbosa Tavares, Jane Darley Alves dos Santos, Kleber Rezende Silva e Renata de Moraes e Silva	A pesquisa na Formação Inicial de Professores de Química	Neste artigo são apresentados e discutidos os resultados de um trabalho de investigação, realizado por alunos da licenciatura, que se iniciou nas aulas de Didática e Prática de Ensino de Química da Universidade Federal de Goiás (UFG) e se desenvolveu no Núcleo de Pesquisa em Ensino de Ciências - NUPEC da UFG. Duas questões são centrais neste trabalho: a importância da pesquisa na formação inicial de professores de Química e a necessidade de que os conteúdos abordados na sala de aula sejam significativos para os alunos. O tema discutido foi “drogas” e a pesquisa desenvolvida junto a alunos do Ensino Médio de uma escola estadual.
2008	Miriam Possar do Carmo e Maria Eunice Ribeiro Marcondes	Abordando Soluções em sala de aula: uma experiência de ensino a partir das ideias dos alunos.	Este artigo apresenta uma proposta de ensino para auxiliar os alunos de 2ª e 3ª séries do Ensino Médio no entendimento do conceito de solução, considerando a ideia da homogeneidade como uma característica importante na interface da passagem de um conjunto de conceitos a outros e na construção de noções mais complexas. As atividades foram desenvolvidas para motivar discussões e reflexões sobre o conceito, incentivando os alunos não somente a analisar sua visão em relação a outras perspectivas, como também reconsiderá-la.
2008	Adriana Vitorino Rossi, et al.	Reflexões sobre o que se Ensina e o que se Aprende sobre Densidade a partir da Escolarização.	Do ponto de vista formal, o conceito de densidade é simples, mas representa dificuldade de ensino e aprendizagem ao serem consideradas as habilidades relacionadas, nem sempre consolidadas, nos diversos níveis de escolarização. Diversos instrumentos permitem verificar a frustrante ausência de aprendizagem significativa do conceito. Neste trabalho, um grupo de professoras de Química compartilhou vivências profissionais para sistematizar dados sobre concepções de estudantes, incluindo uma pesquisa com 440 alunos de Ensino Médio e Superior, a fim de obter subsídios para repensar suas práticas pedagógicas.
2009	Lailton Passos Cortes Junior, Paola Corio e Carmen Fernandez	Representações Sociais de Química Ambiental dos alunos Iniciantes na Graduação em Química.	O objetivo deste trabalho é investigar as representações sociais acerca da Química Ambiental entre alunos do primeiro ano de cursos de Licenciatura em Química e Bacharelado em Química Ambiental. Para isso, foi utilizada a técnica de evocação livre de palavras, associada à elaboração de um texto.

2009	Angella da Cruz Guerra França, Maria Eunice Ribeiro Marcondes e Miriam Possar do Carmo	Estrutura Atômica e Formação de Íons: uma análise das ideias dos alunos do 3º ano do Ensino Médio.	A ideia de íon é importante na construção e no entendimento de muitos conceitos químicos como: ligações químicas, eletroquímica, equilíbrio químico, óxido-redução, pH, entre outros. Assim, o entendimento do conceito de íon pode levar os alunos a compreenderem melhor vários fenômenos que estão presentes no seu cotidiano como, por exemplo, os sais solúveis em água que se dissociam e tornam o meio condutor de eletricidade; o mar, importante fonte de materiais, constituído por íons. Esse trabalho tem como objetivo investigar quais as concepções sobre a estrutura atômica e a formação dos íons que os alunos do Ensino Médio, da rede pública de São Paulo, possuem e que relações estabelecem entre elas.
2010	Rita de Cassia Suart, Maria Eunice Ribeiro Marcondes e Maria Fernanda Penteado Lamas	A Estratégia “Laboratório Aberto” para a Construção do Conceito de Temperatura de Ebulição e a Manifestação de Habilidades Cognitivas.	Algumas pesquisas em ensino de Química têm destacado a importância do uso de atividades experimentais investigativas para o desenvolvimento de habilidades cognitivas nos alunos e para um aumento na participação destes no processo de aprendizagem. Assim, este trabalho tem como objetivo discutir e refletir as potencialidades dessas atividades, investigando uma experiência de ensino sobre o conceito de temperatura de ebulição desenvolvida com alunos da 1ª série do ensino médio de uma escola pública da cidade de São Paulo.
2011	Lidiane L. S. Pereira, Cláudio R. M. Benite, Anna M. C. Benite	Aula de Química e Surdez: Interações Mediadas pela Visão.	Pautados em bases sócio-históricas e culturais, apresentamos uma investigação com elementos de uma pesquisa participante que objetivou estabelecer o diálogo com a cultura surda na aula de química. Nossos resultados permitiram fazer uma proposição, tendo em vista redirecionar a prática pedagógica e admitindo a visão como alicerce da ação mediada.
2013	Carlos Ventura Fonseca e Rochele de Quadros Loguercio	Conexões entre Química e Nutrição no Ensino Médio: Reflexões pelo Enfoque das Representações Sociais dos Estudantes	Muitos são os trabalhos que relacionam a temática da nutrição ao ensino de química, bem como ressaltam a importância da contextualização dos seus conceitos. No presente estudo, investigamos as representações sociais da nutrição de uma turma do ensino médio por meio de uma metodologia que considerou a técnica da evocação livre de palavras e a produção escrita dos educados.
2014	Tâmara Samantha F. Coelho; et al.	Explicando Fenômenos a Partir de Aulas com a Temática Água: A Evolução Conceitual dos Estudantes	A partir da perspectiva sócio-histórica, consideramos que, por meio da interação de múltiplas vozes e ideias que se manifestam no plano social, o sujeito internaliza novas ideias em um processo de construção de significados. No ambiente dialógico da sala de aula, o professor tem a tarefa de levar o estudante a se apropriar das ideias convencionais da ciência. Para identificar a evolução conceitual de estudantes, a partir de um conjunto de aulas temáticas, desenvolvemos este trabalho. Percebemos que a construção de significados é favorecida quando as explicações

			científicas têm relação com o contexto do estudante e a linguagem é usada como mediadora.
2014	Tathiane Milaré; Maria Eunice Ribeiro Marcondes; Daisy de Brito Rezende.	Discutindo a Química do Ensino Fundamental Através da Análise de um Caderno Escolar de Ciências do Nono Ano	Este trabalho tem como objetivo discutir alguns aspectos do estudo da química desenvolvido no ensino de ciências do 9º ano do ensino fundamental, buscando relações com algumas das principais dificuldades da aprendizagem em química apontadas na literatura. Para isso, analisamos um caderno escolar de ciências de uma aluna de 9º ano e consideramos o livro didático utilizado na época. A análise indicou que existe um excesso de conteúdos trabalhados de forma inadequada nessa série. De modo geral, o ensino de química praticado teve enfoque na memorização e na resolução mecânica de exercícios, que não contribuem para a formação do pensamento químico.
2015	Ivoni Freitas-Reis, Fernanda Luiza de Faria	Abordando o Tema Alimentos Embutidos por Meio de uma Estratégia de Ensino Baseada na Resolução de Casos: Os Aditivos Alimentares em Foco	A Estratégia de Ensino Estudo de Caso (EEEC) ocorre a partir de casos investigativos que possuem uma problemática, a qual o aluno é convidado a solucionar. Neste trabalho, buscamos destacar como a EEEEC pode ser adotada no ensino médio, especificamente na disciplina de química, de forma a atrelar um tema social, o uso de aditivos alimentares, a conteúdos de química, levando o aluno a participar ativamente.
2015	Joana de Jesus de Andrade	Evidências para Além do Enxergar: Vivências e Significação do Conceito de Reação Química entre Alunos com Baixa Visão	Apresentamos a análise de dois episódios interativos que fizeram parte de uma investigação realizada em um centro de atendimento a pessoas com deficiência visual e/ou auditiva na cidade de Campinas (SP). O trabalho foi desenvolvido com um grupo de seis crianças num projeto de ensino de ciências em um semestre. Os encontros foram vídeo gravados, transcritos e analisados com base no estudo microgenético das interações humanas. Teoricamente ancorados nas contribuições da abordagem histórico-cultural, especificamente, nas obras de Vigotski, discutimos as funções da linguagem, as características e os entrelaçamentos dos conhecimentos científicos, cotidianos e escolares e a intencionalidade pedagógica nas interações. Com o objetivo de ensinar o conceito de reação química, analisamos os processos de elaboração conceitual atentos às interações humanas constitutivas e possibilitadoras da apropriação de conhecimentos científicos.
2015	Pablo Micael Araújo Castro, Luciana Nobre de Abreu Ferreira	Representações sociais de calor por estudantes de Graduação em Química.	O conceito de calor tem um grande caráter consensual, uma vez que faz parte do cotidiano das pessoas. Tal conceito também possui uma dimensão interdisciplinar, estando presente nas mais diversas ciências tais como física, química e biologia. A proposta deste trabalho é analisar as representações sociais do conceito de calor de graduandos em química, bem como os obstáculos

			no ensino que estas podem representar. Para a coleta de dados, foi utilizada a técnica de evocação livre de palavras, sendo os dados analisados por meio do software EVOC. A partir dos resultados obtidos, é possível sugerir que o conceito de calor possui um caráter material e que também é visto como sinônimo de quente e altas temperaturas. Percebeu-se também que tais significações apresentam barreiras epistemológicas e ontológicas, constituindo-se, portanto, em obstáculos para o processo de ensino-aprendizagem do conceito de calor.
2015	Ivoni Freitas-Reis, et al.	Repensando o Pibid-Química da UFJF por Meio da Compreensão do Perfil dos Alunos das Escolas Parceiras	O presente trabalho teve como objetivo investigar os interesses e as expectativas dos estudantes do ensino médio de três escolas participantes do Pibid de química da UFJF em relação ao processo de ensino e aprendizagem. Buscando alcançar o nosso objetivo, foi aplicado um questionário com 19 questões. Destas, 11 foram significativas para o subprojeto química do Pibid. Os dados foram quantificados e analisados a partir da construção de gráficos.
2015	Edenia Maria Ribeiro do Amaral	O Aluno em Foco nos 20 anos de Química Nova na Escola	Neste artigo, é apresentada uma análise das publicações feitas na seção <i>Aluno em foco</i> nos últimos 10 anos da QNEsc, fazendo um comparativo entre dados dos períodos de 1995-2004 e 2005-2014. Para o primeiro período, foi considerada a análise feita no artigo publicado em maio de 2004, na edição comemorativa dos 10 anos da revista (Mortimer, 2004). Durante os últimos 20 anos, essa seção manteve uma frequência de publicação e apresentou mudanças nos temas e enfoques abordados pelos autores. Houve uma ampliação na participação de autores, com maior envolvimento de estudantes de pós-graduação e professores da educação básica.
2016	João R. R. T. da Silva, Edenia M. R. do Amaral	Concepções sobre Substância: Relações entre Contextos de Origem e Possíveis Atribuições de Sentidos	Para um melhor entendimento do conceito de substância, consideramos que este deve ser ensinado com base nas concepções informais que os alunos apresentam. Algumas dessas concepções informais encontram sentido nos contextos em que se originam, sendo esta uma das razões para a persistência delas após a instrução formal. Ao apresentar os conceitos científicos, é importante discutir diferentes sentidos e significados associados a estes. Este artigo teve como objetivo analisar concepções de alunos e professores do ensino médio sobre o conceito de substância, identificando a natureza dessas ideias e o contexto ao qual elas podem estar associadas.
2016	Nathália Souza Abreu, Jefferson Leite Maia	Ensino de Química Usando Tema Baía de Guanabara: Uma Estratégia para Aprendizagem Significativa	O presente trabalho teve por objetivo apresentar e analisar métodos de abordagem de conteúdos de química a partir do tema gerador Baía de Guanabara, visando à aprendizagem significativa dos alunos do 9º ano do ensino fundamental de uma escola pública localizada em Itaboraí (RJ).

2016	Camila S. Pereira Daisy B. Rezende	Representações Sociais da Química: como um grupo de estudantes da educação de jovens e adultos significa o termo “química”?	O termo “ <i>química</i> ” apresenta significação ampla e polissêmica, abrangendo a vida cotidiana dos estudantes, ambiente escolar e conhecimentos científicos. Nesse sentido, objetiva-se identificar como esse termo se apresenta nas representações sociais de um grupo de estudantes da Educação de Jovens e Adultos do município de São Paulo. Para isso, utilizou-se como suporte teórico-metodológico a Teoria das Representações Sociais.
------	---------------------------------------	---	--

* Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/edicoes.php>

APÊNDICE D: Artigos da seção “Conceitos Científicos em Destaque” da Revista QNEsc.

Ano	Autor	Título	Resumo
2010	Fábio Merçon	O que é uma Gordura Trans?	Os principais componentes dos óleos e das gorduras são os triacilgliceróis, moléculas formadas a partir do glicerol e de ácidos graxos, que podem ser saturados ou insaturados. Apesar de termodinamicamente menos estáveis, os ácidos graxos cis ocorrem predominantemente na natureza, devido à estereoespecificidade das enzimas que atuam na biossíntese de lipídios. Durante o processo de hidrogenação parcial de óleos vegetais, ocorre a reação de isomerização com formação dos ácidos graxos trans (gordura trans). A ingestão excessiva de ácidos graxos trans acarreta malefícios à saúde, principalmente devido à alteração dos níveis de colesterol no organismo. Assim, não é recomendada a ingestão de alimentos contendo ácidos graxos trans. A abordagem desse tema em sala de aula possibilita a promoção de um ensino crítico, contextualizado e interdisciplinar.
2011	Verônica Ferreira Lima Fábio Merçon	Metais Pesados no Ensino de Química	A conceituação de metal pesado engloba aspectos ambientais e toxicológicos. Os metais pesados podem se tornar um tema para a contextualização do ensino de química, pois propiciam a correlação entre o conhecimento científico e suas implicações tecnológicas, sociais e ambientais. Apesar de sua importância, em um estudo realizado com 14 livros didáticos de Química para a educação básica publicados entre 1995 e 2007, apenas um fez uma abordagem contextualizada e indicou a importância da massa atômica e da toxicidade para sua identificação.
2012	Fábio André Sangiogo Lenir Basso Zanon	Reflexões sobre Modelos e Representações na Formação de Professores com Foco na Compreensão Conceitual da Catálise Enzimática	Este artigo analisa interações entre professores em formação inicial e continuada desenvolvidas em aulas de licenciatura dos cursos de Ciências Biológicas e Química, com atenção direcionada para limites e potencialidades do uso de modelos e representações no ensino do conteúdo enzimas e catálise enzimática. A análise das interações denota a importância de mobilizar saberes docentes que potencializam processos de ensino e aprendizagem de temas ou conteúdos que envolvem o uso de representações de partículas submicroscópicas. Alerta para a vigilância no sentido de se evitar incorrer em simplificações ou deturpações conceituais relacionadas à interpretação de modelos explicativos e suas representações, tais como os envolvidos na compreensão da atividade enzimática.

2012	Haroldo L. C. Barros Wellington F. Magalhães	Efeito Crioscópico: Experimentos Simples e Aspectos Atômico-Moleculares	Experimentos e discussões sobre aspectos atômico-moleculares envolvendo propriedades coligativas, voltados para o ensino médio, são pouco comuns. Este artigo descreve experimentos simples envolvendo o preparo de uma mistura refrigerante de gelo/NaCl e a construção de curvas de resfriamento para soluções de água/NaCl. Alguns dos objetivos foram evidenciar o efeito da relação entre as massas de NaCl e de gelo na diminuição da temperatura da mistura e verificar se há um valor limite para essa relação. Com relação às curvas de resfriamento, o objetivo foi investigar a correlação entre concentração e temperatura de congelamento. Foram feitas discussões sobre a natureza entrópica das propriedades coligativas e a interpretação atômico-molecular da diminuição da temperatura na mistura gelo/NaCl. Cálculos termodinâmicos, baseados nas etapas em que a formação da mistura refrigerante pode ser desdobrada, mostraram-se valiosos para a discussão, com os estudantes, das trocas de energia que ocorrem.
2013	Edson José Wartha, Erivanildo Lopes da Silva Nelson Rui Ribas Bejarano	Cotidiano e Contextualização no Ensino de Química	O presente trabalho pretende fazer uma análise de textos que abordam aspectos relacionados ao uso dos termos cotidiano e contextualização no ensino de química, procurando esclarecimentos acerca dos pressupostos epistemológicos e pedagógicos relacionados ao ensino dessa disciplina. Verifica-se que há apropriações variadas dessas duas perspectivas que, por vezes, reduzem-se apenas à contextualização, abordada de uma maneira geral. Conclui-se que, ao fazer uso da perspectiva de contextualização, os trabalhos devem se referir a quais correntes teóricas se filiam. Em termos da perspectiva de uso do termo cotidiano, percebemos que há veiculação, muitas vezes, de visões ingênuas ou pueris.
2014	Leonardo A. Silva Ariane L. Larentis Lúcio A. Caldas Manuel G. L. Ribeiro Rodrigo V. Almeida Marcelo H. Herbst	Obstáculos Epistemológicos no Ensino-Aprendizagem de Química Geral e Inorgânica no Ensino Superior: Resgate da Definição Ácido-Base de Arrhenius e Crítica ao Ensino das "Funções Inorgânicas"	Este trabalho problematiza o tópico "funções inorgânicas" presente em livros e cursos de química geral a partir da noção bachelardiana de obstáculo epistemológico. Essas funções (ácido, base, óxido e sal) se confundem quando abordamos a definição ácido-base de Arrhenius: há óxidos que reagem como ácidos ou bases e igualmente ocorre com os sais. O acúmulo de classificações quanto à composição faz com que as definições não só se confundam como causem distorções ao aprendizado. Afinal, os termos acidez e basicidade são relativos à reatividade e não à composição. Num questionário, respondido por graduandos do curso de química, foram detectados os obstáculos relacionados às "funções

			inorgânicas” e à definição ácido-base de Arrhenius. As origens desses obstáculos são atribuídas tanto à qualidade dos livros-textos do ensino médio como à falta de discussão sobre os aspectos epistemológicos dos tópicos incluídos nos conteúdos programáticos dos cursos de química no ensino superior.
2016	Gláucia A. A. Rezende Nicea Q. Amauro Guimes Rodrigues Filho	Desenhando Isômeros Ópticos	Nas aulas que versam sobre o conceito de estereoquímica, a maior dificuldade dos alunos é a visualização das moléculas em suas conformações espaciais. Assim, criamos uma estratégia didática que consiste em representar estereoisômeros em suas fórmulas de projeções em perspectivas e de Fischer. Tais estruturas foram elaboradas utilizando-se o software Chems sketch, da ACD/Labs, impressas em folhas A4 e em transparências, a fim de que o aluno possa visualizar as formas espaciais das moléculas e as alterações na configuração dos isômeros. A metodologia proposta neste trabalho foi aplicada a uma turma do 3º ano do curso técnico integrado de química do Instituto Federal de Ciências e Tecnologia de Goiás (IFG), Campus Itumbiara. Os alunos responderam a um questionário sobre a estratégia utilizada em sala de aula ao final do desenvolvimento desta. Na análise das respostas, pode-se evidenciar que a metodologia cumpre com seu propósito, uma vez que auxiliou os alunos a compreender a estereoquímica. Os resultados também mostraram que o modelo impresso é o preferido pelos alunos para melhorar seu entendimento no estudo de isomeria.
2016	Arcenira R. L. Targino José O. Baldinato	Abordagem histórica da lei periódica nas coleções do PNLD 2012	A lei periódica é uma ideia central na química porque permite explicar e prever diversas propriedades da matéria. A história da ciência pode ser uma boa ferramenta no ensino desse tema, pois além de auxiliar na construção de conceitos, possibilita discutir questões referentes à natureza da ciência. Reconhecendo os livros didáticos (LD) como um recurso que norteia a prática de muitos professores, o objetivo deste trabalho é verificar como a história da lei periódica é abordada nesses materiais. Para isso, adotamos as categorias propostas por Leite (2002) e Vidal (2009) na análise das coleções de química aprovadas pelo Programa Nacional do Livro Didático – PNLD/2012. Nossos resultados destacam que a abordagem dos LD não favorece a percepção da química como um empreendimento humano de caráter coletivo, histórico e contextual. Deste modo, sugerimos que o professor interessado nessa questão se

			aproxime da produção de historiadores modernos.
2017	Sabrina G. Klein Mara E. F. Braibante	Reações de oxirredução e suas diferentes abordagens	O presente trabalho tem por objetivo apresentar um panorama de como o conteúdo de oxirredução, considerado de difícil ensino e aprendizagem, vem sendo desenvolvido em sala de aula, a fim de demonstrar suas diversas possibilidades de ensino bem como discutir suas implicações. Para realizar esse panorama realizamos uma busca por artigos publicados na revista QNEsc que abordaram o conteúdo de reações de oxirredução, na qual foram encontrados 52 artigos. Para isso, escolhemos alguns critérios para verificação das abordagens e cada critério foi classificado em categorias que permitiram uma discussão da forma com que o ensino do conteúdo de oxirredução vem sendo desenvolvido. Com isso percebemos a diversidade de assuntos que podem ser utilizados como forma de contextualização para abordagem das reações redox e também a variedade de atividades experimentais. Porém, observamos poucas discussões conceituais sobre o assunto na literatura.

Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/edicoes.php>