



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA – MESTRADO PROFISSIONAL



CINARA APARECIDA DE MORAES

DA FORMAÇÃO À ATUAÇÃO: UM OLHAR SOBRE OS CURSOS DE
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E O ENSINO DA QUÍMICA NO ENSINO
FUNDAMENTAL

Ituiutaba – MG

2018

CINARA APARECIDA DE MORAES

**DA FORMAÇÃO À ATUAÇÃO: UM OLHAR SOBRE OS CURSOS DE
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E O ENSINO DA QUÍMICA NO ENSINO
FUNDAMENTAL**

Dissertação apresentada à banca examinadora para a obtenção do título do Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Uberlândia.

Linha de Pesquisa: Formação de Professores em Ciências e Matemática.

Orientadora: Profa. Dra. Alexandra Epoglou.

Ituiutaba – MG

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

M827f
2018 Moraes, Cinara Aparecida de, 1989-
Da formação à atuação [recurso eletrônico] : um olhar sobre os cursos de ciências biológicas e o ensino da química no ensino fundamental / Cinara Aparecida de Moraes. – 2018.

Orientadora: Alexandra Epoglou.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática.

Modo de acesso: Internet.

Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.2018.599>

Inclui bibliografia.

Inclui ilustrações.

1. Ciência - Estudo e ensino. 2. Química - Estudo e ensino (Ensino fundamental). 3. Química - Formação de professores. 4. Ciências (Ensino fundamental). I. Epoglou, Alexandra, (Orient.) II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. III. Título.

CDU: 50:37

Gloria Aparecida - CRB-6/2047

Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática intitulada **Da formação à atuação: Um olhar sobre os cursos de Ciências Biológicas e o ensino da Química no Ensino Fundamental**, de autoria de **Cinara Aparecida de Moraes**, aprovada pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

Prof. Dr. José Gonçalves Teixeira Júnior - Faculdade de Ciências Integradas do Pontal -
(FACIP-UFU).

Prof. Dr. Milton Antônio Auth - Faculdade de Ciências Integradas do Pontal -
(FACIP-UFU).

Profa. Dra. Junia de Oliveira Costa - Instituto Federal do Triângulo Mineiro –
IFTM-Campus Ituiutaba-MG

Profa. Dra. Alexandra Epoglou – Orientadora
Faculdade de Ciências Integradas do Pontal - (FACIP-UFU).

Prof. Dr. Adevailton Bernardo Dos Santos.
Coord. Programa Pós-Graduação Ensino de Ciências e Matemática
Portaria R N° 1041 de 03 outubro de 2016.
Data de aprovação: Ituiutaba, 21 de março de 2018.
Rua 20, n° 1600 - Bairro Tupã - Ituiutaba - MG - CEP 38304-402

À Deus, que me proporcionou a vida e a
benção de vivenciar este momento.

Obrigada, por tantas vezes ter me encorajado,
segurando em minhas mãos e por nunca ter me
deixado desistir.

Agradecimentos

Em primeiro lugar agradeço a Deus, pela oportunidade de estar aqui, pela força, perseverança e coragem de nunca ter desistido, por mais que o caminho seja longo e difícil. Os percalços existem, mas o meu sonho e meu Deus sempre serão maiores.

Aos meus pais Amarildo e Juraci, que apesar da simplicidade me ensinaram a essência da vida, sempre me apoiaram e nunca me deixaram desistir. Obrigada mãe por tantas vezes ter chorado junto a mim, e principalmente por me incentivar nos vários momentos em que me frustrei por pensar que não iria conseguir vencer. A senhora foi o diferencial nestes momentos cruciais.

À Sandra Moraes, minha irmã e amiga confiante, agradeço as longas conversas, os telefonemas e preocupação, assim como o incentivo ao desenvolvimento deste trabalho. Obrigada, por toda dedicação, conselhos e ajuda.

As meninas do melhor e mais feliz grupo de pesquisa: “*Plenamente Feliz*”. Com vocês eu tive o prazer de agregar novos conhecimentos, realizar as mais diferentes e inovadoras pesquisas, participar de congressos e de algumas viagens para apresentação de trabalhos, as quais jamais serão esquecidas!. Obrigada Anny Caroline, Natália e Tatiane.

À minha amiga Ana Paula Sabino com um carinho especial, por todo apoio e ajuda nas idas e vindas à Uberlândia durante as aulas de mestrado. Obrigada por tudo!.

À Universidade Federal de Uberlândia- UFU, por me propiciar um ensino gratuito e de qualidade.

A todos os professores do curso, que foram tão importantes em minha vida acadêmica e no desenvolvimento desta dissertação com um destaque especial para os professores:

Ao Prof. Dr. José Gonçalves Teixeira Júnior, o qual foi meu professor e orientador durante a graduação na FACIP-UFU. José, você sempre acreditou em meu potencial e

jamais mediu esforços para me ajudar durante todo o trajeto da graduação. Você é um exemplo de pessoa e de profissional. Muito obrigada por seus ensinamentos!

Ao Prof. Dr. Milton Antônio Auth que não mede esforços para nos ajudar a adquirir um pouco mais de conhecimento e nos contempla com seu imenso campo de saberes e humildade. Obrigada por tudo!

À Profa. Dra., Júnia de Oliveira, por aceitar participar desta banca, contribuindo com seu conhecimento.

Agradeço com um carinho mais que especial a Profa. Dra. Alexandra Epoglou, minha orientadora. Alê, só alguém como você para compreender minhas falhas, minhas ausências e meus atrasos por diversas vezes. Contudo, você sempre me auxiliou com muito amor e paciência, demonstrando a cada dia como é prazeroso ser professora. Obrigada pelo empenho, por acreditar e principalmente por tornar meu sonho realidade!. Sem você esta dissertação jamais estaria pronta. E como você sempre diz: “no fim sempre dará certo”. E por incrível que pareça, hoje chegamos ao fim. Sou infinitamente grata a você!.

Agradeço também ao Centro Educacional de Ensino de Santa Vitória/ Cooperativa Educacional de Santa Vitória- CESV/COESA, por toda contribuição em minha pesquisa, por todo auxílio recebido nos momentos em que precisei me ausentar para participar de congressos e eventos. Porém, diante de tantos conhecimentos adquiridos e tantos auxílios recebidos, existe um ao qual serei eternamente grata: a oportunidade concedida em prol da realização de meu sonho... *Ser professora.*

Agradeço de modo especial aos que é minha inspiração: meus alunos e ex-alunos, por toda troca de experiências e aprendizado mútuo. Vocês são a razão de meus esforços!

Fica aqui o meu muito obrigada!

Resumo

Na Educação Básica, a disciplina de Ciências da Natureza representa a junção de áreas do saber, como a Física, a Biologia, a Química e as Geociências, sendo ministrados, na educação básica já nas primeiras séries do Ensino Fundamental. Por diversos fatores, como a formação docente, percebe-se maior enfoque nestas séries a assuntos específicos da Biologia, o que acaba por limitar um entendimento mais amplo acerca do alcance do conhecimento científico. No Brasil, os responsáveis pelas aulas de ciências nos anos finais do Ensino Fundamental são os licenciados em Ciências Biológicas. No entanto, uma análise nos documentos que regem tais cursos mostra que, por exemplo, os conceitos químicos são estudados de forma superficial e quase sempre restritos a poucas disciplinas. Dessa forma, é inegável a necessidade de complementar a formação desses profissionais com, por exemplo, cursos de formação continuada que permitam desenvolver certa autonomia também em outras áreas da ciência. Da mesma forma, a análise dos livros didáticos aprovados pelo PNLD, para esse nível de escolaridade, mostrou que há uma predominância de assuntos e conceitos ligados à Biologia, enquanto que a Química aparece em poucos capítulos, muitas vezes não permitindo um aprofundamento conceitual. Tendo em vista esse panorama, um curso de extensão foi oferecido a licenciandos de Ciências Biológicas com o objetivo de discutir conceitos específicos da Química e, ao mesmo tempo, propiciar uma reflexão sobre as dificuldades de ensino e aprendizagem relativas a esses conceitos. As discussões ocorridas em cada encontro, assim como as atividades realizadas pelos participantes, permitiram perceber a necessidade de incrementar o aprendizado de conceitos básicos. Diante desse processo, um produto educacional foi elaborado com a finalidade de contribuir com a melhoria do ensino de Ciências no Ensino Fundamental, subsidiando o professor com um material de apoio didático que possa facilitar a compreensão dos conceitos associados à teoria atômica, às propriedades dos materiais e às transformações Químicas.

Palavras chaves: ensino de química, ensino fundamental, formação de professores, ciências biológicas

Abstract

On Basic Education, the Sciences of Nature represent the junction of fields of knowledge, just as Physics, Biology, Chemistry and Geosciences. Thus, the science teaching is taught on basic education early in first grades of Elementary School. By many factors like the faculty professional qualification and all the content's characteristics itself, it is easy to perceive bigger focus on Biology's specific subjects, what ends up by limiting the broader understanding about the scientific knowledge. In Brazil, the responsables for science classes at the last years of Elementary School are the Biologic Science graduates. Meanwhile, analyzing the documents that conduct the process shows that, for exemple, the chemical concepts are taught on superficial way and almost restrict to few subjects. Accordingly, is undeniable the need of an additional formation of those professionals with, for instance, courses of continuous formation that allows the development of some kind of authonomy also in other fields of science. Therefore, the analysis of the didactic books approved by PNLD, for this schooling level, have shown a predominance by subjects and conceps linked to Biology, while Chemistry shows up on few chapters, many of those times, not allowing the deepening knowledge of the concepts. In view of this perspective, an extension course was offered to the graduates in Biologic Science, with a goal of discussion the basic Chemistry's concepts and, at the same time, provide reflection about the difficulties of teaching and learning relating to those concepts. The discussions in each meet, as the activities performed by the participants enabled to realize the need of increase the learning of basic contents. Before this point, an educational product was elaborated with purpose of contribue with the improoving on Science's teaching in Elementary School, subsidizing the teacher with a support didatic material that makes easier the learning of the concepts linked to atomic theory, to materials' properties and chemical transformations.

Keywords: chemistry teaching, elementary education, teacher training, biological sciences

Sumário

Capítulo 1 – Apresentação.....	14
Capítulo 2 – Introdução.....	19
2.1 <i>Objetivos.....</i>	23
2.1.1 <i>Objetivo Geral.....</i>	23
2.1.2 <i>Objetivos específicos.....</i>	24
2.2 <i>Estrutura da dissertação.....</i>	24
Capítulo 3 – Fundamentação teórica.....	26
3.1 <i>Professores de Ciências – formação, necessidades e dificuldades.....</i>	26
3.2 <i>Documentos de bases oficiais.....</i>	29
3.3 <i>A Química nas Ciências da Natureza do Ensino Fundamental II.....</i>	31
Capítulo 4 – Metodologia.....	34
4.1 <i>Pesquisa documental em: i) documentos oficiais; ii) orientações curriculares e iii) livros didáticos.....</i>	34
4.2 <i>Entrevista com coordenador.....</i>	35
4.3 <i>Pesquisa documental – o Curso de Ciências Biológicas.....</i>	35
4.4 <i>O Curso de extensão.....</i>	36
Capítulo 5 – Análise dos Resultados.....	38
5.1 <i>As orientações curriculares e as abordagens sugeridas pelos documentos oficiais e livros didáticos.....</i>	38
5.2 <i>Entrevista com coordenador.....</i>	51
5.3 <i>O Curso de Ciências Biológicas – ementas.....</i>	59
5.4 <i>O curso de extensão.....</i>	68
5.4.1 - 1º encontro – Discussão sobre a estrutura da matéria.....	68
5.4.2 - 2º encontro – Continuação da discussão sobre a estrutura da matéria.....	75
5.4.3 - 3º encontro – Lei de conservação das massas e Lei volumétrica.....	79
5.4.4 - 4º encontro – As ligações Químicas.....	92
5.4.5 - 5º encontro – Distribuição eletrônica e transformações Químicas.....	93
Capítulo 6 – Considerações finais.....	95
<i>Referências Bibliográficas.....</i>	98
Apêndice – Produto Educacional.....	103

Lista de Quadro

Quadro 1: Conteúdos contemplados nos livros didáticos de acordo com Tópico 4 do CBC.....	39
Quadro 2: Conteúdos contemplados nos livros didáticos de acordo com Tópico 5 do CBC.....	40
Quadro 3: Conteúdos contemplados nos livros didáticos de acordo com Tópico 9 do CBC.....	42
Quadro 4: Conteúdos contemplados nos livros didáticos de acordo com Tópico 11 do CBC.....	43
Quadro 5: Conteúdos contemplados nos livros didáticos de acordo com Tópico 12 do CBC.....	44
Quadro 6: Conteúdos contemplados nos livros didáticos de acordo com Tópico 13 do CBC.....	45
Quadro 7: Conteúdos contemplados nos livros didáticos de acordo com Tópico 25 do CBC....	46
Quadro 8: Conteúdos contemplados nos livros didáticos de acordo com Tópico 26 do CBC.....	47
Quadro 9: Conteúdos contemplados nos livros didáticos de acordo com Tópico 27 do CBC.....	48
Quadro 10: Conteúdos contemplados nos livros didáticos de acordo com Tópico 30 do CBC....	49
Quadro 11: Ementas das disciplinas de Química Geral e afins (teoria e prática).....	60
Quadro 12: Ementas das disciplinas de Química Geral e afins (teoria).....	60
Quadro 13: Ementas das disciplinas de Bioquímica e afins (teoria e prática).....	62
Quadro 14: Ementas das disciplinas de Bioquímica e afins (teoria)	63
Quadro 15: Ementas das disciplinas de Química Orgânica e afins (teoria e prática).....	64
Quadro 16: Disciplinas optativas com conteúdos químicos.....	66
Quadro 17: Carga horária das disciplinas relacionadas a Química no Currículo do Curso de Ciências Biológicas.....	67
Quadro 18: Desenhos obtidos para a representação de uma barra grossa de cobre.....	70
Quadro 19: Desenhos representando um pedaço de fio fino de cobre.....	71
Quadro 20: Representações do modelo do átomo de acordo com Rutherford.....	76
Quadro 21: Representações do modelo do átomo de acordo com Rutherford-Bohr.....	78
Quadro 22: Representações das equações envolvidas no experimento 1.....	80
Quadro 23: Representação da equação envolvida no experimento 2.....	83
Quadro 24: Representação da equação envolvida no experimento 3.....	84
Quadro 25: Representação da molécula de água.....	89
Quadro 26: Estruturas para a molécula de SO ₂ – Alunas B1 e B2.....	92
Quadro 27: Estruturas para a molécula de SO ₃ – B1 e B2.....	92

Lista de Figuras

Figura 1: Desenho representando o objeto no interior da caixa – B1.....	73
Figura 2: Desenho representando o objeto no interior da caixa B2.....	73
Figura 3: Desenho representando o objeto no interior da caixa – B3.....	74
Figura 4: Desenho representando o átomo encontrado na natureza – B1.....	88
Figura 5: Desenho representando o átomo encontrado na natureza – B2.....	88
Figura 6: Desenho representando o átomo encontrado na natureza – B3.....	89
Figura 7: Representação de como os átomos se mantêm unidos – B1.....	90
Figura 8: Representação de como os átomos se mantêm unidos – B3.....	90
Figura 9: Representação das estruturas da água e do cloreto de sódio – B1.....	90
Figura 10: Representação das estruturas da água e do cloreto de sódio – B2.....	91
Figura 11: Representação das estruturas da água e do cloreto de sódio – B3.....	91
Figura 12: Representação da estrutura da molécula de alumínio – B1.....	92

Lista de Abreviaturas

UFU – Universidade Federal de Uberlândia
FACIP – Faculdade de Ciências Integradas do Pontal
CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
PIBID – Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência
PPGECM – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática
PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais
CBC – Conteúdos Básicos Comuns
CNE – Conselho Nacional de Educação
CES – Câmara de Educação Superior
LD – Livro Didático
CONGRAD – Conselho Setorial de Graduação
UEMG – Universidade do Estado de Minas Gerais
PET – Programa de Educação Tutorial
CRBIO – Conselho Regional de Biologia
ATD – Análise Textual Discursiva
PNLD – Programa Nacional do Livro Didático
UFVJM – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
UFV – Universidade Federal de Viçosa
UNIFAL – Universidade Federal de Alfenas
UFTM – Universidade Federal do Triângulo Mineiro
UNIFEI – Universidade Federal de Itajubá
UFJF – Universidade Federal de Juiz de Fora
UFLA – Universidade Federal de Lavras
UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais
UFOP – Universidade Federal de Ouro Preto
UFSJ – Universidade Federal de São João Del Rei
pH – Potencial de Hidrogênio
TV – Televisão
CuSO₄ – Sulfato de Cobre
BaCl₂ – Cloreto de Bário
NaOH – Hidróxido de Sódio
NaCl – Cloreto de Sódio
H₂O – Água
H₂SO₄ – Ácido Sulfúrico
SO₂ – Dióxido de Enxofre
SO₃ – Trióxido de Enxofre
Al – Alumínio
Na – Sódio
Cl – Cloro
H – Hidrogênio
O – Oxigênio
Cu²⁺ – Íon Cobre II
OH⁻ – Íon Hidroxila

Capítulo 1

1 Apresentação

Atualmente atuo como professora em uma escola cooperativa de ensino na cidade de Santa Vitória-MG, como professora de Ciências e de Química. Sou natural de Ituiutaba-MG, porém morei a vida toda praticamente em Santa Vitória, cidade onde cursei desde a 1ª série do Ensino Fundamental I até a conclusão do Ensino Médio.

Com a conclusão do Ensino Médio e a chegada da UFU-FACIP¹, em Ituiutaba, acabei me mudando, no fim de 2006 (ano em que conclui o ensino médio), para Ituiutaba, na esperança de ser aprovada no processo seletivo da então universidade que acabava de chegar à cidade. O processo seletivo ocorreu nos meses de janeiro e fevereiro de 2007. E em abril eu iniciava os estudos no curso de Licenciatura em Química.

A opção por Química veio de última hora, confesso que me decidi no instante em que fiz a inscrição no vestibular. Uma opção era Ciências Biológicas, porque minha irmã optou por esse curso, e a insegurança na nova etapa que se iniciava me deixou em dúvida, afinal era a escolha da minha profissão, e o fato da minha irmã querer este curso me fazia pensar que eu não estaria sozinha. Mas, Química fazia meu coração disparar, foi uma disciplina confusa para mim durante o Ensino Médio, mas eu percebia que era fascinante e talvez fosse uma chance de eu compreender de fato essa ciência. Assim, decidi, seria Química.

No edital do curso aparecia a opção de, ao término de cinco anos, a conclusão de Licenciatura e Bacharelado em Química. Mas, no início do curso descobrimos que não era viável, e depois de algumas conversas com os professores acabamos compreendendo que para ser formado, com a qualidade almejada, deveríamos optar por Licenciatura ou Bacharelado, ao fim do primeiro ano.

Ser professora era um sonho antigo. Quando criança, eu adorava brincar de escolinha mais do que de boneca. Eu fazia minha mãe e meus tios brincarem comigo. Eu achava o máximo ser professora, é fascinante explicar algo útil à vida do aluno relacionando ciência e seu cotidiano, melhor ainda, é quando esse aluno consegue compreender e aplicar esse aprendizado em outras situações. Acredito ser a profissão mais linda que existe, eu tenho orgulho em ser professora. Chego a encher o peito quando digo “*sou professora*”. Assim,

¹ Universidade Federal de Uberlândia – Faculdade de Ciências Integradas do Pontal. Disponível em: <<http://www.facip.ufu.br/>>. Acesso em Janeiro de 2018.

cada vez que eu pensava em realizar esse sonho, o coração batia mais forte, acho que era orgulho em estar no caminho. Então, no fim do primeiro ano de curso optei por cursar Licenciatura em Química.

Entretanto, foram longos anos de curso. Período em que quis desistir em alguns dias e em outros tinha a certeza que estava no caminho certo. Tive reprovações, decepções, choros, alegrias e muito aprendizado.

Além disso, fui aluna bolsista da Capes, por dois anos, participando do PIBID², programa este que ajudou a desenvolver o meu lado tímido, ainda sou, mas aprendi muito com o PIBID, pois, estar na escola, elaborando e participando de aulas e escrevendo trabalhos para eventos foram pontos cruciais para eu perceber como seria a minha atuação na escola e ter certeza que estava no caminho certo.

Em 2011, surgiu um concurso para professor do Estado de Minas Gerais. E eu ainda na graduação, quase formada, mas ainda tinham as disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral para concluir e uma greve docente para enfrentar, mas mesmo assim, decidi fazer o concurso e optei por Santa Vitória, como cidade para me estabelecer. Voltar para essa cidade sendo professora, era um sonho.

Em 18 de abril de 2013, coleí grau, depois de enfrentar uma greve que perdurou por meses, consegui obter meu diploma. A colação ocorreu em uma sexta-feira, e já no domingo, estava eu novamente de mudança para Santa Vitória, na esperança de conseguir aulas, afinal acabou o curso e eu estava cheia de vontade e ideias para atuar na profissão.

A conclusão da graduação foi um sonho realizado com muito esforço, pois sou de família humilde. Tenho uma irmã e meus pais sempre fizeram de tudo para nos manter estudando, não tinham muita condição, mas o mínimo nunca nos faltou, nunca tive luxo, mas nunca nos faltou amor e vontade de vencer, além disto, vejo nos estudos a minha única opção para conseguir chegar onde almejo.

Minha irmã (também recém-formada), já era professora de Ciências no ensino fundamental, na cidade na época. Por ser uma cidade menor pensei que seria mais fácil encontrar trabalho, mas, como me formei em abril, neste ano não consegui lecionar, aí vieram as frustrações: Onde faltam professores de Química que tanto ouço falar? Será que conseguirei atuar um dia como professora?

²Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência: Disponível em:<<http://www.capes.gov.br/educacao-basica/capespibid/pibid>> Acesso em Janeiro de 2018.

Sem muito que fazer e com medo de nem conseguir aulas, decidi fazer a inscrição no processo seletivo do mestrado profissional da UFU, pois não queria ficar perdendo tempo à espera de aulas que não tinha garantias de quando eu iria conseguir. Além disto, eu via no mestrado a possibilidade e melhorar a minha formação. Assim, fiz o processo seletivo no fim de 2013, não fui aprovada como aluna regular do programa, mas fui como aluna especial, cursei disciplinas durante todo o ano seguinte (2014).

O PPGECM³, é um mestrado profissional, onde o Programa é destinado, prioritariamente, a professores da Educação Básica (Fundamental e Médio) das escolas públicas ou privadas, que sejam graduados em Ciências Biológicas, Física, Química ou Matemática.

Em 2014, minha vida tomou outro rumo. Por ter sido aprovada no concurso do Estado que fiz em 2011, eu consegui seis aulas de Química em uma escola estadual no distrito de Chaveslândia, município de Santa Vitória. Eu viajava 90 Km (ida e volta), duas vezes por semana para lecionar, mas eu estava amando a primeira experiência como professora.

Neste mesmo ano, nas sextas e sábados eu tinha aulas do mestrado em Uberlândia, que cursei como aluna especial e eu sempre participava afinal meu objetivo era no final de 2014 conseguir ser aprovada como aluna regular no programa. Com isso, o dinheiro que ganhava ficou todo investido nas viagens para as aulas do mestrado, mas posso dizer que valeu muito todo o esforço.

No fim de 2014, estava eu aprovada como aluna regular do mestrado profissional, pude assim concluir as disciplinas que faltavam. Neste mesmo ano, fui convidada a ser professora de uma escola cooperativa de Santa Vitória, onde me ofereceram 12 aulas de Química e 2 aulas de Ciências, para o começo de 2015. Foi um ano produtivo para minha vida profissional, comecei com 6 aulas e terminei tendo 20 aulas, minha vida profissional parecia de fato se encaminhar.

No entanto, a insegurança dos primeiros anos de profissão, medo principalmente de não dominar os conceitos químicos e de não conseguir cumprir com tantas provas e trabalhos me fez desistir das aulas do Estado e fiquei apenas com as 14 aulas na cooperativa e estou lá até hoje, penso em voltar a trabalhar no Estado, hoje na verdade percebo que poderia ter

³ Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Disponível em: <<http://www.ppgcem.ufu.br/>>. Acesso em Janeiro de 2018.

arriscado e continuado, seria um pouco mais trabalhoso no início, mas acredito que eu iria conseguir. Mas, como eu disse, os primeiros anos de profissão nos deixam muito inseguros.

A oferta do mestrado profissional surgiu em decorrência de uma demanda por uma formação profissional diferente da adotada pelo mestrado acadêmico, e este curso foi regulamentado em 2009 para atender a esta demanda. A titulação do mestrado profissional tem a mesma validade de um mestrado acadêmico, ou seja, é adquirido o mesmo grau.

O mestrado profissional não significa que sejam adotados padrões mais simples ou menos rigorosos para a aprovação desses, mas que tenham outros objetivos, como é o caso da elaboração de um produto educacional para a obtenção do título de mestre.

O PPGECM possui duas linhas de pesquisa: Formação de Professores em Ciências e Matemática e, Ensino e Aprendizagem em Ciências e Matemática. Conta com disciplinas obrigatórias, disciplinas eletivas de conteúdo específico e disciplinas eletivas de formação didática. Cada uma destas disciplinas contabiliza uma quantidade de créditos a serem cumpridos, assim, dependendo dos créditos oferecidos é possível ir cursando as demais.

Na verdade, eu particularmente pensando em ensino e como sou professora, e quero continuar a ser, acredito que o mestrado profissional contribui melhor para a minha formação, pois, acabou por propiciar momentos de reflexão da minha prática de ensino. Com o mestrado, percebo que fico mais crítica em minhas aulas, sou mais reflexiva das minhas ações enquanto professora, além disto, sou preocupada com a questão social.

O mestrado me faz pensar e refletir sobre minhas aulas todos os dias. Como trabalho em uma cooperativa de ensino, com sistema apostilado, eu demorei a me adaptar, pois tenho prioritariamente que cumprir o material. E a minha formação, na graduação e no mestrado, demonstrava que o professor deveria ser dinâmico nas aulas e não apenas reproduzir o material didático, mas na escola que eu trabalhava, eu não visualizava como utilizar ou aplicar meus conhecimentos, e isso foi frustrante. Nessa instituição, assim como em qualquer outra de ensino apostilado, os objetivos principais são: cumprir o conteúdo da apostila e dominar o conteúdo.

E hoje, no meu quinto ano de profissão e já tendo cursado todas as disciplinas do mestrado, percebo que consigo articular melhor em minhas aulas, principalmente, mostrando a articulação entre o ensino e a vivência dos meus alunos, demonstrando aplicação da Química na vida deles, bem como um pouco da sua função social. Isso, apesar de ainda trabalhar com um material apostilado e conteúdista, mas mesmo assim, consigo um pouco de

flexibilidade para trabalhar de forma interdisciplinar, realizando experimentos, júri simulado, e sempre fazendo uso do cotidiano dos meus alunos em minhas aulas.

Assim, acredito que o mestrado foi me permitindo visualizar novas possibilidades para o ensino, me deixou mais crítica quanto à minha postura em sala de aula. E mesmo no sistema apostilado, que não possui tantas “brechas”, no início do mestrado isso me deixava muito frustrada, já que não se aplicava em minha prática quase nada do que havia aprendido na graduação e no mestrado. Assim, eu sempre estava em conflito comigo mesma. Mas, agora vejo que isso possibilitou que hoje eu consiga, a cada dia, melhorar minha prática docente. Os conflitos me permitiram ser mais reflexiva e querer mudar, mesmo não tendo muito que fazer.

Capítulo 2

2 Introdução

O ponto chave para a escolha do tema, no entanto, veio do contato cotidiano com uma professora de ciências, que assim como eu, na época, era recém-formada por uma Universidade Federal e cheia de ideias e vontade de começar a trabalhar, e assim colocar em prática tudo que aprendeu. Esta professora, licenciada e bacharel em Ciências Biológicas, começou a trabalhar em uma escola pública, e como recém-chegada, acabou tendo que lecionar para turmas do 9º ano do Ensino Fundamental II, já que os demais professores, que já estavam na escola há alguns anos, não gostavam de Química ou Física. Ela encarou o desafio e, na verdade, segundo ela, até gostou, pois Química sempre foi uma área que despertou o interesse dela.

Assim, a professora começou o ano letivo explicando Química, já que, segundo ela, tem mais facilidade e até gosta. Já a Física seria trabalhada depois, com o que sobrasse das aulas, pois considera que tem dificuldades. Entretanto, ao começar a trabalhar com os conteúdos da Química, apareceram também as dúvidas e a insegurança. E, dessa forma, a cada vez que, em seus estudos, a professora não conseguia compreender determinado assunto, sempre me procurava para trocarmos informações. Foi então que comecei a perceber que a professora, embora estudasse, sempre apresentava alguma dificuldade conceitual.

Comecei, então, a observar outros professores que trabalhavam no 9º ano do ensino fundamental, em outra escola pública, pois a princípio as dúvidas e inseguranças desta professora poderiam ser decorrentes do fato de estar iniciando a carreira docente. Mas, percebi que os outros professores que já estavam trabalhando na série há alguns anos tinham os mesmos questionamentos que a professora, iniciante demonstrando ser uma dificuldade do todo. Então, o que fazer? Desse modo, surgiu meu interesse em contribuir para minimizar tais dificuldades, por meio de um projeto de pesquisa.

Assim, essa motivação inicial me direcionou para responder algumas questões, na busca de alternativas que contribuíssem com a melhoria do ensino de ciências no Ensino Fundamental e, conseqüentemente, melhorar o ensino e aprendizagem dos alunos da Educação Básica sobre a Química.

Envolvei-me muito com meu projeto, a cada dia que realizava algo, pensava se chegaria à uma resposta para as dúvidas que tenho, com relação à preparação dos professores de

ciências para atuarem no ensino fundamental, bem como possíveis dificuldades conceituais, e maneiras de minimizá-las.

No Brasil, o ensino de Ciências é ministrado desde os anos iniciais de escolarização, ou seja, já na primeira etapa do Ensino Fundamental, vale ressaltar que nesta etapa, quem ministra Ciências é um pedagogo. Todavia, apesar das orientações gerais presentes nos documentos oficiais (Parâmetros Curriculares Nacionais⁴, por exemplo), há predominância de assuntos oriundos da Biologia enquanto conteúdos específicos da Física, da Química e da Geociências aparecem em menor grau.

Especificamente na segunda etapa do Ensino Fundamental, em muitos materiais didáticos, inclusive aqueles de sistemas de ensino (conhecidos como apostilados), há uma compartimentalização dessas ciências de acordo com os anos escolares. Assim, no 6º ano, apresentam-se as Geociências nos aspectos relativos ao ambiente (solo, ar e água); no 7º ano, o foco se dá nos seres vivos e na taxonomia das diferentes espécies; no 8º ano, destacam-se o corpo humano, doenças e prevenções e, por fim, no 9º ano, aparecem, além da Genética, os conteúdos da Física e da Química (geralmente em capítulos isolados).

Tendo em vista a diversidade de temas possíveis, bem como a amplitude de conceitos a serem explorados nas aulas de ciências, sobretudo nas aulas do Ensino Fundamental II (6º a 9º anos), atribui-se ao professor de Ciências a exigência de dominar diferentes conteúdos para conseguir relacioná-los adequadamente. Contudo, na maioria dos casos, o profissional que cumpre esse papel é o egresso de um curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, de acordo com a legislação vigente em muitos Estados e Municípios. Assim, seria de se esperar uma formação inicial nestes cursos que contemplasse as diferentes Ciências, de modo a subsidiar o futuro professor para suas aulas de Física, Geociências e Química.

No entanto, em muitos casos, os futuros professores de Ciências Biológicas acabam estudando, na sua graduação poucos conceitos específicos da Química, das Geociências e da Física e, quase sempre, de forma superficial, como podemos observar nas palavras de Costa (2010):

“No caso dos professores de Ciências, o que se vê nos cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas é uma prática docente voltada única e exclusivamente para a

⁴ Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) é uma série de documentos elaborados pelo Ministério da Educação para subsidiar a organização curricular das disciplinas da Educação Básica. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro04.pdf>

Biologia. Mas, a prática docente referente a Química e a Física? Como fica?”. (COSTA, 2010, p.45).

Todavia, no exercício da docência, estes professores quando têm que trabalhar, no ensino fundamental, a disciplina de Ciências da Natureza, necessitam ensinar conteúdos relacionados a estas áreas da Ciência, mesmo não estando completamente preparados, surgindo a necessidade de ampliar a formação inicial por estudos complementares ou por meio de formação continuada específica.

Especificamente sobre a Química, é observável que ensinar esta ciência nunca foi uma tarefa fácil, mesmo para os professores de Química. A abstração de modelos e teorias acaba por gerar, nos estudantes, dificuldades em aprender alguns conceitos, causando certa rejeição e, por consequência, influenciando o processo de ensino-aprendizagem.

Além da abstração, é transmitida, de geração a geração, a ideia de que a Química é uma disciplina difícil e desvinculada da natureza, como podemos identificar nas pesquisas de Milaré e Alves Filho (2010) e Milaré, Marcondes e Rezende (2014) que demonstra a Química apenas como componente final do ensino fundamental onde muitos alunos já vêm para a sala de aula com alguns preconceitos estabelecidos, reforçando a expectativa de que esta disciplina, por ser difícil, acarreta dificuldades de aprendizagem.

É importante ressaltar que, em alguns, se não na maioria dos materiais didáticos disponíveis, o termo Química, como uma ciência específica, aparece apenas no 9º ano. Dessa forma, mesmo que vários conceitos químicos tenham sido estudados anteriormente, é nesse momento que os alunos têm o “primeiro contato” com a disciplina Química e a preparação para a continuação de seus estudos no Ensino Médio.

Assim, considerando que ensinar Química, até mesmo por professores formados em Química, não é algo simples, busca-se identificar as dificuldades de ensino desta ciência, por professores de Ciências com formação em Biologia. Diante disso, a presente pesquisa busca analisar como se dá a formação destes professores no curso de Ciências Biológicas, quanto ao estudo de conteúdos relacionados à Química, bem como as dificuldades que estes se deparam ao chegar ao Ensino Fundamental e terem que ministrar os conteúdos da Química.

Nesse sentido, pretende-se elaborar uma sequência didática sobre conceitos químicos, para ser utilizada por licenciandos e licenciados, sobre alguns conceitos específicos que possam contribuir com a construção de uma nova perspectiva sobre a influência da Química para a compreensão do mundo que cerca os alunos, de modo a ressignificar o ensino de Ciências da Natureza para os alunos do Ensino Fundamental. Ressalta-se que a Ciência

Química deveria estar presente ao longo da escolarização, desde os anos iniciais, contrariando o exposto hoje aos alunos, onde, para muitos, a Química aparece inicialmente apenas na etapa final do Ensino Fundamental II, como forma de preparação dos mesmos para o Ensino Médio.

Contrariando essa abordagem de ensino, a proposta curricular de Ciências no Ensino Fundamental II, em Minas Gerais, traz os Conteúdos Básicos Comuns (CBC)⁵ e propõe que não haja uma separação dos conteúdos de ciências em Química, Física ou Biologia como muitos professores e materiais didáticos ainda fazem. Nesse aspecto, além de não restringir os conteúdos, o documento traz orientações explícitas de que a Química deve estar presente na vida escolar do aluno, muito antes do 9º ano.

Entretanto, pela organização curricular de muitas escolas, observa-se que ainda predomina a separação das ciências por anos, baseada em conteúdos estanques. Vários fatores podem colaborar para que as orientações oficiais não sejam consideradas, entre elas destaca-se a formação do professor que tem que incorporar novas abordagens didáticas. Nesse sentido, a falta de conhecimentos aprofundados sobre a Física, a Química e as Geociências parece direcionar as aulas, no Ensino Fundamental II, para os conteúdos específicos da Biologia, alocando o ensino de ciências relacionados à Física e à Química para os estudos finais do último ano do ciclo.

Observa-se que este tema vem sendo alvo de estudos por muitos pesquisadores, que dedicam atenção especial, apontando diversos problemas como os apresentados por Ferreira e Justi (2008); Porto, Queiroz e Santos (2014); Nery, Liegel e Fernandez (2006) e Zanon e Palharini (1995) em seus trabalhos e sugerindo possíveis soluções como os descritos por Ramos, Silva e Lopes (2013); Gabini e Diniz (2012); Feitosa e Leite (2012); Fabri e Silveira (2013); Eichler e Pino (2010) e Tobaldini e colaboradores (2011) em suas pesquisas.

Mas onde está o problema: Nas universidades que formam biólogos sem o conhecimento físico/químico adequado? Nos documentos que regem este ensino? No professor que não busca aperfeiçoar seus estudos? Nos livros didáticos que influenciam os currículos? No ensino básico do Brasil? Essas questões demandam um estudo aprofundado e são bastante delicadas. Nesse sentido, a escolha do tema foi feita observando-se que a questão

⁵ Conteúdos Básicos Comuns (CBC) é um documento elaborado pela Secretaria Estadual de Educação de Minas Gerais que define os conteúdos básicos para todo o Estado. Disponível em: <http://crv.educacao.mg.gov.br/SISTEMA_CRV/index.aspx?id_projeto=27&id_objeto=38737&tipo=ob&cp=996633&cb=&n1=&n2=Proposta%20Curricular%20-%20CBC&n3=Fundamental%20-%206%20BA%20ao%209%C2%BA&n4=Ci%C3%Aancias&b=s>. Acesso em Janeiro de 2018

sobre o ensino de conteúdos da Química no Ensino Fundamental é bastante problemática e necessita de atenção.

Nesse panorama, mesmo tendo passado por diversas modificações ao longo dos anos, os currículos dos cursos de formação de professores, especificamente em Ciências Biológicas, merecem ser repensados a fim de se chegar a um consenso, de modo a possibilitar o desenvolvimento de profissionais que possam atuar com segurança no Ensino Fundamental e que sejam capazes de estabelecer relações entre as ciências para viabilizar um letramento científico consistente.

Diante de tantos questionamentos, a pesquisa a ser relatada aqui iniciou-se com um levantamento das principais dificuldades de futuros professores sobre conceitos específicos da Química. E, tendo por base os dados levantados, elaborou-se um curso sobre “*Conceitos de Química presentes no ensino de ciências da educação básica - Ensino Fundamental II*” para viabilizar a discussão de alguns desses conceitos. Três licenciandas participaram do curso, que foi acompanhado por meio de gravações em áudio. Além das discussões realizadas em cada encontro, as participantes realizaram atividades, que também foram analisadas com o objetivo de elaborar um panorama sobre as dificuldades apresentadas acerca de alguns conceitos da Química.

Com esse panorama, elaborou-se uma sequência de ensino (produto educacional), com a pretensão de mostrar aplicações de alguns conceitos químicos e possibilidades de interligá-los aos fenômenos biológicos, mais familiares aos professores das Ciências Biológicas.

2.1 Objetivos

2.1.1 Objetivo Geral

Discutir algumas dificuldades presentes no processo de ensino aprendizagem de Ciências, principalmente no que tange aos conceitos químicos ensinados por professores do Ensino Fundamental II e compreender como é a formação desses professores no curso de Ciências Biológicas, quanto ao estudo de conteúdos relacionados à Química, levantando as dificuldades de licenciandos que já cursaram as disciplinas de Química e participaram de um curso de extensão para a discussão de alguns conceitos específicos.

Além disso, a partir das discussões com os licenciandos, buscou-se elaborar um produto educacional que possa contribuir com o ensino das Ciências da Natureza, no caso, uma sequência didática que poderá servir de material auxiliar para professores da Educação Básica.

2.1.2 Objetivos específicos

- Apontar conteúdos químicos presentes em livros didáticos de Ciências da Natureza, correlacionando com o que preconizam os documentos de bases oficiais.
- Compreender como se configuram os conteúdos de Química em alguns cursos de Ciências Biológicas no Estado de Minas Gerais, a partir da análise das estruturas curriculares.
- Especificar e debater algumas dificuldades conceituais de conteúdos químicos, apresentadas por futuras professoras de Ciências da Natureza, que participaram de um curso de extensão que discutia conceitos da Química.
- Elaborar uma sequência didática que possa contribuir com uma nova compreensão do papel da Química no Ensino Fundamental II.

2.2 Estrutura da dissertação

O presente trabalho está estruturado em capítulos que têm a finalidade de mostrar o percurso seguido e facilitar a compreensão dos resultados alcançados.

Assim, no primeiro capítulo, descreve-se a apresentação, trazendo um pouco a trajetória na graduação, mestrado e vida profissional, bem como a escolha do tema de pesquisa.

No segundo capítulo apresenta-se a introdução e objetivos da presente pesquisa, voltados para o ensino de Ciências no Brasil.

Já no terceiro capítulo explicita-se a fundamentação teórica que embasa as análises e perspectivas sobre os dados obtidos pelo levantamento das dificuldades dos futuros professores de Ciências, buscando, assim, compreender como se dá o processo de formação e, posteriormente, atuação dos professores de Ciências. Esse panorama é realizado a partir de pesquisas já realizadas sobre o tema.

Já no quarto capítulo apresenta-se a metodologia adotada durante a pesquisa e para a análise dos dados obtidos.

Ainda, para o levantamento de dados de análise, o quinto capítulo, contém as análises das orientações curriculares e as abordagens sugeridas pelos documentos oficiais, bem como os livros didáticos, relacionando com a grade curricular de alguns cursos de graduação em Ciências Biológicas de universidades federais mineiras, e uma entrevista com um coordenador do curso de Ciências Biológicas de uma universidade federal mineira. Além, da

discussão dos dados obtidos através da realização de um curso de extensão, de formação inicial, oferecido a futuros professores de Ciências da Natureza, sendo licenciandos da Universidade Federal de Uberlândia.

O sexto capítulo, última parte deste trabalho, traz algumas considerações em torno da proposta descrita, além de discussões levantadas nos capítulos anteriores. São apenas reflexões realizadas durante o processo de pesquisa do ponto de vista do pesquisador.

Capítulo 3

3 Fundamentação teórica

Este capítulo apresenta a revisão da literatura que norteia a pesquisa realizada, bem como subsidia a análise dos dados obtidos. Tendo em vista os assuntos circunscritos pela investigação, alguns temas foram considerados relevantes e são descritos a seguir:

3.1 Professores de Ciências – formação, necessidades e dificuldades

No Brasil, os cursos superiores de formação de professores surgiram, na década de 30 do século passado, através de adequações políticas para atender às expectativas da sociedade, como descrito por Costa (2010):

É importante frisar que os cursos de Licenciatura surgiram em decorrência da necessidade de formar profissionais capazes de atender ao projeto educacional do país (urbano-industrial) reivindicado pela sociedade civil da época, tendo em vista a expansão das oportunidades educacionais. O projeto educacional apresentava a instituição escolar como aparelho ideológico da difusão das ideias de educação, como instrumento que possibilitava a mobilidade social. (COSTA, 2010, p.16).

Ainda de acordo com Costa (2010, p.16), esses cursos de licenciatura seguiam o modelo “três mais um”, onde o estudante cursava três anos de bacharelado, seguido de um ano de licenciatura. Vale ressaltar que, hoje os cursos de formação de professores não estão mais neste formato, principalmente após as orientações do Conselho Nacional de Educação (BRASIL, 2002; 2015).

Todavia, para Feitosa e Leite (2012, p.36), “os cursos de licenciatura enfrentam dificuldades para preparar os futuros docentes” justamente porque, de acordo com esses autores, os professores devem abandonar a postura tradicional de ensino, buscando assim, práticas pedagógicas que utilizem a interdisciplinaridade, a contextualização e o cotidiano do aluno. Além disto, afirmam que, somente de tal modo, os professores conseguirão atender às atuais exigências do ensino. Mas, para isso:

Os cursos de licenciatura devem criar momentos de discussão em relação aos aspectos teóricos relacionados aos saberes, interdisciplinaridade e contextualização, bem como interagir com conteúdos específicos. Todavia, as instituições encontram obstáculos para conduzir ações que levem em consideração esses aspectos, os quais geralmente ocorrem apenas nos períodos finais do curso de graduação, durante os estágios supervisionados. Dessa forma, acaba-se por se estabelecer a desarticulação

entre a teoria e a prática, o que traz prejuízos para a formação dos futuros docentes. (FEITOSA; LEITE, 2012, p.36).

Dessa forma, ao olhar o currículo de escolas de Ensino Fundamental, o aluno, na disciplina de Ciências da Natureza, entra em contato com os conteúdos da Química e da Física, mas ambos são lecionados por professores com formação em Ciências Biológicas, os quais, na maioria das vezes, acabam focando suas aulas em concepções a partir de explicações advindas unicamente da Biologia, não estimulando o desenvolvimento de visões mais abrangentes sobre os fenômenos estudados.

Segundo Avigo e colaboradores (2008), um curso de formação de professores da Universidade de São Paulo tenta mudar essa realidade

Os professores formados neste curso deverão ter compreensão das relações entre todos os processos físicos, químicos e biológicos na natureza, e das estratégias para facilitar a compreensão dos alunos sobre o funcionamento da natureza. Deverão também, contribuir para formação de cidadãos conscientes do seu papel na sociedade, no tempo e no meio em que ocupa e que retira recursos para sobreviver nos moldes da Sociedade Industrial; estimular a curiosidade científica dos alunos e incentivá-los à pesquisa; adaptar-se com as transformações sociais e compreender a realidade social dos alunos. Entre as principais competências do licenciado está levar o aluno a compreender e utilizar a Ciência como elemento de interpretação e intervenção e a tecnologia como conhecimento do sentido prático. (AVIGO et al., 2008, p.3).

Neste sentido, Avigo e colaboradores (2008), ressaltam que a realidade da situação é preocupante, principalmente porque a formação do professor, em maior ou menor grau, determina como se dará o processo de ensino aprendizagem mediada pelos recursos disponíveis. Assim

A formação do professor, não só aquele de ciências, mas de qualquer outra área, influencia crucialmente na qualidade do ensino que ele dará junto a outros fatores como baixos salários, falta de recursos e de instalações. Entretanto, o papel do professor é fundamentalmente maior que estas limitações e decisivo numa sala de aula. Se um professor dispõe de um laboratório bem equipado, mas não domina o conteúdo programático, sua atividade será indubitavelmente falha. Se ele não utiliza a tecnologia para favorecer sua prática (pesquisas, dinamização de aulas, atualizações...) ele desaproveita um recurso que hoje faz parte do cotidiano no mundo do trabalho e na sociedade em geral e que por outro lado já sabemos, facilita o processo de ensino-aprendizagem. (AVIGO et al; 2008, p 3).

Apesar das orientações do CNE (Conselho Nacional de Educação), muitos cursos de licenciatura, no cotidiano das aulas, ainda separam teoria e prática, e, como consequência, os futuros professores, quando vão para as escolas acabam aprendendo sua profissão somente com a sucessão dos dias de trabalho, havendo desta forma, confronto com a dura realidade

encontrada no exercício profissional. Desta forma, desilusão e desencantamento geralmente são ocasionados no primeiro ano de profissão, o que acarreta muitos abandonos de profissão logo no início da experiência profissional (FEITOSA; LEITE 2012, p.36).

Nesse sentido, muitas pesquisas apontam que o professor recém-formado não está totalmente preparado para enfrentar as situações do cotidiano de uma sala de aula, pois a situação vai além do conteúdo. Assim, de acordo com Lippe e Bastos (2008)

[...] o professor novato encontra um quadro preocupante nas escolas: salas de aula superlotadas, excesso de carga horária docente, falta de material e equipamentos, infra-estrutura precária, burocratização das tarefas, alunos desinteressados e indisciplinados, violência etc. (LIPPE; BASTOS, 2008, p.2).

Dessa forma, a docência encontra desafios que vão além das possibilidades formativas, no âmbito das licenciaturas. Acrescenta-se a esse panorama, características específicas ao ensino de ciências no Ensino Fundamental II, como a diversidade conceitual que o professor das Ciências da Natureza tem de dominar para elaborar atividades que sejam capazes de propiciar a compreensão dos fenômenos, utilizando-se perspectivas de diferentes disciplinas.

Especificamente sobre a Química, Zanon e Palharini (1995) argumentam que

Em geral, os professores de ciências têm formação deficiente em Química, por isso é necessário intensificar o debate e a reflexão em torno desta problemática para que a Química — tão presente na vivência cotidiana — possa ser mais contemplada na formação básica dos alunos, trazendo maior contribuição para a melhoria na qualidade de vida. (ZANON; PALHARINI, 1995, p.15).

Além disso, nas palavras de Feitosa e Leite (2012, p.36), “o ensino de Ciências tem se caracterizado pela preocupação em se transmitirem conteúdos, conceitos e informações aos estudantes sem se considerar sua formação como cidadão”.

Afinal, “memorizar uma definição correta não garante a compreensão das relações envolvidas. A aprendizagem de conceitos é algo muito mais complexo do que o simples estabelecimento de definições consagradas nos textos didáticos” (MINAS GERAIS, 2007, p. 13).

Outro fator é o descompasso entre a formação específica recebida na graduação e as exigências cotidianas da sala de aula, como a organização de conteúdos e sua adequação às necessidades da Educação Básica. Pois, segundo Costa (2010)

é fato que a grande maioria dos professores do Ensino de Ciências só vai “descobrir” o que vão ensinar quando chegarem à escola. E mais, esta maioria só vai ter contato com o conteúdo da disciplina [Química] quando “ganharem” um livro didático para trabalhar com a turma. Alguns dos recém formados chegam a “desenterrar” algum

livro da época da sua formação fundamental. Livros antigos e desatualizados, para tentar elaborar e planejar suas aulas e revisar os conteúdos que irão ministrar, sem orientação, sem socorro, sem alguém para ajudar. (COSTA, 2010, p. 46).

Ainda neste sentido Milaré (2008, p.12) destaca que “o tratamento da Química e da Física é desvinculado de todos os outros assuntos trabalhados em Ciências desde as séries iniciais”. Já em outro artigo, esta pesquisadora argumenta que em muitos casos, não há o desenvolvimento de competências docentes que permitam ao futuro professor se valer dos conhecimentos oriundos das diferentes ciências para a construção de sua prática, visto que a formação inicial destes professores

apresenta deficiências tanto na formação específica quanto na pedagógica. Sem formação adequada, o professor não possui muitos subsídios para inovar o ensino ou incluir elementos que contextualizem os conteúdos que desenvolve em sua prática. (MILARÉ; ALVES FILHO, 2010, p.43).

Da mesma forma, Nunes e colaboradores (2010) apontam que muitos

não possuem a adequada formação sequer nos conteúdos específicos. Desta forma, a introdução ao estudo da Química, física e biologia nas séries finais do ensino fundamental aparentemente apresenta um obstáculo no conhecimento docente. (NUNES et al., 2010, p.24).

O levantamento bibliográfico mostra que ainda existem muitos problemas com o ensino de Ciências da Natureza no ensino fundamental. Por outro lado, propostas de inovação e de novas perspectivas sobre o ensino têm sido mobilizadas a partir do desenvolvimento de projetos de formação complementar ou continuada como apresentados por Eichler e Pino (2010); Tobaldini e colaboradores (2011) e Lima e colaboradores (2016).

Parece ser um consenso entre os pesquisadores, a importância de se pensar a prática em sala de aula como instrumento de reflexão para o profissional em serviço ou o futuro professor. Assim, muitas investigações buscam as questões vivenciadas no âmbito escolar, sejam de caráter mais amplo, sejam na análise de tópicos específicos do currículo, como os apresentados por: Gondim e Mól (2008), Maia e colaboradores (2011), Souza, Silva e Silva (2013) e Silva e Marcondes (2015) em seus trabalhos.

3.2 Documentos de bases oficiais

Ao analisar as Diretrizes Curriculares Nacionais do Conselho Nacional de Educação (BRASIL, 2001) para os Cursos de Ciências Biológicas, com relação à biologia enquanto ciência, destaca-se neste documento que

A Biologia é a ciência que estuda os seres vivos, a relação entre eles e o meio ambiente, além dos processos e mecanismos que regulam a vida. Portanto, os profissionais formados nesta área do conhecimento têm papel preponderante nas questões que envolvem o conhecimento da natureza. (BRASIL, 2001, p.01).

De acordo com o Conselho Nacional de Educação (BRASIL, 2001, p.05), dentro do quadro que contempla os conteúdos básicos, estão os “FUNDAMENTOS DAS CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA: Conhecimentos matemáticos, físicos, químicos, estatísticos, geológicos e outros fundamentais para o entendimento dos processos e padrões biológicos”. Esse mesmo documento estabelece que, no núcleo de conhecimentos específicos

A modalidade Licenciatura deverá contemplar, além dos conteúdos próprios das Ciências Biológicas, conteúdos nas áreas de Química, Física e da Saúde, para atender ao ensino fundamental e médio. A formação pedagógica, além de suas especificidades, deverá contemplar uma visão geral da educação e dos processos formativos dos educandos. Deverá também enfatizar a instrumentação para o ensino de Ciências no nível fundamental e para o ensino da Biologia, no nível médio. (BRASIL, 2001, p.06).

Ainda analisando o parecer do Conselho Nacional de Educação (BRASIL, 2001), no que diz respeito à educação básica, é possível encontrar

Para a licenciatura em Ciências Biológicas serão incluídos, no conjunto dos conteúdos profissionais, os conteúdos da Educação Básica, consideradas as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação de professores em nível superior, bem como as Diretrizes Nacionais para a Educação Básica e para o Ensino Médio. (idem, ibidem).

Dentro das competências e habilidades do profissional de Ciências Biológicas destaca-se, para o Conselho Nacional de Educação (BRASIL, 2001, p.03-04) “Portar-se como educador, consciente de seu papel na formação de cidadãos, inclusive na perspectiva sócio-ambiental” e “atuar multi e interdisciplinarmente, interagindo com diferentes especialidades e diversos profissionais, de modo a estar preparado a contínua mudança do mundo produtivo”.

Tendo em vista as orientações oficiais, percebe-se a preocupação com uma formação ampla do futuro professor de ciências, que o capacite a exercer a docência com competência e autonomia. Entretanto, como destacam as pesquisas, esta realidade é diferente do que precedem os documentos oficiais.

Tendo em vista que o ensino de Química deve estar presente já no ensino fundamental, o CBC sugere a inclusão no currículo de alguns conceitos como descritos a seguir:

A Química como ciência dos materiais e sua presença no cotidiano; misturas e substâncias; processos de separação de componentes de misturas; propriedades dos materiais como conjunto de características específicas relacionado à sua identificação e usos; propriedades específicas dos materiais (densidade, temperaturas

de fusão e ebulição, solubilidade); propriedades, origem e usos de alguns materiais (metais, borracha, fibras, vidros e plásticos); reconhecimento e descrição de transformações dos materiais; reação de combustão. (MINAS GERAIS, 2007, p. 18).

De acordo com o CBC, os tópicos com os eixos que se destacam com maior relevância no seu ensino são os que:

[...] fazem parte do eixo Ambiente e Vida os temas: 1. Diversidade de vida; 2. Diversidade de materiais; 3. Formação e manejo dos solos; 4. Decomposição de materiais; 5. Qualidade e tratamento da água; 6. Energia e Ambiente; 7. Evolução dos seres vivos. Fazem parte do eixo Corpo Humano e Saúde os temas: 1. A dinâmica do corpo; 2. Sexualidade; e 3. Interações do corpo com estímulos do ambiente. (MINAS GERAIS, 2007, p. 10).

Com relação ao *Tema 2 – Diversidade dos Materiais*, o CBC descreve sua importância, sobretudo para ser possível perceber a Química no dia a dia das pessoas:

[...] permite ao estudante a compreensão da importância da Química no cotidiano, das propriedades dos materiais e de suas transformações. Esse tema é de fundamental importância no currículo de ciências e permite responder questões como: do que são constituídas as coisas? De onde vieram? Como são produzidas? Como podemos reconhecer os materiais? Como eles se transformam? O tema pode ser desenvolvido no nível elementar nos primeiros anos do ciclo (6ª ou 7ª série), permitindo assim que outros temas do currículo, como a reciclagem de materiais, a fotossíntese, a respiração celular e a fermentação, possam ser compreendidos. (MINAS GERAIS, 2007, p. 17).

A partir desse documento, espera-se que:

Um ensino de Ciências comprometido com a autonomia e com o desenvolvimento intelectual dos estudantes deve propor atividades que lhes permitam construir evidências para sustentar a adequação e validade de modelos científicos. Assim, é importante não apenas ensinar que a Terra é esférica e que se move em torno do Sol e de si mesma, mas ainda examinar quais foram as evidências que permitiram à humanidade a construção desse modelo, muito antes que fosse possível fotografar ou observar a Terra a partir do espaço. (MINAS GERAIS, 2007, p. 05).

3.3 A Química nas Ciências da Natureza do Ensino Fundamental II

Tendo em vista que a Educação Básica é um direito de todo o cidadão brasileiro, cabe aqui o questionamento sobre o papel que o ensino de ciências exerce nesse quadro atual, visto que, tradicionalmente,

[...] a educação no Brasil foi dominada por uma concepção tecnicista, associada ao modelo da racionalidade técnica, que estabelece uma clara hierarquia entre o conhecimento científico e suas aplicações técnicas na prática profissional. (GHIRALDELLI-JÚNIOR, 2006 apud FEITOSA; LEITE, 2012, p. 36).

De acordo com o CBC, base de uso obrigatório nas Escolas da Rede Estadual de Ensino de Minas Gerais, segundo o qual estabelece conteúdos essenciais e obrigatórios para a educação básica: “Nas últimas décadas, como resultado da universalização do acesso à escola básica e de mudanças na sociedade e no mundo do trabalho, a escola tem sido chamada a modificar seus conteúdos, objetivos e metodologias de ensino” (MINAS GERAIS, 2007, p. 13).

Ainda segundo Milaré (2008, p.12), “outro problema inserido neste contexto refere-se ao uso do livro didático como único material, se não predominante, de apoio às aulas, muitas vezes sendo utilizado como um manual a ser seguido”.

Concordando, Lopes (2015, p. 250) também aponta que:

o LD continua sendo um dos principais materiais usados nas escolas brasileiras, e mesmo diante do surgimento de novos recursos pedagógicos, vindos principalmente do mundo digital, em muitas realidades, ele se constitui como o principal e, às vezes, o único instrumento pedagógico utilizado pelo professor em sala de aula. (LOPES, 2015, p. 250).

Sobre a utilização de outros recursos didáticos em sala de aula, Maia e colaboradores (2011, p.123) estabelecem que

No que diz respeito à utilização de materiais complementares ao LD, constatamos que a maioria dos professores recorre a outro LD de Ensino Médio para elaborar suas aulas, tornando evidente a forte influência que esse tipo de material exerce na prática docente desses profissionais. Sites da internet, materiais com propostas de atividades experimentais, reportagens de jornais e revistas, artigos científicos e vídeos educativos foram recursos também mencionados pelos professores. (MAIA et al., 2011, p.123).

Assim, em um de seus estudos sobre o livro didático Lopes (2015, p. 254) analisa o caderno dos estudantes e os conteúdos presentes no livro didático e assim conclui que:

Os conteúdos encontrados nos cadernos dos alunos, por sua vez, refletem a cópia fiel do LD de Química ou, em outras palavras, um ensino de Química livresco. Com efeito, esses conteúdos caracterizam um ensino tradicional, fundamentado em descrição sucinta que privilegia os cálculos e as representações Químicas sem qualquer relação com a realidade do aluno. (LOPES, 2015, p. 254).

Lajolo (1996, p. 06), descreve a importância da análise do livro didático durante a sua escolha: “[...] a qualidade dos conteúdos do livro didático — informações e atitudes — precisa ser levada em conta nos processos de escolha e adoção do mesmo, bem como, posteriormente, no estabelecimento das formas de sua leitura e uso”.

Lopes (2015, p. 254) ainda aponta, outro obstáculo no uso do livro didático, onde mesmo sendo analisado, ao ser reproduzido no todo, acaba sendo um ensino não contextualizado.

Entendemos, então, que a reprodução fiel dos conteúdos do LD de Química constitui uma prática descontextualizada e não problematizada que, em vez de contribuir para a aprendizagem dos conhecimentos químicos escolares, pode servir para veicular uma visão imprecisa e vaga desses conhecimentos. Em consequência disso, pouco contribui para a entrada na dimensão cultural da ciência. (LOPES, 2015, p. 254).

Além de proporcionar um ensino não contextualizado, para Lajolo (1996, p. 07), “Certos livros didáticos, algumas vezes, contêm afirmações que de uma perspectiva ética ou de uma perspectiva científica não são verdadeiras”.

Para Lopes (2015, p. 255), a forma de utilização dos atuais livros didáticos, acaba contribuindo para uma visão não contextualizada.

[...] a forma como o LD de Química tem sido utilizado contribui para uma visão fragmentada e descontextualizada da ciência Química e pouco tem colaborado para a construção de conhecimentos químicos escolares. Afora isso, pode corroborar a sedimentação de conceitos equivocados que constituem obstáculos ao aprendizado dos conhecimentos químicos escolares. (LOPES, 2015, p. 255).

Assim, verificamos que o livro didático é uma importante ferramenta, se não a única a disposição dos professores da educação básica, das escolas públicas. No entanto, a questão é que sem muitos recursos o livro didático acaba virando um manual a ser seguido pelos professores.

Capítulo 4

4 Metodologia

A presente pesquisa é de cunho qualitativo, não se interessando, portanto, com números e resultados estatísticos, mas com a compreensão de um grupo social, delimitado espacial, temporal e culturalmente. Além disso, o pesquisador atua como sujeito e objeto ao mesmo tempo. Nessa perspectiva, espera-se

Explicar o porquê das coisas, exprimindo o que convém ser feito, mas não quantificam os valores e as trocas simbólicas nem se submetem à prova de fatos, pois os dados analisados são não-métricos (suscitados e de interação) e se valem de diferentes abordagens. (SILVEIRA; CÓRDOVA, 2009, p.32)

A pesquisa é dita como aplicada, pois “objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais” (SILVEIRA; CÓRDOVA, 2009, p.35); também tem uma base de pesquisa documental, pois utiliza a análise de livros e documentos oficiais como fundamento para a discussão dos resultados obtidos no decorrer da investigação.

Além disso, pode-se considerar a mesma como descritiva “A pesquisa descritiva exige do investigador uma série de informações sobre o que deseja pesquisar. Esse tipo de estudo pretende descrever os fatos e os fenômenos de determinada realidade” (TRIVIÑOS, 1987 *apud* SILVEIRA; CÓRDOVA, 2009, p.35).

Para o tratamento dos dados, foi utilizada a técnica de análise textual discursiva (ATD), a qual pode ser dividida em quatro momentos: desmontagem do texto, estabelecimento de relações, captação do emergente e processo de auto-organização. Segundo Moraes (2003), o *corpus* da análise textual pode ser construído por meio de documentos já existentes ou textos produzidos para a pesquisa a partir de transcrições de entrevistas ou de discussões, assim como outros tipos de registros por escrito.

As diferentes fontes de dados para o desenvolvimento da pesquisa foram:

4.1 Pesquisa documental em: i) documentos oficiais; ii) orientações curriculares e iii) livros didáticos

A análise efetuada permitiu a organização de informações presentes em alguns documentos oficiais que regem as instituições de ensino superior, como as Diretrizes

Curriculares Nacionais para os Cursos de Ciências Biológicas e ementas de disciplinas de universidades federais mineiras. O intuito foi de verificar o que é considerado como essencial dentre os conteúdos escolares de Química tanto para encontrar parâmetros para as ciências do Ensino Fundamental quanto para orientar o que os estudantes de Ciências Biológicas devem estudar ao longo da graduação.

Além disso, foi realizado um levantamento em coleções de livros didáticos ambos aprovados pelo PNLD, destinados ao ensino fundamental II de 6º a 9º ano, com o objetivo de verificar quais os conteúdos de Química estão presentes nestes livros didáticos. Vale ressaltar, que para a disciplina de Ciências da Natureza, no ano de 2017 foram aprovadas 13 coleções de livros.

Para análise, as coleções foram selecionadas aleatoriamente, sendo uma de cada pertencente aos três últimos PNLD 2011, 2014 e 2017. E são eles: i) GEWANDSZNAJDER, F. Projeto Teláris: Ciências, 6º, 7º, 8º e 9º anos. 2ª ed. São Paulo, Ática, 2015. ii) CARVALHO, W. L. P.; ALVES, J. A. P.; CAETANO, L. **Ciências para nosso tempo: 6º, 7º, 8º e 9º anos**. 1ª ed. Curitiba, Positivo, 2011. iii) CARO, C. M.; PAULA, H. F.; SANTOS, M. B. L.; LIMA, M.E.C.C.; SILVA, N. S.; AGUIAR JÚNIOR, O.; CASTRO, R. S.; BRAGA, S. A. M. **Construindo Consciências: Ciências: 6º, 7º, 8º e 9º anos**. 1ª ed. São Paulo, Scipione, 2010/2009.

4.2 Entrevista com coordenador:

Realizou-se uma entrevista com o coordenador do curso de Ciências Biológicas de uma universidade federal mineira. Esse tipo de recurso teve a finalidade de conhecer melhor como interferem os documentos oficiais que regem o curso, o perfil do profissional formado pela instituição de ensino superior, bem como os campos de atuação e disciplinas relacionadas à Química oferecidas pelo curso. A entrevista foi gravada em áudio e transcrita. As falas foram selecionadas e agrupadas de acordo com as categorias estabelecidas durante a pesquisa.

4.3 Pesquisa documental – o Curso de Ciências Biológicas:

Foram analisadas as estruturas curriculares de onze Universidades Federais de Minas Gerais, com o objetivo de levantar algumas características das disciplinas de Química oferecidas aos alunos nos cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas no Estado de Minas

Gerais. Visava-se compreender como são estudados os conceitos de Química pelos futuros professores de Ciências, os quais acabam trabalhando os conceitos iniciais de Química, Física, Biologia e Geociências no ensino fundamental na disciplina de Ciências da Natureza.

Sendo assim, foi realizada uma consulta às ementas das disciplinas relacionadas à Química de cada curso das seguintes universidades: Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - (UFVJM); Universidade Federal de Uberlândia - (UFU); Universidade Federal de Viçosa - (UFV); Universidade Federal de Alfenas - (UNIFAL); Universidade Federal do Triângulo Mineiro - (UFTM); Universidade Federal de Itajubá - (UNIFEI); Universidade Federal de Juiz de Fora - (UFJF); Universidade Federal de Lavras - (UFLA); Universidade Federal de Minas Gerais - (UFMG); Universidade Federal de Ouro Preto - (UFOP) e Universidade Federal de São João Del Rei - (UFSJ).

Vale ressaltar, que o acesso a esta informação ocorreu através de sites das universidades e em raros casos, em contato via e-mail com o coordenador do curso de Ciências Biológicas.

4.4 O Curso de extensão

O curso de extensão teve como objetivo discutir conceitos de Química presentes no currículo de Ciências do Ensino Fundamental II. Nesse processo, foi possível levantar possíveis dificuldades conceituais em futuros professores de Ciências, ou seja, graduandos em Ciências Biológicas.

O curso foi gratuito com duração de 40 horas, contando com encontros presenciais periódicos durante um semestre e realização de atividades extraclasse. Como pré-requisitos, os alunos participantes deveriam estar cursando Licenciatura em Ciências Biológicas dos 5º, 7º ou 9º períodos, pois seriam períodos em que já teriam cursado as disciplinas de Química presente na grade curricular do curso. Assim, contou-se com a participação de 3 alunas, sendo duas do 5º período e uma do 7º período. Para preservar a identidade das participantes, elas foram designadas por B1, B2 e B3.

O curso foi organizado em encontros periódicos, nos quais eram tema de estudo tanto os conceitos científicos específicos quanto as possíveis dificuldades encontradas no processo de ensino e aprendizagem a eles associadas. Todos os encontros foram gravados em áudio e transcritos. As contribuições de cada participante foram selecionadas e agrupadas de acordo

com as categorias estabelecidas durante a pesquisa. Além disso, as atividades realizadas pelas participantes também foram analisadas conforme o tipo de material produzido.

Vale destacar, que os conteúdos trabalhados no curso, não possuem articulação entre si, e foram sugeridos por professores da Educação Básica, pelas participantes do curso e por serem tidos como de difícil aprendizagem em algumas pesquisas.

A combinação de cada uma dessas fontes permitiu conhecer melhor algumas características da formação e da atuação dos professores de Ciências. É importante destacar que a construção de um panorama sobre o assunto (baseado nos dados obtidos nos itens 4.1, 4.2 e 4,3) serviu de fundamentação para o planejamento do curso de extensão oferecido a licenciandos. Por sua vez, os dados produzidos no decorrer do curso de extensão propiciaram melhor compreensão sobre as dificuldades conceituais específicas, fornecendo informações que subsidiaram a elaboração do produto educacional.

Capítulo 5

5 Análise dos resultados

A seguir estão apresentados os resultados obtidos a partir das análises de diferentes fontes de dados, permitindo, de certa forma, uma triangulação de informações que pudessem dar maior consistência para as inferências que surgiram no processo investigativo. Para melhor compreensão do que foi analisado, são divididos em tópicos separadamente.

Assim, documentos oficiais e livros didáticos, onde os mesmos demonstram quais os conteúdos de Química devem ser contemplados nos cursos de Ciências Biológicas, bem como o que os livros didáticos de ciências trazem de conteúdos químicos são analisados conjuntamente.

Já as falas do coordenador do curso de Ciências Biológicas mostram a importância de conhecimentos químicos, bem como as dificuldades apresentadas pelos alunos. Também são apresentadas as análises das ementas dos cursos de Ciências Biológicas das universidades federais mineiras e dos dados do curso de extensão oferecido a alunas da graduação em Ciências Biológicas.

5.1 As orientações curriculares e as abordagens sugeridas pelos documentos oficiais e livros didáticos

Através do CBC, fez-se a análise dos conteúdos presentes nos livros didáticos do Ensino Fundamental II, 6º a 9º ano. Vale ressaltar, que a ideia seria a utilização da nova Base Curricular, sendo o documento mais recente, no entanto, a mesma só estará em vigor a partir do ano de 2020. E, portanto, os livros didáticos não estarão de acordo com a mesma. Outra opção seria os PCNs, no entanto, o CBC é um documento muito citado pelos professores de Minas Gerais, por isso optou-se pela sua utilização. Assim sendo, e como em Minas Gerais utiliza-se o CBC, lembrando que o mesmo ainda se encontra em vigência, as discussões aqui são feitas utilizando essa diretriz curricular.

Assim, a partir deste documento, encontram-se alguns tópicos relacionados a Química, como os citados a seguir. Onde, a partir das habilidades que são citadas neste documento, procurou verificar quais estão presentes nos livros didáticos, bem como, se a série sugerida pelo documento prevalece nos livros.

a) Materiais e suas propriedades (tópico 4⁶):

Habilidades Básicas		
4.0. Identificar os conhecimentos químicos presentes em atividades do cotidiano - (6º, 7º e 9º anos). 4.1. Identificar as propriedades específicas dos materiais, densidade, solubilidade, temperaturas de fusão e ebulição, em situações de reconhecimento de materiais e de processos, separação de misturas e diferenciação entre misturas e substâncias - (8º ano).		
<i>Livro didático A</i>	<i>Livro didático B</i>	<i>Livro didático C</i>
7º ano Matéria, energia e transformações 9º ano Propriedades gerais da matéria Os estados físicos da matéria Propriedades específicas da matéria Substâncias puras e misturas Misturas homogêneas e heterogêneas Separando os componentes de uma mistura	9º ano Propriedades gerais da matéria Propriedades específicas Estados físicos da matéria Mudanças de estado físico da matéria Sistemas homogêneos e heterogêneos A substância pura e suas propriedades Misturas homogêneas e heterogêneas Métodos de separação de Misturas	6º ano A Química no cotidiano Natural ou sintético? Substâncias e misturas Da planta ao medicamento: Alguns processos de separação de misturas Os materiais que nos rodeiam Como caracterizar e identificar um material As propriedades também podem ser medidas 7º ano Densidade: propriedade específica dos materiais Densidade de líquidos Densidade de misturas Solubilidade: outra propriedade dos materiais

Quadro 1: Conteúdos contemplados nos livros didáticos de acordo com Tópico 4 do CBC.

Esses conceitos de acordo como CBC devem estar presentes de forma gradativa nos quatro anos do ensino fundamental II, o que não ocorre em nenhum dos livros didáticos analisados. No entanto, o livro didático C trabalha esses conceitos mais dispersos ao longo dos anos, apenas no 8º ano não aborda conteúdos relativos a esse assunto.

A primeira habilidade, “identificar os conhecimentos químicos presentes em atividades do cotidiano - (6º, 7º e 9º anos)”, aparece declaradamente no livro C, demonstrando, por meio de exemplos e pequenos textos, onde a Química se faz presente. Além disso, apresenta conceitos gerais que estão relacionados a Química, com situações do cotidiano e gravuras mostrando ocasiões em que existem aplicações desta ciência no cotidiano.

Já para a segunda habilidade:

⁶ O CBC é organizado por Tópicos de conteúdos, com temas considerados próximos ao cotidiano dos estudantes e que favoreçam a compreensão de conceitos básicos de Ciências, existem tópicos obrigatórios e outros complementares. Além disto, o documento contém as habilidades e competências a serem adquiridas pelos estudantes na Educação Básica.

- i) O livro didático A traz o conceito geral de matéria, energia e transformações, mas somente no 9º ano. Aborda, através de textos, as propriedades gerais e específicas dos materiais, no caso, apenas densidade, temperaturas de fusão e de ebulição. Apesar de não trazer a questão da solubilidade, o livro aborda a diferenciação de substâncias puras e misturas, além de conter diversas técnicas de separação de misturas como: catação, peneiração, levigação, ventilação, separação magnética, filtração, decantação, destilação simples e fracionada, centrifugação etc.;
- ii) O livro didático B apresenta as propriedades gerais e específicas da matéria através de exemplos, exercícios e atividades práticas possíveis de realização em sala de aula. Dentro do assunto propriedades específicas, novamente, essa coleção não traz o assunto de solubilidade. Faz a diferenciação entre misturas e substâncias, além da questão de misturas homogêneas e heterogêneas. Com relação aos métodos de separação de misturas este traz, apenas, a decantação, destilação simples e filtração simples;
- iii) No livro C, não aparece no ano escolar sugerido pelo documento, ou seja, no 8º ano.

b) Reações químicas: ocorrência, identificação e representação (tópico 5):

Habilidades Básicas		
5.0. Reconhecer a ocorrência de uma reação Química por meio de evidências e da comparação entre sistemas inicial e final - (7º, 8º e 9º anos).		
5.1. Reconhecer a conservação da massa nas reações químicas - (9º ano).		
<i>Livro didático A</i>	<i>Livro didático B</i>	<i>Livro didático C</i>
9º ano Representação de reações químicas Balanceamento de equações Químicas Tipos de reações químicas As leis das reações químicas	9º ano Equações Químicas Reação de síntese ou adição Reação de decomposição ou análise Reação de deslocamento ou simples troca Reação de dupla troca	6º ano As transformações na queima da vela Combustão: uma reação Química A transformação dos metais Na natureza nada se cria, nada se perde. Tudo se transforma e muito se joga fora. 8º ano Evidências de reações químicas Alterando a velocidade das reações químicas O que acontece com a massa de um sistema depois de ocorrer uma reação Química?

Quadro 2: Conteúdos contemplados nos livros didáticos de acordo com Tópico 5 do CBC.

O livro A traz os conteúdos apenas no último ano do ensino fundamental II, e aborda de forma simples, apenas descrevendo as evidências de uma reação Química. Contudo, aborda

as questões da lei da conservação das massas e da lei das proporções constantes. Para isso, apresenta exemplos do cotidiano, faz uso de imagens ilustrativas dos experimentos, além de incluir traços de história. Além disso, o livro A traz: representação de reações químicas; Balanceamento de equações Químicas e tipos de reações químicas, todas no volume do 9º ano.

Da mesma forma, o livro B aborda o assunto também no 9º ano, porém, faz uma explicação da representação de uma reação usando o modelo de Dalton para o átomo. Contém exercícios, além de descrever as evidências de uma reação Química, também de forma sucinta. Todavia, não aponta nada sobre o conteúdo de conservação das massas, apesar de abordar outros tópicos como os tipos de reações, sempre fazendo o uso do modelo esférico de Dalton para explicação.

Por outro lado, o livro C, já no 6º ano, possui um capítulo intitulado: *Os materiais se transformam*”, onde questiona sobre a queima de uma vela, como apagar a mesma sem assoprá-la, a combustão, os combustíveis, a ferrugem, a decomposição do lixo etc. Tudo isso por meio de discussões de reações químicas que ocorrem no cotidiano. O livro traz experimentos, questionamentos na seção *“Trocando ideias”* e, além disso, é bem ilustrativo com imagens demonstrando as reações que estão ocorrendo. No 8º ano, o livro possui o conteúdo de evidências de reações químicas, onde traz experimentos simples e um quadro comparativo, onde o estudante deve observar e completar o que ocorre antes, durante e depois da transformação. Este livro já trabalha com alguns fatores que afetam a velocidade de uma reação, como concentração, superfície de contato e catalisador. Para debater sobre a conservação das massas em uma reação Química, o livro traz um experimento simples, o qual utiliza vinagre, balão de festa, bicarbonato de sódio e balança. Além disso, traz um pouco de história sobre as observações de Lavoisier e também faz uso do modelo de Dalton para o átomo em suas explicações.

O Tema *Qualidade da Água e Qualidade de Vida*, é indicado no CBC como:

uma abordagem dos aspectos físico-químicos e biológicos da água em contextos de seu uso e distribuição para a população. Ao abordar o ciclo da água no planeta, pretende-se tratar das conseqüências da intervenção humana sobre a sua disponibilidade. (MINAS GERAIS, 2007, p. 20).

E indica os tópicos seguintes relacionados à Química:

c) Disponibilidade e qualidade de água (tópico 9)

Habilidades Básicas		
9.0. Identificar em textos e em esquemas a natureza cíclica das transformações da água na natureza – (6º ano). 9.1. Reconhecer as mudanças de estado da água em situações reais – (6º ano). 9.2. Associar a importância da água às suas propriedades específicas, como, por exemplo, a presença de água no estado líquido à temperatura ambiente e como solvente – (8º ano). 9.3. Reconhecer a importância da água para os seres vivos – (7º e 8º anos). 9.4. Descrever as etapas de tratamento, origem (captação) e tipo de tratamento – (6º ano). 9.5. Avaliar a importância da água tratada para o consumo humano – (6º ano).		
<i>Livro didático A</i>	<i>Livro didático B</i>	<i>Livro didático C</i>
6º ano Mudanças de estado físico O ciclo da água A água dissolve substâncias A água potável As estações de tratamento de água Cuide da água Tratando o esgoto das casas Água e saúde 8º ano Água	6º ano A água se apresenta de maneiras diferentes As mudanças de estado físico da água O ciclo da água Formas de tratar a água	6º ano A falta que a água nos faz Água nos seres vivos O ciclo da água O acesso à água tratada Como se ter água de qualidade? A produção de água potável

Quadro 3: Conteúdos contemplados nos livros didáticos de acordo com Tópico 9 do CBC.

Esses conteúdos, de acordo com o CBC, devem estar presentes nos 6º, 7º e 8º anos. Observa-se que, somente o livro A traz nos 6º e 8º anos, enquanto os livros B e C contemplam esses tópicos apenas no 6º ano.

O livro A contempla todas as habilidades sugeridas pelo documento, com uma linguagem simples, ilustrações, histórias em quadrinhos e em alguns casos faz relação com o cotidiano. Para esse tópico, o livro didático B não apresenta a água como solvente, o restante dos conceitos é abordado. O livro traz textos para a explicação, imagens ilustrativas e sugestões de pesquisas. Do mesmo modo, o livro C não apresenta a água como solvente, os demais tópicos são abordados com muitos textos, curiosidades e aplicações no cotidiano.

O Assunto *Energia nos Ambientes* é um tema importante e está presente em todo CBC:

Energia é um conceito unificador e estruturador do campo das ciências naturais. Portanto, devemos dar a esse tópico um tratamento destacado e recursivo. Ele será retomado adiante (tema “Processos de Transferência de Energia” no eixo Construindo Modelos) e está presente, de maneira marcante, em todo o currículo: no estudo de mudanças de estado físico, nas transformações Químicas, nos processos de decomposição da matéria, nos fluxos de energia nos ecossistemas, na fotossíntese e respiração celular, nos processos metabólicos orgânicos, nos fenômenos térmicos e luminosos, nos equipamentos elétricos e de comunicação, nos movimentos dos

corpos. Nessa primeira abordagem do tema, apresentamos o conceito de energia a partir de situações simples, destacando a diversidade de manifestações de energia e o fato de que a energia não surge do nada: sempre que uma forma de energia se manifesta, outra forma de energia, em igual quantidade, diminui. Além dessa apresentação inicial do conceito, examinamos nesse tema como os seres vivos obtêm energia e como se dão os fluxos de energia nos ambientes. (MINAS GERAIS, 2007, p. 20-21).

Para esse tema, os conceitos relacionados à Química estão elencados nos tópicos a seguir.

d) Transformações e transferências de energia (tópico 11)

Habilidades Básicas		
11.0. Descrever fenômenos e processos em termos de transformações e transferências de energia – (6º ano).		
11.1. Reconhecer energia armazenada em sistemas (energia potencial gravitacional, energia potencial elástica, energia potencial Química) – (7º e 9º anos).		
<i>Livro didático A</i>	<i>Livro didático B</i>	<i>Livro didático C</i>
9º ano Transformações de energia O calor específico	9º ano Energia solar: radiações vindas do sol Energia eólica: a energia dos ventos Energia geotérmica: a energia das águas quentes ou vapores Energia das marés: a energia das águas	8º ano Energia envolvida nas reações de combustão

Quadro 4: Conteúdos contemplados nos livros didáticos de acordo com Tópico 11 do CBC.

Para esse tópico, o livro A traz o assunto na área reservada à Física, sabe-se que é um assunto em comum entre essas ciências, mas que em alguns casos possuem pontos e aplicações divergentes. Não foram encontrados os assuntos energia potencial elástica e Química.

O livro B também traz o assunto somente referente à energia gravitacional, na parte do livro destinada à Física. Não aborda a energia elástica. O livro traz outras formas de energia, como: solar, eólica, geotérmica e das marés, na parte destinada à Química. Propõe o estudo por meio de pesquisas, textos informativos e curiosidades.

Já o livro C aborda somente a questão relacionada à energia envolvida nas reações de combustão, assim, descreve a combustão da madeira, do gás hidrogênio, os processos endotérmicos e exotérmicos.

Vale ressaltar que o documento CBC pede que esses conteúdos sejam diluídos ao longo do 6º, 7º e 9º anos e que os três livros analisados trouxeram em um único ano.

e) Obtenção de energia pelos seres vivos: fotossíntese, respiração celular e fermentação (tópico 12)

Habilidades Básicas		
12.0. Identificar o Sol como fonte básica de energia na Terra, a presença de vegetais no início das teias alimentares – (6º ano).		
12.1. Relacionar produção de alimento (glicose) pela fotossíntese com transformação de energia luminosa e de transformação de materiais (água, gás carbônico e sais) – (8º ano).		
12.2. Identificar o alimento como fonte de energia – (8º ano).		
12.3. Relacionar respiração e fermentação com processos de obtenção de energia a partir de alimentos – (8º ano).		
<i>Livro didático A</i>	<i>Livro didático B</i>	<i>Livro didático C</i>
7º ano Respiração celular e fotossíntese 8º ano As funções dos alimentos Carboidratos Lipídios Proteínas Vitaminas Água Sais minerais As transformações dos alimentos Os grupos de alimentos Ciência e tecnologia: a conservação dos alimentos	7º ano Fotossíntese Quimiossíntese 8º ano Os alimentos e suas funções Alimentação equilibrada 9º ano Proteína Carboidratos Lipídios	7º ano Fotossíntese: obtenção de energia e transformações de materiais nos vegetais O gás carbônico volta para o ambiente 8º ano A importância dos alimentos em nossa vida O que acontece com o alimento?

Quadro 5: Conteúdos contemplados nos livros didáticos de acordo com Tópico 12 do CBC.

Embora o CBC oriente que as habilidades acima citadas devem começar a serem contempladas já no 6º ano, nenhum dos livros a contempla. No entanto, ambos apresentam a mesma, em mais de uma série escolar.

A análise do livro A demonstrou que o mesmo não enfatiza a importância solar no processo de fotossíntese, embora explique como ocorre o processo. O livro do 8º ano possui um capítulo que destaca a Química dos alimentos, demonstrando a função do alimento, trabalha com calorias, aborda também as principais classes: carboidratos, lipídios, proteínas, vitaminas, água, sais minerais. O livro traz uma abordagem relacionando ciência, saúde e história.

O livro B traz o processo da fotossíntese e quimiossíntese, além de explicar sobre o armazenamento de energia. Com relação à habilidade “Identificar o alimento como fonte de energia”, o livro traz, na 8ª série, a questão do alimento e suas funções, bem como a classificação dos alimentos em energéticos, construtores e reguladores, além de debater sobre a alimentação equilibrada. Já no 9º ano, essa coleção de livros traz a questão dos grupos de alimentos mais específica discutindo sobre proteína, carboidratos e lipídios.

Já o livro C traz a temática da fotossíntese de forma bem sucinta, relacionando com a energia e transformação de materiais. Destaca também a questão do gás carbônico e o ciclo do carbono, tudo isso no 7º ano. E, no 8º ano, apresenta a importância dos alimentos, abordando as enzimas, proteínas, vitaminas e metabolismo. Além de demonstrar a importância de uma dieta equilibrada e o processo de digestão do alimento com absorção de energia.

O próximo tema abordado pelo CBC é *Evolução dos Seres Vivos*, apesar de ser um tema de difícil compreensão, o CBC considera que:

Embora complexo, o conceito de evolução é fundamental de ser construído, pois é estruturante para o conhecimento biológico, de modo geral. Destacamos a importância desse conteúdo como síntese dos estudos sobre diversidade e vida no Ensino Fundamental, pois ajuda o estudante na construção de argumentações sobre preservação dos seres vivos. Ao longo dos trabalhos, é importante situar algumas questões essenciais ao entendimento do processo evolutivo que se fundamentam na “teoria sintética” da evolução. São eles: • A evolução atua sobre a população e não sobre o indivíduo; • A evolução é produto da interação meio-ser em um determinado período de tempo; • A evolução é um processo de transformações contínuas, e que podem ser transmitidas hereditariamente; (MINAS GERAIS, 2007, p. 22).

O tópico seguinte mostra os conceitos químicos, basicamente a parte dos combustíveis, sem nenhuma relação com os seres vivos, mas que estão relacionados a esse tema.

f) Fósseis como evidências da evolução (tópico 13)

Habilidades Básicas		
13.0. Relacionar informações obtidas através do estudo dos fósseis a características da Terra no passado, seus habitantes e ambientes – (6º ano).		
<i>Livro didático A</i>	<i>Livro didático B</i>	<i>Livro didático C</i>
6º ano Minerais e minérios Combustíveis fósseis Recursos naturais renováveis e não renováveis	9º ano Combustíveis fósseis Biocombustíveis	---

Quadro 6: Conteúdos contemplados nos livros didáticos de acordo com Tópico 13 do CBC.

De acordo com o CBC, essa habilidade deve ser desenvolvida no 6º ano, em pelo menos, 8 aulas. No entanto, o livro C não aborda nenhum conceito relacionado à habilidade. Já o livro B traz a questão relacionando, de forma sucinta, os combustíveis fósseis e os biocombustíveis. A respeito desse tema, o livro A seria o mais completo e adequado ao documento, pois aborda esses conceitos no 6º ano e discute a questão dos minerais e minérios, a formação do carvão mineral, petróleo e gás natural. Além disso, discute a questão dos recursos naturais renováveis e não renováveis e energia nuclear. Tudo isso, em um capítulo, com várias imagens ilustrativas de situações do cotidiano.

Destaca-se o tema *O Mundo Muito Pequeno*, em que podem ser encontrados alguns tópicos relacionados a Química, como os elencados a seguir.

g) Modelo cinético molecular (tópico 25)

Habilidades Básicas		
25.0. Relacionar os estados físicos da matéria ao modelo cinético molecular: movimento, distância e organização das partículas – (9º ano).		
25.1. Reconhecer os seguintes aspectos do modelo de partículas e utiliza-los para interpretar fenômenos: a matéria é feita de muitas partículas e espaço vazio entre elas; as partículas estão em constante movimento em todas as direções; as partículas interagem umas com as outras – (9º ano).		
25.2. Explicar fenômenos diversos: como dissolução, crescimento dos cristais, difusão, transferências de calor, dilatação e mudanças de estados físicos, usando o modelo cinético de partículas – (9º ano).		
<i>Livro didático A</i>	<i>Livro didático B</i>	<i>Livro didático C</i>
6º ano A água dissolve substâncias Mudanças de estado físico 9º ano Os estados físicos da matéria O calor e a dilatação dos corpos	6º ano O que acontece com os materiais quando eles recebem calor? 9º ano Estados físicos da matéria Mudança de estado físico da matéria	7º ano Solubilidade: Outra propriedade dos materiais 8º ano Equilíbrio térmico: Estado final após as transferências de calor 9º ano Um “modelo de partículas” geral para sólidos, líquidos e gases.

Quadro 7: Conteúdos contemplados nos livros didáticos de acordo com Tópico 25 do CBC.

Embora o CBC descreva que essas habilidades devam ser contempladas no 9º ano, ambas as coleções trazem fragmentadas em dois ou três anos.

Para isso o livro A, já no 6º ano, trabalha a questão da capacidade de solubilização da água e da mudança de estado físico, embora não apresente o conceito relacionando com partículas, apenas teoria com textos. No 9º ano, quando trabalha os estados físicos da matéria, demonstra a organização dos átomos, explicitando a diferença das partículas nos estados sólido, líquido e gasoso, para isso utiliza a representação por meio de moléculas. O livro

utiliza também das partículas para explicar a vibração e distâncias das mesmas quando em altas e baixas temperaturas, isso quando explica sobre calor e dilatação dos corpos. No entanto, não contempla conteúdos como crescimento dos cristais e difusão usando o modelo cinético de partículas.

O livro B faz o uso de partículas para explicar o que acontece com os materiais quando eles recebem energia térmica, faz isso para explicar como as moléculas vibram ao receber mais calor, isso para o 6º ano. Para o 9º ano, aborda a questão dos estados físicos da matéria e das mudanças de estado físico, para isso se utiliza de desenhos representando o comportamento das partículas no sólido, no líquido e no gasoso. Para as mudanças de estado físico, o livro não traz uma representação que explore o comportamento das partículas. Também não explica sobre dissolução, crescimento dos cristais e difusão.

O livro C, no 7º ano, explica a solubilidade utilizando a ideia de partícula e, para isso, utiliza um exemplo simples do processo de fabricação da gelatina em casa. Mas, no 8º ano, ao abordar equilíbrio térmico, não faz uso das partículas, explicando apenas macroscopicamente o fenômeno. No 9º ano faz a explicação dos três estados físicos, fazendo diferenciações na organização das partículas e a partir daí explica alguns fenômenos como: a ebulição da água, a fusão do gelo e a condensação do vapor de água, fazendo sempre o uso de partículas.

h) O comportamento elétrico da matéria (tópico 26)

Habilidades Básicas		
26.0. Interpretar carga elétrica como propriedade essencial de partículas que compõem a matéria (elétrons e prótons) – (9º ano). 26.1. Interpretar fenômenos eletrostáticos simples como resultado de transferência de elétrons entre materiais – (9º ano).		
<i>Livro didático A</i>	<i>Livro didático B</i>	<i>Livro didático C</i>
---	---	9º ano Os fenômenos elétricos A carga elétrica e a estrutura dos átomos O núcleo do átomo e a sua eletrosfera

Quadro 8: Conteúdos contemplados nos livros didáticos de acordo com Tópico 26 do CBC.

De acordo com o CBC, essas habilidades devem ser contempladas no 9º ano, em quatro aulas cada uma, o que não ocorre para os livros A e B, já que não abordam esses conceitos.

Já o livro C contempla a questão da natureza elétrica, com experimentos simples e imagens ampliadas dos mesmos para facilitar a compreensão. O livro não faz a identificação

em prótons e elétrons, apenas trabalha com as cargas positivas e negativas e a partir dessas cargas, explica a transferência de elétrons e os processos de atração e repulsão.

i) Introdução ao conceito de átomo (tópico 27)

Habilidades Básicas		
27.0. Identificar e caracterizar as partículas constituintes do átomo e sua organização – (9º ano). 27.1. Reconhecer elementos químicos como constituintes básicos dos materiais – (9º ano). 27.2. Identificar, por meio de consulta à tabela periódica, elementos químicos e seus respectivos números atômicos e número de massa – (9º ano). 27.3. Explicar as diferenças entre condutores e isolantes elétricos como resultado da mobilidade de cargas elétricas nos condutores (elétrons livres nos metais e íons em solução) – (9º ano).		
<i>Livro didático A</i>	<i>Livro didático B</i>	<i>Livro didático C</i>
9º ano A história dos modelos de átomos Numero atômico e número de massa A organização dos elétrons no átomo Os elementos químicos A transmissão do calor	6º ano Condução Controladores de temperatura 9º ano Dalton e o modelo atômico O modelo atômico de Thomson A contribuição de Rutherford para a teoria atômica A evolução do modelo atômico proposto por Bohr Número atômico Número de massa Íons Semelhanças atômicas	8º ano O caso do cálcio Outros minerais importantes em nossa nutrição Ciclos dos minerais A tabela periódica dos elementos químicos 9º ano O que diferencia um átomo do outro Investigando o comportamento de materiais condutores e isolantes elétricos

Quadro 9: Conteúdos contemplados nos livros didáticos de acordo com Tópico 27 do CBC.

Para o documento, esses conceitos devem estar presentes em uma única etapa, ao final do ensino fundamental II, embora não seja isso que os livros didáticos B e C fazem, já que apresentam esses conteúdos de forma fragmentada por dois anos, e embora não siga a sugestão do documento é uma abordagem interessante, do ponto de vista que se pode ir ao longo dos anos construindo o conceito com os estudantes ao invés de mostra-lo de forma pronta.

Para o livro A, todos os conceitos estão sendo trabalhados da forma prevista pelo documento, através de textos, imagens, ilustrações e exemplos. O mesmo ocorre para o livro B, a diferença está na parte da explicação das diferenças entre condutores e isolantes onde, para essa coleção, o assunto aparece já no início do ensino fundamental II. O livro didático C também inverte um pouco a ordem de aplicação dos conceitos se comparada pela sugerida pelo documento, mas há explicações para todos os tópicos.

Para o tema *Processos de Transferências de Energia*, estão relacionados com a Química, os tópicos a seguir.

j) Temperatura, calor e equilíbrio térmico (tópico 30)

Habilidades Básicas		
30.0. Diferenciar calor e temperatura e estabelecer relação entre esses conceitos – (8º ano). 30.1. Explicar a ocorrência de equilíbrio térmico como resultado de transferências de calor – (8º ano). 30.2 Identificar materiais como bons e maus condutores de calor na análise de situações práticas e experimentais – (8º ano). 30.3 Identificar algumas propriedades térmicas da água e sua importância na regulação do clima e da temperatura corporal – (8º ano).		
<i>Livro didático A</i>	<i>Livro didático B</i>	<i>Livro didático C</i>
9º ano Calor e temperatura O calor específico O calor latente O calor e a dilatação dos corpos A transmissão do calor	6º ano O que acontece com os materiais quando eles recebem calor? Termômetros Condução Controladores de temperatura O calor e os materiais 8º ano Temperatura corporal	8º ano Calor, temperatura e equilíbrio térmico Transferência de energia entre os seres vivos e o ambiente Os processos de controle de temperatura corporal Processos exotérmicos e endotérmicos 9º ano Investigando o comportamento de materiais condutores e isolantes elétricos

Quadro 10: Conteúdos contemplados nos livros didáticos de acordo com Tópico 30 do CBC.

De acordo com o CBC, essas habilidades devem ser trabalhadas no 8º ano, mas apenas o livro C trabalha essas questões no 8º ano e também no 9º ano. Para o 9º ano, o livro C discute apenas a questão dos condutores e isolantes, trabalhando mais a questão do comportamento de cada um destes materiais. No 8º ano, o livro C explica sobre calor, temperatura e equilíbrio térmico através de um texto, citando exemplos fáceis de compreender. Além disso, descreve a importância de pelos, penas e gorduras como isolante térmico para mamíferos e aves. Traz um texto sobre a diferenciação entre calor e temperatura. No entanto, não trabalha sobre as propriedades térmicas da água.

No livro B, no 6º ano, já é trabalhado a partir do uso de termômetro, a questão da temperatura e a sua diferenciação com o calor, também são abordadas dilatação e contração. Apresenta os termômetros e as escalas em Celsius, Kelvin e Fahrenheit, bem como as suas conversões. Discute também irradiação, efeito estufa, aquecimento global, condutores e isolantes térmicos. E, no 8º ano, aborda a questão da temperatura corporal, a pele e o controle

da temperatura. Mas, não trabalha a questão do equilíbrio térmico e das propriedades térmicas da água.

O livro A trabalha os conceitos temperatura e calor, equilíbrio térmico, calor específico, condutores e isolantes, irradiação e efeito estufa. Relaciona o calor com a caloria dos alimentos. Seria o livro mais completo que contempla todos os conceitos através de textos, ilustrações e representações utilizando o modelo de Dalton.

Os livros trazem muitos conceitos que o CBC sugere, embora isso nem sempre ocorra para as séries indicadas, nem com a mesma abordagem sugerida pelo documento. Além disso, observou-se insuficiente exploração de modelos explicativos pautados na ideia de constituição da matéria, por meio de uma perspectiva submicroscópica.

Por outro lado, vale ressaltar que existem ainda alguns assuntos que não são sugeridos no CBC, mas que estão nos livros didáticos analisados como: As ligações Químicas para Lewis; Ligação iônica; Ligação covalente ou molecular; Ligação metálica; Ácidos; Classificação dos ácidos; Nomenclatura dos ácidos; Principais ácidos e suas aplicações; Bases; Classificação das bases; Nomenclatura das bases; Principais bases e suas aplicações; Sais; Nomenclatura dos sais; Principais sais e suas aplicações; Óxidos; Nomenclatura dos óxidos; Principais óxidos e suas aplicações; Classificação dos elementos; Tabela Periódica; Gases nobres; Hidrogênio; Período ou série; Família ou grupo.

A partir dessa lista e dos conteúdos apresentados anteriormente, pode-se inferir que ainda resiste, pelo menos nos livros didáticos analisados, uma perspectiva de ensino da Química pautada pela memorização de definições e pelo acúmulo de informações específicas, que nem sempre podem ser percebidas como um reflexo do mundo real. Muitos dos conteúdos que estão presentes nos livros A, B e C parecem vir de uma simplificação de conteúdos específicos estudados no Ensino Médio, sem que, no entanto, tenham a preocupação de elucidarem os fenômenos observáveis no cotidiano dos alunos mais jovens.

5.2 Entrevista com coordenador

Para compreender melhor sobre o perfil do profissional da área de Ciências Biológicas, e sua atuação, além, de tentar entender os documentos que regem o curso e fundamentam a criação das ementas de cada disciplina, realizou-se uma entrevista com o então do coordenador do curso de Ciências Biológicas, de uma IES.

Cinara: Como o currículo do curso de Ciências Biológicas da UFU, foi criado?

Coordenador: *“Os currículos de licenciatura são preconizados de acordo com o conselho nacional de educação. Então, baseados nestes documentos o currículo foi estruturado. Já o currículo do bacharelado a gente tenta adequar aquilo que é preconizado tanto pelo conselho Federal de Biologia como pelo Conselho Regional de Biologia. Eles determinam cargas horárias específicas de alguns componentes curriculares e para que os alunos no final do curso possam pleitear a carteirinha do conselho. Baseado nisto, nas resoluções dos conselhos Regional e Federal de Biologia, fez-se quase que um espelho daquelas disciplinas que eram possíveis na licenciatura. Então atendendo as recomendações do Conselho Nacional de Educação (CNE), mas também fazendo com que houvesse a possibilidade ao aluno, assim que terminasse o curso de licenciatura, de acordo com aquilo que é preconizado por lei também, ele pudesse solicitar ao término da sua licenciatura a sua carteirinha de profissional.”*

Há uma preocupação do coordenador do curso de Ciências Biológicas com a legislação específica dos Conselhos e também do CNE. Entretanto, parece que a licenciatura é um apêndice do bacharel.

Assim como citado pelo próprio coordenador, de acordo com as orientações do Conselho Nacional de Educação, o projeto pedagógico do curso de Ciências Biológicas deverá especificar:

- I - o perfil dos formandos nas modalidades bacharelado e licenciatura;
- II - as competências e habilidades gerais e específicas a serem desenvolvidas;
- III - a estrutura do curso;
- IV - os conteúdos básicos e complementares e respectivos núcleos;
- V - os conteúdos definidos para a Educação Básica, no caso das licenciaturas;
- VI - o formato dos estágios;
- VII - as características das atividades complementares; e
- VIII - as formas de avaliação. (BRASIL, 2002, p. 12).

Cinara: E as ementas das disciplinas?

Coordenador: *“as ementas são um grande problema, principalmente no que se refere articulação do currículo da educação básica com o ensino superior. Essa questão vem à tona agora com muita força pra gente tentar padronizar um pouco e formar esse aluno, pra que esse aluno consiga, ser o futuro professor, para que ele leve para a sala de aula algo realmente factível e seja da necessidade, da demanda da sala de aula. Porque muitas vezes acabamos perdendo esse nexos do ensino superior com a educação básica, e esse professor principalmente que estamos formando quando chega à sala de aula ele não tem a bagagem pra poder ensinar.”*

Dessa forma, o coordenador entende a necessidade de olhar para a formação de professores com mais cuidado, concordando com as orientações oficiais que, além de indicarem as disciplinas a serem estudadas, sugerem um direcionamento acerca da abordagem que deve guiar a formação de professores.

É possível ainda encontrar o direcionamento para uma formação inicial pautada sobretudo pela interdisciplinaridade. Assim, espera-se que o futuro professor tenha desenvolvido uma autonomia que o capacite a ir além da reprodução de conteúdos estanques, pois:

III - a seleção dos conteúdos das áreas de ensino da educação básica deve orientar-se por ir além daquilo que os professores irão ensinar nas diferentes etapas da escolaridade;

IV - os conteúdos a serem ensinados na escolaridade básica devem ser tratados de modo articulado com suas didáticas específicas. (BRASIL, 2002, p. 02).

Sobre as instituições de ensino superior Stanzani, Broietti e Passos (2012, p.210) descrevem que:

instituições formadoras propõem mudanças curriculares e projetos que visam a um currículo de licenciatura que garanta a identidade do curso de formação de professores e propiciem aos alunos das licenciaturas integrarem teoria e prática com a especificidade do trabalho docente. Um exemplo dessa proposta é o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), que busca incentivar a iniciação à docência por meio de ações didático-pedagógicas que aproximem o licenciando da realidade escolar, articulando ensino superior e educação básica. (STANZANI; BROIETTI; PASSOS, 2012, p.210)

Cinara: Você acredita que o Programa institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) e o Programa de Educação Tutorial (PET) ajudam na formação docente inicial, até mesmo para que os alunos tenham menos dificuldades ao chegarem às escolas para lecionar?

Coordenador: *“Eu acredito, [...] que o PET auxilia muito, ele faz a gente entender uma realidade de escola e de universidade, muito diferente daquele que vem só para universidade só para dar aula, ou só para pesquisa, ou só pra executar aquilo que está na grade horária. A gente vivencia algumas coisas, de estrutura mesmo da universidade de hierarquia universitária e até mesmo de você se colocar a prova de preparar uma aula, de preparar uma palestra, um minicurso, uma amostra no meio ambiente na semana do químico, na semana da biologia. Então, faz com que o aluno vai vivenciando tudo isso e na hora em que ele se formar ele sabe mais ou menos o que é um projeto de extensão, o que ele precisa fazer, como ele pode organizar uma semana científica, um evento e etc, fazer uma carta de agradecimento, se organizar até mesmo pra cumprir todas as atividades, além das atividades curriculares. Então eu acho que é um grande aprendizado sim e o PIBID, veio pra coroar eu acho que é um programa, que ele veio trazer uma experiência ainda mais efetiva no que tange ao ensino”*

Sobre o PET Brasil (2002, p. 03) descreve que

O PET é integrado por grupos tutoriais de aprendizagem. O Programa busca propiciar aos alunos, sob a orientação de um professor tutor, condições para a realização de atividades extracurriculares, que complementem a sua formação acadêmica, procurando atender mais plenamente às necessidades do próprio curso de graduação e/ou ampliar e aprofundar os objetivos e os conteúdos programáticos que integram sua grade curricular. Neste sentido, espera-se proporcionar uma melhoria da qualidade acadêmica dos cursos de graduação apoiados pelo PET.

Assim, neste mesmo sentido para Paredes e Guimarães (2012, p. 266), o PIBID surgiu com o objetivo de estimular a docência.

o Programa de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) tem sido uma aposta do governo federal para promover uma mudança de cultura da formação de professores no Brasil por envolver ações em prol da valorização e do reconhecimento das licenciaturas para o estabelecimento de um novo status para os cursos de formação e como política de incentivo à profissão de magistério. O programa tem por objetivo estimular a docência pelo fomento de ações a serem desenvolvidas nas escolas públicas da educação básica por alunos das licenciaturas em conjunto com os professores dessas instituições e os docentes das universidades. (PAREDES; GUIMARÃES, 2012, p.266).

Com o PIBID, alguns pesquisadores apontam que o futuro professor inserido, antes de se formar, no ambiente de trabalho, desenvolvendo atividades, utilizando diferentes metodologias, torna-se capaz de atender com maior competência as demandas da atividade docente. Pois,

Buscando proporcionar aos bolsistas o contato com atividades alternativas para o ensino da Química, o programa leva-os a contemplar novas possibilidades na futura profissão. No PIBID, os bolsistas estão envolvidos em práticas que buscam a

inovação, a contextualização dos conceitos químicos e, assim, por meio das atividades propostas, o projeto procura mostrar aos licenciandos que é preciso enfrentar as adversidades da profissão docente, visando melhores condições no campo profissional. (STANZANI; BROIETTI; PASSOS, 2012, p.216).

Nesta mesma perspectiva, para Brasil (2002, p. 03) o PET, contribui permitindo experiências as estudantes antes na formação.

As atividades extracurriculares que compõem o Programa têm como objetivo garantir aos alunos do curso oportunidades de vivenciar experiências não presentes em estruturas curriculares convencionais, visando a sua formação global e favorecendo a formação acadêmica, tanto para a integração no mercado profissional como para o desenvolvimento de estudos em programas de pós-graduação.

Além de programas institucionais, a docência requer uma gama de habilidades que podem ser desenvolvidas por meio da participação do aluno em outras atividades durante a formação inicial dos professores. Assim,

Além do estágio curricular, uma série de outras atividades complementares deve ser estimulada como estratégia didática para garantir a interação teoria-prática, tais como: monitoria, iniciação científica, apresentação de trabalhos em congressos e seminários, iniciação à docência, cursos e atividades de extensão. Estas atividades poderão constituir créditos para efeito de integralização curricular, devendo as IES criar mecanismos de avaliação das mesmas. (BRASIL, 2001, p. 06).

Percebe-se, a importância do desenvolvimento de atividades pertinentes a programas institucionais como o PIBID e o PET, com o intuito de frisar o uso de metodologias alternativas, bem como a execução de práticas pedagógicas que atendam a necessidade local da comunidade, além da inserção do futuro professor em seu local de trabalho antes mesmo da sua formação, contribuindo deste modo, para a verificação das reais condições de trabalho e estrutura escolar.

Cinara: Qual é o perfil de profissional que o curso de Ciências Biológicas que a UFU visa formar?

Coordenador: “[...] o licenciado, na grande maioria, pra não falar 100%, são alunos da cidade e da microrregião. E boa parte dos nossos estudantes que vêm pra cá pra licenciatura nós não temos um perfil muito de idade, só mais novos ou só mais velhos, é bem heterogêneo esse grupo. Nas últimas turmas, nós tivemos a entrada de alunos mais novos, mas eles trabalham e estudam à noite. [...] Agora já o perfil do nosso aluno do bacharelado ele é bem diferente, a gente tem uma vinda de alunos de São Paulo tanto da capital, quanto do interior de São Paulo, como Ribeirão, São José do Rio Preto, São Carlos e etc. Então a essência de nossos bacharelados é de fora de Ituiutaba e dessa microrregião e são alunos que vêm

exclusivamente pra estudar. [...] nosso aluno sai com uma formação ampla tanto na licenciatura quanto no bacharel, nosso curso não tem uma especificidade de formação não é essencial do meio ambiente, da saúde e nem da biotecnologia. Eles têm uma pincelada praticamente de todas as áreas e aí ele acaba sentindo a necessidade de complementar isso ou focar em alguma coisa, então eles vão para os programas de pós-graduação pra conseguir trabalhar efetivamente e ter um emprego e conseguir se estabilizar no mercado.”

Tendo em vista tantas possibilidades de atuação do futuro profissional, o Conselho Nacional de Educação aponta as características de um egresso do curso de formação inicial:

Art. 8º O(A) egresso(a) dos cursos de formação inicial em nível superior deverá, portanto, estar apto a: [...]

II - compreender o seu papel na formação dos estudantes da educação básica a partir de concepção ampla e contextualizada de ensino e processos de aprendizagem e desenvolvimento destes, incluindo aqueles que não tiveram oportunidade de escolarização na idade própria;

III - trabalhar na promoção da aprendizagem e do desenvolvimento de sujeitos em diferentes fases do desenvolvimento humano nas etapas e modalidades de educação básica;

IV - dominar os conteúdos específicos e pedagógicos e as abordagens teórico-metodológicas do seu ensino, de forma interdisciplinar e adequada às diferentes fases do desenvolvimento humano. (BRASIL, 2015, p. 07-08).

Cinara: E os conteúdos lá do ensino fundamental e ensino médio, na verdade minha pesquisa é ensino fundamental, então estou pesquisando conteúdos de ciências de 6º a 9º ano, que se olharmos tem conteúdo de Química, física, biologia, e quem acaba lecionando são professores com formação em Ciências Biológicas, você saberia me dizer por que isso acontece?

Coordenador: “[...] na hora em que a gente lê os documentos, eles são muito abrangentes, então eles ampliam área pra ministrar essa disciplina. E na hora que você olha os currículos de boa parte dos cursos de biologia, e por fazermos parte do núcleo de ciências naturais, aí a Química, a física a matemática são componentes básicos da formação do biólogo e ele acaba entre aspas “se capacitando”, se qualificando ou tendo a prerrogativa de poder pleitear essas vagas. E aí muitas vezes a escola diante desta questão, e de um documento abrangente ela é permeável à entrada desse profissional que é formado em Ciências Biológicas e ele vai dar aula muitas vezes de Química, por exemplo, ele vai dar aula de física, os primeiros conceitos dentro destas áreas. E por um lado ele tem uma formação? Não discordo que tenha, mas que ele seria o melhor profissional a fazer, a ser o professor responsável pela disciplina, mesmo que seja do 6º ao 9º ano eu acho que não, eu acho que ele não deveria ser, agora a parte de ciências propriamente dita, aquilo que é a parte específica do biólogo é o que deveria ser o cerne da atuação. Da mesma forma, eu acho que não tem ninguém melhor

pra dar Química, seja ela conceitos básicos ou mais aplicados do que o profissional formado em Química, porque não é o conceito em si, a gente tem que parar com essa história que o processo de ensinar não tem uma heterogeneidade, ele é homogêneo, ensinar, computador ensina, aula no Youtube ensina, videoconferência ensina. Agora o processo de aprendizagem, sim ele é heterogêneo e ele é pessoal, então você na hora em que está ensinando aquele conteúdo, a vivência do professor de Química é diferente da vivência do biólogo e aí os exemplos que o professor vai ter pra aproximar esse conhecimento pra poder ensinar o aluno, ele vai ser bem diferente daquilo que vai ser de um professor que está suprindo uma demanda na Química ou suprindo uma demanda na biologia.”

De acordo com as Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Ciências Biológicas (2001, p. 06), dentre os conteúdos básicos curriculares da licenciatura em Ciências Biológicas “A modalidade Licenciatura deverá contemplar, além dos conteúdos próprios das Ciências Biológicas, conteúdos nas áreas de Química, Física e da Saúde, para atender ao ensino fundamental e médio.”

Demonstrando assim que, embora não sejam específicos da área, com formação em Química ou Física, por exemplo, mas, no entanto, esses futuros professores devem estudar alguns conteúdos relacionados a essas áreas do saber. Sendo assim, pelo menos em tese, o profissional formado teria plenas condições para ministrar aulas de outros componentes curriculares além da própria Biologia. Todavia, de acordo com as palavras do coordenador entrevistado, essa formação em outras áreas ainda é insuficiente para garantir a autonomia docente nos conteúdos específicos da Química, por exemplo. Além disso,

A seleção e o ordenamento dos conteúdos dos diferentes âmbitos de conhecimento que comporão a matriz curricular para a formação de professores, de que trata esta Resolução, serão de competência da instituição de ensino, sendo o seu planejamento o primeiro passo para a transposição didática, que visa a transformar os conteúdos selecionados em objeto de ensino dos futuros professores. (BRASIL, 2002, p. 05)

Assim, é preciso perceber que, mesmo existindo orientações oficiais acerca das características desejadas para os egressos dos cursos de formação de professores, muitas variáveis podem ser observadas, visto que cada instituição imprime sua concepção intrínseca ao curso, ou seja, valorizando alguns aspectos mais do que a outros.

Cinara: E muitas das vezes o bacharel acaba fazendo mestrado e doutorado pra atuar em universidades e em institutos como professor.

Coordenador: *“E o pior de tudo, é que muitas vezes o bacharel ele volta pra universidade pra ser professor de curso de licenciatura. E aí ele não teve didática, não teve metodologia de ensino, a aula dele é aquela coisa do processo de replicação do conhecimento, ele não tende a ensinar, na verdade ele fica só “vomitando” o conteúdo, ele não tem uma aplicação prática, não tem um material didático que possa ser utilizado pra levar conhecimento. Então a vivência é muito diferente e às vezes esse professor, que às vezes é um excelente pesquisador não tem escopo pra trabalhar com os alunos da licenciatura, porque eles acabam sendo desestimulados porque são só conceitos que às vezes tem que decorar e aquilo é desestimulante. O professor também não atinge aquilo que ele quer porque queria que todos fossem pesquisadores naquela área, então ele é formado em genética e ele quer que todos sejam pesquisadores em genética. Ele não consegue repassar os conteúdos que sejam necessários para que eles se tornassem bons professores e daí diante daquela base sólida ele pudesse construir um conceito de genética. Então, dá esse descompasso na formação.”*

Maldaner (2000, p. 46) fala sobre isso, sobre o “despreparo pedagógico dos professores universitários”

Nesse ponto específico, percebe-se a dificuldade propiciada pelas próprias condições dos cursos de graduação do país, os quais são compostos por profissionais que nem sempre têm uma formação didática adequada, muito menos uma compreensão das necessidades formativas dos professores para que, diante disso, possam planejar e selecionar conteúdos mais coerentes com as demandas da docência na atualidade. Como o próprio coordenador do curso em questão aponta, a maioria dos professores reproduz um currículo distanciado das necessidades da Educação Básica.

Assim, espera-se do egresso de um curso de licenciatura muito mais do que ser o depósito de conhecimentos específicos oriundos das diferentes disciplinas. O exercício da docência, nos dias de hoje, sobretudo no Brasil, requer uma amplitude de conhecimentos que, podem ter um alicerce nos conhecimentos científicos das áreas, mas devem ir muito além, por meio de relações interdisciplinares e de vivências em diferentes situações socioculturais. Ou seja,

§ 3º Os cursos de formação deverão garantir nos currículos conteúdos específicos da respectiva área de conhecimento e/ou interdisciplinar, seus fundamentos e metodologias, bem como conteúdos relacionados aos fundamentos da educação, formação na área de políticas públicas e gestão da educação, seus fundamentos e metodologias, direitos humanos, diversidades étnico-racial, de gênero, sexual, religiosa, de faixa geracional, Língua Brasileira de Sinais (Libras), educação especial e direitos educacionais de adolescentes e jovens em cumprimento de medidas socioeducativas. (BRASIL, 2015, p. 13).

Assim, diante desse panorama, pode-se dizer que há uma diferença na preparação do licenciado e do bacharel, onde esse último não tem nenhuma preparação didática, visto que seu currículo não contempla disciplinas que discutam: i) metodologias de ensino, ii) especificidades sobre o processo ensino-aprendizagem, iii) necessidades formativas para a docência, entre outras. Entretanto, podem retornar às universidades como professores, onde podem acabar por lecionar conteúdos específicos para os futuros professores.

Tendo em vista, o momento atual no qual a docência é percebida como uma atividade complexa, que requer um desenvolvimento de processos reflexivos e críticos tanto acerca dos conteúdos elencados quanto das metodologias e abordagens do professor em sala de aula, a falta de preparo específico é uma barreira que pode impedir um bom desenvolvimento profissional. Nesse caso, um curso de licenciatura deve se preocupar com questões que vão muito além do conteúdo específico registrado nas ementas de cada disciplina. Principalmente, porque a forma com a qual o professor universitário ministra suas aulas, impacta diretamente na qualidade da formação do futuro professor.

Resumindo a análise dessa entrevista, pode-se destacar as seguintes características da formação do licenciado em Ciências Biológicas do curso em questão:

i) o currículo é baseado nas orientações oficiais, todavia, há um maior direcionamento para as disciplinas específicas da própria Biologia, enquanto conteúdos de outras áreas são estudados em menor quantidade. E isso é justificado, pois as DCN não falam em quantidade para nenhum conteúdo.

ii) a formação docente pode ser ampliada por meio da participação do aluno em programas institucionais como o PIBID e o PET;

iii) os professores universitários nem sempre têm uma formação adequada para propiciar o desenvolvimento de competências docentes, tendo em vista a complexidade do trabalho do professor.

5.3 O Curso de Ciências Biológicas – ementas

Durante a análise das ementas de Disciplinas de Química em cursos de Ciências Biológicas de algumas universidades foi possível verificar que a disciplina de *Fundamentos de Química* está presente nos currículos da UFVJM e UFJF.

Na UFVJM são estudados os seguintes conceitos: modelos atômicos: desenvolvimento histórico e modelo atual, estrutura eletrônica dos átomos, periodicidade química, ligações químicas, estequiometria, soluções químicas, reações em soluções aquosas, equilíbrio químico e cinética química. Esta disciplina é oferecida no primeiro período, sendo obrigatória e com uma carga horária de 60 horas teórica.

Já na UFJF, esta disciplina aparece dividida em prática e teórica, também faz parte no núcleo de formação obrigatória, sendo oferecida no primeiro período, e são estudados os seguintes conceitos: estrutura atômica, classificação periódica, ligações Químicas, teoria ácido-base e funções orgânicas.

Podemos observar que há vários conceitos em comum em ambos os currículos das universidades, no entanto, o currículo da UFVJM contempla mais conceitos químicos, relacionados à parte de físico-Química e Química inorgânica. Diferente da UFJF que contempla apenas conceitos relacionados à Química inorgânica e orgânica.

Em outras universidades essa disciplina é também oferecida no primeiro período do curso, como disciplina obrigatória e aparece com o nome de *Química Geral* ou até mesmo *Química Geral para Biologia*, onde em algumas contempla conceitos relacionados à Química inorgânica, físico-Química e Química orgânica, como podemos observar pelo Quadro 11 a seguir, que contém a universidade e ementa da disciplina.

Além disto, para todas essas universidades a mesma disciplina está dividida em teoria e prática com uma carga horária específica. Assim, observa-se uma pequena carga horária para uma grade curricular extensa de conceitos, o que pode acarretar déficit no ensino e aprendizagem.

Universidade	Ementa	Carga Horária
UFU (Ituiutaba)	Revisão de conceitos estudados no ensino médio, Teoria dos algarismos significativos e propagação de erros. Unidades de concentração. Soluções. Reações químicas com ênfase em reações iônicas. Termoquímica. Cinética Química. Conceito de ácido-base. Solução-tampão. Propriedades Coligativas. Solubilidade de gases.	30 horas prática e 30 horas teórica.
UNIFAL	Matéria e energia. Forças intermoleculares. Estrutura atômica e tabela periódica. Ligações e estrutura molecular. Funções inorgânicas. Reações químicas. Soluções e concentração. Estequiometria. Energia. Gases. Metais em sistemas biológicos.	30 horas prática e 30 horas teórica.*
UFTM (Uberaba)	Não encontramos ementa.	10 horas prática e 20 horas teórica.
UFTM (Iturama)	Estrutura atômica; tabela periódica dos elementos; ligações Químicas; estudo dos materiais; funções inorgânicas; soluções; reações químicas; Química orgânica; grupos químicos de interesse biológico. Práticas educativas em Química aplicada ao ensino de Ciências poderão abordadas.	5 horas prática e 25 horas teórica.
UFOP	“Teoria atômica. Propriedades periódicas. Ligação Química. Funções Químicas. Soluções. Reações químicas. Cinética e equilíbrio químico”.	30 horas prática e 30 horas teórica.

* A modalidade curricular do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas a Distância, oferece a mesma disciplina, contendo a mesma ementa, no entanto, com carga horária de 75 horas teórica.

Quadro 11: Ementas das disciplinas de Química Geral e afins (teoria e prática) das Universidades Federais Mineiras.

Algumas universidades oferecem esta disciplina de *Química Geral* (Quadro 12), contemplando apenas a parte teórica, algumas, trazem separadas em outra disciplina a parte prática. Essa disciplina é oferecida no primeiro período do curso, como disciplina obrigatória.

Universidade	Ementa	Carga Horária
UFV	Ciência e Química. Energia e ionização e tabela periódica. Visão microscópica do equilíbrio. Equilíbrio heterogêneo. Equilíbrio de dissociação: ácidos e bases. Processos espontâneos e eletroquímicos.	45 horas teórica.
UNIFEI	Base da teoria atômica. Estequiometria. Reações químicas. Fundamentos de ligação Química. Gases. Líquidos e soluções. Ácido e bases. Fundamentos do equilíbrio químico. Aspectos cinéticos e termodinâmicos das reações químicas e noções de eletroquímica.	64 horas teórica.
UFLA	Conceitos em Química. Ligações Químicas. Íons e Moléculas. Soluções. Cinética e equilíbrio. Reações químicas. Avaliações.	34 horas teórica.
UFMG	Estrutura Atômica e Ligações Químicas; Interações Intermoleculares; Substâncias Inorgânicas e Substâncias Orgânicas, propriedades Físicas, Representação e Nomenclatura; Estereoquímica; Reações químicas, Mecanismos e Estequiometria; Equilíbrio Químico; Soluções, Acidez e Basicidade; Biomoléculas, Aminoácidos, Proteínas, Carbohidratos, Lipídios, Vitaminas, Essências, Corantes.	60 horas teórica.
UFSJ	Ligações Químicas. Funções inorgânicas: óxidos, ácidos, bases e sais; preparação de soluções, reações em solução aquosa, propriedades das soluções: equilíbrio químico, reações ácido-base, pH e solução tampão.	36 horas teórica.

Quadro 12: Ementas das disciplinas de Química Geral e afins (teoria).

Se observarmos que aqui para essas universidades apenas aparece a parte teórica podemos notar que a carga horária dedicada a essa disciplina é bem maior, em algumas universidades como: UFV, UNIFEI e UFMG. E no geral tanto as disciplinas de *Fundamentos de Química*, quanto *Química geral* são focadas em conceitos químicos mais específicos inorgânicos e físico-químicos. E que apenas a UFTM campus Iturama, oferece *Práticas educativas em Química aplicada ao ensino de Ciências* que poderá ser abordada, como componente curricular da disciplina de *Química Geral*, o que aparentemente discute a Química aplicada ao ensino de Ciências.

A UFU, campus Umuarama, oferece no primeiro período a disciplina *Química de Soluções*, sendo obrigatória, e com 45 horas teórica e 30 horas prática. E possui a seguinte ementa: Preparar soluções com concentração conhecida nos diversos sistemas de unidades, quantificando os erros das operações experimentais; Determinar a osmolalidade de uma mistura não reagente e a osmolalidade de uma mistura reagente; Realizar uma titulação ácido-base e aplicar os resultados em problemas quantitativos; Escolher um indicador apropriado para realizar titulações ácido-base; Efetuar medidas de pH; Preparar uma solução tampão; Ter noções sobre os fundamentos de solução de gases em líquidos, em particular as leis de Henry e de Raoult. Esta disciplina é focada mais na parte de soluções e Físico-Química.

A disciplina *Laboratório de Química* ou *Química experimental* foi encontrada em currículo de três universidades (UFV, UNIFEI e UFSJ) apresentando separado da parte teórica. Como foi apresentado anteriormente, em que algumas das universidades apresentam em conjunto a disciplina teoria e prática.

Na UFV, esta disciplina aparece no primeiro período, como disciplina obrigatória, com carga horária de 30 horas, e possui a seguinte ementa: “O laboratório e equipamento de laboratório, substâncias puras e misturas, fenômenos físicos e químicos e reações químicas, propriedades dos elementos químicos, obtenção e purificação de substâncias, estudo das soluções, estequiometria, ácidos e bases, oxirredução, pilhas, cinética das reações químicas, termoquímica, reações químicas especiais”.

Na UNIFEI, esta disciplina também é obrigatória e oferecida no primeiro período. Possui carga horária de 32 horas e com a seguinte ementa: “Noções de segurança em laboratório; introdução às técnicas de laboratório; reações químicas; estequiometria; preparo e padronização de soluções; cinética química; equilíbrio químico e eletroquímica.”

Também como disciplina obrigatória do primeiro período, a UFSJ, oferece a disciplina *laboratório de química* com duração de 18 horas, com a seguinte ementa: “Noções de

segurança, reconhecimento de vidrarias e equipamentos básicos de um laboratório de Química, Constantes físicas, técnicas de separação de misturas, preparo de soluções, solução tampão, titulações e medidas de pH.”

Outra disciplina comum em todos currículos das universidades é a *bioquímica* (Quadro 13), algumas poucas universidades dividem em *bioquímica I e II*. Esta disciplina aparece como sendo obrigatória, com exceção da disciplina *bioquímica II* da UFOP, que aparece como sendo disciplina eletiva. Normalmente, é oferecida no segundo, terceiro ou quarto períodos, de acordo com a grade curricular de cada universidade. Para as universidades a seguir, a disciplina contempla teoria e prática concomitante.

Universidade	Ementa	Período e Carga Horária
UFU (Ituiutaba)	Ao longo do semestre serão abordados os seguintes conceitos: Água, pH, Tampões e Tampões Fisiológicos; Aminoácidos e Peptídeos; Estrutura e Função das Proteínas; Introdução à Enzimologia; Estrutura e Função de Carboidratos; Estrutura e Função de Lipídios; Bioenergética e Metabolismo; Metabolismo de Carboidratos; Ciclo do Ácido Cítrico; Cadeia Transportadora de Elétrons e Fosforilação Oxidativa; Biossíntese de carboidratos e Metabolismo dos Lipídios.	Quarto período, com carga horária de 45 horas teórica e 30 horas prática.
UFU (Umuarama)	A lógica molecular da vida. Água, solvente universal da vida. Biomoléculas: estrutura e função. Proteínas, Enzimas, Carboidratos e Lipídeos. Bioenergética e Metabolismo. Metabolismo Oxidativo de Carboidratos.	Terceiro período, com carga horária de 60 horas teórica e 15 horas prática.
UNIFAL	Água, pH, tampões, aminoácidos, peptídios, proteínas, carboidratos, lipídios, enzimas, ciclo de Krebs, cadeia respiratória, metabolismo de carboidratos, metabolismo de lipídios, metabolismo de aminoácidos, integração metabólica.	Segundo período, com carga horária de 60 horas teórica e 30 horas prática.
UFTM (Uberaba)	Não encontramos ementa.	Terceiro período, com carga horária de 50 horas teórica e 10 horas prática.
UFTM (Iturama)	Bioquímica I - Aspectos gerais da estrutura e função das moléculas biológicas. Água e Tampão, Carboidratos, Lipídios, Aminoácidos, Proteínas, Enzimas, Ácidos nucleicos, Hormônios, Vitaminas.	Segundo período, com carga horária de 45 horas teórica e 15 horas prática.
UFLA	Estudar a estrutura, as propriedades Químicas e as transformações bioquímicas que ocorrem nos compartimentos celulares, durante a oxidação e a biossíntese das principais biomoléculas: carboidratos, lipídeos, proteínas e ácidos nucleicos.	Terceiro período, com carga horária de 51 horas teórica e 34 horas prática.
UFOP	Bioquímica I - Água, pH e tampões biológicos. Aminoácidos e peptídeos - proteínas - enzimas. Carboidratos. Lipídeos - Membranas. Ácidos nucleicos. Introdução ao metabolismo e bioenergética. Oxidações biológicas: Ciclo do Ácido Cítrico e Cadeia Respiratória.	Terceiro período, com carga horária de 30 horas teórica e 30 horas prática.
UFOP	Bioquímica II - “Metabolismo de carboidratos I – glicólise, via das pentoses fosfato, gliconeogênese, metabolismo de glicogênio; Metabolismo de carboidratos II: fotossíntese; Metabolismo de Lipídeos; Metabolismo de aminoácidos I: degradação de aminoácidos e remoção do nitrogênio. Metabolismo de aminoácidos II: fixação de nitrogênio, fixação de amônia, síntese de aminoácidos. Metabolismo de Nucleotídeos.”	Disciplina eletiva, Carga horária de 30 horas teórica e 30 horas prática.

Quadro 13: Ementas das disciplinas de Bioquímica e afins (teoria e prática).

No geral, as ementas das universidades acabam por contemplar os mesmos conteúdos, cada uma com sua carga horária, podendo abordar mais ou menos conceitos.

No Quadro 14, a seguir estão as universidades que contemplam apenas a parte teórica da disciplina de *bioquímica*. Disciplina esta oferecida no segundo ou terceiro período de acordo com o currículo de cada universidade.

Universidade	Ementa	Período e Carga Horária
UFVJM	Química de aminoácidos. Química de proteínas. Enzimas. Química dos carboidratos. Química dos lipídeos. Oxidações biológicas. Introdução ao metabolismo. Metabolismo dos carboidratos. Metabolismo dos lipídeos. Metabolismo das proteínas. Metabolismo das vitaminas e sais minerais. Metabolismo dos nucleotídeos.	Segundo período, com carga horária de 60 horas teórica.
UNIFAL (Modalidade à distância)	Bioquímica I - Introdução à bioquímica e seus fundamentos. Propriedades da água. Conceito de pH e sistemas de tampões biológicos. Apresentação das principais biomoléculas e suas propriedades. Fundamentos de termodinâmica. Estruturas, propriedades e funções de: carboidratos, proteínas, lipídios e vitaminas. Introdução à metodologia de pesquisa em bioquímica, incluindo técnicas laboratoriais.	Segundo período, com carga horária de 75 horas teórica.
UNIFAL (Modalidade à distância)	Bioquímica II - Vitaminas hidrossolúveis e lipossolúveis. Introdução ao metabolismo. Metabolismo de carboidratos, lipídeos e aminoácidos. Vias de oxidação/obtenção de energia: Glicólise, ciclo de Krebs, e cadeia transportadora de elétrons. Integração metabólica. Discussão de pesquisas em bioquímica visando o entendimento dos metabolismos.	Terceiro período, com carga horária de 75 horas teórica.
UFTM (Iturama)	Bioquímica II - Processos gerais de integração e regulação metabólica nas células e/ou órgãos. Catabolismo e anabolismo de carboidratos, lipídios e proteínas. Regulação hormonal do metabolismo.	Terceiro período, com carga horária de 30 horas teórica.
UFSJ	Água: propriedades gerais e importância nas atividades celulares. Estrutura, função e propriedades das biomoléculas: aminoácidos, proteínas, enzimas, carboidratos, lipídeos e ácidos nucleicos. Cinética enzimática. Vitaminas. Conceitos de metabolismo: bioenergética e oxidações biológicas, ciclo do ATP, glicólise e sua regulação, ciclo de Krebs, transporte de elétrons e cadeia respiratória, integração do metabolismo. Biossíntese dos carboidratos e lipídeos. Metabolismo dos carboidratos, lipídeos e dos compostos nitrogenados.	Segundo período, com carga horária de 72 horas teórica.
UFV	Carboidratos. Lipídios. Ácidos nucleicos. Bioenergética. Aminoácidos. Proteínas. Enzimas. Vitaminas e coenzimas. Catabolismo de carboidratos. Oxidações biológicas. Catabolismo de lipídios. Catabolismo de compostos nitrogenados. Biossíntese. Fotossíntese. Biossíntese de ácidos nucleicos e proteínas.	Segundo período, com carga horária de 75 horas teórica.

Quadro 14: Ementas das disciplinas de Bioquímica e afins (teoria).

A UFV oferece a disciplina de *bioquímica* dividida entre teoria e prática e sendo disciplinas distintas, ou seja, com carga horária separadas. A ementa no Quadro 14 acima, corresponde à disciplina teórica e já a parte prática, da disciplina denominada de *Laboratório de bioquímica I*, possui a seguinte ementa: “Introdução aos trabalhos práticos, Caracterização de carboidratos, Titulação potenciométrica de um aminoácido, Separação e análise de aminoácidos, caracterização de lipídios, técnicas de precipitação de proteínas, dosagem de proteínas do leite pelo método fotolorimétrico de biureto, hidrólise do amido, estudo da plifenoloxidase extraída da batatinha, identificação dos ácidos nucleicos em material biológico.” Esta disciplina é oferecida no segundo período, possui carga horária de 30 horas e é obrigatória.

Já a UFMG oferece no segundo período a disciplina de *bioquímica Celular*. Esta disciplina é obrigatória e possui 60 horas teórica, e a seguinte ementa: relação de estrutura e função de biomoléculas, mecanismos de catálise biológica, biossíntese e degradação de biomoléculas.

Outra disciplina que explora conceitos relacionados à Química nos cursos de Ciências Biológicas é a *Química Orgânica* (Quadro 15) aparece no currículo de cinco universidades, em algumas aparece com o nome de *Fundamentos de Química Orgânica*.

Universidade	Ementa	Período e Carga horária
UFU (Ituiutaba)	Compostos de Carbono. Obtenção e aplicações de compostos orgânicos.	Segundo período com carga horária de 30 horas teórica e 30 horas prática.
UFU (Umuarama)	Compostos de Carbono: caracterização, obtenção e aplicações.	Segundo período com carga horária de 30 horas teórica e 30 horas prática.
UFLA	Nomenclatura e propriedades Químicas e físicas de hidrocarbonetos alifáticos e aromáticos, haletos orgânicos, álcoois, fenóis, éteres, aminas, cetonas, aldeídos, ácidos carboxílicos e derivados. Estereoquímica de compostos orgânicos.	Primeiro período, carga horária de 51 horas teórica.
UFOP	“Introdução: Estudo do átomo de carbono. Funções Químicas: Propriedades, reatividade, aplicações”.	Segundo período, carga horária de 45 horas teórica e 15 horas prática.
UFSJ	Orbitais atômicos e ligação covalente; Hibridação dos orbitais do átomo de carbono, forma tridimensional das moléculas; Estruturas, propriedades Químicas e físicas, nomenclatura das principais classes de compostos orgânicos (Hidrocarbonetos, compostos aromáticos, álcoois, fenóis, éteres, aminas, aldeídos, cetonas, ácidos carboxílicos e derivados). Quiralidade, estereoisômeros com um ou mais carbonos assimétricos. Ácidos e bases em Química orgânica: Características e mecanismos das reações de substituição, adição e eliminação.	Primeiro período, carga horária de 36 horas teórica.

Quadro 15: Ementas das disciplinas de Química Orgânica e afins (teoria e prática).

A UFV oferece como optativa a disciplina de *Fundamentos de Química Orgânica*, contendo 45 horas teórica, com a seguinte ementa: introdução ao estudo da Química orgânica, sinopse das funções orgânicas, alcanos, alquenos e alquinos, hidrocarbonetos aromáticos benzênicos e seus derivados, alcoóis, éteres e fenóis. As substâncias quirais, aldeídos e cetonas. Os ácidos carboxílicos e seus derivados funcionais, aminas. E oferece também *laboratório de química orgânica*, também como optativa e com 30 horas, com a seguinte ementa: material do laboratório de química orgânica e normas de segurança, extração com solventes, destilação simples, síntese da acetanilida, recristalização, determinação de constantes físicas de compostos orgânicos, solubilidade e identificação de compostos orgânicos, hidrocarbonetos insaturados, oxidação de álcoois, obtenção do ácido acetilsalicílico, obtenção de um azobenzeno, extração, isolamento e purificação da piperina.

A UNIFEI oferece a disciplina *química biorgânica que é obrigatória e teórica e é oferecida no segundo período com carga horária de 64 horas*. E possui a seguinte ementa: formas de representação dos compostos de carbono, principais grupos funcionais na química orgânica: hidrocarbonetos, oxigenados e nitrogenados, efeitos eletrônicos e mesoméricos (ressonância), estereoquímica e reações orgânicas.

Outras disciplinas do núcleo de optativas como nomes e ementas variadas relacionadas a conteúdos químicos foram encontradas em algumas universidades e seguem abaixo no Quadro 16.

Universidade	Disciplina	Ementa
UFPA	Ecologia Química	1) Ecologia Química no contexto evolutivo; 2) Definição e classificação de semioquímicos; 3) Interações intraespecíficas envolvendo plantas e animais; 4) A importância de aleloquímicos nas interações entre plantas (alelopatia); 5) Aleloquímicos nas interações entre predadores e presas e entre plantas e herbívoros (alomônios e cairomônios); 6) Substâncias Químicas envolvidas em interações mutualísticas entre plantas e polinizadores e em interações tritróficas (sinomônios); 7) Interações Químicas entre culturas e plantas associadas; 8) Semioquímicos como ferramenta no controle de pragas. 9) Propriedades Químicas de plantas associadas à resistência contra artrópodes pragas. 10) Produtos naturais no controle de pragas. 11) Ecologia Química de pragas de importância veterinária.
	Química de Produtos Naturais	Historia da Fotoquímica; Estudo Químico das Plantas uma abordagem sobre alguns metabolitos secundários; Grupos de metabolitos vegetais; Metabolismo básico e origem dos metabolitos secundários; Óleos essenciais; Discussão dos artigos e exercícios; Alcaloides; Avaliação; Flavonoides; Taninos; Discussão dos artigos; Seminários; Avaliação; Compostos de enxofre; Cumarinas; Plantas toxicas e inseticidas; Seminários; Avaliação.
	Química Analítica	Introdução, análise titrimétrica, equilíbrio iônico aplicado para ácidos e bases, produto iônico da água, solução tampão, indicadores ácido-base, espectroscopia na região do UV-vis e espectroscopia de chama.
UFTM	Ecologia Química	Ecologia Química no contexto evolutivo; Definição e classificação de semioquímicos; Interações intraespecíficas envolvendo plantas e animais; A importância de aleloquímicos nas interações entre plantas (alelopatia); Aleloquímicos nas interações entre predadores e presas e entre plantas e herbívoros (alomônios e cairomônios); Substâncias Químicas envolvidas em interações mutualísticas entre plantas e polinizadores e em interações tritróficas (sinomônios); Interações Químicas entre culturas e plantas associadas; Semioquímicos como ferramenta no controle de pragas. Propriedades Químicas de plantas associadas à resistência contra artrópodes pragas. Produtos naturais no controle de pragas.
UFV	Bioquímica Fisiológica	Bioquímica do sistema nervoso. Bioquímica hormonal. Bioquímica da digestão e absorção. Bioquímica do sangue e linfa. Bioquímica do tecido hepático. Bioquímica do tecido adiposo. Bioquímica dos tecidos estruturais. Bioquímica do tecido renal. Integração e regulação do metabolismo. Bioquímica da visão.
	Laboratório de Química Analítica Aplicada	Introdução. Análise qualitativa. Análise gravimétrica. Análise volumétrica. Métodos de separação. Análise instrumental.
	Bioquímica e Toxologia Forense	Introdução às Ciências Forenses. Coleta, caracterização e armazenamento de material biológico. Análises bioquímicas aplicadas às Ciências Forenses. Análise moleculares aplicadas às Ciências Forenses. Análises toxicológicas aplicadas às Ciências Forenses. Discussão dos casos.
	Química Analítica Aplicada	Introdução. Análise qualitativa. Análise quantitativa clássica. Métodos de separação. Espectrofotometria.

Quadro 16: Disciplinas optativas com conteúdos químicos.

No geral, a carga horária dedicada aos conceitos químicos nos cursos de graduação de Ciências Biológicas é insuficiente para que sejam aprendidos minimamente esses conceitos. Como podemos verificar no quadro 17 a seguir.

Universidade	Carga horária (horas)
UNIFAL	300
UFOP	240
UFU – UBERLÂNDIA	210
UFU – ITUIUTABA	195
UFV	180
UFLA	170
UFSL	162
UNIFEI	160
UFVJM	120
UFMG	120
UFTM – ITURAMA	120
UFTM – UBERABA	90
UFJF	60

Quadro 17: Carga horária das disciplinas relacionadas a Química no Currículo do Curso de Ciências Biológicas.

As ementas contemplam grande número de conceitos, mas se observamos por universidades as disciplinas mais presentes nesses currículos são *química geral*, *química orgânica* e *bioquímica*. Isso pode implicar no preparo inadequado destes futuros professores de Ciências da Natureza.

5.4 O curso de extensão

A seguir, estão apresentados os conjuntos de dados obtidos nos encontros onde discutiram-se temas químicos com alunas de graduação em Ciências Biológicas. E, para melhor compreensão dos resultados, cada encontro é discutido em separado, mostrando o tema discutido e as atividades realizadas.

5.4.1 - 1º encontro – *Discussão sobre a estrutura da matéria*

O tema central para a discussão neste encontro foi Modelos Atômicos. A escolha do tema se deu por ser de difícil entendimento, por exigir muita abstração, sendo de grande dificuldade no processo de ensino e aprendizagem. A respeito desse assunto, França, Marcondes e Carmo (2009) argumentam que:

A estrutura do átomo é um tema que os alunos apresentam dificuldade de compreensão, dado que o nível de exigência para sua aprendizagem requer elevada capacidade de abstração, o que não é de se estranhar, uma vez que as ideias básicas sobre a teoria atômica, que surgiram em 1808 e 1810 com John Dalton, já descreviam a matéria composta por partículas muito pequenas para serem vistas, chamadas de átomos. (FRANÇA, MARCONDES; CARMO, 2009, p. 275).

Assim, nas palavras de Melo e Lima Neto (2013), cabe ao professor deixar claro que

o modelo atômico não é uma descoberta, mas sim uma criação científica, que é utilizada para explicar e prever o comportamento macroscópico da matéria. Todo modelo, criação científica, vem apoiado em experimentos, simulações e cálculos matemáticos e, enquanto explicar e prever fenômenos, ele é aceito. No entanto, quando determinados fenômenos não forem mais justificados ou previstos por um determinado modelo, faz-se necessário a adequação do modelo existente. (MELO; LIMA NETO, 2013, p. 114).

Este tema vem sendo apontado por muitos professores como de difícil ensino e aprendizagem, ao buscar documentos como CBC, este traz uma proposta bem interessante para trabalhar estas ideias.

Tema 2: O Mundo Muito Pequeno

Esse eixo temático aborda estudos sobre a constituição dos materiais. Tais estudos exigem uma maior capacidade do estudante em estabelecer relações entre os fenômenos e seus modelos explicativos. Por esse motivo, os contextos de abordagem são importantes, pois facilitam a construção de relações. (MINAS GERAIS, 2007, p. 49).

Já nos tópicos 25, descrevem-se as habilidades para modelo cinético molecular e 26, que apontam habilidades para o comportamento elétrico da matéria.

25.0. Relacionar os estados físicos da matéria ao modelo cinético molecular: movimento, distância e organização das partículas. 25.1. Reconhecer os seguintes aspectos do modelo de partículas e utiliza-los para interpretar fenômenos: a matéria é feita de muitas partículas e espaço vazio entre elas; as partículas estão em

constante movimento em todas as direções; as partículas interagem umas com as outras. 25.2. Explicar fenômenos diversos: como dissolução, crescimento dos cristais, difusão, transferências de calor, dilatação e mudanças de estados físicos, usando o modelo cinético de partículas.

26.0. Interpretar carga elétrica como propriedade essencial de partículas que compõem a matéria (elétrons e prótons). 26.1. Interpretar fenômenos eletrostáticos simples como resultado de transferência de elétrons entre materiais.

27.0. Identificar e caracterizar as partículas constituintes do átomo e sua organização.

27.1. Reconhecer elementos químicos como constituintes básicos dos materiais. (MINAS GERAIS, 2007, p. 64).

Assim, sendo apontado por muitos professores, este tema esteve presente no curso de formação e desta forma, o curso se iniciou com as seguintes perguntas: *Do que a matéria é composta? Qual a sua estrutura?* Com intuito de verificar como as participantes entendem a formação da matéria.

Para a primeira pergunta foram obtidas respostas como:

(Fala 13, encontro 1) – B1: *“Matéria é um negócio muito subjetivo. Vou falar que a gente é poeira estelar [...] Cargas elétricas, prótons, nêutrons e elétrons”*;

(Fala 6, encontro 1) – B2: *“Nossa tem tanto tempo que vi isso.”*

(Fala 12, encontro 1) – B2: *“Vai ser difícil. [...] A matéria é composta de partículas conhecidas como átomo, que é a unidade base de qualquer matéria”*;

(Fala 7, encontro 1) – B3: *“Pois então, estou aqui tentando lembrar.”*

(Fala 9, encontro 1) – B3: *“No caso, a gente vê aqui, mais no início do curso, deve ter uns dois anos.”*

(Fala 11, encontro 1) – B3: *“[...] vamos aprofundando em outras coisas, e cérebro que não se exercita se esquece. [...] É composta por moléculas, que são compostas por átomos”*.

Assim, verifica-se que as falas associam a composição da matéria à ideia de menor parte, ou seja, ao átomo, fazendo até associações às partículas subatômicas (prótons, nêutrons e elétrons). Embora elas tenham respondido a questão, observa-se certa dificuldade em lembrar o significado científico e a definição de matéria.

Já para a segunda pergunta: *Qual a sua estrutura?* Essa questão solicitava que as participantes fizessem referência à estrutura da matéria, poderiam aqui descrevê-la, utilizando como base o modelo clássico, ou seja, uma partícula elementar esférica, com núcleo positivo, composto de prótons e nêutrons, além de elétrons girando em níveis fixos de energia. Assim, foram obtidas respostas como: B1 *“Atômica”*, B2 *“O átomo, dividido em elétrons, prótons e nêutrons”*, B3 *“O átomo possui nêutrons e prótons em seu núcleo e uma eletrosfera, onde os elétrons estão organizados em camadas e em constante movimento”*.

Assim, pode-se observar que a resposta de B3 seria aquela que mais se aproxima do esperado. Na investigação feita por França, Marcondes e Carmo (p.276, 2009), as pesquisadoras perceberam que “dentro das partículas atômicas, os alunos fazem mais referência

aos elétrons e muitos acham que estes não podem ser separados do átomo”. O que pode ser observado pelas falas de B2 e B3.

Em seguida, foi solicitado para que as alunas fizessem um desenho representando como acham que estão arranjadas as partículas de cobre quando formam: *i) Uma barra grossa de cobre e ii) Um pequeno pedaço de fio fino desse metal que veio da barra de cobre mais grossa, isto é, interagiu com uma força mecânica em uma máquina para ser transformada em fio.*

(Fala 18, encontro 1) – B3: “*Tem diferenças estruturais?*”

(Fala 20, encontro 1) – B1: “*Eu não sei como estariam arranjados. Vou desenhar florzinha.*”

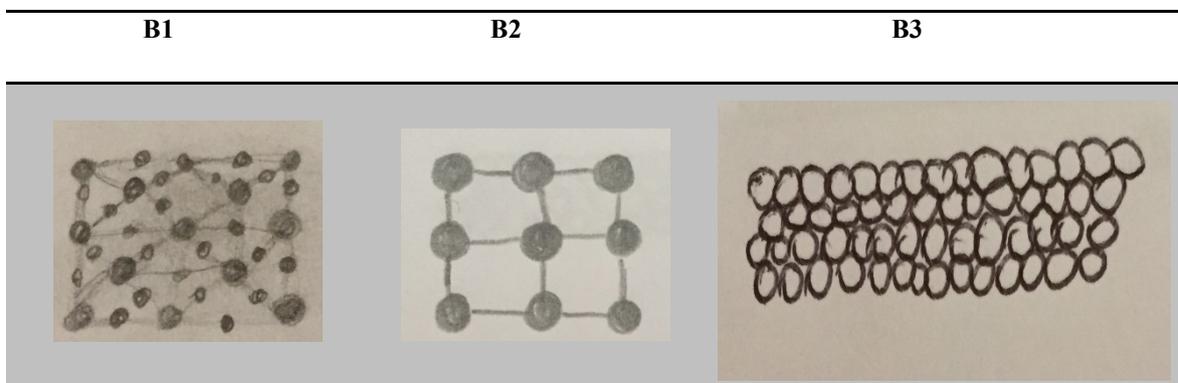
(Fala 22, encontro 1) – B1: “*Poxa, mas é partícula estou desenhando outra coisa aqui.*”

(Fala 23, encontro 1) – B2: “*Aí que a gente sente que não está preparado pra dar aula.*”

(Fala 24, encontro 1) – B1: “*É pra dar aula mesmo... Estou desenhando o modelo atômico aqui, era florzinha agora é modelo atômico. Ah! Eu lembrei, eu estava pensando como é desenhar mesmo, como que coloca os elétrons, mas aí eu lembrei é átomo e não partícula.*”

(Fala 33, encontro 1) – B3: “*A ligação na barra ela é mais forte do que no fio, caso contrário o fio não poderia ser moldado.*”

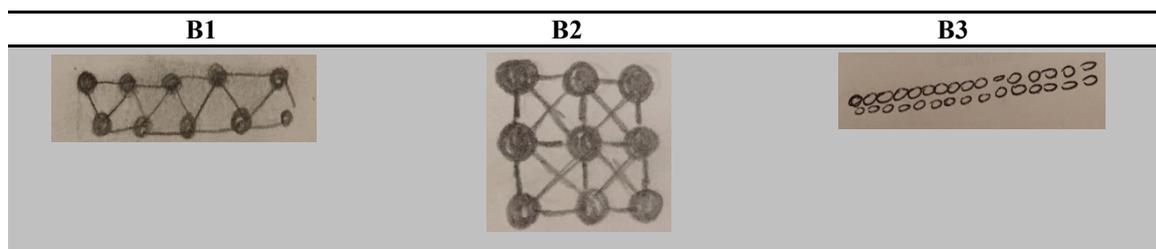
Para a barra grossa de cobre, os desenhos estão reproduzidos no Quadro 17:



Quadro 18: Desenhos obtidos para a representação de uma barra grossa de cobre.

Para as representações acima, é possível observar que todas utilizaram o modelo atômico proposto por Dalton. Entretanto, por ser uma barra grossa de cobre pode-se notar que elas empregaram uma representação com átomos maiores e com pouco espaço entre eles. Isso é evidenciado na fala de B1: (Fala 29, encontro 1): “*Eu fiquei pensando que uma tem mais moléculas.*”

Já para um pequeno pedaço de fio fino desse metal que veio da transformação mecânica da barra de cobre mais grossa, os desenhos obtidos estão reproduzidos no Quadro 18 a seguir:



Quadro 19: Desenhos representando um pedaço de fio fino de cobre.

Aqui também a representação é feita utilizando o modelo de Dalton, no entanto, como é a representação de um fio, pode-se inferir que para as alunas B1 e B3, o desenho se tornou mais fino de espessura e para a aluna B2, os espaços entre os átomos ficaram maiores, o que ela afirma em sua fala (Fala 30, encontro 1) – B2: *“Tem mais espaço entre as moléculas”*. Do mesmo modo, para a aluna B3, na barra, as moléculas estão mais unidas, como declara na sua fala (Fala 31, encontro 1) – B3: *“A estrutura é diferente, o fio, podemos moldar ele com facilidade diferente da barra grossa de ferro, que não é tão fácil assim de moldar. Tem moléculas mais unidas na barra e um pouco mais espaçadas no fio”*, isso é verificado no seu desenho quando, para o fio, a representação possui menor número de molécula e mais espaçadas do que comparadas à barra grossa de cobre.

É importante lembrar, que o modelo para ligação metálica é pouco ou nada trabalhado nas escolas. Logo, esta ideia apresentada pelas participantes licenciandas pode ter sido a primeira.

Assim, nas palavras de Melo e Lima Neto (2013, p.115) *“Pela dificuldade que os alunos têm em migrar do macroscópico para o imaginado, eles podem estabelecer relações analógicas incorretas quando os limites de cada analogia não ficam bem definidos”*. Nesse sentido, França, Marcondes e Carmo (2009, p.281) argumentam que *“o aluno tem dificuldade de transpor seu conhecimento aprendido sobre modelos atômicos para interpretar um átomo determinado”* como o de cobre. Também vale destacar, que as ideias das licenciandas se assemelha a dos alunos da Educação Básica.

Dessa forma, pode-se inferir que as participantes do curso, já tenham estudado esse conteúdo específico na disciplina de Química Geral, ofertada no primeiro período do curso de

Ciências Biológicas, no tópico inicial “Revisão dos conceitos estudados no Ensino Médio” e mesmo assim, continuaram apresentando concepções que confundem o entendimento sobre a relação entre o aspecto macroscópico de um material e a correspondente organização dos átomos. No caso específico, o conceito de densidade como característico de um material, a determinada temperatura, parece não ser levado em conta, visto que, subtende-se nas falas de B1 e B3 que o fio de cobre teria menor densidade que uma barra.

Após responderem as questões iniciais, iniciou-se a discussão do encontro, a qual foi toda realizada tendo como base o modelo de Dalton para a explicação de conceitos. Sempre que possível, as respostas das licenciandas foram utilizadas para repensar os conceitos.

Assim, para iniciar a discussão sobre modelos atômicos, utilizou-se a dinâmica conhecida e utilizada por muitos professores: *O que tem na caixa?* Essa atividade consiste em, com base nas propriedades observadas, ao movimentar uma caixa lacrada, as licenciandas deveriam fazer um desenho (modelo representativo) que melhor concebesse o objeto que imaginavam estar dentro da caixa. Além disso, deveriam descrever as características desse objeto.

Com o intuito de compreender que, embora na ciência não se possa abrir todas as “caixas” e observar o que se tem dentro, as explicações e modelos explicativos são baseados em várias observações e testes que delimitam algumas características. Dessa forma, as licenciandas foram orientadas a balançar, apalpar, ouvir e tentar propor um desenho de qual objeto imaginavam conter a caixa. Elas não conheciam a dinâmica e parecem ter gostado de pensar sob a perspectiva incentivada pela dinâmica, como evidenciado nas falas da licencianda durante a realização da mesma (Fala 44, encontro 1) – B2: *“Que legal!”*, (Fala 45, encontro 1) – B2: *“Que curiosidade de saber o que é!”*.

Assim, cada uma das licenciandas imaginou um objeto que poderia estar na caixa, para isso questionaram coisas como:

(Fala 46, encontro 1) – B1: *“Tem aluno que chega aqui e pergunta se podemos ver átomos no microscópio, foi uma colega minha no 1º período. Eu também não entendia que era o resultado de teoria, acreditava que alguém tinha conseguido ver.”*

(Fala 50, encontro 1) – B1: *“Essa caixinha é lisa também por dentro, ela é igual aqui por fora?”*

(Fala 52, encontro 1) – B1: *“Eu estou pensando aqui em uma coisa, mas não sei.”*

(Fala 55, encontro 1) – B1: *“Eu fiz tantas possibilidades, mas acho que seria a última.”*

(Fala 64, encontro 1) – B1: *“Eu tinha três hipóteses, pensei numa caixinha de fósforo, mas não era tão leve, mas também não era pesado. Daí eu desenhei um dado.”*

Para B1, o objeto possuía as seguintes características: *“Acho que seja quadrado, leve, talvez seja outra caixa, ou pode ser grampo de grampeador, mais provável que seja um dado”*. O desenho da participante B1 está na Figura 1 e representa o grampo de grampeador, outra caixa e por fim um dado:



Figura 1: Desenho representando objeto no interior da caixa – Participante B1.

As reflexões de B2 podem ser observadas por suas falas: (Fala 54, encontro 1) – B2: *“Cabe tanta coisa nesta caixinha”*; (Fala 67, encontro 1) – B2: *“Acho que é porque a gente vê a caixinha quadrada e pensa que é quadrado também o que tem nela.”*

B2, descreveu o objeto como sendo: *“Leve, liso (sem grande textura), cubo maciço”*, observa que também faz menção ao formato quadrado, no entanto, além disso, ela destaca a textura do objeto como sendo *“leve e liso”*.

E o desenho está a seguir na Figura 2:

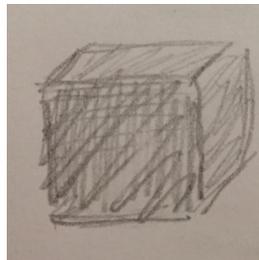


Figura 2: Desenho representando o objeto no interior da caixa – Participante B2.

Já B3, ao mesmo tempo que busca informações para resolver o desafio, faz referência à importância da utilização de práticas em situações de ensino, mostrando sua preocupação com sua atuação profissional futura, como é possível depreender de sua argumentação:

(Fala 49, encontro 1) – B3: *“Eu tenho duas teorias, mas está muito leve, pra ser o que estou pensando. A prática muda muito o rumo de uma aula, eu vi uma disciplina com um professor que toda aula tinha prática, depois, vi a mesma disciplina com outro professor e era só teoria, nossa muda muito até a compreensão. Acho que a prática deixa as coisas mais claras, mas fácil de entender.”*

(Fala 53, encontro 1) – B3: *“Só pode ser isso que eu estou pensando, não tem outra explicação, é leve.”*

(Fala 65, encontro 1) – B3: *“mas tinha que ser algo comprido, porque de um lado ela balançava mais do outro menos. Tinha que ser retangular.”*

A participante B3, acredita que o objeto seja: “*retangular e leve*”. E o desenho está representado a seguir na Figura 3:

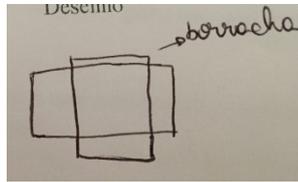


Figura 3: Desenho representando o objeto no interior da caixa – Participante B3.

Assim, de forma geral para as participantes, o modelo que melhor representa o objeto identificado na caixa tem a forma de um quadrado e, ainda, esse objeto além de quadrado é leve. Pode-se observar que o objeto, na visão de B1 e B2, é muito semelhante. Após discutir com as licenciandas que um modelo, em geral, é uma representação do que seria a realidade, fez-se a relação com os estudos sobre a constituição da matéria.

Nessa perspectiva, quando se estudou sobre o átomo, não se tinha uma caixinha que podíamos abrir e olhar por dentro. Eles estudaram, realizaram experimentos, criaram modelos matemáticos, pensaram e chegaram à conclusão que seria melhor desta ou daquela forma, pois, muitas vezes, na ciência não podemos abrir a caixinha. Outra característica da ciência que foi discutida é a de que um modelo sempre foi importante para o aperfeiçoamento de outro.

A seguir, continuando as atividades, foram formuladas algumas questões: *A divisibilidade é uma propriedade geral da matéria. Sendo assim, haveria um limite de tamanho para que uma partícula não pudesse mais ser dividida?*

Para participante B1 sim, “*Até chegar no nível atômico, independente do tamanho que tenha começado a se dividir ou se conseguimos ver a divisão a olho nu*”. Dessa forma, para essa licencianda, o nível atômico é o limite. Já B2 entende que não há limite, como na sua fala: (Fala 69, encontro 1) – B2: “*Vou colocar aqui que nem o céu é o limite.*” Ou seja, B2 acredita que “*Não, até mesmo o átomo que é tido como indivisível, pode ser desmembrado*”. Do mesmo modo, B3 parece não concordar com a ideia de que o átomo seria a menor partícula possível: (Fala 71, encontro 1) – B3: “*Não vou falar nada se não influencia.*” E, B3 embora não queira influenciar a resposta das colegas, apenas afirma que “*Não*”. Assim, pode-se verificar que para B2 e B3 não há um limite para a divisão do átomo.

Todavia, as participantes não mencionaram como se daria esse processo de divisão ilimitado. Recorrendo a Melo e Lima Neto (2013, p.119), “Os alunos consideraram o átomo como uma unidade real e palpável e não um modelo construído cientificamente e com

limitações estabelecidas pelo fenômeno a ser justificado”. Além disso, esses autores ainda descrevem que os alunos devem “compreender que o modelo é uma entidade construída cientificamente, abstrata e não palpável”.

Também se questionou *Só porque não enxergamos partículas muito pequenas de um material, significa que ele não existe? Como provar sua existência?*

(Fala 70, encontro 1) – B1: *“Esse negócio é muito engraçado. Pergunta como observar a existência das partículas, mas eu acabei de afirmar que elas são pequenas e que não posso ver.”* Aqui B1 descreve que não se pode ver o átomo, embora tenha afirmado que se pode dividir uma partícula até chegar no nível atômico, observa certa confusão em poder ou não observar um átomo, essa confusão foi citada anteriormente em uma de suas falas: (Fala 46, encontro 1) – B1: *“Tem aluno que chega aqui e pergunta se podemos ver átomos no microscópio, foi uma colega minha no 1º período. Eu também não entendia que era o resultado de teoria, acreditava que alguém tinha conseguido ver.”*

Assim, a participante B1 responde que *“não vemos até certo ponto, porém a níveis que não conseguimos identificar como o ar, porém sabemos sua composição”*, indicando que, embora a observação direta seja difícil, ela entende que a ciência tem mecanismos de fazer previsões, como é o caso da composição dos materiais.

B2 aponta que *“a existência não é medida na nossa capacidade de visão, pode-se utilizar de outros instrumentos, cada vez mais complexos, para tentar enxergar, necessitando de tecnologia para isso”*, demonstrando sua expectativa sobre o avanço científico para elucidação sobre aquilo que ainda não é possível observar.

Já B3 afirma que uma partícula que não se pode enxergar existe porque é possível utilizar métodos de identificação, ou seja, *“[...] experimentos físicos e químicos”*.

Tendo em vista, as discussões realizadas nesse primeiro encontro, percebe-se que as participantes apresentaram ideias sobre a constituição da matéria que nem sempre podem ser consideradas coerentes, apesar de mostrarem conhecimento sobre determinadas características acerca da ciência e do avanço científico/tecnológico.

5.4.2 - 2º encontro – Continuação da discussão sobre a estrutura da matéria

Neste encontro, continuou-se a discussão sobre os modelos atômicos, ressaltou que, o surgimento de outro modelo ocorre a partir do momento que o modelo aceito em determinado momento histórico não consegue mais explicar alguns comportamentos. Para Melo e Lima Neto (2013), os alunos:

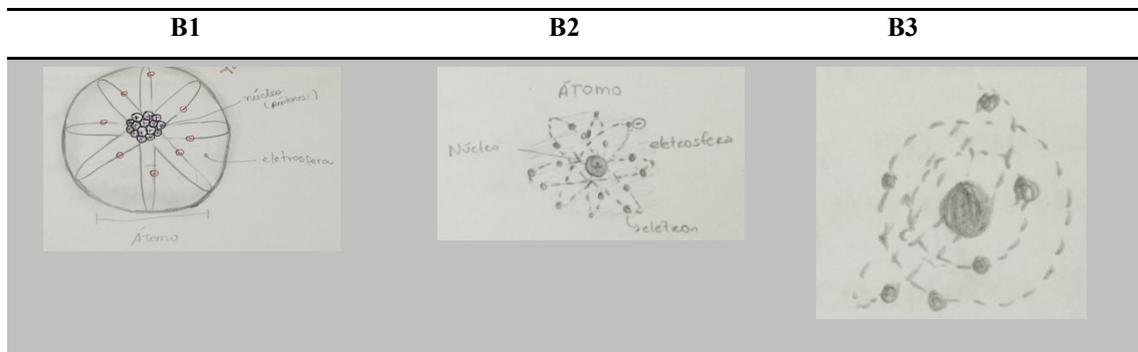
necessitam perceber que os modelos são construções provisórias e suscetíveis de aperfeiçoamento. Os modelos avançaram para formas cada vez mais poderosas, abrangentes e úteis para explicar a realidade ao longo da história da ciência. Para o aluno, não fica claro até que momento pode-se ou não trabalhar com um determinado modelo, quando é necessário um conhecimento maior e quais as necessidades reais que levaram à elaboração de um modelo mais aprimorado. (MELO; LIMA NETO, 2013, p.114).

Nesta perspectiva, foi discutido sobre o modelo atômico proposto por Thomson, onde o mesmo, utilizando raios catódicos, percebeu que o modelo proposto por Dalton apresentava falhas, ao não contemplar nada sobre partículas negativas. Assim, em seu experimento, Thomson percebeu que os raios catódicos eram desviados em direção à placa positiva e, com isso ele concluiu que, no átomo deveriam existir partículas negativas que eram atraídas por essa placa.

Mencionou-se que os estudos de Thomson e de Crookes sobre os raios catódicos permitiram o desenvolvimento dos aparelhos de TV, fazendo a relação com os raios catódicos e a formação de imagens nas antigas televisões de tubo. Essa discussão propiciou ampliar as expectativas sobre a estreita dependência entre ciência, tecnologia e sociedade, imprescindíveis para desenvolver a concepção de que a ciência também é o resultado de uma elaboração humana, sujeita a múltiplas influências.

A partir de então, foram feitas algumas discussões de conceitos sobre o modelo proposto por Thomson e, logo em seguida, foi explicado o experimento realizado por Rutherford com base no modelo de átomo proposto por Thomson. Diante desses conhecimentos, as participantes receberam a seguinte tarefa: *Considerando o experimento feito por Rutherford e suas conclusões. Faça um esboço representando o seu modelo proposto para o átomo.*

Os desenhos obtidos estão reproduzidos no Quadro 19:



Quadro 20: Representações do modelo do átomo de acordo com Rutherford.

Com base na tarefa, discutiu-se o modelo de átomo proposto por Rutherford. Percebeu-se certa insegurança, como pode ser visto pelas falas de B1: *“Não sei fazer isso.*

Podia ter um compasso aqui” (Fala 61, encontro 2) e de B2: *“Eu fiz, mas parece que ficou confuso”* (Fala 60, encontro 2).

Além disso, olhando os desenhos, nota-se que B1 e B2 representaram o nome de algumas partículas constituintes dos átomos, por meio de símbolos e da sua própria carga. As três conseguem identificar o núcleo como sendo positivo e aparentemente com maior massa que os elétrons, devido ao tamanho do núcleo e dos elétrons. Também esboçam os elétrons, ao que tudo indica, como sendo localizados na eletrosfera como pode ser observado principalmente no desenho de B2. No entanto, para B1 o átomo não possui um núcleo maciço e sim é formado por partículas.

Para dar continuidade às discussões sobre o átomo, chegou-se à conclusão que o modelo proposto por Rutherford e sua equipe apresentava algumas contradições, como por exemplo, toda partícula com carga elétrica em movimento perderia a energia e sua velocidade iria diminuindo até que os elétrons se chocassem com o núcleo. No entanto, isso não acontecia. *Qual a explicação para o impasse no modelo proposto por Rutherford?*

Diante do desafio de utilizar argumentos lógicos para validar ou questionar determinado modelo teórico, as participantes demonstraram envolvimento e reflexão, como no diálogo entre B1 e B2, em que uma afirma que *“as cargas se atraem”* (B1, Fala 63, encontro 2) e outra se contrapõe: *“Não, se repelem”* (B2, Fala 65, encontro 2). Além disso, é possível perceber que esse tipo de questionamento mobilizou o grupo, como se nota na fala de B2: *“Ah, não sei acho que preciso pensar mais”* (Fala 74, encontro 2).

Após momentos de dúvidas e de organização de ideias, B1 utiliza os seguintes argumentos:

“O núcleo não era composto apenas por prótons, pois as cargas seriam repelidas e os elétrons atraídos pelas cargas diferentes. Para que o modelo funcionasse era necessário que uma nova “força” atuasse no núcleo, atraindo os prótons para que permanecessem unidos formando um núcleo. E essa “força” afastaria (repelia) os elétrons que ficariam em constante movimento na eletrosfera”.

Embora B1, não tenha definido essa força como sendo o nêutron, ao que tudo indica na sua fala, a participante percebe que os prótons presentes no núcleo sofreriam repulsão por serem de cargas iguais, e estes mesmo prótons atuariam atraindo os elétrons da eletrosfera, fazendo com que se chocasse com o núcleo positivo.

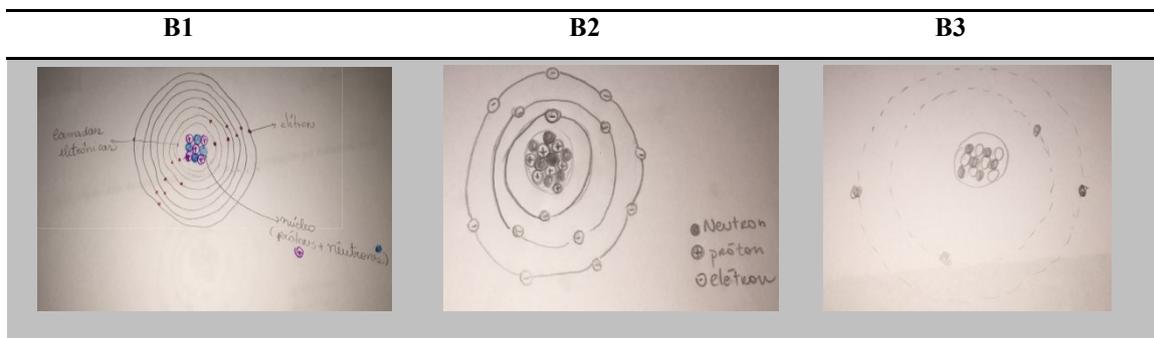
Já B2 defendeu que:

“Ao mesmo tempo em que o núcleo do átomo possui cargas positivas, possuirá também cargas negativas, que se repelem da carga negativa dos elétrons simultaneamente à atração dos prótons, possuindo assim camadas de atração e

repulsão de ambos. Ou seja, a partir de tais cargas, mantém-se um equilíbrio no átomo, impedindo que se choquem ou parem”.

Já B3 simplesmente justifica que *“Ele não explicaria a dinâmica dos elétrons”.*

A discussão acerca das falhas no modelo de Rutherford direcionou a se pensar em alternativas, o que acabou sendo reformulado por Bohr, tanto que em alguns livros, essa nova proposta é denominada como átomo proposto por Rutherford-Bohr. Diante dessa discussão, foi solicitado: *Desenhe como imagina ser o átomo conhecido por Rutherford-Bohr.* Os desenhos estão reproduzidos no Quadro 20.



Quadro 21: Representações do modelo do átomo de acordo com Rutherford-Bohr.

Nesse encontro, conseguiu-se discutir um pouco sobre os conceitos básicos envolvendo os principais modelos propostos para o átomo. Inclusive, sobre a solicitação de representar o referido modelo por meio de desenhos, B1 comentou: *“Esse é mais fácil”* (Fala 80, encontro 2).

Assim, para finalizar a discussão fez-se a seguinte pergunta para as participantes: *Dentre os modelos atômicos propostos para o átomo que você tem conhecimento, você acredita que há um mais correto, ou seja, que realmente é o correto? Por quê? Se sim qual?*

B1 responde:

“Acredito que o mais correto seja o último apresentado, pois através dele foram revistos conceitos anteriores e que deixavam dúvida. Pessoalmente, acredito que nenhum conhecimento pronto e acabado. Modelos tendem a mudar com novas hipóteses que sejam mais justificáveis, sei que virão novas propostas, mas diante dos quatro modelos, mas acho o de Rutherford-Bohr é mais convincente”.

Na mesma perspectiva de B1, B2 concorda, mostra que compreende a fluidez do processo de elaboração de teorias científicas:

“Sim, acho que o modelo de Rutherford-Bohr mais se assemelha ao correto, porém é difícil afirmar, pois para os parâmetros já experimentados, a ideia das órbitas fixas e das subdivisões é o que faz mais sentidos, já que explica que é divisível, mostra que não está parado e indica as prováveis cargas presentes. Entretanto, faz-

se necessário citar que é um modelo científico e, enquanto ciências, está aberta à alterações”.

Pela fala de B2, é possível inferir que certos conceitos que foram discutidos no curso, como a ideia de que a ciência está em constante modificação, facilitou a compreensão da elaboração de tantos modelos explicativos para a constituição do átomo. Por outro lado, B3 não aprofundou sua resposta respondendo apenas que o melhor seria *“o de Rutherford, pois ele representa melhor a dinâmica entre as cargas elétricas”*.

Para finalizar a discussão do tema modelos, como atividade, as alunas deveriam fazer a leitura de três artigos da Revista Química Nova na Escola: i) Sobre prováveis modelos atômicos (CHASSOT, 1996); ii) História da ciência no estudo de modelos atômicos em livros didáticos de Química e concepções de ciência (CHAVES; SANTOS; CARNEIRO, 2014) e iii) Dificuldades de Ensino e Aprendizagem dos Modelos Atômicos em Química (MELO; LIMA NETO, 2013). A proposta para o encontro seguinte seria a discussão dos textos e suas contribuições para a docência.

5.4.3 - 3º encontro – Lei de conservação das massas e Lei volumétrica

Neste encontro, tendo por base a leitura dos três textos sugerida anteriormente, realizaram-se propostas experimentais para a discussão da Lei de Conservação das massas. Para cada experimento foi realizada uma discussão e para um melhor registro, foram propostas questões para discussão de cada experimento antes da realização do mesmo. Assim, no registro escrito individualmente, deveriam constar as observações, assim como as respostas às questões presentes no próprio roteiro experimental. Para a análise dos dados, são utilizados, para compreender o que pensam as participantes do curso, tanto as falas durante as discussões quanto os registros escritos, que na maioria do tempo, foram propiciados pelos questionamentos presentes nos roteiros experimentais.

No experimento 1, havia a formação de um precipitado e as massas final e inicial permaneciam iguais. Foram feitas duas precipitações e as questões usadas para a discussão foram:

1) Ocorreu a formação de alguma substância nova? Em caso afirmativo, que evidência pode confirmar essa ocorrência?

Para B1:

“Sim. As substâncias se uniram formando um novo composto evidenciado pela mistura da cor. Em um experimento a cor azul se tornou mais forte e formou

crystalis. No outro experimento a cor predominante foi o azul claro com uma precipitação”

Para B2: “Devido a formação de um corpo de fundo branco (o precipitado). Já no segundo caso, a formação de cristais ainda mais visíveis”. Da mesma forma, B3 também acredita que houve a formação de nova substância: “Sim, mudança na coloração e o fato de ser uma solução heterogênea. Ocorreu mudança na coloração que ficou mais escura e houve formação de cristais”.

2) Escreva as equações envolvidas no experimento. As respostas estão no Quadro 21.

B1	B2	B3
$\text{CuSO}_4 + \text{BaCl}_2 \rightarrow$ $\text{CuSO}_4 + \text{NaOH} \rightarrow$	$\text{BaCl}_2 + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{CuCl}_2 + \text{BaSO}_4$ $\text{NaOH} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{CuOH} + \text{Na}_2\text{SO}_4$	$\text{CuSO}_4 + \text{BaCl}_2 \rightarrow \text{CuCl}_2 + \text{BaSO}_4$ $\text{NaOH} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CuOH}$

Quadro 22: Representações das equações envolvidas no experimento 1.

Durante o processo de resolução da tarefa, as participantes se mostraram pouco familiarizadas com esse conteúdo, como pode-se observar pelas falas:

(Fala 6, encontro 3) – B1: “Como fazer uma equação Química?”

(Fala 7, encontro 3) – B3: “Qual é a fórmula dos dois compostos pra eu montar a equação? Eu esqueci.”

(Fala 9, encontro 3) – B1: “Confesso que não lembro como faz uma equação Química.”

(Fala 10, encontro 3) – B3: “Eu não lembro mais também, tenho que rever isso tudo.”

(Fala 14, encontro 3) – B3: “Forma sulfato de bário e cloreto de cobre, e oxigênio. Eu não lembro agora os números como que fica?”

(Fala 15, encontro 3) – B1: “Ah! É aquele negócio que tal tem que multiplicar...”

(Fala 16, encontro 3) – B2: “Para o descarte destas substâncias tem alguma coisa que tem que fazer?”

(Fala 18, encontro 3) – B1: “Eu não sei fazer isso não.”

(Fala 19, encontro 3) – B2: “Eu não lembro como que faz o balanceamento de equações, deixei isso aqui mesmo mas não lembro, eu tinha que saber a valência.”

(Fala 20, encontro 3) – B3: “Acho que não precisa balancear essa equação. Precisa?”

(Fala 21, encontro 3) – B2: “Mas aqui são quatro e agora dois. Eu não Lembro deixei simples mesmo.”

(Fala 22, encontro 3) – B1: “Porque você juntou aqui com o OH e não poderia juntar com o Na?”

(Fala 23, encontro 3) – B2: “Podia. O Na juntar com quem?”

(Fala 24, encontro 3) – B1: “Assim uma pergunta aleatória.”

(Fala 25, encontro 3) – B2: “Porque o Na é mais cátion.”

(Fala 26, encontro 3) – B1: *“Nossa, eu nunca saberia como fazer. Eu acho que juntaria o primeiro com o segundo. Mas eu não vou responder eu não lembro.”*

(Fala 27, encontro 3) – B2: *“É o que eu me lembro.”*

(Fala 28, encontro 3) – B3: *“É, eu acho que é sulfato de bário e cloreto de cobre, e o oxigênio fica separado, é isso.”*

(Fala 29, encontro 3) – B2: *“Oxigênio sozinho? Não, não sobra oxigênio.”*

(Fala 30, encontro 3) – B3: *“Ah! É mesmo. Estou doida da cabeça.”*

(Fala 31, encontro 3) – B2: *“Eu não gostava de Química, era a matéria mais difícil pra mim, desde o ensino médio, eu aprendia matemática mais fácil, física mais fácil, mas Química é mais difícil. Eu nunca peguei recuperação, mas eu sabia que tinha que estudar mais, porque eu tenho dificuldade.”*

(Fala 32, encontro 3) – B1: *“Eu sei que é uma mais o outro. Acho que precisa saber o número deles, o quanto que varia, pra montar o composto que forma.”*

Percebe-se que B1 não soube representar ou não conseguiu lembrar como se representam as equações Químicas envolvidas neste experimento. B2 e B3 representaram de forma correta a primeira equação, e não conseguiram representar corretamente a segunda equação. Ao que tudo indica não conseguiram lembrar da carga dos íons para assim, por exemplo, perceberem que o Cu^{2+} se neutralizaria com dois íons OH^- , ficando assim a equação não balanceada.

Ao mesmo tempo, nota-se que, embora tenham que ensinar Química no futuro, B2 confessa sua dificuldade para compreender alguns conceitos específicos, corroborando a defesa por ampliar a formação em Química dos alunos de Ciências Biológicas.

3) *Compare a massa inicial (dos reagentes) com a final (dos produtos) e forneça uma explicação para tal fato.*

Para B1, *“A massa será diferente, pois utiliza um sistema aberto”*. B3, justifica que *“A massa será diferente nos produtos porque a reação formará gás oxigênio que será disperso no ambiente por não ser um sistema fechado”*. Já B2 explica que *“Como não é uma reação que há liberação de gás e segundo a hipótese de Lavoisier, não há perda, nem criação de nada, mantendo assim a massa inicial e final desta reação”*.

Nota-se que a resposta de B1 leva em conta a realização do experimento em um sistema aberto, mas esta licencianda não consegue perceber que nessa precipitação não há liberação e/ou absorção de gás, o que faria a massa variar. Isso também é observado por B3, quando aponta que formará gás oxigênio que será disperso para o meio o que acarretará em uma massa diferente.

Tanto B1 quanto B2 demonstram pouco conhecimento acerca das transformações Químicas em questão, apesar de serem exemplos comuns presentes em livros didáticos do

Ensino Médio. Em contrapartida, B2 percebe que não há liberação de gás, o que acarreta a manutenção da massa inicial.

No experimento 2, havia a liberação de gás pela reação de bicarbonato de sódio com vinagre. Portanto, a massa final do sistema é menor que a massa inicial devido ao desprendimento de gás carbônico, visto que o experimento foi realizado em sistema aberto. As questões usadas para a discussão foram:

4) *O que pode ser observado após a realização da mistura vinagre com bicarbonato de sódio? Por quê?*

(Fala 34, encontro 3) – B1, B2 e B3: *“Libera gás.”*

(Fala 35, encontro 3) – B2: *“Forma espuma.”*

(Fala 36, encontro 3) – B3: *“Tem efervescência.”*

(Fala 40, encontro 3) – B2: *“Esse é mais legal.”*

(Fala 46, encontro 3) – B1: *“Essa equação é difícil de balancear.”*

(Fala 47, encontro 3) – B3: *“Por que ocorre a efervescência? O vinagre é um ácido e o bicarbonato é um sal. Será que sempre que mistura sal com ácido gera efervescência?”*

(Fala 48, encontro 3) – B1: *“Eu não sei não.”*

(Fala 49, encontro 3) – B3: *“É em um momento deste que me pergunto como eu faria se fosse pra dar uma aula no 9º ano do ensino fundamental?”*

(Fala 50, encontro 3) – B1: *“Eu não iria dar aula. Eu iria assistir umas coisas sobre antes.”*

(Fala 51, encontro 3) – B3: *“Daria trabalho teria que estudar muito pra aprender.”*

(Fala 52, encontro 3) – B2: *“Teria que estudar.”*

(Fala 53, encontro 3) – B1: *“Teria que pegar uma referência e aprender, estudar muito pra conseguir explicar.”*

(Fala 54, encontro 3) – B2: *“Como você fez B1?”*

(Fala 55, encontro 3) – B1: *“Eu juntei tudo, aí esse aqui iria ficar sobrando, também acho que ele não é amiguinho de ninguém.”*

(Fala 56, encontro 3) – B2: *“Nossa, escrevi uma coisa muito louca.”*

(Fala 57, encontro 3) – B1: *“Eu coloquei aqui, juntei com esse aqui do início, só que tem outro igual a ele, ah não, mentira, vou ter juntar com algum H, com esse que sobrou aí adicionei mais um.”*

(Fala 58, encontro 3) – B2: *“Aqui não forma NaOH, não?”*

(Fala 59, encontro 3) – B1: *“Eu não sei nada disso.”*

(Fala 60, encontro 3) – B3: *“Libera oxigênio.”*

(Fala 61, encontro 3) – B1: *“Deve ser liberado. Então não sei fazer esse trem não. Vou deixar em branco.”*

(Fala 62, encontro 3) – B3: *“Então se o oxigênio é liberado ele deve ficar sozinho na equação.”*

(Fala 64, encontro 3) – B1: *“Acho que preciso de um intensivo de equação Química.”*

(Fala 67, encontro 3) – B1: *“Como vou deixar o oxigênio sozinho ele está aqui em três lugares.”*

(Fala 72, encontro 3) – B3: *“Eu adorava balanceamento, era boa, mas a gente aprende em uma disciplina e depois não vê mais. Aí eu acho que esqueci. Eu fiz*

bioQuímica depois, não usei mais balanceamento. Têm uns dois anos que não vejo balanceamento, porque a gente não usa isso nos outros períodos.”

(Fala 74, encontro 3) – B3: “Aí quando vamos pra sala de aula, tem que pegar o plano e rever tudo que você não lembra, estudar tudo de novo.”

(Fala 75, encontro 3) – B2: “Eu só aprendi a distribuição eletrônica, a aula de balanceamento eu acabei faltando de aula. Eu aprendi distribuição eletrônica, mas hoje eu já não sei como faz.”

(Fala 76, encontro 3) – B1: “Eu lembro que na época eu estudei umas coisas, mas balanceamento mesmo, eu faltei na aula. Eu fiz aqui mas não deve estar certo.”

(Fala 77, encontro 3) – B2: “Isso é bom, porque mostra que a gente não sabe fazer, e que o sistema é falho.”

(Fala 78, encontro 3) – B1: “Mas como faz pra lembrar depois de tanta coisa que aprendemos?”

(Fala 79, encontro 3) – B3: “A graduação é falha, não vamos lembrar tudo que aprendemos depois de 4 anos e meio de curso, por isso que o legal é que a graduação nos ensine a buscar informações.”

Para B1, “a massa do produto foi menor do que a massa dos reagentes. Ocorreu uma efervescência e algumas moléculas foram perdidas com a adição do ácido”. Observa-se que B1 reconhece que há efervescência, formando um gás e que este é liberado para o meio. Assim, recorre ao mesmo argumento utilizado para justificar suas ideias na questão anterior.

Da mesma forma, para B2, “ocorreu uma efervescência e conseqüente liberação de gases devido à reação, diminuindo a massa final em comparação à inicial”. No mesmo sentido que B1, B2 também observa a efervescência e conseqüente formação de gás e embora não diga que o sistema está aberto e perdendo massa, consegue perceber que o gás “escapa” e a massa medida é menor.

Já B3 apontou a efervescência: “ocorre efervescência, a mistura de um ácido e um sal produz efervescência e liberação de O_2 ”. Todavia, não diz nada a respeito da conservação da massa ou se há uma diminuição da massa no sistema aberto.

5) Escreva a equação envolvida no experimento. As respostas obtidas estão no Quadro 22 a seguir.

B1	B2	B3
$NaHCO_3 + CH_3COOH \rightarrow$	$2NaHCO_3 + CH_3COOH \rightarrow 2NaOH + H_2O + NaHCO_3 + CH_3COOH \rightarrow NaOH + C_4H_4 + CO_2$	
	$\begin{matrix} Na = 2 \\ C = 8 \\ H = 6 \end{matrix}$	

Quadro 23: Representação da equação envolvida no experimento 2.

Assim, pode-se verificar que B1, também nessa oportunidade, não conseguiu escrever a equação Química ocorrida no experimento. B2 tentou escrever, pode-se observar em sua

resposta que essa licencianda se preocupou até com a quantidade de átomos presentes. B3 também tentou escrever a equação Química correspondente, mas, no entanto, não representou de forma correta.

6) *Compare a massa inicial (dos reagentes) com a final (dos produtos) e forneça uma explicação para tal fato.* As respostas obtidas foram:

“A massa será diferente, pois como utilizou-se um sistema aberto e a reação libera gás (efervescência) algumas moléculas serão perdidas. Assim, a massa não será a mesma que a inicial” (B1);

“Por não estar num sistema fechado, haverá diferença nos valores da massa inicial e final, sendo a massa final menor, pois ocorre liberação de gás” (B2);

“A massa final será diferente da massa inicial, porque haverá liberação de gás oxigênio no momento da efervescência” (B3).

Pode-se notar que as três participantes possuem uma ideia clara que há liberação de gás, e como o experimento foi realizado em um sistema aberto há perda de massa.

No experimento 3, havia a reação com o gás oxigênio do ar, pela combustão de uma palha de aço e a massa final ficava maior que a massa inicial devido ao gás oxigênio reagido na combustão. Uma hipótese foi levantada por B3: *“Acho que vai sobrar só um restinho dela (palha de aço). Não sei”* (Fala 81, encontro 3), indicando que não conhecia esse experimento.

7) *Escreva a reação envolvida, corretamente balanceada.* As respostas estão no Quadro 23.

B1	B2	B3
Não representou	$\text{Fe} + \text{O} \rightarrow \text{FeO}$	$\text{Fe} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe} + \text{O}_2$

Quadro 24: Representação da equação envolvida no experimento 3.

Em seguida, transcrevemos os diálogos ocorridos durante a realização da tarefa:

(Fala 83, encontro 3) – B1: *“Qual é a fórmula da palha de aço?”*

(Fala 86, encontro 3) – B2: *“Ferro e aço.”*

(Fala 87, encontro 3) – B3: *“Não faço ideia. Pode colar da internet a fórmula?”*

(Fala 88, encontro 3) – B1: *“Eu sei que junta com o oxigênio, mas o que junta não sei.”*

(Fala 89, encontro 3) – B3: *“É um metal, mas qual eu não sei.”*

(Fala 91, encontro 3) – B2: *“Ferro que reage com oxigênio?”*

Novamente, percebe-se aqui a dificuldade em escrever uma equação Química, principalmente por B1. No entanto, embora representado de forma errada B2 e B3 identificaram que na palha de aço o principal componente é o ferro, mesmo que para B3, aparentemente a reação não ocorreu.

8) *Com os dados obtidos, o que pode ser observado?*

De acordo com B1, *“Observa-se que durante a combustão, o reagente agrega-se ao oxigênio formando um novo produto”*. Já B2, apontou uma falha na balança *“Não foi possível realizar o experimento de forma adequada, devido à balança não registrar as casas decimais. Mas, em teoria, a massa deveria aumentar pela absorção de oxigênio durante a reação”*. E para B3 *“Pode ser observado um aumento da massa final em relação à inicial”*.

9) *Proponha uma explicação para esse experimento.*

Assim para B1, *“No momento em que a esponja de aço entra em combustão, o oxigênio é absorvido provocando um aumento na massa”*. E para B2, *“Aumentou-se a massa devido à necessidade de oxigênio para a combustão, que foi encontrado no ambiente já que não estava num sistema fechado”*. Já para B3 *“A reação de combustão da palha de aço libera faíscas, provenientes da queima de metais, no caso ferro e oxigênio”*. Pode-se observar que B3 demonstra mais dificuldade em compreender que houve uma combustão e que, para tal, houve uma reação com o oxigênio presente no ar.

10) *Ainda para a queima da palha de aço, prediga a massa inicial (dos reagentes) com a final (dos produtos) e forneça uma explicação para tal fato.*

“Acredito que a massa não será a mesma que a inicial, com a combustão os reagentes sofrerão alteração e a massa do produto será maior. O calor “expande” as moléculas” (B1);

“O valor da massa final será maior que da inicial devido à combustão, que somará o oxigênio na reação, já que não foi feita em sistema fechado” (B2);

“A massa final será menor, pois durante a combustão são liberados gases para a atmosfera” (B3).

Diante das respostas para esse conjunto de perguntas referentes à queima da palha de aço, pode-se elencar algumas observações. As participantes tiveram dificuldades em utilizar a linguagem Química, seja na representação de um elemento ou de uma substância seja na utilização de uma equação Química. Além disso, demonstraram certa confusão entre o fenômeno e as explicações submicroscópicas.

Após a realização dos experimentos, para a discussão e melhor entendimento dos textos sugeridos no encontro anterior para leitura, foi aplicada uma atividade contendo algumas questões referentes aos textos:

(Fala 98, encontro 3) – B2: *“O texto que eu mais gostei foi o da história da ciência.”*

(Fala 100, encontro 3) – B2: *“Temos a filosofia da ciência na grade curricular. Que fala mais sobre o que falou no texto. Eu achei bom, gostei, a leitura é fácil.”*

11) *Considerando os modelos para o átomo, qual o professor deve ensinar? Por quê?*

Para B1, *“O professor deve passar pelos principais modelos, de modo que os alunos compreendam e associem a composição do átomo e a solução do pensamento científico”*. Pode-se inferir que B1 não incorporou as orientações trazidas pelos textos lidos, visto que nas palavras de Melo e Lima Neto (2013, p.114),

Ressaltamos que o modelo atômico não é uma descoberta, mas sim uma criação científica, que é utilizada para explicar e prever o comportamento macroscópico da matéria. Todo modelo, criação científica, vem apoiado em experimentos, simulações e cálculos matemáticos e, enquanto explicar e prever fenômenos, ele é aceito. No entanto, quando determinados fenômenos não forem mais justificados ou previstos por um determinado modelo, faz-se necessário a adequação do modelo existente. (MELO; LIMA NETO, 2013, p.114).

Já B2 argumenta que:

“O professor deve ensinar os modelos conforme a demanda, porque, mesmo que o modelo Rutherford-Bohr seja o mais “completo”, não deve-se impor este modelo aos alunos, deve-se mostrar a construção da ideia dos modelos simultaneamente à determinados conteúdos. Iniciar com Dalton, por exemplo, ensinando ideias bases para a construção do conhecimento em Química e seguir a complexidade conforme foram sendo contestados e reformulados os modelos”

Na mesma perspectiva, B3 explica que *“O professor deve ensinar um modelo que tenha relação com os conteúdos seguintes”*. Concordando com as falas de B2 e B3, Melo e Lima Neto (2013, p.114) apontam que, por exemplo: *“É necessário então ter muito claro como serão abordadas ligações Químicas e interações eletrostáticas para que se possa avaliar o modelo mais adequado a ser adotado”*.

12) *Em sua opinião, como a abordagem da História da Ciência pode contribuir para o letramento científico, no ensino de modelos atômicos?*

B1 acredita que *“A história mostra como os modelos foram pensados e construídos. Ao entender como o pensamento evolui e como a teoria foi feita, acredito que o aluno compreenda melhor o modelo”*. Ao mesmo tempo, B2 aponta que:

“Mostrar aos alunos que a Ciência não é algo fixo e incontestável a partir dos modelos atômicos torna-se ideal com os questionamentos aos alunos, incitando suas dúvidas e provocando inquietações, que os farão observar e pesquisar, entendendo assim, a ideia de hipóteses, testes, reformulações e modelos, por exemplo”.

Já B3 acredita que *“A abordagem histórica traz para os alunos, a visão que eles precisam ter sobre como a ciência foi desenvolvida e suas limitações, assim, eles podem entender esses modelos”*.

Neste sentido, Melo e Lima Neto (2013) alertam que:

Percebemos, na maioria dos livros didáticos, seleções de ocorrências históricas nas quais as conexões necessárias para justificar a discussão dos diversos modelos atômicos não ficam claras. A consequência desse recorte é a conclusão de que um modelo substitui o outro, sendo o anterior pior que o posterior, fazendo o aluno questionar o porquê de não se aprender apenas o modelo correto ou modelo padrão. Talvez fosse importante adotar uma abordagem histórica na qual o estudante percebesse que não há um modelo correto, mas sim leituras diferentes dos mesmos fenômenos macroscópicos, mostrando o caráter dinâmico da Química. (MELO; LIMA NETO, 2013, p.114).

13) Comente as dificuldades de Ensino e Aprendizagem dos modelos atômicos.

Para essa questão, foram dadas as seguintes respostas:

“Dificuldade do aluno compreender ideias e aquilo que não pode ver. Geralmente os alunos tendem a associar o modelo a alguma imagem e podem apresentar dificuldade em compreender algo novo que não pode ser visto” (B1);

“É deveras difícil explicar como supõe-se que seja um átomo, já que não há de fato como comprovar, assim explicar aos alunos a evolução deste conceito, também se faz difícil escolher um modelo para se aplicar e trabalhar em sala que seja correspondente ao real” (B2);

“A maior dificuldade é o fato de o átomo ser um conceito abstrato, sem comprovação quanto à veracidade de seu modelo. Além disso, também é um fator limitante o fato de não possuir uma aplicação prática no cotidiano dos alunos” (B3).

Tendo em vista que um dos objetivos pelo curso foi alcançado, que seria mobilizar os futuros professores para repensar alguns conceitos básicos de Química que fazem parte do currículo do Ensino Fundamental, percebe-se que ainda seriam necessários novos estudos para que as participantes demonstrassem pleno domínio ou, pelo menos, maior segurança acerca dos temas discutidos até o momento.

Assim, para o próximo encontro, o tema central da discussão seria ligações Químicas e para dar início às discussões de ligações Químicas e verificar o que sabiam sobre ligações Químicas, foi solicitado que elaborassem uma sequência didática contendo 10 aulas sobre o tema ligação Químicas. Inesperadamente, as participantes demonstram uma dificuldade didática, como é possível observar por suas falas:

(Fala 103, encontro 3) – B1: *“Como assim uma sequência didática?”*

(Fala 104, encontro 3) – B3: “Seria dez formas diferentes de se ensinar ligação Química, certo?”

(Fala 109, encontro 3) – B3: “Mas como você quer que escrevamos essas aulas?”

(Fala 111, encontro 3) – B1: “Eu não me lembro de ter feito um plano de aula.”

(Fala 112, encontro 3) – B3: “Eu fiz uma vez só.”

(Fala 116, encontro 3) – B1: “Então, eu terei que elaborar um plano de aula pra cada aula?”

(Fala 117, encontro 3) – B3: “Vamos supor que eu quero trabalhar um jogo, aí eu tenho que anexar na sequência o jogo.”

(Fala 119, encontro 3) – B1: “E como assim avaliação? É avaliação para os alunos?”

(Fala 121, encontro 3) – B1: “Eu fiz uma vez só o plano. Eu acho que foi no estágio.”

Diante do estranhamento demonstrado por B1 e B3, pode-se inferir que também a preparação didática merece maior cuidado na formação de professores. Assim, uma relação mais estreita com a prática docente parece ser necessária desde o começo do curso, de modo que facilite ver a sala de aula, assim como suas características como objeto de estudo constante para o futuro professor.

Em seguida, aplicou-se uma atividade contendo oito questões sobre o tema. A primeira questão foi: *É possível encontrar na natureza os átomos isolados, isto é, sozinhos? Faça um desenho que represente sua ideia.* A resposta de B1 está reproduzida na Figura 4:

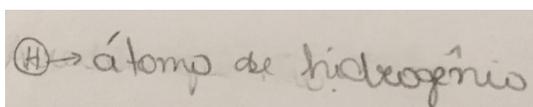


Figura 4: Desenho representando o átomo encontrado na natureza – B1.

B1 parece não levar em conta a estabilidade das substâncias, visto que não se preocupa em representar um átomo que, de fato, ocorra isoladamente na natureza, como se qualquer átomo tenha condições para tal.

Para B2, “É possível encontrar tanto átomos sozinhos quanto moléculas no ar”. O desenho de B2 está na Figura 5.

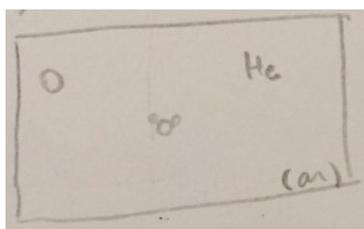


Figura 5: Desenho representando o átomo encontrado na natureza – B2.

Na figura de B2, observa-se a representação do símbolo do elemento hélio (He), uma representação que pode indicar a molécula de água e uma representação do átomo de oxigênio. Nesse caso, a participante tentou representar o ar, identificando seus componentes. Percebe-se que, existem confusões tanto nas representações quanto na compreensão acerca das substâncias e das composições.

Já para B3 “*Os gases nobres se mantêm isolados*”. E seu desenho está reproduzido na Figura 6.

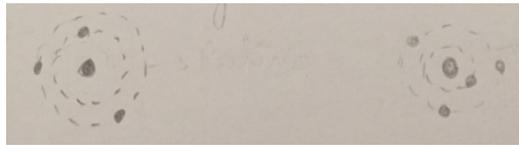


Figura 6: Desenho representando o átomo encontrado na natureza – B3.

Na segunda questão foi solicitado que representassem a molécula de água. No Quadro 24 estão as respostas.

B1	B2	B3

Quadro 25: Representação da molécula de água.

É interessante notar que foram utilizadas diferentes representações. Destacam-se a de B1, em que parece haver uma ligação entre os dois átomos de hidrogênio e a de B3, na qual aparecem duas cargas positivas e uma carga negativa. Ambos os casos demonstram pouco cuidado com a linguagem representacional.

Já na terceira questão, foi pedido que citassem exemplos de compostos ou substâncias contendo dois ou mais átomos diferentes. Assim, B1 citou “*Água: 2 átomos de hidrogênio e 1 de oxigênio. NaCl contém átomos diferentes*”. B2 citou “*H₂O (água), NaCl (cloreto de sódio – sal), H₂SO₄ (ácido sulfúrico), NaOH (hidróxido de sódio)*” e B3 “*Ácido sulfúrico H₂SO₄, cloreto de sódio NaCl*”.

Na quarta questão, solicitou-se que contassem como explicariam o fato de os átomos se ligarem. Para B1 “*Os átomos se unem através de ligações, funciona pela atração dos elementos e de suas cargas*”. Neste mesmo sentido, B3 descreve que “*Eles se ligam devido às cargas elétricas, no caso, da água, o oxigênio perde dois elétrons, que são utilizados pelos*

dois átomos de hidrogênio”. Já para B2 ocorre “Devido à Teoria do Octeto, o átomo só se estabilizará quando obtiver oito elétrons na camada de valência, como os gases nobres, caso contrário continuará reagindo com tal objetivo”.

Para a quinta questão, perguntou-se: *O que mantém os átomos unidos uns aos outros? Explique utilizando um desenho.* Para B1, o que mantém os átomos unidos são as ligações como podemos observar na Figura 7, a seguir. Um fato interessante, é que nesta representação B1 fez de forma correta a molécula de água, o que não fez quando solicitada na segunda questão.

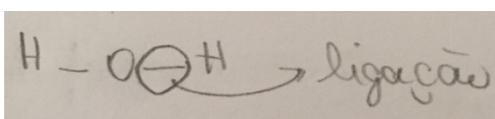


Figura 7: Representação de como os átomos se mantêm unidos – B1.

Já B2 somente afirmou: “Não sei ao certo” e, portanto, não fez representação por meio de desenhos. Para B3 também as ligações são responsáveis por deixar os átomos unidos, como podemos observar na Figura 8, a seguir:

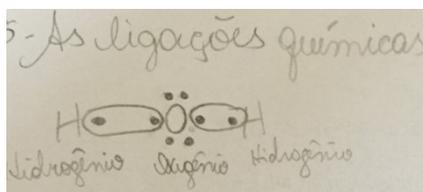


Figura 8: Representação de como os átomos se mantêm unidos – B3.

Na sexta questão, solicitou-se que representassem, por meio de estruturas, a água e o cloreto de sódio (sal de cozinha), sendo uma estrutura para cada. Além disso, deveriam explicar as diferenças nas suas ligações.

B1 apenas representou a fórmula estrutural, não fazendo explicação das diferenças nas suas ligações, como que podemos verificar na Figura 9:

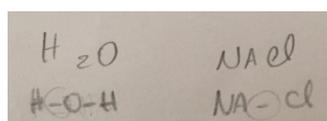


Figura 9: Representação das estruturas da água e do cloreto de sódio – B1.

O traço usado por B1, para indicar a ligação presente entre o sódio (Na) e o cloro (Cl), é um traço usado, em Química, para representar ligação covalente e não ligação iônica que, dadas as características dos átomos em questão, é a que provavelmente ocorre.

Para B2, “Na água ocorre ligação de hidrogênio, enquanto no cloreto de sódio ocorre uma ligação iônica”. As representações de B2 estão na Figura 10.



Figura 10: Representação das estruturas da água e do cloreto de sódio – B2.

Já B3, representou e explicou conforme observamos na Figura 11:

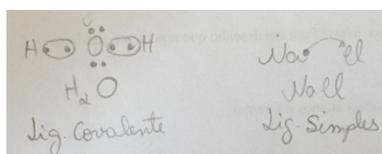


Figura 11: Representação das estruturas da água e do cloreto de sódio – B3.

Pode-se verificar que tanto B2 e B3, representaram a ligação covalente da água e a ligação iônica para o cloreto de sódio, embora B3 tenha considerado a ligação iônica como sendo ligação simples, o que poderia ser identificado como erro de nomenclatura, mas poderia ser interpretado também como erro conceitual, visto que, nesse caso, existe o estabelecimento de uma rede cristalina, na qual a interação entre os íons se dá ao redor de cada íon, não podendo ser considerada simples.

Para B2, há uma confusão para a ligação presente na água embora represente de forma a entender que se trata de uma ligação covalente, devido ao traço presente entre hidrogênio (H) e oxigênio (O), ao explicar, esta participante faz confusão ao citar a ligação covalente como sendo ligação de hidrogênio, esta por sua vez, sendo um tipo de interação intermolecular.

Na sétima questão, perguntou-se se sabiam quais são os tipos de ligações existentes, além disso, deveriam citar e explicar cada uma. As respostas escritas fornecidas foram:

“Iônica – quando os íons se ligam. Pode ocorrer por atração de cargas elétricas. Metálica – Quando ocorre ligação entre metais” (B1);

“Iônica – doa-se elétrons, fraca. Covalente – compartilhamento de elétrons. Metálica – Compartilhamento de elétrons entre metais. De hidrogênio – a mais forte, entre hidrogênio e demais elementos” (B2);

“Ligação simples – Um átomo doa elétrons para outro. Ligação covalente – Dois átomos compartilham elétrons. Ligação metálica – Compartilhamento de elétrons entre metais, de forma que quando ambos se juntam, formam uma liga” (B3).

Já na oitava questão, foi solicitado que fizessem a estrutura mostrando as ligações para as seguintes substâncias: SO_2 , SO_3 e Al.

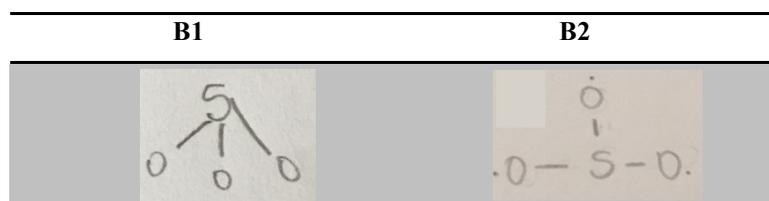
B3 não representou nenhuma estrutura.

Para o SO_2 , as estruturas estão reproduzidas no Quadro 25:



Quadro 26: Estruturas para a molécula de SO_2 – Alunas B1 e B2.

Para a estrutura do SO_3 , foram obtidas as estruturas apresentadas no Quadro 26:



Quadro 27: Estruturas para a molécula de SO_3 – B1 e B2.

Já, para o Al (alumínio), apenas B1 representou o modo como compreende a sua estrutura. Como pode-se observar na Figura 12, a seguir:

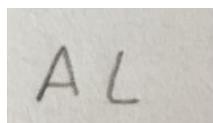


Figura 12: Representação da estrutura da molécula de alumínio – B1.

5.4.4 - 4º encontro – As ligações Químicas

Nesse encontro, seria feita a discussão da sequência didática sobre ligação Química, no entanto, apenas a licencianda B3 fez. Além disso, apenas B1 e B3 compareceram ao encontro, onde se trabalhou o conteúdo de ligações Químicas, lembrando todos os tipos de ligações, suas aplicações e características dos compostos de cada ligação.

Para isso, discutiu-se a regra do octeto presente em muitos livros didáticos quando o assunto é ligação Química, tanto do ensino fundamental como ensino médio, de modo a fazer refletir sobre como os conteúdos presentes nos livros didáticos são resumidos, resultando em construções mentais incoerentes e, muitas vezes, dificultando a aprendizagem de conceitos.

5.4.5 - 5º encontro – Distribuição eletrônica e transformações Químicas

Este encontro foi atípico quando comparado aos demais, pois apenas uma participante compareceu. Entretanto, a proposta planejada foi desenvolvida, ainda que pecasse pela falta de discussão entre as participantes.

No encontro foi discutido o uso da distribuição eletrônica, bem como a sua aplicação, tema este que já havia sido questionado por B3, onde a mesma disse, no encontro anterior, que tinha dificuldade em entender o uso e os conceitos presentes neste conteúdo. Nesse sentido, concordamos com o que Milaré, Marcondes e Rezende (2014) ressaltam em seus estudos sobre distribuição eletrônica, pois:

a distribuição eletrônica e a previsão de formação de moléculas pela regra tornam-se atos mecânicos, em que os alunos baseiam-se na memorização dos esquemas em detrimento de um aprendizado mais efetivo e significativo. (MILARÉ; MARCONDES; REZENDE, 2014, p.08).

Assim, fez-se uma discussão rápida sobre o tema tentando mostrar que não é assim tão importante para ser abordado nas salas de aula do Ensino Fundamental, visto que não impossibilita o aluno de prosseguir seus estudos. E, para finalizar, B3 foi questionada sobre qual a função de se estudar a distribuição eletrônica para os átomos:

“Estudando a distribuição eletrônica é possível obter diversas informações a respeito do elemento, sua localização na tabela periódica, pode-se verificar se ele é um cátion ou um ânion e determinar se é um elemento representativo ou de transição”

Concordando com a fala dessa aluna onde é possível pensar na aprendizagem de distribuição eletrônica com o objetivo de compreender a organização em grupo e período de determinado elemento na tabela periódica. Todavia, Sartunino, Ludovico e Santos (2013) alertam que:

O maior desafio no ensino da tabela periódica é fazer com que os alunos compreendam os conteúdos sem apenas decorá-los, e é o que acontece com a localização dos elementos na tabela. O estudante tem dificuldade de relacionar

distribuição eletrônica e camada de valência de um elemento ao seu grupo e período na tabela, sendo assim, o que acabam fazendo é apenas decorar. (SARTUNINO, LUDOVICO; SANTOS, 2013, p.175).

Em seguida, mudando o assunto tema do encontro, discutiu-se sobre as transformações Químicas que envolvem trocas de energia, utilizando conceitos de termoquímica e cinética Química. Para isso, fez-se alguns questionamentos, como: *Por que o cozimento dos alimentos numa panela de pressão é mais rápido do que numa panela comum?* Pergunta essa que não foi respondida.

(Fala 36, encontro 5) – B3: *“Eu respondi tudo, só essa da panela de pressão que eu não sei.”*

(Fala 40, encontro 5) – B3: *“Ela aumenta a pressão dentro do sistema.”*

(Fala 56, encontro 5) – B3: *“É controverso demais. Porque demora mais pra chegar a 100°C do que a 80°C, mas cozinha mais rápido a 100 °C. Por isso é controverso.”*

Também perguntou-se: *Por que o carvão em brasa, numa churrasqueira, quando abanado fica mais incandescente?* E a resposta foi: *“Porque a combustão necessita de oxigênio para ocorrer. E o ato de abanar injeta mais oxigênio no sistema, favorecendo a queima da brasa”*. Observa-se que a aluna compreende que não há combustão sem a presença do oxigênio como comburente da reação, e continua: *“É que pra ter combustão precisa de oxigênio, e quando se abana fornece mais oxigênio. Quando se abana, estamos cedendo oxigênio para que a reação ocorra, então aumenta a combustão”* (B3, Fala 58, encontro 5).

E, por que um pedaço de palha de aço em cima da pia enferruja mais rapidamente do que o prego com a mesma massa e nas mesmas condições?

A participante responde: *“Eu acredito que seja devido à superfície de contato [...]Porque a superfície da palha é maior que a do prego”* (B3, Fala 60, encontro 5).

Capítulo 6

6 Considerações finais

É preciso salientar que, embora esses futuros profissionais estudem conceitos relacionados à Química, ainda que de forma superficial e logo no início do curso, são eles os responsáveis por lecionar a disciplina de Ciências da Natureza no Ensino Fundamental. Tendo em vista os dados analisados nessa pesquisa, pode-se inferir que se faz necessária uma mudança na formação dos professores de ciências para que seja viabilizado o desenvolvimento de um processo significativo de ensino-aprendizagem para os conceitos da Química.

Tal modificação, de um lado poderia ser realizada na estrutura curricular dos cursos de Ciências Biológicas, o que demandaria política pública interessada na inclusão de maior carga horária de Química. De outro, seria a ruptura com a lógica da racionalidade técnica na prática dos professores universitários, visto que, ainda predomina, na graduação, um ensino bastante descontextualizado e pouco interdisciplinar. Por fim, entendendo que tais mudanças somente podem se processar em longo prazo, almeja-se que os envolvidos percebam a necessidade de tempo e dedicação a cursos de formação continuada, como meio de ampliar conhecimentos e realizar processos metacognitivos, estabelecendo as bases para a concepção de um professor mais reflexivo.

A pesquisa realizada trouxe dados que levam à reflexão sobre as dificuldades enfrentadas pelos egressos dos Cursos de Ciências Biológicas para planejarem e desenvolverem atividades para o ensino de conceitos específicos da Química, no Ensino Fundamental, tais como modelos atômicos, ligações químicas e transformações químicas.

Com base em todas as discussões feitas nessa investigação, compreendeu-se que, em muitos casos, o ensino de Ciências da Natureza é ineficiente para que os estudantes possam compreender diversos conceitos básicos relacionados à Química. Todavia, a aprendizagem desses conceitos tem se revelado importante tanto para a compreensão do mundo quanto para estabelecer uma base para estudos posteriores, no Ensino Médio. Sendo assim, torna-se evidente a necessidade de reformulação da maneira com a qual os conceitos da Química estão sendo abordados na educação básica.

Tendo em vista que, de acordo com as orientações curriculares oficiais, a disciplina de Ciências da Natureza requer uma abordagem que abranja a Química, a Física, a Astronomia, a

Geociência, além da Biologia, espera-se que o professor tenha uma formação que o capacite para tamanho desafio. Todavia, pelo levantamento realizado, percebeu-se que, pelo menos em Química, não há um aprofundamento conceitual, dentro dos próprios cursos de graduação em Ciências Biológicas, que possibilite uma atuação mais autônoma durante a docência.

Através da presente investigação, verificou-se que as disciplinas de Química mais estudadas pelos futuros professores de Ciências da Natureza são: Química Geral, onde algumas universidades oferecem prática e teoria separadamente e em outras aparecem juntas, dividindo a mesma carga horária. Outra disciplina que consta em muitas universidades é a Química Orgânica, além de Bioquímica, que também aparecem divididas em teoria e prática, algumas universidades até oferecem Bioquímica I e II, o que é interessante já que essa possui uma ementa extensa e difícil de ser estudada em um único período e essa divisão entre teoria e prática acaba reduzido a carga horária ainda mais.

Observamos também que os conteúdos relacionados à Química são normalmente aprendidos logo no início do curso de graduação. Momento esse, em que o aluno se encontra muito imaturo e com conflitos, até mesmo sobre a escolha da carreira correta, e isso pode influenciar no seu envolvimento com o curso. Nesse sentido, a pesquisa levantou algumas dificuldades relacionadas a conteúdos específicos de Química (modelos atômicos e estrutura da matéria, Lei de conservação de massas e Lei volumétrica, ligações químicas, distribuição eletrônica, transformações químicas, pilhas e baterias) de um grupo de licenciandas que participaram de um curso de extensão oferecido pela pesquisadora. Os dados coletados evidenciam que o conhecimento mobilizado pelas participantes do curso se assemelha ao nível de aprofundamento estudado na Educação Básica, dificultando maiores inferências acerca de explicações teóricas.

Diante disso, acredita-se que as aulas ministradas por essas futuras-professoras fiquem limitadas às informações trazidas, por exemplo, pelo livro didático. Além disso, como a formação inicial, no curso de Ciências Biológicas, privilegia a perspectiva biológica dos fenômenos estudados, acredita-se que haja maior tendência a ministrarem assuntos mais diretamente ligados aos aspectos biológicos do que às explicações Químicas ou físicas dos conteúdos ensinados.

Assim, a proposta de produto educacional, pensada a partir dessa pesquisa, tem a finalidade de fornecer ao professor de Ciências da Natureza um material que possibilite o desenvolvimento de conceitos específicos da Química, e que facilite assim, o processo de

ensino e aprendizagem. O tema do produto educacional é modelos atômicos, apontado como de difícil ensino e aprendizagem, por ser muito abstrato.

Aproveitando, deixo aqui minhas dificuldades em conseguir referenciais para darem melhor subsídio às discussões dos meus dados de pesquisa, sendo, portanto, necessárias mais pesquisas nessa área.

Referências Bibliográficas

AVIGO, H. F.; DOMINGOS, L. F.; SOUSA, J. J.; FEJES, M.; INFANTE- MALACHIAS, M. E. *Necessidades formativas dos novos professores de ciências: Reflexões a partir da palavra do professor em exercício*. In: VIII Congresso Nacional de Educação da PUCPR - EDUCERE, 2008, Curitiba. Curitiba: Pontifícia Universidade Católica do Paraná, 2008.
 BATISTA, F. R. *Química: Ensino Médio*. v. 1, Curitiba: Positivo, 2015.

BRASIL, Ministério da Educação, Conselho Nacional de Educação. **Parecer CNE/CES Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Ciências Biológicas 1.301/2001**. Brasília: 2001. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1301.pdf>>. Acesso em: 09 out. 2017.

_____. Ministério da Educação, Conselho Nacional de Educação. **Parecer CNE/CES 7/2002**. Brasília: 2002. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES07-2002.pdf>>. Acesso em: 13 jan. 2018.

_____. Ministério da Educação, Manual de Orientações Básicas PET. 2002. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/sesu/arquivos/pdf/PETmanual.pdf>>. Acesso em: 21 set. 2018.

_____. Resolução CNE/CP 1, de 18 de fevereiro de 2002. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena.

_____. Parecer CNE/CP nº 2/2015, aprovado em 9 de junho de 2015. Define Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial e Continuada dos Profissionais do Magistério da Educação Básica.

CARO, C. M.; PAULA, H. F.; SANTOS, M. B. L.; LIMA, M.E.C.C.; SILVA, N. S.; AGUIAR JÚNIOR, O.; CASTRO, R. S.; BRAGA, S. A. M. **Construindo Consciências: Ciências: 6º, 7º, 8º e 9º anos**. 1ª ed. São Paulo, Scipione, 2010/2009.

CARVALHO, W. L. P.; ALVES, J. A. P.; CAETANO, L. **Ciências para nosso tempo: 6º e 9º anos**. 1ª ed. Curitiba, Positivo, 2011.

CARVALHO, W. L. P.; GUIMARÃES, M. A. **Ciências para nosso tempo: 7º e 8º anos**. 1ª ed. Curitiba, Positivo, 2011.

CHASSOT, A. *Sobre prováveis modelos de átomos*. **Química Nova na Escola**, n. 3, p. 3, 1996.

CHAVES, L. M. M. P.; SANTOS, W. L.P.; CARNEIRO, M. H. S. *História da ciência no estudo de modelos atômicos em livros didáticos de Química e concepções de ciência. Química Nova na Escola*, v. 36, n° 4, p. 269-279, 2014.

COSTA, N. L. *A Formação do Professor de Ciências para o Ensino da Química do 9º ano do Ensino Fundamental – A Inserção de uma Metodologia Didática Apropriada nos Cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas. Dissertação* (Mestrado em Ensino de Ciências na Educação Básica). Duque de Caxias: Universidade do Grande Rio “Prof. José de Souza Herdy”. 77f, 2010.

EICHLER, M. L.; PINO, J. C. D. A produção de material didático como estratégia de formação permanente de professores de ciências. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 9, n. 3, p. 633-656, 2010.

FABRI, F.; SILVEIRA, R. M. C. F. O ensino de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental sob a Ótica CTS: uma proposta de trabalho diante dos artefatos Tecnológicos que norteiam o cotidiano dos alunos. *Investigações em Ensino de Ciências*. v. 18, n.1, p. 77-105, 2013.

FEITOSA, A.R.; LEITE, R. C. M. A formação de professores de ciências baseada em uma associação de companheiros de ofício. *Ensaio*, BH, v. 14, n.1, p. 35-50, 2012.
<https://doi.org/10.1590/1983-21172012140103>

FERREIRA, P. F. M.; JUSTI, R. S. Modelagem e o “fazer ciência”. *Química Nova na Escola*, n. 28, p. 32-36, 2008.

FRANÇA, A. C. G.; MARCONDES, M. E. R.; CARMO, M. P. C. Estrutura Atômica e Formação dos Íons: Uma Análise das Ideias dos Alunos do 3º Ano do Ensino Médio. *Química Nova na Escola*, v. 31, n. 4, p. 275-282, 2009.

FRAGAL, V. H.; MAEDA, S. M.; PALMA, E. P.; BUZATTO, M. B. P.; RODRIGUES, M. A.; SILVA, E. L. Uma proposta alternativa para o ensino de eletroQuímica sobre a reatividade de metais. *Química Nova na Escola*, v. 33, n. 4, p. 216-222, 2011.

GABINI, W. S.; DINIZ, R. E. S. A formação continuada, o uso do computador e as aulas de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental. *Revista Ensaio*. v.14, n. 03, p. 333-348, 2012. <https://doi.org/10.1590/1983-21172012140320>

GEWANDSZNAJDER, F. Projeto Teláris: Ciências, 6º, 7º, 8º e 9º anos. 2ª ed. São Paulo, Ática, 2015.

GONDIM, M. S. C.; MÓL, G. S. Saberes Populares e Ensino de Ciências: Possibilidades para um Trabalho Interdisciplinar. *Química Nova na Escola*, n. 30, p. 03-09, 2008.

LAJOLO, M. Livro didático: Um (quase) manual de ensino. Em *Aberto*, v. 16, n. 69, p. 40-49, 1996.

LIMA, V. M. R.; RAMOS, M. G.; HARRES, J. B. S.; DELORD, G. C. C. A reconstrução da prática docente de ciências por meio do Educar Pela Pesquisa: uma experiência dialógica envolvendo pesquisadores, professores, pais e estudantes. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. v. 15, n. 3, p. 476-500, 2016.

LIPPE, E. M. O.; BASTOS, F. *Formação inicial de professores de Biologia: fatores que influenciam o interesse pela carreira do Magistério*. In: BASTOS, F.; NARDI, R. (org) **Formação de Professores e Práticas Pedagógicas no Ensino de Ciências**. São Paulo: Escrituras, p. 81-101, 2008.

LOPES, E. T. Ensino-Aprendizagem de Química na Educação Escolar Indígena: O Uso do Livro Didático de Química em um Contexto Bakairi. **Química Nova na Escola**, v. 37, n. 4, p. 249-256, 2015. <https://doi.org/10.5935/0104-8899.20150046>

MAIA, J. O.; SÁ, L. P.; MASSENA, E. P.; WARTHA, E. J. O Livro Didático de Química nas Concepções de Professores do Ensino Médio da Região Sul da Bahia. **Química Nova na Escola**, v. 33, n. 2, p. 115-124, 2011.

MALDANER, O. A. A formação inicial e continuada de professores de Química: professor/pesquisador. Ijuí: Editora Unijuí, p. 46, 2000.

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

MILARÉ, T. *Ciências na 8ª série: da Química disciplinar à Química do cidadão*. **Dissertação** (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina. 280f, 2008.

MILARÉ, T.; ALVES FILHO, J. P. *A Química Disciplinar em Ciências do 9º ano*. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 1, p. 43-52, 2010.

MILARÉ, T.; MARCONDES, M. E. R.; REZENDE, D. B. Discutindo a Química do Ensino Fundamental Através da Análise de um Caderno Escolar de Ciências do Nono Ano. **Química Nova na Escola**, aluno em foco v. 36, n. 3, p. 231-240, 2014.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado da Educação. Ciências Ensino Fundamental: proposta curricular. Educação Básica. Belo Horizonte, 2007.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 191-211, 2003.

<https://doi.org/10.1590/S1516-73132003000200004>

NERY, A. L. P.; LIEGEL, R. M.; FERNANDEZ, C. Reações Envolvendo Íons em Solução Aquosa: Uma Abordagem Problematizadora para a Previsão de Equacionamento de Alguns Tipos de Reações Inorgânicas. **Química Nova na Escola**, n. 23, p. 14-18, 2006.

NUNES, A. O.; SANTOS, A. G. D.; ANJOS JUNIOR, R. H.; BARBOZA, M. L. B. M. *Química no Ensino Fundamental: Conhecimento dos Professores de Ciências*. **Periódico Tchê Química**. v.7, n. 13, p. 22-29, 2010.

PAREDES, G. G. O.; GUIMARÃES, O. M. Compreensões e Significados sobre o PIBID para a Melhoria da Formação de Professores de Biologia, Física e Química. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 4, p. 266-277, 2012.

PORTO, P. A.; QUEIROZ, S. L.; SANTOS, W. L. P. Desafios para a formação de professores de Química. **Química Nova na Escola**, v. 36, n. 4, p. 251, 2014.

<https://doi.org/10.5935/0104-8899.20140029>

PROVAZI, K.; ESPINOSA, D. C. R.; TENÓRIO, J. A. S. Metalurgia e materiais estudo eletroquímico da recuperação de metais de pilhas e de baterias descartadas após o uso. **REM: R. Esc. Minas, Ouro Preto**, v. 65, n. 3, p. 335-341, 2012.

RAMOS, R. C.; SILVA, H. S.; LOPES, J. A aprendizagem no ensino-aprendizagem das Ciências Naturais através de um método de aprendizagem cooperativa. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. v. 12, n. 2, p. 334-346, 2013.

SATURNINO, J. C. S. F.; LUDOVICO, I.; SANTOS, L. J. Pôquer dos Elementos dos Blocos s e p. **Química Nova na Escola**, v. 35 n. 3, p. 174-181, 2013.

SILVA, E. L.; MARCONDES, M. E. R. Materiais didáticos elaborados por professores de Química na perspectiva CTS: uma análise das unidades produzidas e das reflexões dos autores. **Ciênc. Educ.**, Bauru, v. 21, n. 1, p. 65-83, 2015.

SILVEIRA, D. T.; CÓRDOVA, F. P. *A pesquisa científica*, In: GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. (org) **Métodos de Pesquisas**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, p. 31-42, 2009.

SOUZA, A. N.; SILVA, S. A.; SILVA, R. M. A. Ações Reflexivas Na Prática De Ensino De Química. **Revista Ens. Pesqui. Educ. Ciênc.** (Belo Horizonte), v.15, n.1, p. 175-191, 2013.

<https://doi.org/10.1590/1983-21172013150111>

STANZANI, E. L.; BROJETTI, F. C. D.; PASSOS, M. M. As Contribuições do PIBID ao Processo de Formação Inicial de Professores de Química. **Química Nova na Escola**, V. 34 n. 4, p. 210-219, 2012.

TOBALDINI, B. G.; CASTRO, L. P. V.; JUSTINA, L. A. D.; MEGLHIORATTI. Aspectos sobre a natureza da ciência apresentados por alunos e professores de licenciatura em Ciências Biológicas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. v, 10, n. 3, p. 457-480, 2011.

VILLULLAS, H. M.; TICIANELLI, E. A.; GONZÁLEZ, E. R. Células a combustíveis energia limpa a partir de fontes renováveis. **Química Nova na Escola**, n. 15, p. 28-34, 2002.

ZANON, L. B.; PALHARINI, E. M. *A Química no Ensino Fundamental de Ciências*. **Química Nova na Escola**, n. 2, p. 15-18, 1995.

WARTHA, E. J.; FALJONI-ALÁRIO. A Contextualização no Ensino de Química Através do Livro Didático. **Química Nova na Escola**, n. 22, p. 42-47, 2005.

WARTHA, E. J.; SILVA, E. L.; BEJARANO, N. R. R. Cotidiano e Contextualização no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 2, p. 84-91, 2013.

Apêndice – Produto Educacional

Produto Educacional

O ensino de modelos atômicos: do macro ao micro

“O DOCE É DOCE POR CONVENÇÃO E O AMARGO É AMARGO POR CONVENÇÃO, O QUENTE É POR CONVENÇÃO, O FRIO POR CONVENÇÃO, A COR POR CONVENÇÃO; NA VERDADE NÃO EXISTE NADA ALÉM DOS ÁTOMOS E DO VAZIO.”

DEMÓCRITO

SUMÁRIO

1 Introdução.....	3
2 Objetivos.....	4
2.1 <i>Objetivo Geral.....</i>	4
2.2 <i>Objetivos Específicos.....</i>	4
2.3 <i>Justificativa.....</i>	4
3 Referencial Teórico.....	6
3.1 <i>Modelos Atômicos: Uma Proposta de um Novo Modelo Didático para o Ensino.....</i>	6
4 Organização da Proposta Didática.....	8
5 Desenvolvimento da Proposta Didática.....	9
5.1 – <i>Aula 1: Levantamento das Concepções Prévias dos Alunos.....</i>	9
5.2 – <i>Aula 2: Conceitos históricos – As primeiras ideias atômicas e a teoria dos quatro elementos.....</i>	11
5.3 – <i>Aulas 3 e 4: Leis ponderais.....</i>	13
5.4 – <i>Aula 5: Buscando explicações – Teoria do Flogístico.....</i>	15
5.5 – <i>Aulas 6 e 7: Identificando algumas propriedades dos materiais I.....</i>	18
5.6 – <i>Aula 8: Identificando algumas propriedades dos materiais II.....</i>	19
5.7 – <i>Aula 9: O modelo do átomo proposto por John Dalton.....</i>	21
6 Considerações Finais.....	24
7 Referências Bibliográficas.....	25
<i>Apêndice A – Atividade - aula 2.....</i>	26
<i>Anexo 1 – Experimento 1 - aula 3.....</i>	27
<i>Anexo 2 – Experimento 2 - aula 4.....</i>	28
<i>Anexo 3 – Experimento 3 - aula 5.....</i>	29
<i>Anexo 4 – Atividades – aula 5.....</i>	31
<i>Anexo 5 – Experimento 4 - aulas 6 e 7.....</i>	32
<i>Anexo 6 – Experimento 5 - aulas 6 e 7.....</i>	34
<i>Anexo 7 – Atividades - aula 8.....</i>	36
<i>Anexo 8 – Atividades – aula 9.....</i>	38

1 INTRODUÇÃO

A presente proposta didática é apresentada como produto educacional no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM), mestrado profissional da Universidade Federal de Uberlândia.

A ideia foi abordar “Modelos Atômicos” como tema central. Esse conceito foi escolhido porque acredita-se que “envolve a capacidade de ampliar nossa visão, a princípio restrita a um mundo percebido, em direção a um mundo concebido e construído” (MINAS GERAIS, 2007 p. 14).

Este material é destinado ao(a) professor(a) da Educação Básica para as aulas de Ciências da Natureza.

Assim, elaborou-se uma sequência composta por nove aulas. Com a escolha do tema, pretende-se possibilitar o envolvimento do aluno na sua realidade, com situações reais da sua vivência, o que contribui para um processo de ensino e aprendizagem mais desafiador. Onde, a partir do conhecimento do aluno, o professor começa a trazer outros significados, introduzindo conceitos científicos, aliados aos conhecimentos prévios. E para finalizar, o(a) professor(a) pode propor outras situações em que se aplicam os conhecimentos adquiridos. Caso o aluno consiga aplicar os conhecimentos em outras situações, pode-se inferir que houve aprendizagem significativa.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste material é promover o ensino de ciências da natureza, usando o tema *Modelos Atômicos*, considerado por muitos professores como de difícil ensino e aprendizagem, por ser bastante abstrato.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Reconhecer a importância do conhecimento prévio dos estudantes como elemento fundamental a ser considerado no processo de ensino e aprendizagem;
- Entender o mundo macroscópico e as transformações que nele ocorrem;
- Compreender os modelos teóricos que explicam os fenômenos que nos rodeiam;
- Analisar e compreender que é possível explicar as transformações químicas, utilizando a ideia de que todas as interações ocorrem no nível das partículas fundamentais, e que, de acordo com essa teoria, toda a matéria é constituída por essas minúsculas partículas.

2.3 JUSTIFICATIVA

A escolha do tema foi feita observando-se que o processo de ensino-aprendizagem sobre “modelos atômicos” é uma questão bastante problemática, por exigir do aluno um maior grau de abstração, já que contempla explicações no nível submicroscópico. Ao mesmo tempo, o ensino das Ciências da Natureza, no Ensino Fundamental, vem sendo alvo de estudos por muitos pesquisadores, pois mesmo tendo passado por diversas modificações ao longo dos anos, os cursos de formação de professores, especificamente em Ciências Biológicas, merecem ser repensados a fim de se chegar a um consenso, onde os processos de ensino aprendizagem prevaleçam como prioridade.

Tal argumento se sustenta, em parte, porque o ensino de Química, no Ensino Fundamental, tem se mostrado ineficiente para o estudante, pois na maioria dos casos, os conteúdos são estudados de forma isolada. Além disso, muitos professores não têm o devido conhecimento sobre conceitos básicos dessa ciência, o que dificulta o estabelecimento de relações entre diferentes conteúdos e a elaboração de atividades mais significativas.

Assim sendo, essa proposta didática tem o intuito de disponibilizar um material de apoio didático para o professor de ciências, de modo que o auxilie no desenvolvimento do tema em questão. Como as ideias acerca da constituição da matéria envolvem a dificuldade de percepção do mundo observável (fenômenos) a partir dos modelos explicativos no nível das partículas, buscou-se apresentar o modelo atômico de Dalton, utilizando fatos e objetos palpáveis do mundo real para, posteriormente, ser possível realizar a transferência para a escala submicro, não observável.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 MODELOS ATÔMICOS: PROPOSTA DE UM NOVO MODELO DIDÁTICO PARA O ENSINO

Talvez um dos temas mais complexos de se ensinar dentro da Ciência Química sejam os modelos atômicos. Dificuldades apresentadas, principalmente, por se tratar de algo não palpável, ou seja, explicações do mundo submicroscópico, elaboradas a partir de deduções e teorias que melhor se aplicam ao contexto histórico, na tentativa de entender melhor os fenômenos observados.

Aprender e ensinar modelos atômicos, além de ser difícil, pela impossibilidade da demonstração do mundo submicroscópico, exige do aluno uma maior capacidade de abstração. Somado a isso, existe a dificuldade de utilização de metodologias alternativas que possam despertar e aguçar o interesse dos alunos, deixando, portanto, as aulas com objetivos de reproduzir definições e, em muitos casos sem aplicação na vida do aluno. De acordo com essa prática, Silva, Machado e Silveira (2015) afirmam que:

[...] além de ser um tema de difícil contextualização e poucas possibilidades de realização de experimentos. Assim, torna-se um assunto que muitos estudantes não compreendem bem, não gostam e acabam por memorizar, porque muitas vezes não conseguem estabelecer relações com os outros tópicos da Química e outros contextos. (SILVA; MACHADO; SILVEIRA, 2015, p.107).

Nesse mesmo sentido, França, Marcondes e Carmo (2009), também apontam a abstração como uma dificuldade no ensino e na aprendizagem do assunto.

A estrutura do átomo é um tema que os alunos apresentam dificuldade de compreensão, dado que o nível de exigência para sua aprendizagem requer elevada capacidade de abstração, o que não é de se estranhar, uma vez que as ideias básicas sobre a teoria atômica, que surgiram em 1808 e 1810 com John Dalton, já descreviam a matéria composta por partículas muito pequenas para serem vistas, chamadas de átomos. (FRANÇA; MARCONDES; CARMO, 2009, p.275).

Para Campos e Silva (2004), especificamente sobre o modelo atômico de Dalton, que será abordado neste trabalho,

Na maior parte dos livros didáticos de Ensino Médio, o modelo atômico de Dalton é apresentado apenas através dos seus postulados, e pouca ou nenhuma relação é feita com as leis ponderais das reações químicas. Importantes correlações entre o universo macroscópico e o universo atômico, tais como a indestrutibilidade dos átomos ao longo de uma reação Química, de um lado, e a lei da conservação da matéria de Lavoisier, de outro, não são trazidas à tona. Perde-se, assim, uma

excelente oportunidade de discutir a própria estrutura metodológica da Química, transitando entre modelos, fatos e sua descrição. (CAMPOS; SILVA, 2004, p. 08).

A busca e a preocupação pelo uso de novas estratégias e metodologias para o ensino de conceitos químicos, que ajudem no aprendizado e despertem o interesse dos alunos, tem crescido nos últimos anos, e a tecnologia, sem dúvida, é um dos recursos mais utilizados, por ser muito comum na vida dos alunos como um todo. Assim, para Silva, Machado e Silveira (2015), uma dificuldade é garantir o interesse ativo dos alunos:

Quando nos propusemos a desenvolver atividades que incluíssem recursos multimídia, deparamo-nos com o desafio de fazê-lo de maneira a garantir a participação dos alunos de forma ativa, principalmente elaborando hipóteses e respondendo a questões. (SILVA; MACHADO; SILVEIRA, 2015, p.107).

Por outro lado, para França, Marcondes e Carmo (2009), a história da evolução dos modelos é algo importante que, na maioria dos casos, acaba sendo deixada de lado, buscando apenas definições

[...] os professores se esquecem que a superação das dificuldades na construção do conhecimento científico tem evolução histórica e apresentam aos alunos conceitos e modelos de forma pronta e acabada, como verdades incontestáveis”. (FRANÇA; MARCONDES; CARMO, 2009, p.275).

Outra importante estratégia seria a utilização de experimentos, como descrito por Campos e Silva (2004, p.08): “experimentos laboratoriais poderiam ajudar; porém, é preciso que conjuguem simplicidade e resultados de precisão satisfatória, de modo a serem executados facilmente por alunos do Ensino Médio”.

Nesse sentido, e visando a importância da utilização de diferentes estratégias metodológicas para o ensino, a presente proposta busca oferecer ao(a) professor(a) um material de apoio para o ensino de modelos atômicos, especificamente a parte introdutória do conteúdo, desde os primeiros filósofos e a teoria dos quatro elementos até a criação e proposição do modelo conhecido por Modelo Atômico de Dalton.

A proposta é uma sequência didática que se utiliza de diversos recursos metodológicos, com a finalidade de, partindo de conhecimentos que o próprio aluno já disponha, apresentar algo mais palpável, que possa deixar mais compreensível o assunto novo a ser introduzido. Ou seja, partindo do mundo macroscópico, buscar o entendimento do universo atômico.

4 ORGANIZAÇÃO DA PROPOSTA DIDÁTICA

Para melhor organização sobre a proposta didática, os conceitos serão abordados em 9 aulas. Cada aula terá o enfoque em um conceito ou atividade específico. Assim, a ideia é que o professor utilize a sequência de atividades e as discussões, na ordem em que são trazidas no documento. Todavia, essa organização não impede de haver adaptações de acordo com suas concepções ou necessidades particulares.

Em cada uma das aulas aqui apresentadas serão trabalhados textos criados e adaptados/extraídos de outras fontes (normalmente livros didáticos e artigos científicos), bem como metodologias diversas para melhor compreensão e aprendizado sobre o tema. Além disso, a ideia é dialogar com os(as) docentes através de sugestões de abordagens, materiais didáticos e atividades que podem ser desenvolvidas em sala de aula e que contextualizam o entendimento dos conceitos trazidos ao longo da proposta, proporcionando subsídios para o professor preparar suas aulas e retomar/aprofundar alguns conceitos.

A elaboração desta proposta foi movida pelo desejo de que seu desenvolvimento nas salas de aula possa contribuir para que o conteúdo de modelo atômico seja mais significativo para os estudantes e, conseqüentemente, o processo de ensino-aprendizagem de Química alcance melhores resultados.

5 DESENVOLVIMENTO DA PROPOSTA DIDÁTICA

5.1 – Aula 1: *Levantamento das concepções prévias dos alunos*

Com esta aula, pretende-se instigar os alunos a pensarem na temática central da aula, a partir de uma pergunta inicial “*Do que as coisas são feitas?*”, com essa pergunta pretende-se que os alunos queiram entender o mundo submicroscópico e as inúmeras possibilidades da formação de objetos a nossa volta. (MINAS GERAIS, 2007, p. 13).

Deixamos de lado as limitações de nossa percepção espacial e temporal para nos aventurarmos no mundo imaginado sobre o qual elaboramos hipóteses e conjecturas. A Ciência expande o que concebemos como sendo real e povoa nosso mundo com novas entidades, tais como: vírus, células, átomos, elétrons etc. A idéia central é a de que não podemos tocar nem ver tudo o que é real e que as coisas não são sempre o que aparentam ser. Os modelos científicos nos permitem deduzir conseqüências e fazer previsões acerca de um determinado fenômeno ou processo. Confrontando as previsões e os resultados de experimentos ou observações, os modelos científicos vão se tornando mais sofisticados e robustos, capazes de mediar nossa ação sobre parcelas cada vez maiores de fenômenos do mundo real. Muitas possibilidades de diálogo em sala de aula se abrem quando passamos a tratar os conteúdos das ciências como modelos e não como verdades prontas a serem repetidas. (MINAS GERAIS, 2007, p. 04).

Nessa perspectiva, foram pensadas questões iniciais para que os estudantes possam formular algumas hipóteses:

- 1) *Do que a matéria é feita?*
- 2) *Como você imagina a estrutura dos materiais?*
- 3) *Só porque não enxergamos partículas muito pequenas de um determinado material, significa que ele não existe? Como poderíamos ter mais informações sobre sua existência?*
- 4) *Como você faria para representar algo que você não sente por meio dos cinco sentidos?*

Reservar um momento para que os alunos elaborem suas próprias ideias é importante para que os conceitos ensinados possam encontrar pontos de apoio onde, de um lado haja conflito, e de outro, concordâncias. Nesse movimento dialético, se torna viável a construção de novos conhecimentos.

O professor poderá fazer uso da história para mostrar fatos do passado relacionados com o interesse do ser humano, desde a antiguidade, em encontrar respostas para a constituição e a natureza das coisas que nos cercam. Para isso, poderá fazer uso de uma linha do tempo, na qual poderá argumentar que desde os primórdios da humanidade há uma busca para se entender o universo, a sua constituição e sua relação com a essência humana.

Assim, as ideias acerca da existência de átomos remontam desde a Grécia antiga, onde sugeriram muitas propostas por filósofos, que elaboravam suas conjecturas de forma solitária ou em conjunto. Tais construções intelectuais eram representativas de um momento histórico em que o mundo ia sendo construído por meio de silogismos. Muitas dessas ideias foram fundamentais para o estabelecimento do estudo da matéria que hoje conhecemos:

- Leucipo (480-430 a.C.), Demócrito (460-370 a.C.) e Epicuro (341-270 a.C.) argumentavam que a matéria seria descontínua e constituída por átomos (do grego indivisível) e espaços vazios, propondo assim a chamada Teoria Atomista. No entanto, essa ideia não foi bem aceita pela sociedade da época, visto que muitos dos argumentos utilizados para estruturar esse raciocínio não tinham correspondentes no mundo macroscópico, como é o caso da descontinuidade da matéria, ou seja, a existência dos espaços vazios⁷.

- Empédocles, por volta do século V a.C. argumentava que tudo que existia no universo seria composto por quatro elementos principais: terra, fogo, ar e água. Surgia aí a teoria dos quatro elementos:

A Teoria dos “elementos-princípios” de Empédocles foi adotada por Aristóteles (384-322 a.C.), o qual acrescentou também um quinto elemento: o éter, que estaria presente no mundo supralunar e não se confundia com o ar. Além disso, Aristóteles atribuiu propriedades aos quatro elementos: quente e frio, seco e úmido. Assim, a terra seria seco e frio; o fogo, quente e seco; o ar, úmido e quente e a água, frio e úmido⁸.

Aristóteles argumentava que cada elemento poderia se transformar em outro pela adição ou remoção das características que tinha em comum e propunha que a matéria seria contínua. Esses dois argumentos tinham plena correspondência com os fenômenos observáveis, facilitando a aceitação dessa teoria, que inclusive permaneceu como modelo

⁷ MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química**: Ensino Médio. 2ª ed., São Paulo, Scipione, p. 152, 2013.

⁸ BATISTA, F. R. **Química**: Ensino Médio. v. 1, Curitiba: Positivo, p. 34, 2015.

explicativo sobre a constituição da matéria por muitos séculos. Entretanto, com o advento de novas formas de interação com o mundo físico, como a valorização da experimentação, a ideia da matéria constituída por elementos e princípios passou a ser questionada. Deste modo,

A partir do Renascimento, no século XVI, o atomismo foi retomado por uma corrente de pensamento que teria grande sucesso na Física: o mecanicismo, segundo o qual o mundo funcionava como uma grande máquina, precisa e exata. Gassendi (1592-1655) e Mersenne (1588-1648), filósofos que influenciaram Galileu, foram os primeiros a retomar a hipótese de que a matéria seria constituída por partículas (os átomos). Gerações posteriores de físicos e filósofos importantes como Galileu (1564-1642), Newton (1643-1727) e Boyle (1627-1691) usaram essa hipótese atomista na explicação de propriedades dos materiais. (MORTIMER; MACHADO, 2013, p. 152).

A partir desse breve histórico, o(a) professor(a) pode discutir com seus alunos sobre a dinâmica da elaboração conceitual na Ciência, salientando que o conhecimento vai sendo construído, de maneira dinâmica, conforme vão aparecendo novos desafios e informações. Além disso, é importante destacar a influência da sociedade, nos diferentes momentos históricos, e dos interesses políticos e econômicos, que direcionam a aceitação ou recusa de determinada teoria ou hipótese.

5.2 – Aula 2: Conceitos históricos – As primeiras ideias atômicas e a teoria dos quatro elementos

Posteriormente, após um pequeno debate sobre as questões iniciais da aula 1, vamos começar a construir a ideia de um modelo para o átomo, partindo, assim, do macroscópico para atingir o mundo não observável. Para isso, podemos utilizar uma dinâmica simples: *O que tem na caixa?* (Apêndice A).

Para essa dinâmica, o professor deverá utilizar uma caixa simples, desde que bem fechada e que não possibilite que os alunos vejam o objeto em seu interior. Dentro desta deve-se colocar um pequeno objeto: o ideal que seja algo da vivência do aluno, como, uma borracha, um clipe, um pendrive etc.

De posse da caixa lacrada, o professor pode entregá-la a cada aluno, que poderá analisar algumas características, tais como barulho ao agitar a caixa, peso, cheiro etc., e, diante dessas informações, formular hipóteses na tentativa de adivinhar qual é o objeto em seu interior, sem que se abra a caixa. Após cada aluno analisar a caixa, o professor pode solicitar que, com base nas propriedades observadas, os alunos façam um desenho (modelo representativo) que melhor identifique o objeto na caixa. O professor pode instigar o aluno a pensar na espessura, no tamanho, na viscosidade, na elasticidade, na forma e na composição

deste material. Em seguida, pode iniciar um debate, onde cada aluno possa demonstrar o seu desenho e fazer uma breve argumentação sobre o objeto que “identificou” na caixa.

Em seguida, o professor deve deixar claro aos alunos que:

Alguns fenômenos necessitam de modelos para serem compreendidos. Não devemos enxergar um modelo como uma cópia da realidade. Um modelo é apenas uma representação, uma aproximação do que ocorre na realidade. Ao mesmo tempo, cada modelo é útil na explicação de certas propriedades e transformações que a realidade apresenta. Se algumas transformações ou propriedades não puderem ser explicadas por um modelo, ele deve ser substituído ou modificado. Isso não impede que ele continue sendo usado nas situações mais simples. (MORTIMER; MACHADO, 2013, p. 150).

Assim, o professor pode fazer uma analogia com a caixa utilizada no início da aula e ressaltar que cada aluno, de acordo com o que tinha a disposição fez um desenho representativo do objeto que acredita ter na caixa. E isso ocorre na ciência, pois nem sempre é possível observar o mundo microscópico. Mesmo com a ajuda de aparelhos sofisticados, pode não ser possível identificar a composição e o comportamento dos materiais. Por isso, frequentemente, é feito o uso de modelos na tentativa de justificar as observações dos fenômenos, ainda que nunca tendo sido visto, possibilitando pensar em aproximações da realidade.

Na ciência, nem sempre é possível abrir as “caixinhas” e observar o que tem dentro de cada uma. Assim, algumas vezes, há mais de uma teoria que consegue explicar o objeto de estudo e que, às vezes, pode ser testada experimentalmente ou aceita por evidências teóricas. Essas teorias, na verdade, são modelos explicativos, como os elaborados pelos alunos para o objeto da caixa e vão, pois, corresponder em maior ou menor grau com a realidade, e são aceitas pela sua consistência teórica, de acordo com o momento histórico e os contextos políticos, econômicos e sociais.

Portanto, o professor poderá contextualizar sobre como se deu o início do que conhecemos hoje sobre a constituição da matéria, deixando claro que surgiram muitos modelos que foram aceitos pelas sociedades de acordo com as expectativas e as condições materiais de cada momento histórico. Além disso, nas próximas aulas, poderá retomar esse assunto, ao discutir sobre algumas das principais teorias atomistas aceitas em diferentes contextos histórico-sociais.

Muitas teorias foram criadas, mas várias não tiveram grande importância e outras que nem chegaram a ser publicadas. É importante ressaltar que as teorias são criações humanas que servem para atender a uma necessidade específica, com objetivo de dar sentido às

observações dos fenômenos e possibilitando elaborar novas expectativas acerca de fatos que possam acontecer. Dessa forma, uma teoria é considerada poderosa quando consegue fornecer explicações consistentes e fazer previsões que, com o passar do tempo, são confirmadas. Tudo isso deve ser relacionado com as hipóteses que os alunos criaram para imaginar o objeto na caixa, durante a aula.

O avanço tecnológico contribui para que equipamentos mais sofisticados e precisos sejam construídos, o que possibilita o surgimento de novos fatos e observações. O movimento dinâmico propiciado pela interação desses avanços com as diferentes necessidades da sociedade faz com que determinadas teorias percam a sua consistência teórica e, portanto, sejam substituídas por outras que consigam dar melhores respostas.

Vale ressaltar, que esse movimento não é linear, as coisas não acontecem umas depois das outras, por meio das teorias aceitas, mas, que existem idas e vindas, num processo dinâmico e complexo, sujeito a influência de muitos fatores. A ciência, não caminha sempre em uma evolução linear, e em alguns casos uma coisa que aparece, não é melhor de outra que ficou, mas sim, faz-se necessário sua substituição pelos estudos, experimentos e questionamentos feitos pela sociedade. E, para se chegar em uma nova teoria ou modelo explicativo são necessários vários estudos e teorias e nem sempre as teorias aceitas são as únicas que participam desse processo, muitas nem são divulgadas.

5.3 – Aulas 3 e 4: Leis ponderais

Para essas, aulas os alunos poderão observar a conservação da massa para algumas reações. Para isso serão realizados dois experimentos, apresentados nos anexos 1 e 2. Esses experimentos poderão ser realizados de forma demonstrativa pelo professor. Todavia, o ideal é que cada aluno tenha uma folha do anexo impressa para acompanhar.

Cada experimento será, aqui, brevemente comentado.

- No experimento 1 ocorre uma precipitação. É possível observar a formação de um precipitado azul, que evidencia a ocorrência de uma reação química.

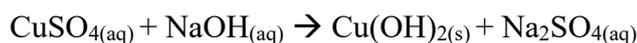
Destaca-se que os alunos do Ensino Fundamental ainda não têm familiaridade suficiente para escrever equações químicas sozinhos, mas podem compreender esse tipo de representação se o(a) professor(a) for decodificando esses signos juntamente com os alunos. Dessa forma, pode mostrar inicialmente como representar o processo por meio de esquema do tipo:

Solução aquosa de sulfato de cobre interage com solução aquosa de hidróxido de sódio produzindo hidróxido de cobre sólido e solução aquosa de sulfato de sódio.

Posteriormente, pode ser simplificada para:

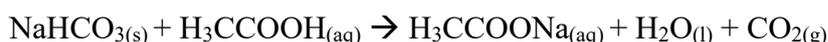
Sulfato de cobre (aq) + Hidróxido de sódio (aq) → Hidróxido de cobre (s) + Sulfato de sódio (aq)

Recorrendo a passos intermediários de representação, ainda que utilizem um pouco da aula, podem contribuir significativamente para a compreensão dos alunos acerca da utilidade das equações químicas, como forma de representar um processo químico. Assim, depois que os alunos entendem que a equação química é uma representação do processo, é possível inserir os símbolos e as fórmulas químicas:



Observando os dados do experimento, é possível perceber que a massa inicial dos reagentes separados é igual à massa final dos produtos. Dessa forma, pode-se inferir que houve conservação da massa, já que não há perda e nem ganho de gás para a sua realização

- No experimento 2, ao despejar o vinagre sobre o bicarbonato de sódio, é possível observar liberação de gás (efervescência), que evidencia a ocorrência de uma reação química. Ao comparar as massas inicial e final, é possível afirmar que ocorreu uma diminuição na massa do sistema. Isso ocorre em consequência da liberação de gás durante a reação entre as substâncias envolvidas. Essa reação pode ser representada pela equação a seguir:



Aqui é interessante ressaltar e relembrar de que o ácido carbônico (H_2CO_3) é um ácido inorgânico fraco, que se decompõe em gás carbônico e água. O passo a passo da interpretação de uma equação química também deve ser realizado nesse experimento. Assim, os alunos vão desenvolvendo maior habilidade com esse tipo de representação.

5.4 – Aula 5: Buscando explicações – Teoria do Flogístico

Esta aula pode ser iniciada com a discussão que desde que o homem aprendeu a utilizar e controlar o fogo para seu benefício (aquecer-se, cozinhar, defender-se), a obtenção de energia, principalmente as combustões, tem exercido papel fundamental nas sociedades. Hoje, as combustões, em seu sentido usual, são consideradas transformações químicas em que um dos reagentes, o comburente, é o gás oxigênio.

Ao estudar as transformações químicas, é necessária a elaboração de explicações para os fatos observados. Assim, o estudo da combustão e de outras transformações foi construindo explicações que envolveram diferentes ideias sobre a constituição da matéria.

Quando se fala em combustão, sabe-se que grandes quantidades de energia, na forma térmica e luminosa, estão presentes. No entanto, até o século XVIII, muitos pensadores explicavam essa observação pela teoria do flogístico, na qual era entendido como uma entidade que, no momento da combustão, abandonaria o corpo, alterando suas características.

Por meio dessas ideias se explicava a diminuição de massa na combustão de materiais como madeira e carvão, corroborando com a ideia de que nesse processo haveria liberação de flogístico. Como se pode observar pela queima de uma folha de papel. Assim, o papel seria um material que contém flogístico, que é liberado durante a queima, restando apenas cinzas. O mesmo pode ser observado com outros materiais inflamáveis, como madeira e combustíveis, reforçando a coerência da teoria.

No entanto, não explicava o aumento da massa observado na combustão de outros materiais, como os metais, por exemplo. Se na combustão dos metais perde flogístico, como explicar que a massa aumenta? Assim, à medida que novas informações apareciam, alguns fatos não eram satisfatoriamente explicados, o que mostrava a fragilidade das ideias defendidas. Mas, o trabalho de pensadores que aceitavam a teoria do flogístico em muito contribuiu para um maior conhecimento sobre materiais e técnicas.

Ao contar com instrumentos sofisticados, como balanças mais precisas, uma importante contribuição foi elaborada pelo químico francês, Antonie Laurent Lavoisier. Partindo da suposição de que, nas transformações químicas, as quantidades se conservavam, realizou experimentos envolvendo combustões, notando que parte do ar se fixava ao material combustível. E, com a descoberta do gás oxigênio – que na época foi chamado “ar vital”, por permitir a respiração de animais – realizada pelo químico inglês Priestley, Lavoisier relacionou a ocorrência de combustão à incorporação do princípio que forma o oxigênio aos princípios constituintes do combustível.

Assim, ao repetir o experimento muitas vezes e realizar com outras substâncias, ratificou a Lei de conservação das Massas: “Em uma reação Química, considerando o sistema fechado, a massa total do(s) reagente(s) é numericamente igual à massa total do(s) produto(s)”.

Experimentos anteriores aos de Lavoisier mostravam que a massa nem sempre era conservada. Para esclarecer essas observações, os ensaios passaram a ser realizados em sistemas fechados, inferindo que as diferenças de massas seriam consequência da entrada ou da saída de gases durante as reações.

Tendo em vista que a diminuição de massa durante a combustão parece ser uma ideia intuitiva, visto que pode ser observada em vários fenômenos do cotidiano dos alunos, é necessário levar para a sala de aula informações que possam ampliar tais concepções. Assim, para explicar melhor sobre o aumento de massa na combustão é possível realizar o experimento apresentado no Anexo 3. E, em seguida, discutir os resultados obtidos com a balança, para melhor compreensão pelos alunos.

Considerando a construção histórica acerca do conceito sobre conservação da massa, o professor poderá discutir com os alunos a respeito da importância da comunicação entre os pesquisadores para que os resultados possam subsidiar mudanças de pensamento e estabelecimento de leis e teorias. Além disso, pode discutir sobre o alcance desse conceito, inclusive para compreender aspectos do dia a dia, como é o caso de um regime alimentar ou mesmo da análise de problemas ambientais pelo descarte de substâncias.

No primeiro caso, observa-se que, salvo questões específicas de metabolismo, a redução na ingestão de alimentos, é uma possibilidade para reduzir o aumento de massa corporal, visto que a massa ingerida não *desaparece* do organismo. Além disso, é possível discutir que, pelo fato de as substâncias ingeridas serem diferentes, poderá haver maior ou menor acúmulo de massa. Na mesma perspectiva, é possível analisar a poluição ambiental por descarte de substâncias, lembrando que a massa descartada não *desaparece* do ambiente, tornando-se, muitas vezes, um grande problema.

Após a realização do experimento, o professor poderá iniciar um debate com relação à conservação ou não das massas, se atentando aos resultados obtidos com a prática dos dois experimentos realizados na aula anterior. A discussão pode ser direcionada mostrando a relação com a teoria do flogístico, que serviu durante muito tempo como meio de explicação para esse tipo de observação, antes de se perceber que a realização de ensaios em sistemas

abertos poderia ocorrer com absorção ou liberação de gases, o que pode interferir na massa final.

Assim, o(a) professor(a) poderá questionar os alunos: *Analisando os dados obtidos nos três experimentos realizados em aula e o que foi estudado: o que você pode dizer a respeito das massas de reagentes e produtos envolvidos numa transformação química⁹?*

Os estudos quantitativos realizados por Lavoisier fizeram com que fosse possível uma generalização a respeito das massas de reagentes e produtos envolvidos numa transformação química. Assim, em uma reação química, mesmo aquela que envolva gases, a massa sempre se conserva, desde que a mesma seja realizada em um sistema fechado.

Nesse momento, o(a) professor(a) pode utilizar as equações que representam as reações ocorridas nos três experimentos para demonstrar como é possível representar a conservação da massa e dos átomos. Para isso, pode se utilizar da massa atômica inicial dos reagentes e final dos produtos, evidenciando, assim, a sua conservação por meio de um rearranjo dos átomos para a formação dos produtos obtidos.

Assim, para sintetizar essas discussões, o(a) professor(a) poderá fazer uso de atividades, como as que se encontram no Anexo 4.

Por fim, a partir do estabelecimento desse conceito, é possível introduzir outra ideia imprescindível para a compreensão das transformações químicas, o conceito relacionado à proporcionalidade entre reagentes e produtos. Para o desenvolvimento dessa ideia, podem ser utilizadas diversas analogias que mostrem como as transformações são dependentes da proporção entre as espécies que reagem, como é o caso de uma receita culinária, em que, por exemplo, para se obter um bolo com o dobro do tamanho da receita original, todos os ingredientes devem ser adicionados em dobro ou para se obter metade da receita, é necessário utilizar todas as quantidades divididas ao meio.

Referência: BOSQUILA, G. E.; VIDOTTI, I. M. G.; PITOMBO, L. R. M.; MARCONDES, M. E. R.; BELTRAN, M. H. R.; PORTO, P. A.; ESPERIDÃO, Y. M. **Interações e Transformações I:** Elaborando Conceitos sobre Transformações Químicas/GEPEQ/IQ-USP. 9ª ed, ver. e ampl. São Paulo, p. 71-73, 2005.

⁹ BOSQUILA, G. E.; VIDOTTI, I. M. G.; PITOMBO, L. R. M.; MARCONDES, M. E. R.; BELTRAN, M. H. R.; PORTO, P. A.; ESPERIDÃO, Y. M. **Interações e Transformações I:** Elaborando Conceitos sobre Transformações Químicas/GEPEQ/IQ-USP. 9ª ed, ver. e ampl. São Paulo, p. 79, 2005.

5.5 – Aulas 6 e 7: Identificando algumas propriedades dos materiais I

Nestas aulas serão estudadas algumas propriedades dos materiais: densidade e solubilidade. Dessa forma, são necessários dois horários para que as discussões não fiquem prejudicadas.

Densidade:

Tendo em vista que as substâncias podem ser identificadas por suas propriedades características, a cor e o cheiro são propriedades que podem indicar qual é a substância em questão, porém não são suficientes para identificá-la ou distingui-la de uma mistura.

Em linguagem corrente, é frequente dizer, por exemplo, que o ferro é mais pesado que o algodão. Contudo, esta afirmação apresenta uma contradição evidente já que em um 1 Kg de ferro existe uma massa equivalente àquela existente em 1 Kg de algodão não compactado. A diferença está no volume dos materiais – necessita-se de um volume de algodão muito maior do que o de ferro para se ter uma mesma massa. A propriedade que expressa a ideia de que num mesmo volume de ferro e/ou algodão estão contidas quantidades diferentes de material, é a densidade (d)¹⁰.

Para melhor compreensão desse conceito, pode ser realizado o experimento (anexo 5), para verificar se a densidade é uma propriedade que permite identificar uma substância. Neste experimento, será possível determinar a massa e o volume da amostra de um certo metal, e a partir dos dados coletados por todas as equipes, encontrar uma relação matemática que se pode estabelecer entre estas duas variáveis.

Solubilidade

A solubilidade é uma propriedade que depende da temperatura, e indica o quanto é possível dissolver de um determinado soluto em uma quantidade específica de solvente¹¹.

^{4,11} BOSQUILA, G. E.; VIDOTTI, I. M. G.; PITOMBO, L. R. M.; MARCONDES, M. E. R.; BELTRAN, M. H. R.; PORTO, P. A.; ESPERIDÃO, Y. M. **Interações e Transformações I: Elaborando Conceitos sobre Transformações Químicas/GEPEQ/IQ-USP**. 9ª ed, ver. e ampl. São Paulo, p. 87, 2005.

A água é considerada solvente universal, isso porque consegue dissolver uma quantidade muito grande de solutos. No entanto, a solubilidade dos materiais em água não ocorre da mesma forma. Para melhor compreensão, é possível realizar o experimento, presente no anexo 6, o qual testa a solubilidade de diferentes materiais em água.

Se julgar adequado, o(a) professor(a) pode, então, usar a discussão a partir do experimento e explicar aos alunos porque os materiais se dissolvem, relacionando a polaridade e as forças intermoleculares das substâncias com as suas solubilidades em cada solvente.

5.6 – Aula 8: Identificando algumas propriedades dos materiais II

Além da densidade e da solubilidade, outras propriedades, como temperatura de ebulição e temperatura de fusão, são utilizadas na identificação das substâncias por serem propriedades características, ou seja, por dependerem apenas da natureza da substância e não da quantidade ou da procedência da amostra.

Para esta aula, o aluno será instigado a fazer a confecção de gráficos, a discussão de observações e a construção da ideia de propriedade específica. Além disso, poderá ampliar a compreensão por meio da aplicação do conceito em diferentes situações, como as presentes nas atividades do anexo 7.

Assim, será estudada uma propriedade específica dos materiais, a **temperatura de ebulição**. A água, o álcool comum, a acetona e o éter fervem (entram em ebulição) a temperaturas diferentes. Essa temperatura, na qual o material passa do estado líquido para o gasoso, é chamada temperatura de ebulição.

A temperatura de ebulição é uma propriedade característica de cada substância, e pode ser medida sem causar, de maneira geral, transformações químicas no sistema¹².

Em locais diferentes, em razão da diferença de altitude em cada região, a temperatura de ebulição é diferente. Isso ocorre porque um líquido entra em ebulição quando sua pressão

¹² BOSQUILA, G. E.; VIDOTTI, I. M. G.; PITOMBO, L. R. M.; MARCONDES, M. E. R.; BELTRAN, M. H. R.; PORTO, P. A.; ESPERIDÃO, Y. M. **Interações e Transformações I: Elaborando Conceitos sobre Transformações Químicas/GEPEQ/IQ-USP**. 9ª ed, ver. e ampl. São Paulo, p. 82-83, 2005.

de vapor se iguala à pressão atmosférica local. Nesse momento, bolhas de vapor começam a se formar no corpo do líquido, que ferve. Em locais de altitudes mais baixas a pressão atmosférica é maior e, conseqüentemente, maior é a temperatura com que o líquido deve ser aquecido para entrar em ebulição.

Dessa forma, em Aracaju, ao nível do mar (pressão atmosférica igual a 1 atm ou 760 mmHg), a temperatura de ebulição da água pura é igual a 100°C. Já em Brasília, cuja altitude varia entre 1000 e 1200 metros acima do nível do mar, o valor da temperatura de ebulição será menor, aproximadamente 96°C. Isso ocorre porque, em Brasília, pelo fato de a pressão atmosférica ser menor, há uma menor barreira para que as moléculas se “desprendam” do líquido e, com isso, a temperatura de ebulição da água é menor.

Quanto maior for a altitude menor será a temperatura de ebulição. No Monte Everest, na Cordilheira do Himalaia, a altitude é de 8848m e a pressão atmosférica é 240 mmHg. Nesse local, por exemplo, a água entra em ebulição em menor temperatura ainda, aproximadamente a 71°C.¹³

Dessa maneira, a determinação da temperatura de ebulição de um material possibilita a identificação de determinada substância.

Ponto de Fusão – Outra propriedade utilizada na identificação das substâncias é a temperatura de fusão. Gelo, chumbo e ferro, por exemplo, fundem a temperaturas diferentes. Essa temperatura, em que um material sólido passa para o estado líquido (fusão), é denominada temperatura de fusão. Para a água pura, por exemplo, ao nível do mar (1 atm), a temperatura de fusão é 0°C¹⁴.

Com os valores das temperaturas de fusão e de ebulição de determinada substância, é possível prever o seu estado físico, considerando qualquer temperatura no sistema. Se a temperatura dada estiver: abaixo do ponto de fusão, a substância encontra-se no estado sólido; entre os pontos de fusão e de ebulição, no estado líquido; e, se estiver acima do ponto de ebulição, está no estado gasoso¹⁵.

¹³ BATISTA, F. R. **Química**: Ensino Médio. v. 1, Curitiba: Positivo, p. 14, 2015.

¹⁴BOSQUILA, G. E.; VIDOTTI, I. M. G.; PITOMBO, L. R. M.; MARCONDES, M. E. R.; BELTRAN, M. H. R.; PORTO, P. A.; ESPERIDÃO, Y. M. **Interações e Transformações I**: Elaborando Conceitos sobre Transformações Químicas/GEPEQ/IQ-USP. 9ª ed, ver. e ampl. São Paulo, p. 87, 2005.

¹⁵ BATISTA, F. R. **Química**: Ensino Médio. v. 1, Curitiba: Positivo, p. 14, 2015.

As discussões propostas nas aulas 5, 6 e 7 podem contribuir para se pensar acerca da constituição da matéria. Assim, é importante que exista o questionamento: “*Por que materiais diferentes têm características diferentes?* ” Ou ainda, “*Será que esse comportamento, que é diferente para cada substância, tem relação com sua constituição?* ” Diante dessa motivação, é possível ampliar o leque de possibilidades, aprofundando o estudo dos modelos atômicos.

5.7 – Aula 9: O modelo do átomo proposto por John Dalton

No final do século XVIII, muito conhecimento acerca das transformações químicas já havia sido acumulado. Assim, por exemplo, já se sabia que, de certa quantidade de matéria-prima não se podia fabricar quantidades arbitrárias de nenhum produto. De fato, uma das condições para se obter um produto viável economicamente, é de se fazer reagir quantidades determinadas de cada um dos reagentes. Também já se sabia que a massa se conserva nas transformações químicas.

Além desses conhecimentos, o fato de algumas substâncias se decomporem, ou seja, produzirem, por exemplo, novas substâncias por aquecimento, enquanto outras permanecerem com as mesmas propriedades físicas mesmo após um aquecimento vigoroso, também despertou muito interesse entre os pensadores da época e muitas tentativas de explicação foram propostas.

Compreender o comportamento da matéria, através da elaboração de ideias sobre a sua constituição, tem sido preocupação constante desde os pensadores mais antigos até os cientistas atuais. Essas ideias estão em contínua transformação, pois, conforme mais informações são obtidas, mais as ideias se mostram limitadas para explicar os novos dados.

Através da ideia de que a matéria é constituída por elementos ou princípios, é possível explicar a conservação de massa nas transformações químicas, admitindo que os elementos se conservam.

É possível explicar, também, a proporcionalidade entre massas de reagentes e produtos, admitindo-se que as substâncias tenham determinada composição em elementos. No entanto, essa ideia não explica como os elementos se conservam ou como eles se combinam em determinadas proporções.

O trabalho de John Dalton (1766-1844) pode dar uma resposta a essas indagações. Dalton trabalhava na Escola de Ciências de Manchester, Inglaterra, tendo como interesse assuntos relacionados à meteorologia. São temas constantes nos trabalhos de Dalton, a solubilidade dos gases da atmosfera na água, a expansão do vapor por ação do calor, a água contida como vapor na atmosfera.

Dalton estudou também o comportamento dos gases quando eram misturados sem que sofressem transformações químicas, ou seja, sem que houvesse mudança na sua composição.

Esses estudos foram muito importantes no desenvolvimento das ideias sobre a constituição da matéria. Para explicar suas observações sobre os gases, Dalton adotou as ideias do físico e matemático inglês Isaac Newton (1642-1727) sobre o ar (propostas no século XVIII). Newton admitia que o ar era constituído por pequenas partículas ou átomos de matéria, que se repeliam mutuamente com uma força que aumentava à medida que diminuía a distância entre elas. Em suma, o ar seria constituído por partículas em movimento.

Os dados obtidos por Dalton, em seus experimentos, foram levando-o a mudar suas ideias a respeito das partículas da matéria. No início, Dalton acreditava que as partículas – blocos físicos fundamentais, constituintes de qualquer substância – seriam as mesmas. Com o decorrer de seu trabalho, foi chegando à conclusão de que os átomos dos diferentes gases deveriam ser diferentes e lhe ocorreu que a massa poderia ser a propriedade que diferenciaria os átomos. Com isso explicaria, por exemplo, as diferenças de solubilidades dos vários gases estudados.

Deste modo, a concepção de Dalton sobre a constituição da matéria é diferente da concepção proposta por Lavoisier. Este admitia a matéria constituída por elementos. Já Dalton a considerava constituída por átomos de massas diferentes. No entanto, essas concepções podem ser relacionadas admitindo-se que cada elemento constituinte da matéria seja formado por átomos de mesma massa.

Como seria possível, então, avaliar a massa de um átomo?

Analisando os dados sobre as quantidades de reagentes e produtos envolvidas em transformações químicas, Dalton pôde avaliar a massa do átomo de um elemento, comparando massas envolvidas em transformações, nas quais um dos reagentes fosse o mesmo (controle de variável).

Logo, a partir de dados sobre as massas envolvidas nas transformações entre diferentes substâncias e gás hidrogênio, Dalton pôde construir uma tabela de massas atômicas de diferentes elementos em relação ao hidrogênio.

O hidrogênio, escolhido como padrão, teve sua massa atômica fixada arbitrariamente como 1. Assim, dizer que a massa atômica do oxigênio é 7, segundo Dalton, significa dizer que um átomo de oxigênio tem massa 7 vezes maior que a de um átomo de hidrogênio.

Dessa forma, as leis das combinações Químicas poderiam vir a ser explicadas, aliando-se a esses dados as ideias que Dalton propôs para a constituição da matéria:

- Toda matéria é formada por átomos. Estes são as menores partículas que a constituem, e são indivisíveis e indestrutíveis, mesmo durante transformações químicas.
- Os átomos que constituem os diversos elementos químicos são diferentes entre si em massa e se portam diferentemente em transformações químicas.
- Os átomos de um mesmo elemento químico são idênticos em massa e se portam igualmente em transformações Químicas.
- Nas transformações Químicas, átomos de diferentes elementos combinam-se em números inteiros.

Admitindo-se, portanto, a transformação química como um rearranjo de átomos e atribuindo-se a estes massas fixas, pode-se explicar a conservação de massa e as proporções definidas entre as quantidades de reagentes.

Texto extraído de: BOSQUILA, G. E.; VIDOTTI, I. M. G.; PITOMBO, L. R. M.; MARCONDES, M. E. R.; BELTRAN, M. H. R.; PORTO, P. A.; ESPERIDÃO, Y. M. **Interações e Transformações I:** Elaborando Conceitos sobre Transformações Químicas/GEPEQ/IQ-USP. 9ª ed, ver. e ampl. São Paulo, p. 112, 2005

Dalton representava suas ideias sobre os átomos utilizando símbolos. Na sua representação, o símbolo de um elemento indicava não só esse elemento, mas, também, um átomo desse elemento, com massa característica.

Assim, cada elemento possuía um símbolo, que representava o elemento, por exemplo, hidrogênio ou um átomo do elemento hidrogênio, com massa característica; no caso, massa atômica relativa 1. Expressando em gramas este valor, tinha-se a massa de um certo número de átomos de hidrogênio. Usando esses símbolos podia-se representar, também, transformações químicas.

As ideias de Dalton foram bastante importantes para a Química. É interessante notar que Dalton não partiu de análises químicas para provar sua teoria, mas se voltou a elas, pois suas ideias envolviam também uma possível explicação das leis quantitativas das transformações químicas.

Embora, atualmente, outros fatos e ideias tenham levado a reformular as representações e as concepções daquela época, elas podem ser utilizadas na explicação de vários fenômenos.

Com a ideia de átomo, proposta por Dalton, é possível resolver boa parte de nossas indagações. Contudo, à medida que começam a aparecer fatos por ela inexplicáveis, percebe-se a necessidade de se elaborar novas ideias, transformando-se as concepções.

Para finalizar essa discussão histórica da elaboração da teoria de Dalton, alguns exercícios podem ser resolvidos (anexo 8).

Referência: BOSQUILA, G. E.; VIDOTTI, I. M. G.; PITOMBO, L. R. M.; MARCONDES, M. E. R.; BELTRAN, M. H. R.; PORTO, P. A.; ESPERIDÃO, Y. M. **Interações e Transformações I:** Elaborando Conceitos sobre Transformações Químicas/GEPEQ/IQ-USP. 9ª ed, ver. e ampl. São Paulo, p. 109-113, 2005.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente proposta didática buscou subsídios didáticos, teóricos e metodológicos para a introdução ao ensino de modelos atômicos, voltada para a educação básica, mais específica para o ensino fundamental, onde de fato ocorre o primeiro contato com o conceito de átomo.

Dessa forma, buscou-se oferecer aqui um caminho alternativo para que o professor possa trabalhar os conceitos de nível microscópico, presentes no tema modelos para os átomos, de forma que realmente possa aproximar o aluno dos conceitos científicos. A proposta é aplicável na educação básica. As atividades são adaptáveis de acordo com a necessidade e realidade de cada escola. Sabe-se que é importante que o professor utilize diversos recursos e metodologias, o que torna a aula mais dinâmica e atrativa para os alunos.

Por fim, pretende-se romper com o tradicionalismo nas aulas de Ciências/Química, principalmente no que se refere ao ensino de modelos para o átomo, onde sempre é questionada a elevada abstração necessária, por parte dos alunos, visto que normalmente o professor, bem como os livros didáticos utilizados, buscam a sua explicação partindo do universo atômico, por isso, aqui buscamos ao contrário, o macroscópico, para que o aluno possa perceber e criar situações em que as explicações do nível submicroscópico façam sentido, de maneira que se torne viável, ou seja, utilizando o que o aluno já conhece, de algo palpável, o mundo macroscópico em que se vive.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BATISTA, F. R. **Química**: Ensino Médio. v. 1 e v.4, Curitiba: Positivo, 2015.

BOSQUILA, G. E.; VIDOTTI, I. M. G.; PITOMBO, L. R. M.; MARCONDES, M. E. R.; BELTRAN, M. H. R. ; PORTO, P. A.; ESPERIDÃO, Y. M. **Interações e Transformações I**: Elaborando Conceitos sobre Transformações Químicas/GEPEQ/IQ-USP. 9ª ed, ver. e ampl. São Paulo, 2005.

BRASIL ESCOLA. Canal do educador. Disponível em:
<<https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/solubilidade-dos-materiais.htm>>. Acesso em: 05/01/2019.

CAMPOS, R. C.; SILVA, R. C. De massas e massas atômicas. **Química Nova na Escola**, n. 19, p. 08-10, 2004.

DELIZOICOV, D.; MUENCHEN, C. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro “Física”. **Ciênc. Educ.**, v. 20, n. 3, p. 617-638, 2014.

FRANÇA, A. C. G.; MARCONDES, M. E. R.; CARMO, M. P. C. Estrutura Atômica e Formação dos Íons: Uma Análise das Ideias dos Alunos do 3º Ano do Ensino Médio. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 4, p. 275-282, 2009.

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

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado da Educação. **Ciências Ensino Fundamental**: proposta curricular. Educação Básica. Belo Horizonte, 2007.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química**: ensino médio. 2ª ed, São Paulo, Scipione, 2013.

SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S.; **Química cidadã**: Materiais, substâncias, constituintes, Química ambiental e suas implicações sociais. Ensino Médio, v. 1, 1ª ed, São Paulo, Nova Geração, 2010.

SILVA, G. R.; MACHADO, A. H.; SILVEIRA, K. P. Modelos para o átomo: Atividades com a utilização de recursos multimídia. **Química Nova na Escola**, v. 37, n. 2, p. 106-111, 2015.

Apêndice A – Atividade - aula 2

1- O que tem na caixa?

Com base nas propriedades observadas, faça um desenho (modelo representativo) que melhor represente o objeto que você identificou na caixa. Descreva as características que possibilitam identificar as propriedades do objeto.

Caixa
Características
Desenho

Anexo 1 – Experimento 1 - aula 3

Escola: _____

Aluno: _____

Disciplina: Química

Experimento 1: Conservação das massas

Material

2 béqueres (50 mL);
 2 provetas graduadas (10 mL);
 Solução aquosa de sulfato de cobre II ($0,2 \text{ mol.L}^{-1}$);
 Solução aquosa de hidróxido de sódio ($0,2 \text{ mol.L}^{-1}$);
 Balança.

Procedimento

Coloque 10 mL da solução de CuSO_4 em um béquer e 10 mL da solução de NaOH no outro.

Coloque os dois béqueres com as soluções, ao mesmo tempo, na balança. Anote, no quadro a seguir, a massa (inicial) do conjunto.

Retire os béqueres da balança. Despeje, vagarosamente, o conteúdo de um dos béqueres no outro. Observe com atenção. Anote suas observações.

Coloque, novamente, os dois béqueres na balança. Anote a massa (final) no quadro.

Massa inicial (g)	Massa final (g)

Descarte

Cuidadosamente, armazene o resíduo em um frasco devidamente etiquetado.

Resultados e conclusão

- Após a mistura das soluções, pode-se dizer que ocorreu uma reação química? Que evidência confirma essa ocorrência?
- Escreva um esquema representativo para a reação química envolvida nesse experimento.
- Com os dados obtidos pelo experimento, analise se ocorreu alguma alteração com as massas inicial e final do sistema. Você esperava os resultados obtidos? Comente.

Extraído e adaptado de: BATISTA, F. R. **Química**: Ensino Médio. v. 4, Curitiba: Positivo, p. 13, 2015.

Anexo 2 – Experimento 2 - aula 4

Escola: _____

Aluno: _____

Disciplina: Química

Experimento 2: Conservação das massas

Material

1 espátula;

2 béqueres (50 mL);

Bicarbonato de sódio ($\text{NaHCO}_3(\text{s})$);

Vinagre (solução de ácido acético ($\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq})$) aproximadamente 4%);

Balança.

Procedimento

Coloque uma pequena quantidade de bicarbonato de sódio em um dos béqueres e, aproximadamente, 10 mL de vinagre no outro.

Coloque os 2 béqueres com os materiais, ao mesmo tempo, na balança. Anote, no quadro a seguir, a massa (inicial) do conjunto. Retire os béqueres da balança.

Despeje, lentamente, o vinagre presente em um dos béqueres sobre o bicarbonato de sódio contido no outro béquer. Observe com atenção. Anote suas observações.

Coloque, novamente, ambos os béqueres na balança. Anote a massa (final) no quadro.

Massa inicial (g)	Massa final (g)

Descarte

Acrescente bastante água ao sistema obtido, para diluí-lo ao máximo possível. Em seguida, descarte-o na pia.

Resultados e conclusão

- a) Após a mistura do vinagre com o bicarbonato de sódio, pode-se dizer que ocorreu uma reação química? Que evidência confirma essa ocorrência?
- b) Registre os materiais no estado inicial e final, representando a reação química envolvida nesse experimento.
- c) Com os dados obtidos pelo experimento, analise se ocorreu alguma alteração com as massas inicial e final do sistema. Em caso afirmativo, explique o que ocorreu.

Extraído de: BATISTA, F. R. **Química:** Ensino Médio. v. 4, Curitiba: Positivo, p. 14, 2015.

Anexo 3 – Experimento 3 - aula 5

Escola: _____

Aluno: _____ **Disciplina:** Química

Experimento 1: Conservação das massas

Atenção: Como o experimento proposto envolve a queima, deve-se tomar cuidado com a chama, já que podem ocorrer acidentes e há risco de incêndio se houver manipulação incorreta do fogo.

Material

Palha de aço;
1 cápsula de porcelana;
1 caixa de fósforos;
Balança.

Procedimento

Coloque um pedaço de palha de aço na cápsula de porcelana. Coloque o conjunto na balança. Anote, no quadro a seguir, a massa (inicial) do conjunto. Retire a cápsula de porcelana com a palha de aço da balança.

Aproxime a chama de um palito de fósforo da palha de aço, até que o material inflame. Aguarde alguns minutos para que ocorra a combustão (queima) completa do material.

Anote suas observações.

Observação: Se necessário, com cuidado e com auxílio de equipamentos de segurança (como óculos de proteção) sobre vagarosamente o sistema para manter a combustão. Atenção para não deixar desprender fragmentos do material. Caso isso ocorra, com uma espátula, recolha-os novamente na cápsula.

Coloque, novamente, o conjunto na balança. Anote a massa (final) no quadro.

Massa inicial (g) (cápsula + palha de aço)	Massa final (g) (cápsula + palha de aço após a combustão)

Descarte

O resíduo pode ser descartado em lixo comum.

Resultados e conclusão

1 – a) Com os dados obtidos pelo experimento, analise se ocorreu alguma alteração com as massas inicial e final do sistema. Justifique.

b) Pelas suas observações, você pode afirmar que houve uma transformação química? Em caso afirmativo, escreva a equação que representa a reação química envolvida nesse experimento.

2 – Durante a realização de um experimento, um aluno queimou cuidadosamente, em uma cápsula de porcelana, 46g de álcool etílico. Após a reação, não sobrou nenhum resíduo na cápsula, constatando-se uma diferença de massa.

a) Considerando tudo o que você estudou até aqui, explique a diferença de massa registrada ao final do experimento.

b) Ao realizar o mesmo experimento em um sistema fechado, a massa final indicou 142g. Qual a massa de gás oxigênio estava disponível no frasco, considerando que os reagentes foram totalmente consumidos?

3 – Considere seus conhecimentos sobre a fabricação de alimentos e a lógica de que as quantidades utilizadas para o preparo de um bolo, por exemplo, devem se manter na mesma proporção. Imagine a seguinte situação: você tem a receita para preparar sua comida preferida para servir quatro pessoas, mas você convidou sete pessoas para provar suas habilidades culinárias.

a) Dessa forma, você precisaria de uma quantidade que servisse 8 pessoas. O que você deveria fazer com os ingredientes?

b) E se, em vez de sete pessoas, você só convidasse uma? Como você faria para produzir a metade da quantidade estabelecida por sua receita?

Anexo 4 – Atividades - aula 5

Escola: _____

Aluno: _____ **Disciplina: Química**

1- Ao realizar determinado experimento em laboratório, um aluno observou que um pedaço de palha de aço após alguns dias exposto ao ar, teve sua massa aumentada. Ao contrário, uma vela acesa diminuiu após alguns minutos de queima. Como é possível explicar essas observações?

2- Por que as observações de Lavoisier são válidas apenas para ensaios realizados em sistemas fechados?

Anexo 5 – Experimento 4 – aulas 6 e 7

Escola: _____

Aluno: _____

Disciplina: Química

Experimento 4: Determinação da Densidade de um material

Material

Balança

Amostras de metal

Proveta de 100 mL

Obs: Os metais utilizados podem ser, por exemplo, alumínio, ou cobre, ou chumbo, ou estanho. É importante que sejam utilizadas amostras diferentes do mesmo metal, para que se possa pesquisar a relação procurada, válida para cada metal.

Procedimento

Determine a massa da amostra recebida pela equipe e anote na tabela.

A proveta é um instrumento de medida de volume de líquidos. Pense em uma maneira de utilizá-la para medir o volume da amostra que recebeu. Troque ideias com seu grupo e comunique ao professor a decisão do grupo.

Após, meça o volume da amostra recebida e anote na tabela 1.

Tabela 1

Amostra	Massa (g)	Volume (mL)	Relação entre massa e volume
1			
2			
3			

Resultados e conclusão

1- O que é possível concluir a partir da observação dos valores para a “Relação entre massa e volume” das amostras 1, 2 e 3? Seria viável utilizar esse valor como característico de cada tipo de amostra?

2- Considerando as informações a seguir, faça um desenho que represente o sistema:

- a) O Sólido A é mais denso que o líquido B e o líquido C
- b) O líquido B é menos denso que o líquido C e o sólido A
- c) O líquido C é mais denso que B e menos denso que A

3) Sabendo que a densidade da água é $1,0 \text{ g/mL}$, quais dos materiais flutuam no Rio Tijuco?

Explique sua resposta.

- a) Osso ($d = 1,8 \text{ g/mL}$)
- b) Bambu ($d = 0,4 \text{ g/mL}$)
- c) Alumínio ($d = 2,7 \text{ g/mL}$)
- d) Carvão ($d = 0,6 \text{ g/mL}$)

4- Uma amostra de álcool de densidade $0,82 \text{ g.cm}^{-3}$ possui volume de 50 cm^3 . Qual a massa dessa amostra? (Lembre-se que 1mL equivale a 1cm^3).

5- Um aluno mede o volume de uma bola de alumínio por deslocamento de água e a sua massa com uma balança. Ele verifica que a esfera desloca $4,5 \text{ cm}^3$ de água e tem massa de $6,5\text{g}$.

- a) Qual o valor que ele deve obter para a densidade do alumínio?
- b) Como você justifica a diferença entre o valor da densidade do alumínio obtido pelo aluno e o valor encontrado na literatura que é de $2,7 \text{ g.cm}^{-3}$?

Anexo 6 – Experimento 5 – aulas 6 e 7

Escola: _____

Aluno: _____

Disciplina: Química

Experimento 5: Testando a solubilidade de alguns materiais

Material

Talco;

Isopor;

Sal;

Açúcar refinado;

Enxofre (encontrado em farmácias de manipulação);

Sulfato de cobre penta-hidratado (encontrado em lojas de produtos para piscinas);

Acetona ou acetato de etila (solvente usado para remover esmaltes);

Espátula ou colher pequena;

Tubos de ensaio suficientes para cada grupo e um suporte para se colocar os tubos.

Procedimento

Colocar cerca de 5mL de água em sete tubos de ensaio. Adicionar com espátula ou colher uma pequena quantidade de cada um dos materiais em cada tubo de ensaio com água, com exceção do solvente de esmaltes.

Anotar a solubilidade de cada substância, isto é, se o material dissolveu, deve-se anotar solúvel; se não dissolveu, registre: pouco solúvel ou insolúvel, dependendo do resultado observado.

Repita o processo, mas em vez de adicionar os materiais na água, agora os adicione em 5 mL do solvente de esmaltes.

Resultados e conclusão

1- Quais solutos se dissolveram melhor em água?

2- Quais solutos se dissolveram melhor no solvente para esmaltes?

3- Que solvente solubilizou melhor o isopor? E o sulfato de cobre?

4- O que aconteceria com a solubilidade do sal em água, se nos 5 mL de água, fosse adicionada, uma colher cheia de sal?

5- Diante das suas observações, você considera a solubilidade uma característica que permite identificar uma substância? Justifique.

Anexo 7 – Atividades - aula 8**Escola:** _____**Aluno:** _____ **Disciplina: Química**

1- Utilizando os valores da tabela 1, a seguir, construir um gráfico (gráfico 1) e colocar temperatura em função do tempo.

Tempo (minutos)	Temperatura (°C)
0	20
0,5	22
1,0	28
1,5	41
2,0	49
2,5	55
3,0	61
3,5	69
4,0	75
4,5	82
5,0	85
5,5	91
6,0	93
6,5	97 (início da ebulição)
7,0	97
7,5	96
8,0	97
8,5	97
9,0	97

Tabela 1: Aquecimento de Água

2- Observe, na tabela 2, as temperaturas de ebulição de algumas substâncias

Substância	Temperatura de ebulição
Hidrogênio	-252,8
Oxigênio	-182,9
Dióxido de enxofre	-10
Álcool	78,5
Acetona	56,2
Água	100,0
Cloreto de Sódio	1413
Ferro	3000

Tabela 2: Temperaturas de Ebulição de Algumas Substâncias à Pressão de 1 atm

Considerando os dados da tabela 2 e as condições ambientes 25 °C e 1 atm,

- a) Qual o estado físico das substâncias acetona, álcool e água a 25 °C nestas condições?

- b) E o cloreto de sódio e ferro a 1500 °C?

- c) E do hidrogênio, oxigênio e enxofre a 25 °C e a -20 °C?

3- Considerando suas respostas às questões anteriores, você poderia concluir que a temperatura de ebulição é uma característica que permite identificar uma determinada substância? Justifique.

Anexo 8 – Atividades - aula 9**Escola:** _____**Aluno:** _____**Disciplina: Química****Atividades**

1- Compare o conceito de elemento proposto por Lavoisier com o conceito proposto por Dalton. Eles são contraditórios ou podem ser considerados complementares? Explique sua resposta.

2- Considerando as ideias de Dalton sobre a constituição da matéria, como se pode explicar:

a) que, numa transformação química, a massa se conserva?

b) que transformações químicas envolvam massas proporcionais de reagentes e produtos?

3- Considerando ainda as ideias de Dalton:

a) Proponha uma explicação para o que se observa quando se enche uma bexiga de gás.

b) Por que é possível perceber quando alguém abre um vidro de perfume numa sala, mesmo que esteja distante do frasco?

4- Para Dalton, a matéria é constituída por partículas. Existiriam diferentes tipos de partículas formando as diferentes substâncias. Poderiam ser formadas por um só elemento (átomos de hidrogênio formando o gás hidrogênio) ou por mais de um elemento químico (caso da água, constituída por hidrogênio e oxigênio). Por que só as substâncias compostas se decompõem?

5- Os ácidos são substâncias que apresentam algumas propriedades em comum: mudam a cor dos indicadores, como o suco de repolho roxo, têm sabor azedo, reagem com carbonatos liberando gás carbônico. Mas, têm também propriedades que diferem de um para outro, como o cheiro característico do vinagre (ácido acético), do limão (ácido cítrico), bem diferentes do cheiro de “ovo podre” do ácido sulfídrico. Como explicar as propriedades em comum dos ácidos, sendo substâncias diferentes?