



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA

DJANEIDE MARINALVA DA SILVA

OS ASPECTOS EPISTEMOLÓGICOS DA ESSÊNCIA DO CONHECIMENTO E
SUA RELAÇÃO COM OS ASPECTOS REPRESENTACIONAIS DO
CONHECIMENTO QUÍMICO

Caruaru

2018

DJANEIDE MARINALVA DA SILVA

**OS ASPECTOS EPISTEMOLÓGICOS DA ESSÊNCIA DO CONHECIMENTO E
SUA RELAÇÃO COM OS ASPECTOS REPRESENTACIONAIS DO
CONHECIMENTO QUÍMICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Educação em Ciências e Matemática.

Área de concentração: Educação em
Ciência e Matemática

Orientador: Profº. Dr. Augusto César Lima Moreira

Caruaru
2018

Catálogo na fonte:
Bibliotecária – Paula Silva - CRB/4 - 1223

- S586a Silva, Djaneide Marinalva da.
Os aspectos epistemológicos da essência do conhecimento e sua relação com os aspectos representacionais do conhecimento químico. / Djaneide Marinalva da Silva. – 2018.
93 f.; il.: 30 cm.
- Orientador: Augusto César Lima Moreira.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Mestrado em Educação em Ciências e Matemática, 2018.
Inclui Referências.
1. Teoria do conhecimento. 2. Representação (Filosofia) – São Lourenço da Mata (PE). 3. Modelos e construção de modelos – São Lourenço da Mata (PE). 4. Átomos. 5. Ligações químicas. 6. Química (Ensino médio). I. Moreira, Augusto César Lima (Orientador). II. Título.
- CDD 371.12 (23. ed.)
UFPE (CAA 2018-433)

DJANEIDE MARINALVA DA SILVA

**OS ASPECTOS EPISTEMOLÓGICOS DA ESSÊNCIA DO CONHECIMENTO E
SUA RELAÇÃO COM OS ASPECTOS REPRESENTACIONAIS DO
CONHECIMENTO QUÍMICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Educação em Ciências e Matemática.

Aprovada em: 28 / 06 /2018

BANCA EXAMINADORA

Prof^o. Dr. Augusto César Lima Moreira (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^o. Dr. José Euzébio Simões Neto (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^a. Dr^a. Roberta Pereira Dias (Examinadora Externa)
Universidade Federal de Pernambuco

Dedico este trabalho aos meus pais Djalma José da Silva e Marinalva Josefa da Silva e a minha sobrinha Anna Clara S. Dos Santos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por tudo, se cheguei até aqui, foi porque Ele me ajudou e me deu forças para continuar, pois por muitas vezes pensei em desistir. Agradeço a minha família e aos meus amigos pela compreensão, paciência e amor dedicados durante essa jornada, além daqueles que “ficaram no meu pé” para que eu não desistisse. Não poderia deixar de agradecer aos professores da Universidade Federal de Pernambuco, polo Agreste, e aos meus colegas de turma do programa de mestrado pelos momentos de aprendizagem. Agradeço aos professores que aceitaram participar da pesquisa. Em especial agradeço ao meu orientador Augusto Cesar Lima Moreira pelo apoio, paciência e confiança dedicados durante o mestrado, Enfim, agradeço a todos que me ajudaram de alguma forma ao longo da minha trajetória, que Deus recondense a todos.

Mulheres e homens, somos os únicos seres que, social e historicamente, nos tornamos capazes de *apreender*. Por isso, somos os únicos em quem *aprender* é uma aventura criadora, algo, por isso mesmo, muito mais rico do que meramente repetir a *lição dada*. Aprender para nós é *construir, reconstruir, constatar para mudar*, o que não se faz sem abertura ao risco e à aventura do espírito. (FREIRE, 2013, p. 68)

RESUMO

Na Filosofia o conhecimento é tido como um processo pelo qual o sujeito apreende um objeto, e essa relação é uma das metas da investigação científica. Desta forma, percebe-se que a filosofia busca uma solução para diferenciar a “opinião” do “conhecer verdadeiro”, entre o que é percebido pelo sentido e o que compreendemos pelo pensamento, ou seja, o conhecimento humano é derivado do pensamento ou da realidade? Esta pesquisa teve como objetivo analisar os aspectos ontológicos dos modelos conceituais, os aspectos epistemológicos da essência do conhecimento e a sua relação com os aspectos representacionais do conhecimento químico, a partir da percepção do professor de Química do Ensino Médio diante da utilização de kits moleculares. Sob essa perspectiva foram investigados professores de Química que atuam em salas de aula do Ensino Médio em escolas lotadas na Gerência Regional de Educação Metropolitana Sul. Os dados foram analisados em relação aos aspectos ontológicos dos modelos conceituais em química, da tipologia do modelo conceitual e do perfil conceitual do átomo, da tipologia dos modelos conceituais da ligação química e da essência do conhecimento. Ao total foram analisadas as respostas de quinze professores, nos quais foram identificados que grande parte dos professores conceituam e representam o átomo e a ligação a partir de um modelo teórico, deixando evidências de que os aspectos teóricos e representacional do conhecimento químico caminham juntos, mas o aspecto teórico se sobressai devido aos conceitos científicos impregnados. Nesta perspectiva torna-se evidente que para os envolvidos na pesquisa a essência do conhecimento segue os parâmetros metafísicos do idealismo objetivo ou lógico, pois embora eles não consigam definir o átomo em sua essência eles buscam representar e ilustrar a partir de concepções teóricas. A partir da realização desta pesquisa busca-se contribuir para a divulgação dos aspectos epistemológicos da essência do conhecimento no sentido de compreender a relação sujeito-objeto.

Palavras-chave: Essência do conhecimento. Aspectos representacionais. Átomos. Ligações químicas.

ABSTRACT

In Philosophy knowledge is seen as a process by which the subject grasps an object, and this relation is one of the goals of scientific investigation. In this way, it is perceived that philosophy seeks a solution to differentiate "opinion" from "true knowing", between what is perceived by meaning and what we understand by thought, that is, human knowledge is derived from thought or from reality? This research had the objective of analyzing the ontological aspects of conceptual models, the epistemological aspects of the essence of knowledge and its relation with the representational aspects of chemical knowledge, based on the perception of the Professor of Chemistry of High School before the use of molecular kits. From this perspective, we investigated teachers of chemistry who work in high school classrooms in schools filled with the Regional Management of Metropolitan South Education. The data were analyzed in relation to the ontological aspects of the conceptual models in chemistry, the typology of the conceptual model and the conceptual profile of the atom, the typology of conceptual models of chemical bonding, and the essence of knowledge. To the total, the responses of fifteen teachers were analyzed, in which it was identified that most teachers conceptualize and represent the atom and the link from a theoretical model, leaving evidence that the theoretical and representational aspects of chemical knowledge go together, but the theoretical aspect stands out due to impregnated scientific concepts. In this perspective it becomes evident that for those involved in the research the essence of knowledge follows the metaphysical parameters of objective or logical idealism, because although they can not define the atom in its essence they seek to represent and illustrate from theoretical conceptions. From the realization of this research it is sought to contribute to the dissemination of epistemological aspects of the essence of knowledge in the sense of understanding the subject-object relationship

Keywords: Essence of knowledge. Representational aspects. Atoms. Chemistry connections.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Os tres níveis de representações.....	31
Figura 2 -	Inter-relações entre os aspectos do conhecimento químico.....	32
Quadro 1 -	As soluções metafísicas e suas relações com os aspectos representacionais do conhecimento químico.....	37
Quadro 2 -	Obstáculos epistemológicos no emprego de representações....	40
Figura 3 -	Kit molecular D, molymod.....	44
Figura 4 -	Kit molecular Atomilig.....	44
Figura 5 -	Kit molecular Química Orgânica.....	45
Quadro 3 -	Modelo simplificado do questionário utilizado para coleta de dados.....	48
Quadro 4 -	Descrição do objetivo geral da pesquisa e sua relação como objeto de estudo.....	52
Figura 6 -	Professores que descrevem as esferas como sendo representações.....	53
Figura 7 -	Professores que descrevem as esferas como sendo átomos....	53
Figura 8 -	Professores que consideram os tubos como sendo ligações....	54
Figura 9 -	Professores que consideram os tubos como sendo representações.....	54
Figura 10 -	Professores que descrevem o átomo de acordo com o modelo clássico da matéria.....	55
Figura 11 -	Professores que definem e ilustram o átomo a partir do modelo quântico.....	56
Figura 12 -	Professores que caracterizam a ligação como sendo espaços circulares entre os átomos.....	56
Figura 13 -	Professores que identificam as ligações análogas a uma nuvem de gafanhotos onde é possível encontrar vários elétrons.....	57
Figura 14 -	Professores que representam as ligações como sendo nuvens eletrônicas onde há a probabilidade de se encontrar o elétron..	57
Quadro 5 -	Descrição das categorias emergentes da pesquisa.....	60
Quadro 6 -	Respostas dos professores a questão 1.....	62
Quadro 7 -	Respostas dos professores a questão 2.....	63

Gráfico 1 -	Aspectos ontológicos dos modelos conceituais do átomo.....	63
Gráfico 2 -	Aspectos ontológicos dos modelos conceituais das ligações químicas.....	64
Quadro 8 -	Respostas dos professores a questão 3.....	65
Figura 15 -	Ilustrações da estrutura do átomo.....	65
Gráfico 3 -	Aspectos ontológicos dos modelos e perfil conceitual do átomo.....	66
Quadro 9 -	Respostas dos professores as questões 4 e 5.....	67
Figura 16 -	Ilustrações das ligações entre átomos.....	68
Gráfico 4 -	Aspectos ontológicos dos modelos conceituais de ligações químicas.....	68
Gráfico 5 -	Aspectos epistemológicos da essência do conhecimento.....	69
Quadro 10 -	Apresentação e descrição das categorias emergentes da pesquisa.....	80
Quadro 11 -	Apresentação das respostas as questões de pesquisa.....	82
Figura 17 -	Estrutura montada com kits moleculares.....	88

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ago.	Agosto
BDTD	Biblioteca Digital de Teses e Dissertações
CAA	Centro Acadêmico do Agreste
CEDH	Centro de Estudos e Desenvolvimento Humano
CEP	Conselho de Ética em Pesquisa
dez.	Dezembro
GRE	Gerência Regional de Educação
OE	Objetivo Específico
org.	Organizador
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
SAME	Serviço de Apoio à Melhoria das Escolas
set.	Setembro
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFSC	Universidade Federal de São Carlos
USP	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1. 1	Justificativa	17
1. 2	Hipótese	20
1. 3	Objetivos	21
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	23
2 . 1	O currículo e as representações na constituição do conhecimento em química	23
2. 1. 1	<i>Os tipos de currículo</i>	24
2. 1. 2	<i>As contribuições das representações na construção do conhecimento a partir do currículo real</i>	26
2. 2	O conhecimento químico e seus aspectos representacionais	29
2. 3	A essência do conhecimento	34
2. 3. 1	<i>Realismo</i>	35
2. 3. 2	<i>Idealismo</i>	35
2. 3. 3	<i>Fenomenalismo</i>	36
2. 4	Os obstáculos epistemológicos na educação em ciências no uso de representações	37
2. 5	O átomo e os modelos atômicos	40
2. 6	Perfil conceitual do átomo	41
2. 7	Os kits moleculares	42
3	METODOLOGIA	46
3. 1	Delineamento metodológico	46
3. 2	Critérios de seleção e coleta de dados da pesquisa	50
3. 3	Análise de dados	51
3. 3. 1	<i>A análise textual discursiva</i>	51
3. 3. 2	<i>Categorias de análise</i>	53
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	61
4. 1	Os aspectos ontológicos dos modelos conceituais do átomo e das ligações químicas	61
4. 1. 1	<i>As esferas são átomos/ representações de elementos químicos</i>	61

4. 1. 2	<i>CA2: Os tubos são representações/ ligações de elementos químicos</i>	62
4. 2	Tipologia e o perfil conceitual do átomo	64
4. 3	Tipologia dos modelos conceituais das ligações entre átomos	66
4. 4	Essência do conhecimento	68
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	71
	REFERÊNCIAS	74
	APÊNDICE A – APRESENTAÇÃO E DESCRIÇÃO DAS CATEGORIAS EMERGENTES DA PESQUISA	80
	APÊNDICE B – APRESENTAÇÃO DAS RESPOSTAS DOS PROFESSORES	82
	APÊNDICE C – ENTREVISTA RESPONDIDA PELO PROFESSOR	87
	APÊNDICE D – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO (TCLE)	90

1 INTRODUÇÃO

A pesquisa em Educação Química cresce a passos largos no Brasil, mas ainda é pouco representativa, quando comparada com pesquisas duras na área (SCHNETZLER, 2002). Algumas dessas pesquisas são centradas na interação do professor com o aluno na sala de aula, outras propõem materiais didáticos ou estratégias, visando à melhoria do processo de ensino e aprendizagem. Muitas, no entanto, buscam minimizar um grande problema na química, como por exemplo, a existência de dificuldades para relacionar os níveis macroscópicos, submicroscópico e simbólico (JOHNSTONE, 1991). No entanto poucos são os trabalhos desenvolvidos relacionados à essência do conhecimento químico e seus aspectos representacionais.

De acordo com Wartha (2013) e Moreira e Massoni (2011), o Ensino de Química por muitas vezes se dá mediante o uso de modelos, que trazem consigo um pedaço da realidade, ou seja, para sua divulgação e mediação do conhecimento são utilizadas representações simplificadas ou idealizadas de um mundo real para disseminar o conteúdo ou conceito científico sobre ele, e que dentro da ciência o objetivo central do conhecimento não consiste na simples acumulação de fatos e conceitos, mas sim na sua reflexão e compreensão, no entanto isso só é possível ao aventurar-se na construção e teste de hipóteses.

Ainda de acordo com Moreira e Massoni, (2011).

A construção de um modelo começa com a esquematização e simplificação da realidade. O objetivo é representar os principais traços do objeto ou fato – etapa que resulta nos modelos conceituais ou objetos- modelo. Estes têm a função de buscar soluções exatas, que são mais fáceis de tratar, porém com a vantagem de abrir caminho para a abordagem de problemas mais complexos. O passo seguinte é construir modelo teórico que tenta especificar o comportamento ou os mecanismos internos do objeto modelo (p. 159).

Seguindo esse raciocínio, Bunge (1974) trás a ideia de que um modelo teórico “é um sistema hipotético-dedutivo que concerne a um ‘objeto-modelo’ (p. 16)”, sendo, no entanto, uma representação de algo real. Ou seja, um objeto-modelo traz

consigo o intuito de representar um modelo teórico ou real, sendo as representações acessórios didáticos utilizados com a função de transpor do desconhecido para o familiar.

Tratar-se-á no texto o 'objeto-modelo' como o descrito por Moreira e Massoni (2011) sendo uma simplificação do real, utilizando o termo representação, imagens ou modelo análogo.

A partir dessa perspectiva entende-se que, na química, é comum o uso de imagens na explicação de algum fato ou fenômeno no qual são modos de aproximar, mais ou menos, da realidade, desta forma elas são tidas como representações do real. Não só na Química, como na Educação das Ciências, as aulas são permeadas por modelos, com os quais professores e estudantes buscam representar, através das imagens e objetos, os fenômenos ou entidades que muitas vezes não podem ser vistas, não só por seu tamanho, forma ou distância, mas também por sua natureza que não permitem serem observadas. Desta forma conclui-se que grande parte dos conhecimentos científicos são trabalhados nas aulas de Química mediante o uso de comparações e modelos análogos na tentativa de aproximar do real. Contudo, de acordo com Silva, et al. (2006) "as imagens são pouco exploradas em sala de aula, o que leva a inferir que boa parte dos professores considera que as imagens falam por si ou transmitem um único sentido (p. 20) ", trazendo sérias dificuldades ou obstáculos para a apropriação e domínio do conhecimento, surgindo dúvidas quanto a real existência do que está sendo representado, levantando questões como: sabemos que essas entidades estão realmente "lá"? De que forma sabemos ou podemos saber, são algumas das incertezas que surgem pondo em dúvida a existência dos objetos e a projeção pela percepção humana da descrição completa e verdadeira, existindo uma distinção clara entre as propriedades das coisas em si mesmas e propriedades que são projetadas pelos sujeitos cognitivos, nas coisas (BAGHRAMIAM, 2008). No entanto o objeto real existe e independe da consciência humana, embora possa existir uma distinção entre o que se percebe e o que é representado, no qual a percepção pode se dá de forma consciente ou não, sendo o objeto percebido a partir do momento que se para para pensar nele como algo real (HESSEN, 1999; REGO, 2011).

A partir dessas ideias o presente trabalho está voltada para uma análise que envolve a percepção dos licenciados em Química, atuantes na educação básica, em relação ao uso de objeto-modelo, buscando identificar a essência do conhecimento e suas relações com os aspectos representacionais do conhecimento químico apresentados por eles, a partir da utilização de kits moleculares, usados por muitos educadores para apresentar as moléculas orgânicas nas aulas de Química do Ensino Médio. Buscando compreender e identificar as maneiras com que eles relacionam as imagens fixas as realidades que podem ser apresentadas a partir delas.

O interesse na abordagem do assunto “a essência do conhecimento e sua relação com os aspectos representacionais do conhecimento químico mediante uso de kits moleculares para a representação de moléculas orgânicas” surgiu de estudos desenvolvidos pela pesquisadora, na disciplina Filosofia e História das Ciências e Matemática, na qual a pesquisadora atuou como discente. Os estudos em questão criaram uma inquietação referente à essência do conhecimento discutida em sala a partir da leitura e reflexão do livro Teoria do Conhecimento, de autoria de Hessen (1999). Neste momento surgiram dúvidas referente à origem e existência do átomo e como ele é percebido ao se utilizar objetos-modelo. A partir desta inquietação houve a ideia de analisar e interpretar a percepção dos licenciados sobre o universo macro e microscópico dos átomos e das ligações químicas presentes nas moléculas e sua forma estrutural, identificando as formações e limites conceituais, potencialidades e obstáculos epistemológicos apresentados pelo uso de objeto-modelo, permitindo-se evidenciar a importância das abordagens e discussões sobre tais modelos no ensino e na formação docente e buscando-se entender até que ponto as representações se aproximam do objeto real, de modo que os licenciados possam potencializar o ensino e aprender a lidar com as dificuldades apresentadas pelos seus alunos na sala de aula, pensando na realidade em que se trabalham no Ensino de Ciências. A partir da inquietação da pesquisadora, iniciou-se uma busca em periódicos e execução de um projeto piloto, sendo distribuídos cerca de 15 questionários, de modo informal, dentre do círculo de vivência da pesquisadora para identificar a potencialidade da pesquisa, trazendo discussões sobre os aspectos apresentados pelos sujeitos participantes no qual se buscava entender até que ponto o objeto-modelo influenciava na concepção do professor.

1.1 Justificativa

Com vistas a conhecer a originalidade e relevância do nosso trabalho, realizamos um levantamento dos trabalhos na área de Ensino de Química e Filosofia, publicados nos últimos 5 anos (de 2012 até 2016), através da busca avançada realizada na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD). Os resultados apresentados correspondem à combinação de descritores, com o objetivo de refinar a pesquisa. Ela foi finalizada no mês de dezembro de 2016.

O nosso levantamento esteve voltado ao ensino da Química, mais diretamente a essência do conhecimento e os aspectos representacionais em Química propriamente dita. Desta forma, apresentam-se a seguir as associações dos descritores “essência do conhecimento, Filosofia, realismo, representação e Química”.

A primeira combinação realizada foi com os descritores “átomo, representação, Filosofia, Química” sendo encontrados 33 trabalhos, mas apenas três tinham relações com o tema.

O primeiro trabalho encontrado, de autoria de Débora Schmitt Kavalek, foi publicado em 2016, com o título “Átomo, representação e filosofia da Química: caminhos para a transição da linguagem diagramática para a discursiva em aulas da educação básica”. O objetivo do trabalho foi fazer uma discussão acerca das contribuições e dificuldades apresentadas pela filosofia da Química, e busca fazer uma relação entre a filosofia e o ensino. Como resultado, a autora defende que discussões sobre a filosofia desta ciência pode trazer contribuições significativas para uma melhor compreensão dos seus aspectos.

O segundo trabalho, de autoria de Jackson Gois da Silva, foi publicado em 2012, com o título “A significação de representações Químicas e a filosofia de Wittgenstein”. O objetivo deste estudo foi compreender como surge a significação para as representações. Como resultado, o autor defende que embora os professores possam auxiliar na construção de conceitos a partir das representações o seu significado consiste no uso público e visível das palavras.

O terceiro trabalho encontrado, de autoria de Karina Aparecida de Freitas Dias de Souza, foi publicado em 2012, com o título “Estratégias de comunicação em Química como índices epistemológicos: análise semiótica das ilustrações presentes em livros didáticos ao longo do século XX”. Tendo como objetivo de a pesquisa compreender como se dá o processo de construção do conhecimento e como são estabelecidas as relações entre as representações e a realidade. A pesquisadora faz uma abordagem acerca das implicações da semiótica peirceana para o ensino da Química, e sugere que a semiótica peirceana é muito promissora para construção e interpretação dos signos no ensino desta Ciência.

A segunda combinação realizada foi com os descritores “aspectos representacionais, Química”, sendo encontrado 24 trabalhos, mas apenas um tinha relação com o tema.

O trabalho encontrado, de autoria de Edson José Wartha, foi publicado em 2013, com o título “Processos de ensino e aprendizagem de conceitos de química orgânica sob um olhar da semiótica Peirceana”. O trabalho é desenvolvido a partir da semiótica Peirceana, tendo como objetivo identificar como se dá o processo de percepção, a relação e a conceituação dos símbolos e signos nas aulas de Química e qual a contribuição de se utilizar representações no processo de ensino aprendizagem. Foi confirmado nesse estudo que, os alunos apresentam dificuldades na compreensão, no que tange aos aspectos representacionais e que a semiótica peirceana pode contribuir de forma significativa na compreensão dos conceitos Químicos.

A terceira combinação realizada foi com os descritores “realismo, representação, Química”, sendo encontrados 38 resultados, no entanto apenas um tinha relação direta com o tema.

O trabalho encontrado foi de autoria de Fábio André Sangiogo, publicado em 2014, com o título “A elaboração conceitual sobre representações de partículas submicroscópicas em aulas de química”. O objetivo deste trabalho foi identificar, através de um modulo de ensino, questionários e entrevistas, implicações que aulas mediadas por imagens representativas podem trazer para o processo de ensino aprendizagem no Ensino Médio, identificando ainda quais os limites e

potencialidades que podem ser deduzidas a partir do uso de objetos para a significação de conceitos. Teve como resultados a identificação de que as ações desenvolvidas pelo professor em sala de aula, mesmo que baseada em concepções pedagógicas e epistemológicas, não podem garantir uma prática docente coerente, e que por muitas vezes é necessário (ré) pensar e (ré) planejar as aulas. Considerando ainda que os modos de ver, pensar e agir de estudantes e professores influenciam na formação de conceitos, além do que as representações, por muitas vezes, não são transparentes, no que concerne ao sentido ou interpretação da imagem, implicando desta forma na atuação e prática do professor bem como na aprendizagem do aluno.

A quarta combinação realizada foi com os descritores “níveis representacionais, Química”, sendo encontrados 22 trabalhos, mas apenas um apresenta relação com o objeto de estudo.

O trabalho encontrado, de autoria de Solange Wagner Locatelli, foi publicado em 2016, com o título “ Relação existente entre metavisualização e as representações simbólicas e submicro na elaboração de atividades em química”. Este estudo buscou identificar como a estratégia metavisual pode auxiliar o aluno na reconstrução ou confirmação de ideias e quais os fatores que podem estar envolvidos nesse processo. O resultado da pesquisa apresentou o uso da metavisualização nas aulas de Química como eficiente e que auxiliam de forma significativa na construção e reconstrução de conceitos.

Assim, a proposição e a relevância desse trabalho consiste em compreender a importância, os limites e as potencialidades do emprego de objeto-modelo que representam partículas submicroscópicas no âmbito da formação docente e da formação continuada, de modo que os professores de Química potencializem o ensino e aprendam a lidar com obstáculos que dificultam pensar coerentemente, com pressupostos que permeiam a Química, a exemplos de visões idealistas ou realistas da Química e de obstáculos epistemológicos que impedem os professores de terem acesso a significados conceituais que direcionem o pensamento a compreensão de nível teórico e representacional.

Essa compreensão demanda a mobilização de saberes docentes diversificados. Desta forma, a relevância da pesquisa justifica-se pelo seu modo de perceber os aspectos epistemológicos da essência do conhecimento relacionado aos aspectos representacionais do conhecimento químico, e também pela sua relevância quanto ao estabelecimento de reflexões relacionadas ao uso de objeto-modelo no âmbito da formação docente e continuada. Partindo-se do pressuposto de que quando o professor utiliza adequados instrumentos de ensino para a mediação didática, estas podem ser instrumentos facilitadores de aprendizagem e interação.

1.2 Hipótese

A partir da identificação e relação dos aspectos epistemológicos da essência do conhecimento com os aspectos representacionais do conhecimento químico é possível deduzir que, a partir do uso de objeto-modelo, muitos professores podem defini-los como sendo representações fieis do objeto real. No entanto essa concepção pode impactar a atuação e a percepção do licenciado, o qual poderá desenvolver concepções deturpadas diante de imagens representativas, pois as utilizações desses objetos podem provocar uma visão incompleta e/ou incorreta sobre o átomo e a ligação química.

Com base no exposto, a questão de pesquisa se expressa em: Quais os aspectos epistemológicos da essência do conhecimento e da representação do átomo e das ligações químicas são evidenciados na conceituação e representação do átomo e das ligações apresentadas por licenciados em Química com experiências na educação básica?

E as questões associadas:

1. Considerando a concepção e os aspectos ontológicos dos modelos conceituais em Química, como os objetos modelo são percebidos pelos sujeitos?
2. De acordo com a concepção e representação do sujeito ocorre a capacidade de abstração ou generalização ao observar os modelos moleculares?

1.3 Objetivos

A pesquisa tem como objetivo geral analisar os aspectos ontológicos dos modelos conceituais, os aspectos epistemológicos da essência do conhecimento e a sua relação com os aspectos representacionais do conhecimento químico, a partir da percepção do professor de Química do Ensino Médio diante da utilização de kits moleculares.

Como objetivos específicos da pesquisa destacam-se

- Realizar um levantamento quanto aos aspectos ontológicos dos modelos conceituais em química.
- Analisar os modelos conceituais e representacionais de professores do Ensino Médio da Região Metropolitana do Recife e suas possíveis relações com obstáculos epistemológicos.
- Identificar os obstáculos epistemológicos e as potencialidades de recursos didáticos usados nos processos de ensino aprendizagem que objetivam a significação de modelos moleculares.
- Analisar os modelos conceituais e representacionais em relação à essência do conhecimento.
- Identificar relações com o aparecimento de obstáculos epistemológicos.

Como estratégia de desenvolvimento deste projeto de pesquisa buscou-se inicialmente referências teóricas que discutissem a conceituação sobre o conhecimento químico e seus aspectos representacionais; o currículo, a essência do conhecimento (mais precisamente referente às soluções metafísicas); a representação na Educação Química; os obstáculos Epistemológicos no Ensino de Química; e, por fim, foi realizada uma análise textual discursiva. Neste estudo os professores responderam a um questionário (ver Quadro 3) contendo cinco questões por meio de uma entrevista semiestruturada.

O presente trabalho pretende contribuir para a formação inicial e continuada dos professores, e para isso traz uma análise sobre a percepção dos licenciados

diante do uso de objeto-modelo e representações nas aulas de Química do Ensino Médio. Nessa perspectiva esta análise pode fornecer subsídios para pensar-se em alternativas que possam auxiliar os licenciados e licenciando a repensar e refletir sobre sua prática no que diz respeito à forma como os objetos modelos são utilizados em sala de aula.

O capítulo 2 se refere a fundamentação teórica e apresenta os seguintes tópicos: O currículo e as representações na constituição do conhecimento em Química; O conhecimento químico e seus aspectos representacionais; A essência do conhecimento; os obstáculos epistemológicos na educação em ciências no uso de representações; O átomo e os modelos atômicos; Perfil conceitual do átomo; os kits moleculares.

O capítulo 3 corresponde à metodologia, que foi desenvolvida ao longo da realização desta pesquisa e contém os seguintes tópicos: as etapas de planejamento e o delineamento da pesquisa, os procedimentos de coleta dos dados e a análise dos dados.

O capítulo 4 consiste nos resultados e discussão. Este capítulo conta com os seguintes tópicos: os aspectos ontológicos dos modelos conceituais do átomo e das ligações químicas; Tipologia e o perfil conceitual do átomo; tipologia dos modelos conceituais das ligações entre átomos e a essência do conhecimento.

O capítulo 5 refere-se as considerações finais que puderam ser formuladas a partir da pesquisa realizada.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo apresenta-se a fundamentação teórica da pesquisa, no intuito de fazer uma breve explanação acerca da base teórica da pesquisa, com o objetivo de situar o leitor em relação ao objeto de pesquisa em questão e justificar as escolhas realizadas, apresenta-se uma fundamentação aportada em discussão acerca do currículo e as representações na constituição do conhecimento em químico; Conhecimento químico e seus aspectos representacionais; A essência do conhecimento; Os obstáculos epistemológicos na educação em ciências no uso de representações; O átomo e o modelo atômico; Perfil conceitual do átomo; Os kits moleculares.

2.1 O currículo e as representações na constituição do conhecimento em química

A palavra conhecimento vem do latim *cognoscere*, “ato de conhecer” sendo denominado na Filosofia como um processo pelo qual o sujeito apreende um objeto. Partindo do pressuposto que conhecer é compreender ou dominar algo até então desconhecido é possível entender que a formação do conhecimento é um processo contínuo, que surge desde os primeiros sinais de vida de um ser. Ou seja, o conhecimento do ser humano tem início ainda no ventre e vai se aprimorando ao longo da vida, e a escola é um dos meios que influem diretamente na construção da aprendizagem. Relacionado ao conhecimento escolar, o momento de ingresso do indivíduo nas séries iniciais é apenas um marco numa trajetória de crescimento e aprimoramento do saber, que se soma aos constituintes da história de vida deste indivíduo, aguçando seus desejos na busca pela aprendizagem, formando assim a sua base conceitual, social e econômica.

O currículo escolar assume um papel determinante na vida do estudante, este passa a ser compreendido como sendo tudo aquilo que deve ser ensinado e aprendido, além de apresentar alguns caminhos que devem ser seguidos para alcançar os objetivos educacionais, sociais e econômicos, no qual o professor tem papel fundamental na execução do currículo e no processo de ensino aprendizagem.

O currículo real consiste na ação realizada pelo professor dentro da sala de aula desde a seleção do conteúdo até a sua aplicação, em que os professores buscam desenvolver o processo de ensino aprendizagem a partir da criação do plano de aula e da sua efetivação. Neste momento muitos discentes utilizam representações com o intuito de facilitar a compreensão, fazendo uso de objetos que constituem o cotidiano, para que a partir deles possam ocorrer conexões e desenvolvimento do conhecimento.

2.1.1 Os tipos de currículo

De acordo com o dicionário de língua portuguesa Saraiva Jovem (2010) a palavra currículo é um termo aportuguesado da expressão que vem do latim, curriculum vitae, que tem como função apresentar os dados pessoais e profissionais do indivíduo ou mesmo utilizado para determinar as matérias de um curso. Nos sistemas escolares foi definido como sendo a organização das disciplinas e seus respectivos conteúdos, em formas de blocos, designando como e quando cada conteúdo deve ser inserido no contexto escolar. Em contexto geral, desde a sua conjectura o currículo adquiriu diferentes significados. No entanto ele é por muitas vezes utilizado de forma equivocada, sendo geralmente para

designar o programa de uma disciplina, de um curso inteiro, ou num sentido mais amplo, descrito como abrangendo as várias atividades educativas por meio dos quais o conteúdo é desenvolvido, bem como os materiais e metodologias utilizadas (MALTA, 2013, p. 3423).

As definições do currículo como sendo um curso a ser seguido podem ser identificadas ainda nas definições de Sacristan (2013), em que o autor aborda o currículo como sendo um instrumento em que apresentam a construção, a organização e o percurso a ser seguido pelos cursos, ou seja, é tido como um desenho esquematizado ou prescrito sendo utilizado pelas instituições educacionais para o seu desenvolvimento.

Sacristan (2013) afirma que a palavra currículo em nosso idioma assume dois significados, ou sentidos: em um ele apresenta o histórico profissional do indivíduo, o curriculum vitae, e por outro lado ele assume o sentido de construção e

organização do conhecimento na vida do estudante, tudo o que ele deve aprender e em que momento deverá fazê-lo. Nessa perspectiva, Roldão (2013) afirma que o currículo é o núcleo que define a existência da escola, sendo ele o seu alicerce, dando base e sustentação para o seu desenvolvimento. Mesmo que muitos estudiosos busquem uma definição para o termo currículo, percebe-se que não existe um consenso que o delimite.

Malta (2013) garante que entender e conceber currículo não se trata apenas de

escolher a definição mais divulgada, mais moderna ou mais aceita pela comunidade científica, mas de se entender currículo como o pensar e o agir a respeito das seguintes questões: Para que ensinar? A quem ensinar? O que ensinar? Como ensinar? (MALTA, 2013, p. 342).

Desse modo é possível reconhecer que embora existam muitas dúvidas quanto a conceituação do termo currículo, não é isso que está em questão, e sim a necessidade de compreender que o currículo é um instrumento desenvolvido a partir de diversas lutas buscando status e espaço na sociedade, para auxiliar as instituições educacionais e que é necessário não apenas saber a sua definição como também observar a sua função no contexto educacional. Assim, para que aja a utilização correta do currículo é preciso que antes façamos um levantamento do que, para que é a quem ensinar, só assim o currículo será utilizado na forma correta. O currículo hoje se tornou um importante campo de estudos e reflexões, no qual se busca aprimoramentos no campo educacional.

Segundo Sacristan (2013), a introdução do currículo trouxe para todo o contexto escolar uma orientação e organização do processo de ensino aprendizagem, propiciando o desenvolvimento da escola de forma sequenciada e o refinamento dos conteúdos e os modos de ensino. Afirmando ainda que “o conceito de currículo delimitou as unidades ordenadas de conteúdos e períodos que tem um começo e um fim, com um desenvolvimento entre esses limites, impondo uma norma para a escolarização” (SACRISTAN, 2013 p. 18).

Ao longo do processo de fixação do currículo em âmbito escolar, ele assumiu diferentes posturas e características, como: o currículo real, sendo caracterizado como aquele que ocorre dentro da sala de aula, a partir do planejamento das aulas realizadas pelo professor, os seus métodos de ensino e sua relação com a aprendizagem do aluno, o currículo formal, compreendido como sendo os conteúdos definidos e sequenciados que devem ser trabalhados em cada ano, ou seja é a referência básica, organizada pelas normas curriculares que norteiam o trabalho do professor e que padronizam as escolas; e, por fim, o currículo oculto, concebido como toda a influência exercida por fatores externos a escola e interno ao ser do professor ou ao ser do aluno, que são as características culturais e os valores sociais que influem diretamente no processo da aprendizagem e do conhecimento do aluno, ou seja, suas práticas e experiências trazidas para dentro do processo de ensino aprendizagem.

Ainda dentro do processo de desenvolvimento e adequação do currículo nas escolas, a teoria tradicional tem uma grande influência no processo educativo e o cotidiano da escola visto que dentre as três teorias que lhe dão base e sustentação, definidas como as teorias tradicionais, a teoria crítica e a pós crítica, a teoria tradicional está sempre presente nas ideias e atitudes de todo o corpo escolar.

2.1.2 As contribuições das representações na construção do conhecimento a partir do currículo real

Lopes e Macedo (2011) definem o conhecimento como sendo “um conjunto de concepções, ideias, teorias, fatos e conceitos submetidos às regras e aos métodos consensuais de comunidades intelectuais específicas” (p. 71, apud ANDRETTA, 2013 p. 97). Andretta (2013), considera ainda que o currículo influencia de maneira direta a formação das pessoas, sendo determinante para o desenvolvimento do seu conhecimento pessoal, social e cultural. No entanto é preciso atentar para o modo em que o conhecimento está sendo trabalhado dentro da sala aula, e quais os artifícios utilizados pelos professores para uma aprendizagem eficiente e que possa alcançar a todos.

O currículo é constituído por elementos que tem a função de auxiliar o professor na transposição do saber, no qual entra em ação o currículo real, sendo

caracterizado como os conceitos trabalhados pelo professor e o formato como estão sendo desenvolvidos dentro da sala de aula, de modo a contribuir e facilitar a aprendizagem.

Por muitas vezes os professores utilizam adaptações e representações para transformar o abstrato em algo real, ou seja, fazem uso extensivos de objetos que trazem consigo um pedaço da realidade. Desta forma, é comum presenciarmos em salas de aulas o uso de representações simplificadas ou idealizadas de um mundo real para divulgar o conhecimento científico sobre ele. Esse é um meio de ensinar e estabelecer vínculos mais estreitos com a realidade, além de auxiliar na compreensão do mundo, sendo uma estratégia de contextualizar e tornar o ensino de conceitos e a aprendizagem mais significativos. No entanto estes instrumentos tanto podem facilitar como podem atrapalhar, criar obstáculos na aprendizagem do aluno, visto que o objeto em estudo pode ser percebido por diferentes sujeitos e de diferentes maneiras. É necessário compreender e saber diferenciar.

No ensino de Química, mais precisamente na aprendizagem dos modelos atômicos e das formas moleculares, os professores utilizam modelos, ou kits moleculares para representar a estrutura do átomo e das ligações químicas, levando os alunos a compreenderem modelos que não são possíveis de serem vistos em sua realidade, e sendo assim podem levar os alunos a saírem das escolas com uma visão deturpada do que realmente é o átomo e como é sua estrutura.

Nesta perspectiva, Hessen (1999), afirma que o conhecimento se dá mediante uma relação do sujeito com o objeto sobre três vertentes, o realismo, o idealismo e o fenomenalismo, que atuam de formas distintas na caracterização e formação da aprendizagem, pois cada indivíduo enxerga e compreende o objeto de modos diferentes. O indivíduo realista enxerga e compreende o objeto como vê, pois, para eles os objetos reais existem independentes da consciência, concebendo-o exatamente da maneira que se vê. Desta forma, nas aulas de Química, ao ser utilizados modelos representacionais para descrever o átomo, o aluno pode concluir que a sua estrutura é exatamente da forma que está sendo apresentada. Na visão idealista, os indivíduos não conhecem o objeto em sua essência, eles fazem uma criação de como eles devem ser e para isso utilizam as representações para construir seus próprios modelos mentais, fazendo uso da cultura que lhe é

transmitida. Enquanto na visão fenomenalista, os objetos são projeções da consciência associada as representações, sendo o conhecimento limitado, pois nem tudo que existe é possível ser visto ou compreendido, e que todo conhecimento está condicionado a limitações, sendo ele modelado pela consciência e identidade de cada ser, que tem como centro a cultura e sociedade em que vive.

Mortimer (2000) defende que no ensino é necessária uma inter-relação entre os conhecimentos, de modo a relacionar o conhecimento fenomenológico, teórico e representacional para evitar que os alunos tomem como reais as formas que os conceitos são apresentados, definindo que “a produção de conhecimento em Química resulta sempre de uma dialética entre teoria e experimento, pensamento e realidade” (p 277).

Sendo assim o papel do professor na execução do currículo é fundamental e requer muita atenção e cuidado, visto que sua atuação será importante na construção do conhecimento e na visão dos alunos para com o mundo, atuando de maneira a contribuir com a identificação da identidade de cada aluno e atuar para que eles não construam o saber com imagens deturpadas, colocando-o como elemento central do currículo e capacitando os alunos para adquiri-lo consciente e que produzam sentidos, no qual deverão executar o currículo de forma a inserir os aspectos fenomenológicos, teórico e representacionais nas aulas, pois eles devem andar lado a lado para que os conceitos façam sentido para o aluno (MORTIMER; MACHADO e ROMANELLI, 2000).

Nessa perspectiva compreende-se que os professores são mediadores do currículo, e que precisam passar por formações continuadas, que auxiliem não só de modo a propor o que deve ser feito, mas também orientar como deve ser trabalhada as representações para que possam extrair o máximo de contribuições sem que atrapalhem a aprendizagem dos alunos, legitimando o conhecimento. Andretta (2013) afirma que são inúmeras as interferências na constituição do conhecimento escolar, desde a formação do professor, as condições de trabalhos e até as políticas educacionais e curriculares. Desta forma é possível retomar ao comentário de Malta (2013) e refletir sobre a função do currículo e buscar compreender “para que ensinar? A quem ensinar? O que ensinar? Como ensinar? ” (p. 342). Levando em consideração sempre que o currículo é o centro do conhecimento escolar e que

partindo dele o professor deve formular e desenvolvê-lo de modo a proporcionar uma aprendizagem baseada nos aspectos fenomenológicos, teóricos e representacional e identificando a relação dos alunos com o objeto em estudo.

2.2 O conhecimento químico e seus aspectos representacionais

Alguns dos trabalhos que trazem um panorama das pesquisas em Educação Química que tratam da representação do conhecimento químico e seus aspectos representacionais são de Wartha (2013), Sangiogo (2014) e Locatelli (2016), ressaltando a recente reflexão na literatura da área, envolvendo a representação microscópica e submicroscópica do conhecimento químico, e abordando questões quanto à realidade do objeto estudado e os obstáculos epistemológicos apresentados a partir do uso de representações em aulas de química. No entanto os trabalhos estão voltados para o estudante.

Wartha (2013) afirma que para aprender conceitos químicos é necessário aprender também sobre suas representações, sendo a construção do conhecimento realizada a partir de representações e modelos. Desta forma, considera “as representações como produtos semióticos que dependem de suas formas de uso, pois são processos intencionais negociados por uma comunidade que os garante e legitima (p. 47)”. A representação é compreendida como um conjunto de símbolos que ‘representa’ algo para nós na ausência do objeto.

De acordo com Sangiogo (2014), na Química, é comum o uso de imagens abstratas para representar ‘entidades’ químicas que não podem ser visualizadas, e esses modelos são construídos a partir da relação de um sujeito com um objeto. Sendo, no entanto, tentativas de representação e nunca uma relação direta com a realidade, ou seja, as representações são objetos-modelo utilizado para demonstrar entidades químicas que não são perceptíveis microscopicamente e que esses modelos não demonstram os fatos e fenômenos exatamente como são, na verdade, eles tentam trazer uma aproximação do real, tornando algo presente naquilo que está ausente, o que não pode ser observado.

Ainda de acordo com Sangiogo (2014), esses modelos utilizados como representação são “imagens representativas de partículas submicroscópicas” tendo como finalidades no ensino de química explicar fatos e fenômenos mediante

compreensões em nível submicroscópico no qual esses modelos trazem um importante papel para o ensino uma vez que permite conexões, mesmo estando um pouco distantes da realidade.

Os modelos são descritos por Justi et al. (2010) como sendo:

As principais ferramentas usadas pelos cientistas para produzir conhecimento e um dos principais produtos da ciência. Além disso, o fato de modelos serem representações parciais significa que eles (i) não são a realidade; (ii) não são cópias da realidade e (iii) têm limitações. A importância desse elemento emerge da constatação (evidenciada em pesquisas e na realidade de muitas salas de aula) de que boa parte dos estudantes pensa, por exemplo, que o átomo “é” o que está desenhado no livro, que os desenhos de modelos atômicos nos livros são ampliações do átomo, ou que o modelo atômico mais recente é perfeito (p. 211).

Segundo Campos (2001), representar o conhecimento químico envolve uma série de obrigações, desta forma, selecionar uma representação significa fazer um conjunto de compromissos ontológicos no qual determinam o que pode ser visto como essencial.

Corroborar-se a visão de Sangiogo (2014), em que,

Imagens representativas de partículas submicroscópicas, muitas vezes usadas no contexto escolar, exigem processos de apropriação e (re) elaboração de linguagens e pensamentos específicos às culturas da comunidade científica e escolar, mediante processos assimétricos de interação entre estudantes e professores (p. 36).

Ainda de acordo com Wartha (2013), o conceito de representação traz consigo vários significados e que essas diversidades de significados podem apresentar problemas quanto ao seu uso. O presente trabalho teve como foco a filosofia, e para esta a representação “está ligada a busca de forma apropriadas de tornar o ‘*real*’ presente, de aprendê-lo por meio de sistemas de significação” (p. 24). Sendo apresentada pelo autor em duas dimensões: a representação externa (que envolve as imagens e os signos) e a interna (que está ligada a consciência). O autor afirma ainda que, na filosofia, “representação significa a operação pela qual a mente

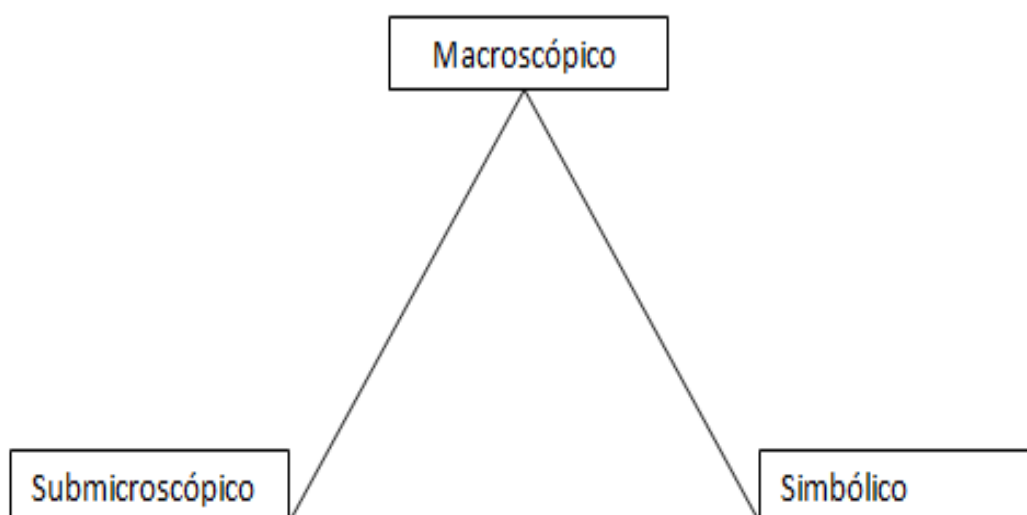
tem presente em si mesmo a imagem, a ideia ou o conceito que corresponde a um objeto que se encontra fora da consciência” (p. 25).

Apesar de diferentes significados para o termo representação, em nosso estudo, ela é entendida como formas, objetos-modelo, símbolos imperfeitos da realidade.

No estudo da representação do conhecimento químico encontram-se vários trabalhos como Mortimer, Machado e Romanelli (2000); Wartha (2013); Sangiogo, (2014); Locatelli (2016) e muitos deles derivam do trabalho apresentado quanto aos níveis de representação.

Os trabalhos de Johnstone (1982, 1993 e 2000), são amplamente citados dentro da Educação Química, referente à representação do conhecimento químico. O autor levanta três níveis de representação, a saber: o nível macroscópico (fenômenos químicos observáveis); o nível microscópico (relacionado às partículas átomos e moléculas) e o nível simbólico (que envolve as representações e as equações), demonstrados em um triângulo na Figura 1.

FIGURA 1 - Os três níveis de representação

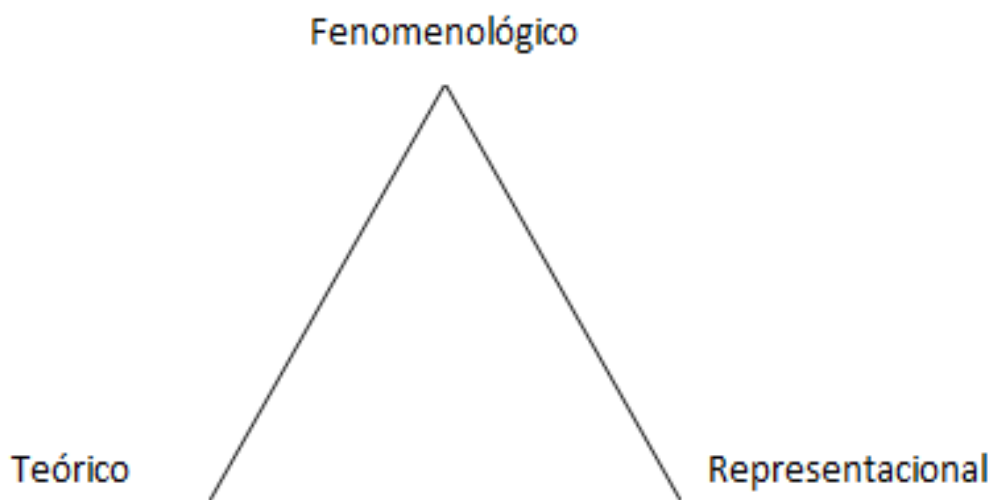


FONTE: A Autora (2017)

NOTA: Johnstone, (1993, 2000)

Esses níveis foram redefinidos, sendo considerados como as inter-relações entre os aspectos do conhecimento químico por Mortimer, Machado e Romanelli (2000), assumindo outras classificações, sendo chamado pelo autor de aspecto fenomenológico, aspecto teórico e aspecto representacional. Desta forma, o triângulo antes apresentado por Johnstone teve uma reformulação sendo classificado como demonstrado na Figura 2.

FIGURA 2 - Inter-relações entre os aspectos do conhecimento químico



FONTE: A Autora (2017)

NOTA: Mortimer, Machado e Romanelli, (2000).

Segundo Mortimer, Machado e Romanelli (2000) são necessários distinguir esses três aspectos:

O aspecto fenomenológico diz respeito aos fenômenos de interesse da química, sejam aqueles concretos e visíveis, como a mudança de estado físico de uma substância [...].O aspecto teórico relaciona-se a informações de natureza atômico-molecular, envolvendo, portanto, explicações baseadas em modelos abstratos e que incluem entidades não diretamente perceptíveis, como átomos, moléculas, íons, elétrons etc. Os conteúdos químicos de natureza simbólica estão agrupados no aspecto representacional, que compreende informações inerentes à linguagem química, como fórmulas e equações químicas (p. 276-277).

Nessa perspectiva, Mortimer, Machado e Romanelli (2000) afirmam que os aspectos representacionais fornecem ferramentas simbólicas com o intuito de relacionar a teoria com o objeto real pondo a teoria e a realidade em constate interlocução. Podendo ser uma ferramenta importante para atuação dos licenciados em diversos setores da sua vida acadêmica e docente.

Johnstone (1982; 2000); Mortimer, Machado e Romanelli (2000) Wartha (2013), afirmam que para uma gestão eficiente do conhecimento químico é necessário que os três aspectos do conhecimento sejam trabalhados em sala de aula de forma interacionista e dialética, visto que grande parte da dificuldade de aprendizagem quando se fala em ensino de química encontra-se em um dos vértices do triângulo, dificultando a articulação entre o real e o modelo utilizado para representação.

Desta forma Bunge (1974), afirma que:

Converter coisas concretas em imagens conceituais cada vez mais ricas e expandi-las em modelos teóricos progressivamente complexos e cada mais fiéis aos fatos é o único método efetivo para apreender a realidade pelo pensamento (p. 12).

Gilbert (2008, apud LOCATELLI, 2016) afirma que o grande desafio na química é transitar entre os três níveis, pois é neles que as representações ganham sentido, adquirindo o potencial de tornar conceitos abstratos em ideias mais acessíveis e visíveis, sendo necessário que as representações sejam cada vez mais fiéis ao real para que tanto o professor quanto o aluno tenham uma aproximação do fenômeno químico, uma vez que “queremos que a ciência diga respeito ao que as coisas são e não ao que as coisas parecem ser...” (BUNGE, 2000, apud MOREIRA; MASSONI, 2011).

Na presente pesquisa o foco está voltado para os vértices do triângulo do aspecto teórico e representacional, visto que o intuito da investigação foi analisar a percepção e abstração dos licenciados em relação ao representacional e o real, no qual os professores foram convidados a além de expor sua ideia sobre a estrutura atômica e a ligação existente na molécula orgânica, representar com desenhos a

forma como o átomo e a ligação estão em sua mente, uma vez que “um modelo mental de um átomo é uma representação formada por um indivíduo no qual pode modificá-lo para chegar ao modelo científico permitindo a transição entre os três níveis representacionais” (LOCATELLI, 2016, p. 32).

2.3 A essência do conhecimento

A palavra conhecimento vem do latim *cognoscere*, ato de conhecer sendo denominado na Filosofia como um processo pelo qual o sujeito apreende um objeto, como afirma Wartha (2013, p. 36) dentre as metas da investigação científica está o “problema da relação entre objetos reais e objetos teóricos, entre o ontológico e o epistemológico, carregado de relações das quais emerge o conceito de representação”.

Compreende-se nessa vertente que a filosofia busca uma solução para diferenciar o que é percebido pelo sentido e o que se compreende pelo pensamento, ou seja, o conhecimento humano é derivado do pensamento ou da realidade?

Segundo Hessen (1999), o conhecimento se dá mediante uma relação entre o sujeito e o objeto, mas, diante desta relação, surge um problema: “para a consciência natural, o conhecimento aparece como uma determinação do sujeito pelo objeto” (p. 69). Para o autor a dúvida está em saber se o “centro da gravidade está no sujeito ou no objeto” (p. 69) logo deve-se indagar a questão da determinação de um sobre o outro: o sujeito determina o objeto, ou o objeto determina o sujeito? O autor afirma ainda, que essa questão pode ser respondida a partir de três soluções:

Solução pré-metafísica: (objetivista e subjetivista) no qual o caráter ontológico do sujeito e do objeto não é estabelecido.

Solução metafísica: (idealista, realista e fenomenalista) ocorre o estabelecimento do caráter ontológico do objeto.

Solução teológica: ocorre uma relação entre o ser (seres capazes de conhecer o universo e sua estrutura) e o pensamento.

A partir desta perspectiva compreende-se que as imagens utilizadas para representação na Educação Química são construídas a partir da relação entre um

sujeito e um objeto e as soluções metafísicas (realismo, idealismo e fenomenalismo) como demonstradas por ele podem fornecer um melhor entendimento quanto à essência do conhecimento e sua relação com os aspectos representacionais do conhecimento, baseado nisso esse texto será voltado na descrição delas.

2. 3. 1 Realismo

Para o realista os objetos reais existem independente da consciência do sujeito. Sendo destacado o realismo ingênuo, que compreende que as coisas são exatamente da forma que vemos, sem fazer questionamentos a respeito do objeto, concebendo-o da forma que ele aparece, ou seja, não existe a ação do pensamento. Desta forma, conclui-se que o átomo é exatamente da forma em que é visto através de um objeto modelo. O realismo natural não distingue o objeto da consciência do objeto percebido, sendo as coisas exatamente como se vê. No realismo volitivo, as coisas não podem ser provadas como sendo reais, elas devem apenas ser vivenciadas na experiência pelo sujeito, ou seja, as coisas existem e são vivenciadas a partir do desejo de que o objeto exista, mas não há uma confirmação da sua forma real. E a visão do realismo crítico é apoiada em reflexões crítico-epistêmicas, ou seja, o objeto existe, mas não é possível afirmar que tudo que é visto ou percebido num objeto modelo condiz com o real, sendo que:

Nem todas as propriedades presentes nos conteúdos perceptivos convêm às coisas. Muito pelo contrário, as propriedades ou qualidades da coisa apreendidas por nós apenas por meio de um sentido, como cores, sons, odores, sabores, etc., existem apenas e tão-somente em nossa consciência. Elas surgem na medida em que certos estímulos externos atuam sobre nossos órgãos sensíveis. Tais propriedades representam, portanto, formas de reação de nossa consciência, que são naturalmente condicionadas em seu modo de ser pela organização de nossa consciência (HESSEN, 1999, p. 74-75).

2. 3. 2 Idealismo

Na visão do idealista as coisas não existem por si mesmas mais na medida em que são pensadas e representadas, sendo o objeto do conhecimento reduzido do real para o ideal, e criado na consciência humana. Desta forma entende-se que o

átomo existe apenas na consciência do sujeito, que não é algo real e que não se conhece o átomo e sim a representação que a mente faz dela.

As coisas não passam de conteúdos da consciência. Seu ser consiste em serem percebidas por mim, em serem conteúdos de minha consciência. Tão logo deixam de ser percebidas por mim, deixam também de existir. Não lhes cabe um ser independente de minha consciência. O que há de efetivo é unicamente minha consciência e seus conteúdos (...). O idealismo *objetivo* ou *lógico* é essencialmente diverso do subjetivo ou psicológico. Enquanto o idealismo subjetivo parte da consciência do sujeito individual, o idealismo objetivo toma como ponto de partida a consciência objetiva da ciência, tal como se expressa nas obras científicas. O conteúdo dessa consciência não é um complexo de processos psicológicos, mas uma soma de pensamentos, de juízos. Em outras palavras, não é algo psicológico e real, mas sim lógico e ideal - é um sistema de juízos (HESSEN, 1999, p. 81-82).

Conclui-se assim que um objeto ideal existe apenas na consciência humana e que cada um molda a partir do seu entendimento dos conceitos.

2. 3. 3 Fenomenalismo

Na visão do fenomenalismo, o fator que determina a relação do sujeito com o objeto está entre o realismo e o idealismo compreendendo que existem coisas reais, mas que os sujeitos cognocentes não são capazes de compreender sua essência, desta forma “acompanha o realismo na suposição de coisas reais, mas acompanha o idealismo na limitação do conhecimento à realidade dada na consciência, ao mundo das aparências” (SANGIOGO, 2014, p. 86).

Segundo o fenomenalismo apresentado por Hessen (1999)

Lidamos sempre com o *mundo das aparências*, com o mundo que aparece com base na organização *a priori* da consciência, e nunca com as coisas em si mesmas. Em outras palavras, o mundo no qual eu vivo é modelado por minha consciência. Jamais serei capaz de saber como é o mundo em si mesmo, à parte de minha consciência e de suas formas *a priori*, pois tão logo tento conhecer as coisas, já lhes imponho as formas de minha consciência (p. 87, grifo do autor).

Segundo Sangiogo (2014), no fenomenalismo considera-se “que o átomo não pode ser conhecido em si mesmo, pois tão logo se tenta conhecê-lo, já lhes impõe as formas da consciência” (p. 53). Ou seja, a partir da visão fenomenalista o átomo é um fenômeno real, mas que não pode ser conhecido em sua essência, pois a partir do momento que se determina sua estrutura está sendo imposta as formas da consciência humana. Nessa perspectiva, no presente trabalho tem-se a intenção de situar as respostas dos professores dentro das categorias da essência do conhecimento, na busca de uma solução metafísica para tal problema apresentado por Hessen e suas relações com os aspectos representacionais do conhecimento como apresentados no Quadro 1.

QUADRO 1 - As soluções metafísicas e suas relações com os aspectos representacionais do conhecimento químico

Soluções metafísicas	Essência	Indicadores dos aspectos representacionais
Realismo (ingênuo/natural)	Os objetos reais existem independentes da consciência do sujeito.	O átomo é exatamente da forma em que é representado através dos objetos modelo.
Idealismo (objetivo ou lógico)	Os objetos não existem por si mesmo mais na medida em que são pensadas e representadas	O átomo existe a partir da objetivação da ciência, tal como se expressa nas obras científicas. Sendo o átomo um objeto lógico e real.
Fenomenalismo/realismo crítico	Existem coisas reais, mas os sujeitos não são capazes de conhecer sua essência, ou seja, nem todas as propriedades presentes nos conteúdos perceptíveis convêm às coisas.	O átomo não pode ser conhecido em si mesmo, pois tão logo tenta conhecê-lo, já lhes impõem as formas da consciência.

FONTE: A Autora (2018)

2.4 Os obstáculos epistemológicos na educação em ciências no uso de representações

Pesquisas na área de Educação em Ciências, mais precisamente em Química, alertam para obstáculos epistemológicos (BACHELARD, 1996), no emprego de representações (MORTIMER, MACHADO, ROMANELLI, 2000; SILVA, *et al.* 2006; LOPES, 2007; SANGIOGO, 2014).

Cientes de que, na Química, os obstáculos precisam ser superados para a formação de um espírito científico aberto ao novo (BACHELARD, 1996), compreende-se que obstáculos também precisam ser superados na vida acadêmica e profissional para a produção de conhecimentos científicos.

Nesta perspectiva, compreende-se que mediar discussões sobre modelos e representações implica saber lidar com obstáculos epistemológicos e pedagógico do conhecimento científico. Um exemplo seria o obstáculo realista, no qual se conclui que os modelos são imagens fieis da realidade.

Entender o obstáculo epistemológico é um dos mais importantes eixos, se não o principal, do pensamento filosófico (BACHELARD, 1996). Visto que a assimilação de noções inadequadas, sejam elas advindas dos conhecimentos empíricos que os professores e alunos vivenciam em seu cotidiano ou adquiridos no contexto escolar, podem resultar na constituição de obstáculos epistemológicos. Sendo esses obstáculos inerentes ao processo de conhecimento.

Sangiogo (2014), afirma que as principais dificuldades apresentadas na educação química são devidas as incompreensões nas interpretações macroscópicas e microscópicas dos fenômenos químicos e no uso inadequado dos modelos, podendo trazer sérios problemas de compreensão. Ou seja, os obstáculos epistemológicos dentro da educação em Ciências/Química surgem a partir do momento em que ocorre o uso excessivo ou inadequado de analogias, metáforas, imagens e representações com o intuito de tornar acessível grande parte do conhecimento abstrato.

Bachelard (1996) desenvolve a ideia de obstáculos epistemológicos argumentando sobre existência de cinco obstáculos: obstáculo primeiro, obstáculo animista, obstáculo realista, obstáculo substancialista e obstáculo verbal, no entanto o texto será direcionado a apenas três dos cinco descritos por Bachelard: obstáculos epistemológicos substancialista, o realista e o animista.

No obstáculo substancialistas, apresenta-se as qualidades da substância (objeto) ao invés de apresentar suas propriedades sendo muitas vezes consideradas como qualidades que são encontradas exclusivamente nesta substância.

Miranda e Araújo (2012), trazem a ideia de que o obstáculo substancialista é uma crença que está bastante enraizada no ambiente escolar e que por este motivo muitos educadores utilizam de uma forma muito ampla, sendo visto tanto em salas de aulas quanto em livros.

Um exemplo deste obstáculo é quando se define molécula. Os livros geralmente conceitualizam a mesma como: “a menor parte da substância capaz de guardar suas propriedades” (OLIVEIRA, 1995, p.9, apud MIRANDA; ARAÚJO, 2012). Os estudantes podem entender com esta ideia que a molécula é um constituinte isolado e todos os atributos encontram-se nela, o que evidentemente é incorreto já que as propriedades “manifestam-se nas relações que as moléculas mantêm entre si” (MIRANDA e ARAUJO, 2012, p. 9).

Enquanto o obstáculo realista é caracterizado por Barros (2010, p. 1) como sendo “imagens concretas, geradas pela mente do indivíduo na tentativa de explicar fenômenos abstratos”, sendo considerada por Bachelard (1996), como a única filosofia inata e que faz uso de analogias para facilitar o entendimento. Sendo assim, o realismo trabalha o lado macroscópico da Ciência, visto que os conceitos químicos nem sempre são visíveis e desta forma se faz necessário o uso da abstração para conhecer e compreender o lado microscópico e macroscópico da Química, constituindo-se, desta forma, em obstáculos epistemológicos uma vez que os modelos podem gerar confusões no momento da concepção e entendimento do conteúdo.

Já o obstáculo animista é definido por Barros (2010), como sendo uma comparação com comportamentos humanos, ou seja, são feitas relações análogas dando características de seres vivos aos fenômenos químicos.

Quando se fala em Ciências é necessário atentar-se às representações, objeto-modelo, que serão utilizados para mediar a discussão, pois, ao tentar facilitar o entendimento da Química por exemplo, pode fazer uso de artifícios que ao invés de facilitar podem distanciar ainda mais o aprendizado e compreensão criando imagens errôneas do conteúdo científico. Desta forma busca-se identificar indícios de obstáculos epistemológicos no emprego de representações como os apresentados no Quadro 2.

QUADRO 2 - Obstáculos epistemológicos no emprego de representações

Obstáculos epistemológicos	Evidências de obstáculos epistemológicos nas representações
Substancialista	“molécula [...] a menor parte da substância capaz de guardar suas propriedades” (MIRANDA, ARAÚJO, 2012).
Realista	O átomo parece um sistema solar, em que o sol representa o núcleo positivo e os planetas equivalem aos elétrons.
Animista	“O elétron ‘salta ‘de uma órbita para outra”.

FONTE: A Autora (2018)

2.5 O átomo e os modelos atômicos

O que seria o átomo em sua essência? Como definir ou caracterizar um átomo? Como representar o átomo?

Diversos livros, dicionários e sites trazem a ideia de que átomo é o menor componente da matéria, no entanto não conseguimos definir o ser átomo. Embora existam muitos estudos para sua definição e caracterização, não existe no mundo alguém que tenha visto em sua essência. Os estudos sobre o átomo começaram na Grécia antiga, no século V a.C. com os filósofos Leucipo e Demócrito, depois deles muitos outros estudiosos tentaram definir a sua forma, surgindo então os modelos atômicos.

Dentre os modelos atômicos (ATKINS, 2012), temos:

- Modelo atômico de Dalton criado em 1807, foi o primeiro modelo expresso para o átomo, no qual descreveu o átomo como esferas puras assemelhando a uma bola de bilhar.
- Modelo atômico de Thomson, criado em 1897, trouxe a primeira evidencia experimental da estrutura do átomo a partir de experimentos realizados permitindo mostrar a presença de partículas carregadas negativamente, no interior do átomo, sendo chamada posteriormente de elétron. Portanto ele

“sugeriu um modelo como uma gota de material gelatinoso com carga positiva, com os elétrons suspensos nele” (p. 2).

- Modelo de Rutherford criado em 1911, a partir de uma experiência, desenvolvida por dois de seus estudantes, para verificar se o átomo era maciço, utilizando uma folha de platina e partículas alfa, Rutherford concluiu que o centro do átomo está vazia e que deveria existir uma pequena região onde estaria concentrada a massa, desta forma ele definiu que o átomo era constituído por um núcleo positivo, onde estaria toda sua massa e a região praticamente sem massa que envolvia o núcleo apresentava carga negativa então foi denominada por ele de eletrosfera, caracterizando o átomo como sendo uma matéria descontínua.
- Modelo atômico de Niels Bohr, criado em 1913, que definia que o átomo é formado por um núcleo positivo e rodeado por elétrons em órbitas circulares, ou camadas eletrônicas quantizadas, e que cada órbita possui energia constante (órbita estacionária), no qual os elétrons “saltava” de uma órbita para outra ao absorver ou perder energia. Sendo este modelo o mais difundido no Ensino Médio.
- Modelo atômico quântico, criado após 1900, propôs o modelo a partir de orbitais atômicos, no qual formaliza a ideia de que o elétron apresenta comportamento de onda e partícula.

2.6 Perfil conceitual do átomo

Sendo o objeto-modelo acessórios didáticos utilizados com a função de transpôr do desconhecido para o familiar e facilitar a estruturação de conhecimentos científicos, Moreira e Massoni (2011) e Wartha (2013), afirmam que a aprendizagem dos conceitos químicos ocorre, por muitas vezes, mediante o uso de objeto-modelo, que carregam consigo uma ideia do real, ou seja, para que ocorra a divulgação e mediação do conhecimento são utilizadas representações simplificadas ou idealizadas de um mundo real para disseminar o conteúdo ou conceito científico sobre ele. No entanto, o objetivo central do conhecimento no ensino de ciência não consiste na simples acumulação de fatos ou conceituação, mas sim na sua reflexão e compreensão.

Deste modo Mortimer (1995, 2000), com base em distintos compromissos epistemológicos e ontológicos do conceito do átomo propôs o perfil conceitual do átomo com quatro zonas relacionadas a uma perspectiva epistemológica, a saber, sensorialista, substancialista, concepções clássicas da matéria e concepções quântica da matéria.

Na zona denominada sensorialista, o autor discute a ideia do conceito do átomo a partir da continuidade ou descontinuidade da matéria, desta forma o indivíduo nega a existência do átomo, tendo a matéria como algo contínuo.

A zona substancialista, admite-se a existência do átomo, sendo ele composto por espaços vazios entre as partículas. E que as partículas são substâncias de propriedades microscópicas. Trazendo características reais nas suas representações, ou seja, os modelos propostos em livros descrevem o átomo exatamente como ele é. Dentre os modelos teóricos podemos realizar uma associação com o modelo proposto por Niels Bohr em 1913, sendo ele formado por partículas microscópicas que compõem o núcleo e camadas eletrônicas bem definidas.

A zona de concepções clássicas define o átomo como sendo a unidade de constituição básica da matéria e que durante as transformações químicas sua massa se conserva, neste momento começa a surgir a dúvida sobre a presença de outras partículas dentro do átomo, sendo formado por um núcleo e camadas eletrônicas ao seu redor.

E por fim a zona de concepções quânticas em que o átomo é definido com base nas leis da mecânica quântica. O átomo é um objeto real, no entanto não pode ser visto microscopicamente, neste momento as camadas eletrônicas dão lugar a nuvens eletrônicas com densidade de probabilidade, surgindo então o princípio da incerteza.

2.7 Os kits moleculares

Para explicar os conceitos químicos é comum o uso de teorias, símbolos, fórmulas e equações químicas (PCN, 2013), e o objeto modelo ou as representações simbólicas são os instrumentos didáticos mais presentes na sala de

aula visto que se trabalha um vasto conteúdo com conceitos de estruturas e formas microscópicas. De acordo com o PCNs (BRASIL, 2013) as explicações nas aulas de Química são sempre baseadas em modelos abstratos, que envolvem fenômenos e entidades invisíveis e, por esse motivo, são descritas como modelos ou representações mentais, tais como os átomos e as moléculas. E muitos dos modelos utilizados em sala de aula são vendidos comercialmente, ou até mesmo confeccionados pelos próprios professores ou com a ajuda dos alunos, podendo ser utilizado para o desenvolvimento da prática pedagógica. No entanto o uso destes instrumentos de ensino não é fácil, uma vez que cada indivíduo tem um jeito próprio de ver e perceber as coisas a partir das suas organizações e seus diferentes modos de olhar e acomodar as informações, desta forma é necessário trabalhar os objetos de forma consciente, para que não ocorra uma construção do conhecimento de forma distorcida ou equivocada.

Ainda de acordo com o PCNs (BRASIL, 2013), durante o Ensino Médio os alunos devem compreender e saber aplicar os símbolos relacionados aos modelos atômicos além de compreender e reconhecer os seus limites, demonstrando cada vez mais a necessidade de se trabalhar com representações simbólicas de forma consciente para facilitar a aprendizagem e acomodação dos conceitos por parte dos alunos.

Sendo assim vários instrumentos são confeccionados e são vendidos comercialmente para facilitar o trabalho do professor em sala de aula, como por exemplo os descritos a seguir:

- Conjunto de montagem de moléculas orgânicas D, molymod: fabricado pela 3B Scientific, contém 111 bolas que representam os átomos, as quais são separados por cores representando átomos distintos. De acordo com o fornecedor, através do kit molecular D, molymod, o professor pode demonstrar as áreas mais importantes da química orgânica, incluindo todos os grupos funcionais, compostos aromáticos e heterocíclicos; isomerismo estrutural estereoisomerismo, como demonstrado na Figura 3.

FIGURA 3 - Kit molecular D, molymod



FONTE: 3B Scientific, disponível em <https://www.3bscientific.com.br/> Acessado em 24/04/2018

- Atomilig, fabricado e fornecido pela Atomilig, SC: o kit molecular Atomilig permite a visualização tridimensional do mundo microscópico em nível atômico, tornando-se forte aliado no processo ensino-aprendizagem de geometria molecular, polaridade, isometria espacial entre outros.

FIGURA 4 - Kit molecular Atomilig



FONTE: Atomilig, disponível em <http://atomilig.com.br/>, Acessado em 24/04/2018

- Kit molecular Química Orgânica: disponível para vendas na internet através da loja do professor, busca facilitar as aulas experimentais e estruturação de elementos nos laboratórios de química. Sendo assim, o kit molecular Química Orgânica é um poderoso material de apoio para estudantes de química orgânica

e inorgânica permitindo que estruturas moleculares sejam estudadas de forma concreta e palpável.

FIGURA 5 - Kit molecular Química Orgânica



FONTE: Loja do professor, disponível em <https://www.lojadoprofessor.com.br/kit-molecular.html>, Acessado em 24/04/2018.

3 METODOLOGIA

Ciente de que não existe um método específico para o desenvolvimento de uma pesquisa científica e que ele não produz diretamente o saber “mais é uma pequena luz que indica se trilhamos um caminho promissor, evita que nos percamos no caos aparente dos fatos, indica como propor problemas sem nos emaranharmos em nossos próprios pré-juízos” (MOREIRA; MASSONI, 2011, p. 155). O percurso metodológico foi realizado no sentido de construir procedimentos lógicos para o processo de investigação, buscando respostas para a questão de pesquisa do presente trabalho.

3.1 Delineamento metodológico

Este estudo é de natureza qualitativa e semi quantitativa, visto que nem “sempre um único método é suficiente para orientar todos os procedimentos a serem desenvolvidos ao longo da investigação” (GIL, 2008, p. 15) e que os dados qualitativos e quantitativos podem se complementar numa análise assumindo respectivamente um caráter indutivo ou dedutivo, levando-se em consideração a quantificação de alguns dados com a finalidade de expressá-los de forma mais clara e objetiva (BOGDAN; BIKLEN, 1994). A investigação começa com uma ou mais perguntas-problema direcionando a pesquisa, terminando com respostas provisórias dentro da realidade pesquisada. Escolheu-se a pesquisa do tipo qualitativa e semi quantitativa, também, por acreditar que, em educação, não pode se deter somente em aspectos quantitativos, principalmente pelo fato de que a pesquisa foi realizada com pessoas, que são seres singulares e não podem ser quantificados, visto que cada um traz consigo um modo diferente de percepção.

Segundo Corbin e Straus (2008), analisar qualitativamente não se refere à quantificação de dados qualitativos, mas sim, ao processo não matemático de interpretação, feito com o objetivo de descobrir conceitos e relações nos dados brutos e de organizar esses conceitos e relações em um esquema explanatório teórico.

A pesquisa qualitativa é definida, muitas vezes, como uma descrição detalhada de situações, eventos pessoas, interações, e comportamentos que são

observáveis, além de incorporar o que os participantes dizem suas experiências, atitudes, crenças, pensamentos, reflexões e percepções, tal e como são expressas por eles mesmos. Desta forma é possível compreender que os pesquisadores que utilizam o método qualitativo buscam explicar o motivo do que está acontecendo, sem que haja a necessidade de quantificar os valores.

O intuito do trabalho não é fazer uma representação da população estudada e sim realizar a investigação com um caráter semi quantitativo a partir de dados métricos, mas sem realizar generalizações e estatísticas.

Através dessas considerações, o percurso metodológico envolveu questionários e entrevistas semiestruturadas sendo desenvolvidos com licenciados em Química que atuam no Ensino Médio das escolas lotadas na Gerência Regional de Educação – GRE Metropolitana Sul, Pernambuco.

A organização e análise das interlocuções dos sujeitos (entrevistas, questionários) fundamentaram-se na análise textual discursiva (MORAES; GALIAZZI, 2007). Salientando que nesse estudo a pesquisadora atuou como observadora e não como participante. O interesse da pesquisadora estava no sentido de interpretar e compreender os conhecimentos existentes sobre o objeto de estudo.

O questionário e a entrevista semiestruturada

Segundo Yin (2005), as entrevistas e questionários são uma das fontes de informações mais importantes, pois elas tratam de questões humanas devendo ser tratadas por pessoas específicas e capacitadas. Desta forma o percurso metodológico envolveu questionários e entrevistas semiestruturadas. A aplicação do questionário contemplou questões que solicitavam aos professores que definissem, interpretassem e desenhasssem a temática em estudo, expressando visões sobre o universo do átomo e as ligações químicas, representando (explicando-os) em nível submicroscópico a existência do átomo e a ligação química.

Foi utilizado um questionário contendo cinco questões, como demonstrado no Quadro 3 para coleta dos dados da pesquisa:

QUADRO 3 - Modelo simplificado do Questionário utilizado para coleta de dados

Universidade Federal de Pernambuco – UFPE Centro Acadêmico do Agreste – CAA Discente: Djaneide Marinalva da Silva Orientador: Prof. DR. Augusto Cesar Lima Moreira Prezado (a) professor (a), Solicitamos que, por favor, responda a entrevista abaixo. A mesma visa fornecer informações para a Dissertação de Mestrado, que está sendo desenvolvida por mim, aluna do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGECM), da UFPE/CAA, e que tem como título: Os aspectos epistemológicos da essência do conhecimento e sua relação com os aspectos representacionais do conhecimento químico ENTREVISTA Nome: Idade: Sexo: Formação: Tempo de exercício da profissão: e acordo com a estrutura o que significam as esferas. e acordo com a estrutura o que significam os tubos que conectam as esferas. uponha que esteja utilizando um super. microscópio e que você possa ver uma molécula como ela realmente é. Na sua observação como seriam as ligações nessa molécula? Descreva e em seguida tente fazer um desenho ilustrando sua ideia. uponha que esteja utilizando um super. microscópio e que você possa ver uma molécula como ela realmente é. Na sua observação como seriam as ligações nessa molécula? Descreva e em seguida tente fazer um desenho ilustrando sua ideia. ainda supondo que você esteja utilizando um super. microscópio, descreva o que há entre um átomo e outro e em seguida tente fazer um desenho ilustrando sua ideia. FONTE: A Autora (2018)

O primeiro e o segundo questionário objetivaram conhecer acerca da significação dos tubos e esferas para os professores, apresentados pelo objeto-modelo. No terceiro e quarto, solicitava que descrevessem e realizassem uma representação pictórica do objeto em estudo. No questionário cinco ocorre uma reformulação da questão quatro no intuito de que os professores expressassem suas opiniões de forma contextualizada, buscando associações para suas respostas. Os questionários foram utilizados como instrumentos de registros que, de modo articulado à análise das entrevistas, visto que na maneira de compreender e elaborar as representações sobre o fenômeno que pretende explicar, os instrumentos de coleta de dados puderam contribuir na identificação e percepção de indícios de obstáculos epistemológicos, bem como da identificação do perfil conceitual desses professores e a essência do conhecimento a respeito do objeto de estudo.

Após a aplicação dos questionários, foram desenvolvidas entrevistas semiestruturadas na forma de reuniões individuais, a fim de que os participantes expressassem contribuições sobre aspectos discutidos nos questionários. A entrevista semiestruturada foi realizada a partir de tópicos de discussão apenas para tentar complementar as respostas fornecidas por eles aos questionários, não sendo aplicadas rigidamente, o que permitiu fazer as necessárias adaptações (LÜDKE; ANDRÉ, 1986, apud SANGIOGO, 2014). O registro possibilitou melhores compreensões sobre as interações e respostas dos professores.

Nas reuniões foram realizadas gravações (áudio), buscando complementar as respostas dadas pelos professores ao questionário base, no intuito de possibilitar a análise das interlocuções dos sujeitos da pesquisa.

Realizaram-se também registros de situações que permeiam o cenário escolar e a vida profissional do professor, a exemplo do tempo de exercício na função, idade, etc., pois compreende-se que influenciam nas interações desenvolvidas pelo sujeito.

O corpus e os instrumentos de análise

O *corpus* da pesquisa (dados ou material empírico) constitui-se de transcrições dos questionários e das transcrições das reuniões com os sujeitos da pesquisa.

De acordo com Moraes e Galiazzi (2007), o *corpus*.

é constituído essencialmente de produções textuais. Os textos são entendidos como produções linguísticas, referentes a determinados fenômenos e originadas em um determinado tempo e contexto. São vistos como produções que expressam discurso sobre diferentes fenômenos e que podem ser lidos, descritos e interpretados, correspondendo a uma multiplicidade de sentidos que a partir deles podem ser construídos (p. 16).

Desta forma, no trabalho em questão o *corpus* é composto especialmente por produções resultantes do próprio estudo, no qual buscavam atender aos objetivos e responder as questões da pesquisa com o auxílio da literatura.

3.2 Critérios de seleção e coleta de dados da pesquisa

Local de realização e participantes da pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida com 15 (quinze) professores formados em Química que atuam no Ensino Médio das escolas lotadas na Gerência Regional de Educação – GRE Metropolitana Sul, Pernambuco, mais precisamente na cidade de São Lourenço da Mata – PE.

Critérios de seleção

Utilizou-se como critério de participação dos sujeitos aqueles que são licenciados em Química e que estão em pleno exercício da profissão, em alguma escola de jurisdição da GRE Metropolitana Sul, considerou-se apropriado trabalhar com licenciados que mostrassem disponibilidade e interesse em participar da pesquisa, permitindo ser entrevistado. Sendo excluído aqueles que exercem a profissão mais que possuem Graduação distinta a Química, bem como aqueles que são formados mais que não estavam exercendo a profissão no momento da pesquisa. Os sujeitos da pesquisa foram denominados por letras e números com o intuito de garantir o seu anonimato. Desta forma os estudos foram codificados com a letra "P" (referente à palavra professor) e um número correspondente com o objetivo de assegurar o anonimato dos sujeitos. Dessa forma, as investigações foram codificadas de „P1" a „P15".

Coleta de dados

Todas as entrevistas que realizamos foram gravadas (somente por áudio), e analisadas posteriormente, no qual tiveram um tempo médio de duração de dez minutos.

É válido ressaltar que todos os participantes receberam um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE (ver Apêndice D), para que tivessem conhecimento da nossa proposta e se dispusessem a contribuir da mesma espontaneamente.

3.3 Análise de dados

Para analisar os dados obtidos dos questionários e das entrevistas foi utilizado à Análise Textual Discursiva que auxiliou no processo de organização da análise (MORAES; GALIAZZI, 2007).

3.3.1 A análise textual discursiva

A análise textual discursiva (MORAES; GALIAZZI, 2007) é uma das metodologias da análise textual que objetiva examinar o latente, já que, uma vez “preocupada com as condições de produção do discurso, com sua crítica a partir de pressupostos externos” (p. 148), detém-se, sobretudo “no implícito, fazendo dele o objeto de sua interpretação crítica” (p. 147). Ela “se insere num espaço intermediário” entre a análise do discurso e a do conteúdo (p.156), podendo ser expressa em três etapas articuladas, caracterizando-se num processo metodológico auto-organizado, a saber:

- 1) Unitarização ou desmontagem dos textos do corpus: “implica examinar os textos em seus detalhes, fragmentando-os no sentido de atingir unidades constituintes, enunciados referentes aos fenômenos estudados” (p. 11), ou seja, neste momento ocorreu a desconstrução das respostas fornecidas pelos professores pesquisados, buscando-se associações com o objeto em estudo.
- 2) Categorização ou estabelecimento de relações: “envolve construir relações entre as unidades de base, combinando-as e classificando-as, reunindo esses elementos unitários na formação de conjuntos que congregam elementos próximos, resultando daí sistemas de categorias” (p. 12). Neste momento foi realizado a construção de quatro categorias para análise dos dados.
- 3) Comunicação ou captação do novo emergente: “possibilita a emergência de uma compreensão renovada do todo. O investimento na comunicação dessa nova compreensão, assim como o de sua crítica e validação” (p. 12). Sendo o resultado expresso em um metatexto que aclara “a compreensão dos elementos construídos ao longo dos passos anteriores.” (p. 12)

Após a codificação, foram definidas quatro (4) categorias *a priori*, que são construções realizadas a partir das teorias que dão embasamento a pesquisa. “São

caixas nas quais as unidades de análise serão colocadas ou organizadas” (MORAES; GALIAZZI, 2007, p. 23). A sua produção é associada ao método dedutivo e intuitivo.

Para categorização dos dados (MORAES; GALIAZZI, 2007), foram realizadas análises, descrições, interpretações e argumentações das informações latentes buscando, a partir da leitura recorrente do *corpus*, “descrever e interpretar alguns sentidos que a leitura do conjunto de textos pode suscitar” (p. 14), parte-se à unitarização, ao se destacar episódios e explicitar unidades de significado representativas, ou seja, seleciona-se no texto o episódio e os comentários referentes ao significado atribuído pelo pesquisador para cada situação escolhida, permitindo que sejam agrupados e organizados de acordo com as suas características, previamente estabelecidas. Como o objetivo geral (ver Quadro 4) da pesquisa visa conhecer os aspectos epistemológicos da essência do conhecimento associados aos aspectos representacionais do conhecimento químico, as análises foram organizadas de acordo com as categorias *a priori*:

QUADRO 4 - Descrição do objetivo geral da pesquisa e sua relação com o objeto de estudo

Objetivo geral: Realizar um levantamento dos aspectos ontológicos dos modelos conceituais e dos aspectos epistemológicos da essência do conhecimento na concepção e percepção do professor de Química do Ensino Médio.		
Objetivo Específico (OE)	AÇÃO A SER REALIZADA	UNIDADE DE ANÁLISE
OE1	Realizar um levantamento quanto aos aspectos ontológicos dos modelos conceituais em química.	Procedimento analítico: evidências das associações entre os aspectos do conhecimento químico e a base do triângulo de Mortimer, Machado e Romanelli (2000) (teórico e representacional).
OE2	Analisar os modelos conceituais e representacionais de professores do Ensino Médio da GRE Metro Sul e suas possíveis relações com obstáculos epistemológicos.	Procedimento analítico: evidências de obstáculos epistemológicos nos modelos e representações apresentadas pelos professores.
OE3	Identificar os obstáculos epistemológicos e as potencialidades de recursos didáticos usados nos processos de ensino aprendizagem que objetivam a significação de modelos moleculares	Procedimento analítico: presença/ausência de obstáculos epistemológicos substancialista, realista ou animista nos modelos e representações construídos pelos professores.

FONTE: A Autora (2018)

3. 3. 2 Categorias de análise

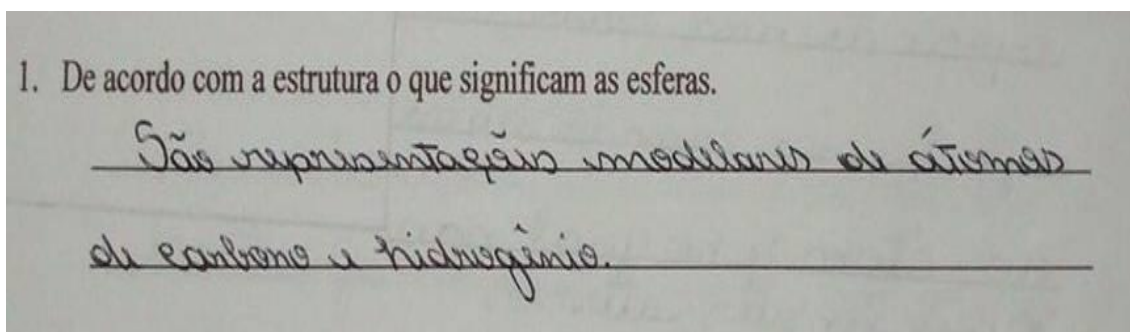
A. Categoria A (CA): aspectos ontológicos dos modelos conceituais em química.

Em relação aos aspectos ontológicos dos modelos conceituais em Química, os estudos foram analisados buscando-se evidencia das associações entre o objeto modelo utilizado e os aspectos do conhecimento químico, fazendo uma relação com a base do triângulo de Mortimer, Machado e Romanelli (2000), referentes aos eixos teóricos e representacionais, sendo desdobrada em duas subcategorias, a saber:

A1. CA1: As esferas são átomos/ representações de elementos químicos

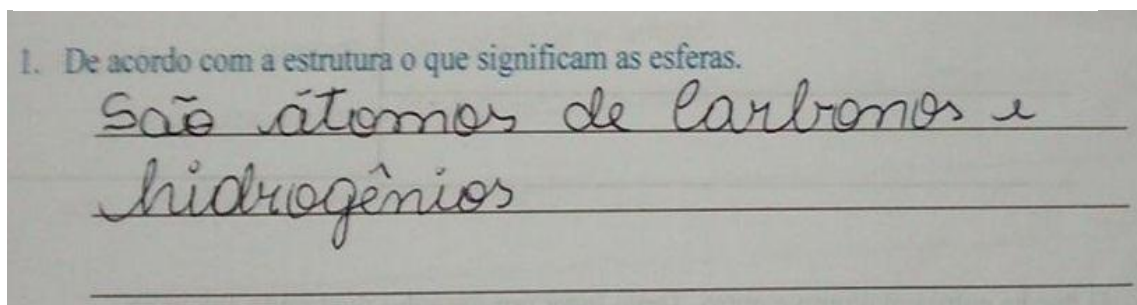
Foram analisadas as respostas dos quinze (15) participantes a primeira pergunta do questionário, buscando as associações feitas pelos professores as esferas utilizadas no modelo em estudo e dos quinze (15) professores, como demonstrados nas imagens das Figuras 6 e Figura 7.

FIGURA 6 - professores que descrevem as esferas como sendo representações



FONTE: A Autora (2017)

FIGURA 7 - professores que descrevem as esferas como sendo átomos



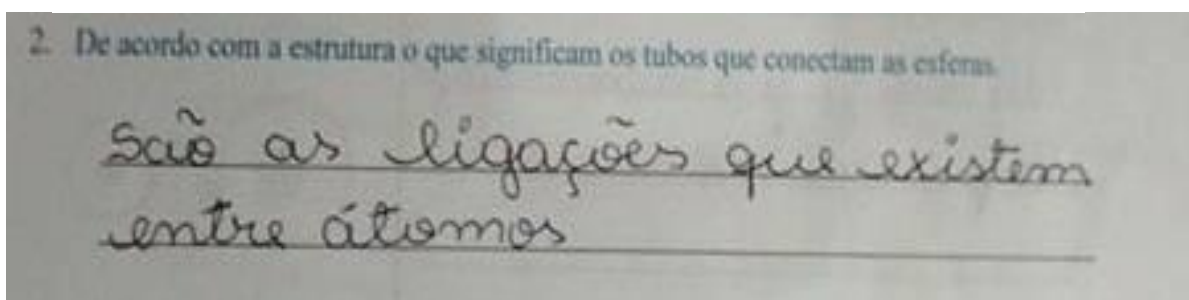
FONTE: A Autora (2017)

Note que na Figura 6 o professor em questão deixa claro que se depara com uma representação e não com “cópias macroscópicas” dos átomos, como sugere a resposta na Figura 7.

A2. CA2: Os tubos representam ligações entre átomos

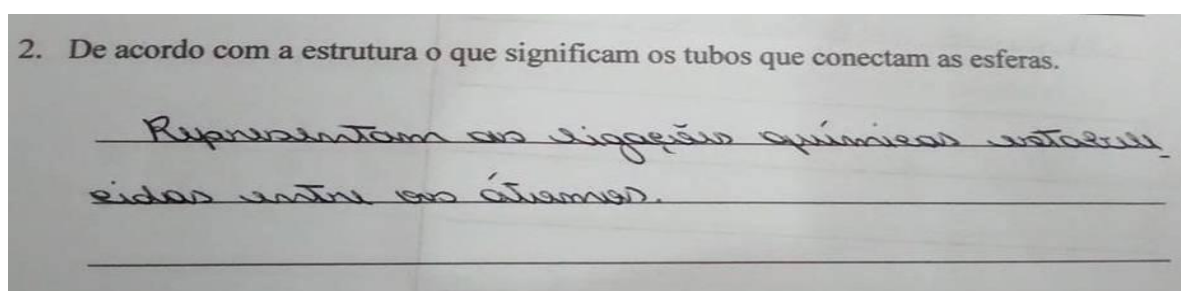
Do mesmo modo que a categoria A1, a A2 considera-se as respostas dos professores quanto à identificação dos tubos que ligam as esferas e suas associações entre representação e objeto real, sendo separados como professores que definem os tubos como uma mera representação de uma ligação entre os átomos presentes e aqueles que definem os tubos como cópia fiel do objeto real, como demonstrado nas Figuras 8 e Figura 9.

FIGURA 8 - Professores que consideram os tubos como sendo ligações



FONTE: A Autora (2017)

FIGURA 9 - Professores que consideram os tubos como sendo representações



FONTE: A Autora (2017)

B. Categoria B (CB): tipologia dos modelos e perfil conceitual do átomo.

Em relação a tipologia dos modelos e o perfil conceitual do átomo os estudos foram analisados quanto ao modelo atômico utilizado na representação buscando associar as representações com o perfil conceitual do átomo definido por Mortimer (1995, 2000), pois ao compreender que o átomo é algo invisível, que não pode ser

visto macroscopicamente e sendo as compreensões microscópicas e simbólicas difíceis, se faz necessário abstrações para o seu entendimento, sendo assim, consideramos as respostas e ilustrações dos professores quanto à abstração entre os níveis microscópicos, teóricos e representacionais, buscando relacionar as respostas fornecidas por eles ao perfil conceitual do átomo (MORTIMER, 2000). A CB foi dividida em subcategorias, a saber:

B1. CB1: conceito sensorialista do átomo

Professores que definem e ilustram os átomos a partir da zona sensorialista do perfil conceitual do átomo, portanto ocorre a negação da existência do átomo, considerando a matéria como algo contínuo sem espaços vazios.

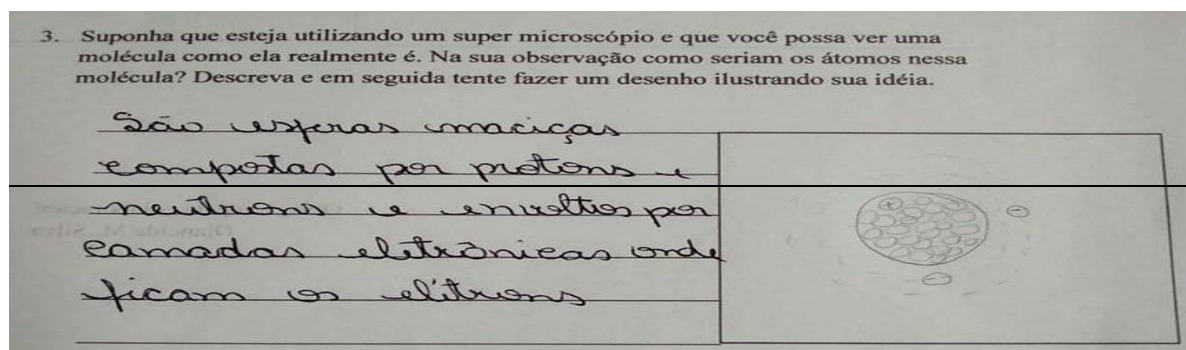
B2. CB2: Aspectos substancialista

Professores que consideram a existência do átomo a partir do perfil conceitual substancialista, sendo a matéria algo descontínuo formados por partículas de propriedades microscópicas.

B3. CB3: aspecto clássico da matéria

Professores que definem o átomo de acordo com a zona do perfil conceitual das concepções clássicas do átomo. No qual existe uma associação dos modelos atômicos de Rutherford e seus antecessores, como podemos ver na Figura 10.

FIGURA 10 - Professores que descrevem o átomo de acordo com o modelo clássico da matéria

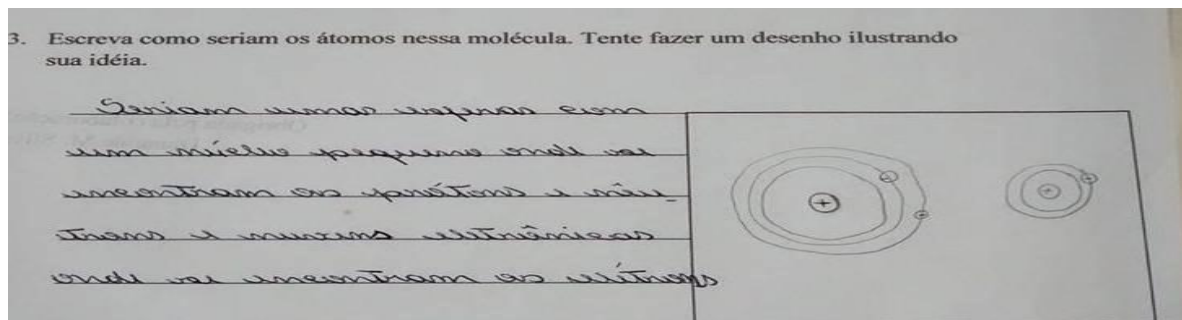


FONTE: A Autora (2017)

B4 CB4: aspecto quântico do átomo

Professores que definem o átomo a partir da zona de concepções quânticas do perfil conceitual do átomo, sendo o mesmo definido com base nas leis da mecânica quântica, como pode ser observado na Figura 11.

FIGURA 11 - professores que definem e ilustram o átomo a partir do modelo quântico



FONTE: A Autora (2017)

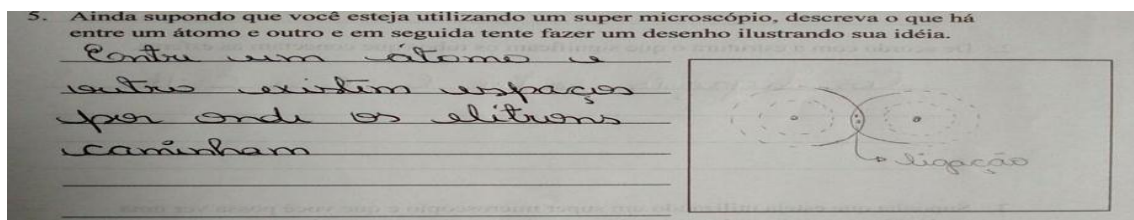
C. Categoria C (CC): tipologia dos modelos conceituais das ligações entre átomos

Em relação a tipologia dos modelos conceituais das ligações entre átomos, busca-se entre as respostas e imagens dos professores à compreensão e ideia de como se configuram as ligações entre os átomos na conformação de uma molécula, buscando identificar inter-relações entre os aspectos teórico e representacional. A categoria foi desmembrada em outras três subcategorias, a saber:

C1. CC1: intersecção de órbitas circulares

Professores que discriminam a ligação como a intersecção de órbitas circulares dos átomos, como pode evidenciar-se na Figura 12.

FIGURA 12 - Professores que caracterizam a ligação como sendo espaços circulares entre os átomos.

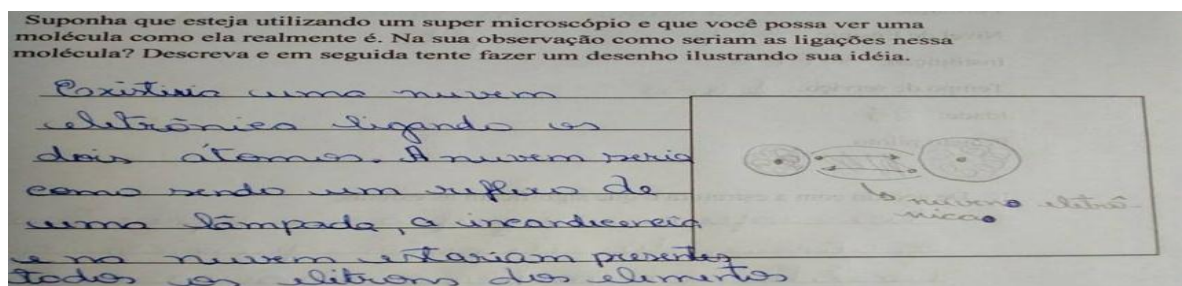


FONTE: A Autora (2017)

C2. CC2: nuvem eletrônica, análoga a uma nuvem de gafanhoto

Professores que definem e ilustram a ligação com um modelo de nuvem sendo esta última, análoga a uma nuvem de gafanhoto composta por todos os elétrons do sistema, como mostra a Figura 13.

FIGURA 13 - Professores que identificam as ligações análogas a uma nuvem de gafanhotos onde é possível encontrar vários elétrons

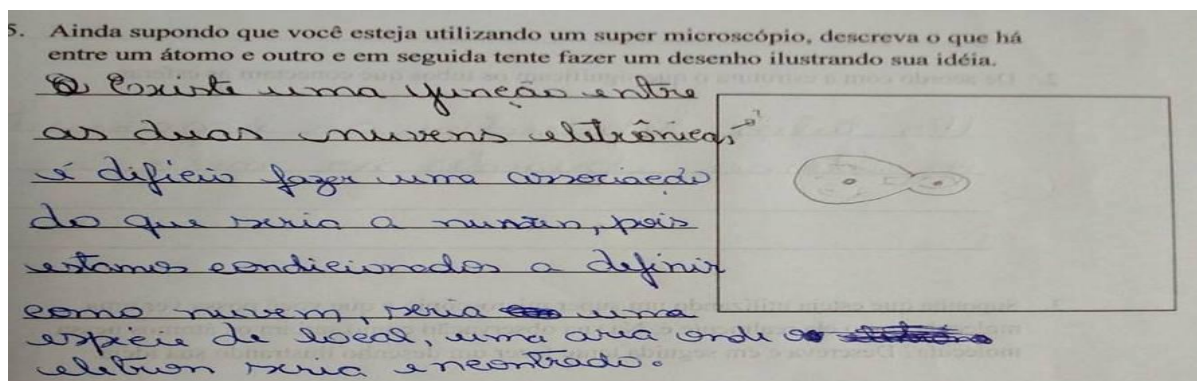


FONTE: A Autora (2017)

C3. CC3: região densa que forma uma espécie de nuvem com densidade de probabilidade

Professores que definem e ilustram a ligação como sendo uma nuvem eletrônica com densidade de probabilidade de se encontrar o elétron, como se apresenta na Figura 14.

FIGURA 14 - Professores que representam as ligações como sendo nuvens eletrônicas onde há a probabilidade de se encontrar o elétron



FONTE: A Autora (2017)

D. Categoria D (CD): essência do conhecimento

Sabendo que o conhecimento se dá a partir da relação entre o sujeito e o objeto. A categoria em relação a essência do conhecimento busca-se evidências se é o sujeito quem determina o objeto ou se o objeto determina o sujeito, mediante o caráter ontológico do objeto. Desta forma, busca-se definir os aspectos epistemológicos da essência do conhecimento apresentada nas respostas dos professores, sendo desmembrada em outras três (3) subcategorias, a saber:

D1. CD1: conhecimento idealista objetivo ou lógico

Busca-se identificar dentro das respostas apresentadas pelos professores evidências do aspecto epistemológico da essência do conhecimento em seu modo idealista objetivo ou lógico, o qual Hessen (1999) afirma que tem como ponto de partida o entendimento objetivo da ciência, sendo uma soma de consciência e juízo, no qual o sujeito transforma a percepção em um objeto da consciência, um objeto lógico e ideal.

Desta forma, corrobora-se que o átomo e a ligação são objetos ideais sendo formulados e construídos na consciência do sujeito, e que não é necessariamente idêntico ao objeto real. Sendo o pensamento essencialmente uma correlação entre o sujeito que pensa e o objeto pensado e o fato de o átomo não estão disponíveis de antemão, ou poder ser visto em sua realidade, ele passa a ser um produto formulado e produzido, pelo pensamento e construído à medida que o sujeito, professor, constrói ou compreende o conceito átomo. A partir daí o seu pensamento começa a construir o objeto átomo.

Portanto os átomos e a ligação existente entre eles não são nem um objeto real, nem um conteúdo da consciência, mas um conceito corroborado e construído e que, a partir da sua formulação, é capaz de transformar o conceito em um objeto ideal, uma ideia lógica.

D2. CD2: conhecimento realista ingênuo/ natural

Dentre as respostas dos professores busca-se evidências que podem caracterizá-los como tendo um conhecimento essencialmente realista ingênuo/natural, uma vez que este tipo de conhecimento é tido como sendo de uma

pessoa que não consegue distinguir a percepção do objeto real (HESSEN, 1999) como um sujeito, ou seja, os objetos correspondem exatamente aos conteúdos perceptivos.

O modelo atômico de Bohr, ou da mecânica quântica, por exemplo, são modelos teóricos funcionais, mas que não representam o átomo em si quanto o objeto físico e sim apenas um modelo que tem o intuito de explicar o seu funcionamento e suas características.

Diante do exposto a subcategoria em questão busca identificar dentro das respostas dos professores se eles conseguem entender e abstrair que o verdadeiro átomo não é como demonstrado nos livros nem como é representado pelos kits moleculares e sim que estes modelos buscam semelhanças, associações mais próximas possíveis do real ou se para eles os átomos e as ligações são exatamente como são vistas nas representações, sendo caracterizados desta forma como sujeitos que possuem epistemologicamente em sua essência um conhecimento do tipo realista ingênuo/ natural.

D3. CD3: conhecimento fenomenalista/ realista crítico

Buscam-se características do aspecto epistemológico da essência do conhecimento do tipo fenomenalista/realista crítico nas respostas apresentadas pelos professores entrevistados para os quais o átomo e a ligação são coisas reais, mas que eles como sujeitos não são capazes de compreender sua essência. As coisas não são conhecidas como são, mas como parecem ser, certamente neste modo de ver da essência do conhecimento o átomo e a ligação existem, mas o sujeito não é capaz de definir sua essência.

O fenomenalismo/ realismo crítico supõe a existência real do átomo, mas que eles não são exatamente como percebidos, sendo deslocadas para a consciência suas formas e extensões e que as propriedades que são vistas são conceituais, sendo o átomo e a ligação modelados pela consciência do sujeito e desta forma o torna incapaz de conhecer o objeto real. Este modelo foge a categoria ontológica tradicional, pois ele ao invés de ser descrito por analogias ou modelos passa a ser descrito por equações matemáticas, no qual os modelos e as representações são visões provisórias e incompletas de algo real.

No Quadro 5 apresenta-se o resumo das categorias, subcategorias e suas respectivas descrições.

QUADRO 5 - Descrição das categorias emergentes da pesquisa

Categorias	Descrição	Subcategorias
A. Aspectos ontológicos dos modelos conceituais em química.	O conhecimento químico exige um alto nível de abstração, desta forma busca-se dentre as respostas dos professores uma relação com base no triângulo de Mortimer, Machado e Romanelli, referente aos eixos teóricos e representacionais do conhecimento químico.	A1. Professores que identificam as esferas e suas associações entre os níveis representacionais e o objeto real.
		A2. Professores que identificam os tubos que ligam as esferas e suas associações entre representação e objeto real.
B. Tipologia dos modelos e perfil conceitual do átomo.	O átomo é um fenômeno que não pode ser visto diretamente, desta forma busca-se respostas e ilustrações dos professores quanto ao modelo atômico, buscando definições da imagem ou modelo mental utilizada por eles para explicar o átomo a partir da abstração entre os níveis microscópicos, teóricos e representacionais;	B1. Professores que definem o átomo com base no conceito sensorialista, negando a existência do mesmo.
		B2. Professores que descrevem e ilustra o átomo com base nos aspectos substancialistas.
		B3. Professores que definem o átomo de acordo com os aspectos clássicos.
		B.4 Professores que definem o átomo de acordo com os aspectos quânticos.
C. Tipologia dos modelos conceituais das ligações entre átomos.	Os átomos se unem a partir de ligações químicas para formar moléculas, desta forma busca-se entre as respostas e imagens dos professores quanto à ligação existente e suas inter-relações entre o teórico e o representacional.	C1. Professores que discriminam a ligação como a intersecção de órbitas circulares dos átomos
		C2. professores que definem e ilustra a ligação com um modelo de nuvem, análoga a uma nuvem de gafanhoto composta por todos os elétrons.
		C3. Professores que definem e ilustram a ligação como sendo uma nuvem eletrônica com densidade de probabilidade de se encontrar o elétron.
D. Essência do conhecimento	O conhecimento surge de uma relação entre o sujeito e o objeto e um dos problemas desta relação é saber se o sujeito determina o objeto ou o objeto determina o sujeito, desta forma busca-se definir os aspectos epistemológicos da essência do conhecimento apresentada nas respostas dos professores.	D1. Professores que apresentam em suas respostas evidências do aspecto epistemológico da essência do conhecimento em seu modo idealista objetivo ou lógico,
		D2. Professores que apresentam evidências em suas respostas de um conhecimento essencialmente realista ingênuo/ natural.
		D3. Professores que apresentam evidências de um aspecto epistemológico da essência do conhecimento do tipo fenomenalista/ realista crítico.

FONTE: A Autora (2018)

A seguir, no capítulo 4, serão explorados os resultados obtidos através da análise dos dados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir serão expostos os resultados obtidos a partir da análise dos aspectos ontológicos dos modelos conceituais em Química, da tipologia e do perfil conceitual do átomo, da tipologia dos modelos conceituais das ligações entre átomos e da essência do conhecimento dos estudos sobre os aspectos epistemológicos da essência do conhecimento.

4.1 Os aspectos ontológicos dos modelos conceituais do átomo e das ligações químicas

4.1.1 *As esferas são átomos/ representações de elementos químicos*

A partir das respostas fornecidas pelos professores a primeira pergunta do questionário, buscamos aqueles que identificaram as esferas e suas associações entre os níveis representacionais e o objeto real, ou seja, aqueles que definem as esferas como sendo átomos e aqueles que as denominam de representação ou modelo. Dentre as respostas obtidas, cinco deles identificam as esferas como sendo átomos de elementos químicos, enquanto os demais associam o modelo a uma representação do objeto em estudo. Observa-se que há uma preocupação em deixar claro que o que está sendo demonstrado não é exatamente a forma real do átomo, compreendendo-se então que o átomo é um objeto real mais que sua representação não traz todas as suas características, como pode ser visto no Quadro 6, a seguir.

QUADRO 6 - Resposta dos professores a questão 1

Resposta dos professores a questão 1	
Questão (Q)	Q1 – De acordo com a estrutura (ver Figura 22) o que significam as esferas.
Professor(P)	
P1	São átomos de carbono e hidrogênio
P2	Seria a representação dos átomos, de acordo com o modelo, o mesmo demonstra vários átomos de carbono e hidrogênio.
P3	São átomos de carbonos e hidrogênios.
P4	São representações modulares de átomos de carbono e Hidrogênio.
P5	São representações de átomos de carbono e hidrogênio.
P6	São representações de átomos de carbono e hidrogênio.
P7	São átomos de carbonos e hidrogênios.
P8	São átomos de carbono e hidrogênio.
P9	São representações de átomos.
P10	São representações de carbono e hidrogênio.
P11	São representações de átomos.
P12	São átomos de carbono e hidrogênio.
P13	São representações de átomos de carbono e hidrogênio.
P14	São representações de átomo de carbono e hidrogênio.
P15	São representações de átomos de carbono e hidrogênio.

FONTE: A Autora (2018)

4.1.2 CA2: os tubos são representação/ ligações de elementos químicos

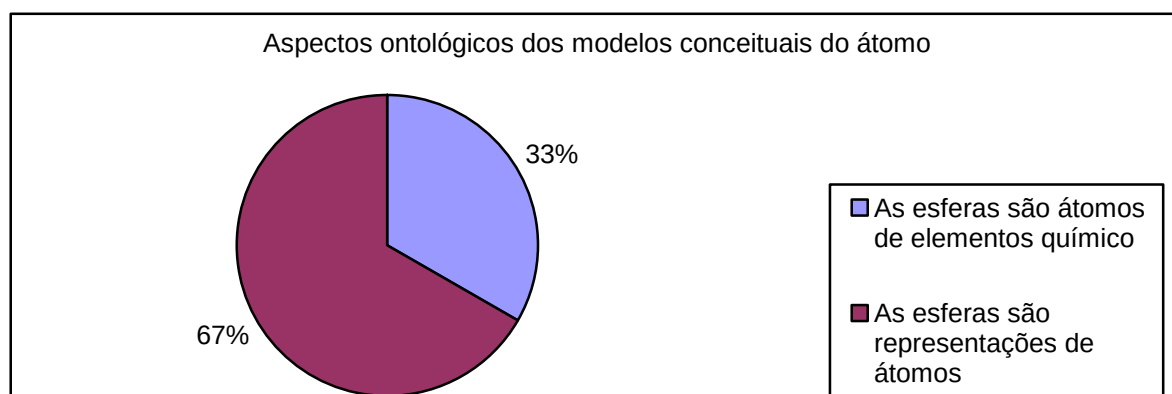
A partir das respostas dos entrevistados temos que três dos professores entrevistados definem os tubos como sendo as ligações existentes entre os átomos e que os modelos são idênticos ao objeto real, enquanto os outros doze identificam os tubos como sendo representações falhas de possíveis ligações entre átomos, visto que as ligações são realizadas a partir do compartilhamento ou doação de elétrons, e que é impossível vê-la. O Quadro 7 detalha todas as respostas dos sujeitos da pesquisa referente a pergunta dois do questionário.

QUADRO 7 - Respostas dos professores a questão 2

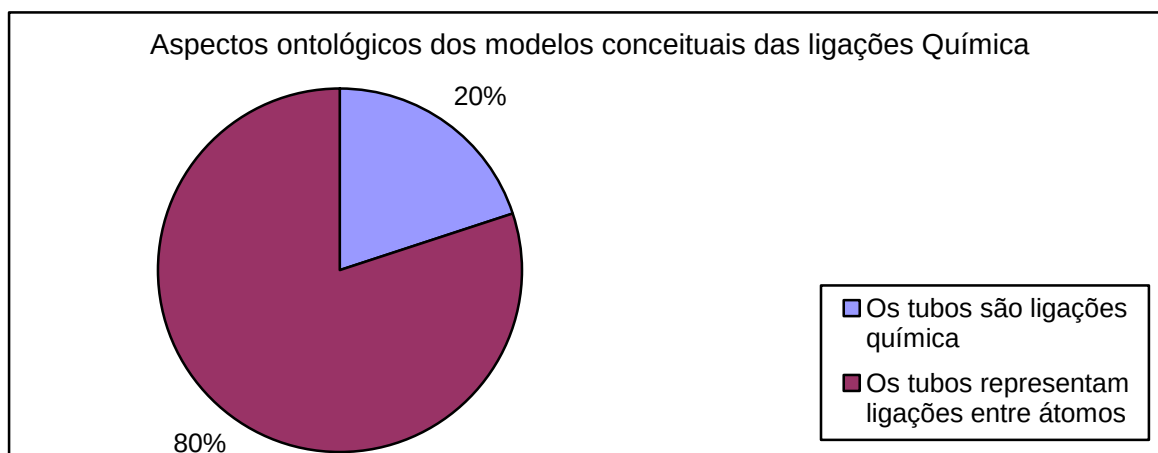
Resposta dos professores a questão número dois	
Questão (Q)	Q2 – De acordo com a estrutura o que significam os tubos que conectam as esferas.
Professor(P)	
P1	Os tubos representam ligações químicas entre os átomos presentes para a formação da molécula.
P2	Os tubos representam possíveis ligações que devem existir entre os átomos de carbono e hidrogênio.
P3	São as ligações que existem entre os átomos.
P4	Representam as ligações químicas estabelecidas entre os átomos.
P5	Os tubos representam as ligações existentes entre os elementos químicos, neste caso, o carbono e hidrogênio, no qual uma ligação é representada por um tubo e dois tubos representam uma ligação dupla.
P6	São linhas que representam as ligações existentes entre os átomos presentes.
P7	São ligações entre átomos.
P8	São traços que representam uma ligação, um compartilhamento de elétrons.
P9	São representações de ligações entre átomos.
P10	São representações das ligações entre o carbono e o hidrogênio.
P11	São representações de ligações presentes entre os átomos.
P12	São ligações existentes entre os átomos presentes.
P13	São representações ligações que podem existir entre átomos de carbono e hidrogênio.
P14	São representações de ligações entre átomos de carbono e hidrogênio.
P15	São representações das ligações existentes na formação da molécula.

FONTE: A Autora (2018)

Os Gráfico 1 e Gráfico 2 trazem um panorama das respostas dos professores, que busca demonstrar os aspectos ontológicos apresentados por eles referente a conceituação do átomo e das ligações formadas na conformação de uma molécula.

GRÁFICO 1 - Aspectos ontológicos dos modelos conceituais do átomo

FONTE: A Autora (2018)

GRÁFICO 2 - Aspectos ontológicos dos modelos conceituais das ligações química

FONTE: A Autora (2018)

Nesta categoria é possível identificar que grande parte dos professores compreendem e fazem a distinção do átomo quanto ao seu ser ontológicos.

4.2 Tipologia e o perfil conceitual do átomo

O átomo é algo invisível, que não pode ser visto macroscopicamente, sendo as compreensões microscópicas e simbólicas difíceis, por este motivo se faz necessário abstrações para o seu entendimento. Consideramos as respostas e ilustrações dos professores quanto ao modelo atômico, referente à diferenciação entre os níveis microscópicos, teóricos e representacionais, buscando relacionar as respostas fornecidas por eles ao perfil conceitual do átomo (MORTIMER, 2000).

Ao analisar as respostas fornecida pelos entrevistados nenhum deles definiu o átomo a partir dos aspectos da zona sensorialista, visto que todos consideram a existência do átomo, admitindo que ele seja formado por partículas ainda menores. Cinco deles definiram o átomo a partir dos aspectos da zona substancialista no qual o átomo é descontínuo, possuindo espaços vazios que permitem a presença de outras partículas, como os prótons e nêutrons. Quatro professores apresentaram em suas respostas os aspectos da zona clássica em que o átomo é formado por um núcleo e admitindo ainda a existência de camadas eletrônicas no qual se encontram os elétrons. E seis deles utilizaram o modelo quântico para definição do átomo, representando-o com base na incerteza da posição do elétron, trazendo a ideia de nuvens eletrônicas, sendo o átomo formado por um núcleo e orbitais que formam uma espécie de nuvens eletrônicas próximas ao núcleo. Como podemos observar

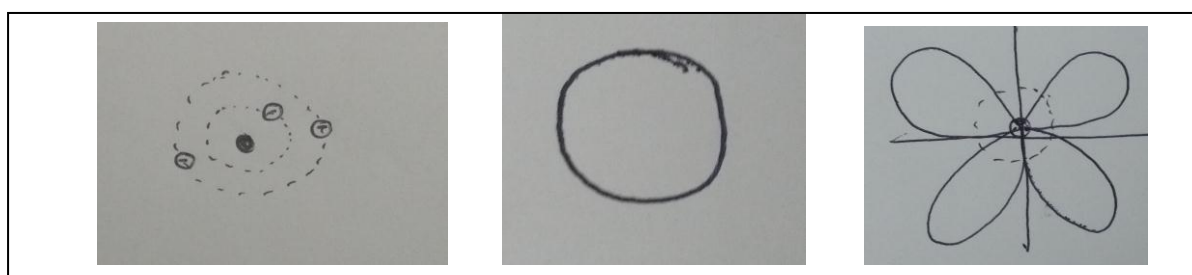
na sistematização de algumas respostas dada pelos professores pesquisados, no Quadro 8 e a Figura 15.

QUADRO 8 - Resposta dos professores a questão 3

Resposta dos professores a questão 3	
Questão (Q)	Q3 – Suponha que esteja utilizando um super microscópico e que você possa ver uma molécula como ela realmente é. Na sua observação como seriam os átomos nessa molécula? Descreva e em seguida tente fazer um desenho ilustrando sua ideia.
Professor (P)	
P1	Os átomos seriam esferas maciças composta de prótons e nêutrons no seu interior e rodeada por uma espécie de nuvem densa na qual é possível encontrar os elétrons.
P5	Os átomos são esferas maciças compostas por um núcleo contendo prótons e nêutrons e rodeadas por camadas eletrônicas onde é possível encontrar os elétrons.
P11	Os átomos seriam partículas de prótons e nêutrons circundadas por camadas eletrônicas no qual encontra-se o elétron.
P12	Os átomos seriam esferas maciças.
P13	Os átomos seriam partículas composta por um núcleo central, no qual encontra-se prótons e nêutrons e rodeadas por orbitas circulares, com diferentes níveis de energia na qual encontra-se o elétron.
P14	O átomo seria composto por um núcleo e orbitais, possíveis locais de se encontrar os elétrons.

FONTE: A Autora (2018)

FIGURA 15 - Ilustrações da estrutura do átomo

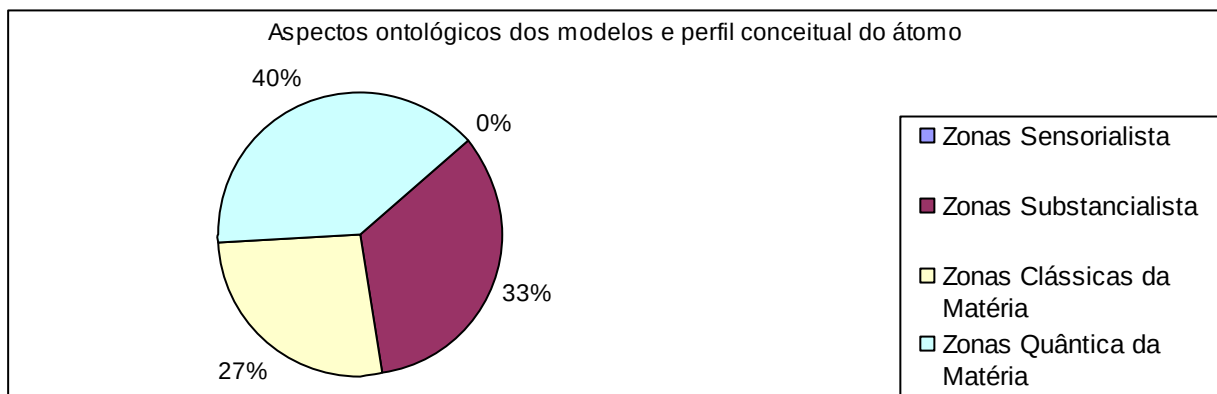


FONTE: A Autora (2017)

A partir das ilustrações fornecidas pelos professores pesquisados é possível perceber que a conjectura do átomo não segue um padrão e sim uma forma rebuscada de um ou vários modelos teóricos.

O gráfico 3 apresenta um panorama referente aos aspectos ontológicos dos modelos e perfil conceitual do átomo identificado nas respostas fornecidas pelos professores.

GRÁFICO 3 - Aspectos ontológicos dos modelos e perfil conceitual do átomo



FONTE: A Autora (2018)

A partir do Gráfico 3 podemos perceber que grande parte dos professores entrevistados apresentam uma maior relação com os aspectos da zona quântica da matéria, visto que é o modelo mais recente quanto a estrutura física do átomo, além disso trabalham bastante a ideia da impossibilidade de definir a real posição do elétron.

4.3 Tipologia dos modelos conceituais das ligações entre átomos

Os átomos se juntam a partir de ligações químicas para formar moléculas, sendo elas atrações que permitem a união de dois ou mais átomos. Desta forma buscou-se entre as respostas dos professores quanto à compreensão e ideia de como se configuram as ligações entre os átomos na conformação de uma molécula, para identificar inter-relações entre os aspectos teórico e o representacional.

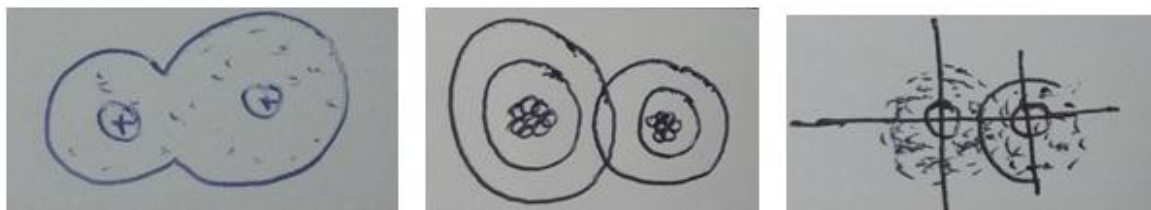
Dentre os professores investigados seis deles apresentaram a ligação entre os átomos como sendo intersecção das orbitas circulares mais externas do átomo e que formam espaços vazios durante a ligação. Quatro professores apresentaram as ligações como uma espécie de nuvem de gafanhoto na qual existem vários elétrons que se ligam a outro átomo. E apenas três deles caracterizaram as ligações a partir da densidade de probabilidade, ou seja, o possível local de se encontrar o elétron. Mesmo diante de uma representação das ligações entre átomos os professores buscam respostas baseadas em livros didáticos, fazendo transcender o aspecto teórico sobre o representacional. Como podemos ver no Quadro 9 algumas

respostas fornecidas por eles as perguntas 4 e 5 do questionário de pesquisa e a Figura 16.

QUADRO 9 - Resposta dos professores as questões 4 e 5

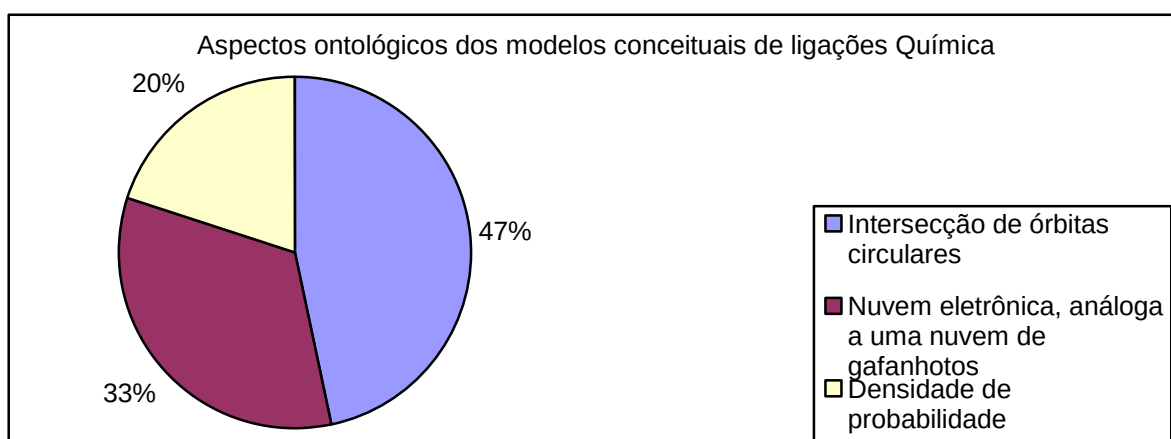
Resposta dos professores		
Questão (Q)	Q4 – Suponha que esteja utilizando um super microscópio e que você possa ver uma molécula como ela realmente é. Na sua observação como seriam as ligações nessa molécula? Descreva e em seguida tente fazer um desenho ilustrando sua ideia.	Q5 – Ainda supondo que você esteja utilizando um super microscópio, descreva o que há entre um átomo e outro e em seguida tente fazer um desenho ilustrando sua ideia.
Professor (P)		
P1	As ligações seriam o encontro das nuvens que rodeiam o átomo, lugar onde possivelmente encontra-se os elétrons.	Entre um átomo e outro é difícil dizer o que existe ou vemos, pois estamos condicionados a dizer ou chamar de nuvem eletrônica. Mais seria um espaço, uma área próxima ao átomo e que podemos encontrar o elétron.
P3	Seriam atrações entre as nuvens eletrônicas.	Nuvens de elétrons, não consigo fazer uma analogia do que seria essa nuvem.
P4	Seriam atrações entre as nuvens eletrônicas. Nuvens eletrônicas é uma espécie de uma sombra, de um reflexo, uma camada externa ao átomo, no qual não possui limites externos.	Nuvens eletrônicas.
P6	São trocas ou compartilhamento das partículas de elétrons entre os átomos.	Impossível descrever, mas entendo como sendo uma força que atrai ou repulsa os elétrons dos átomos presentes.
P7	Não seria possível ver as ligações, mas definiria como as interações entre os elétrons de um átomo e o núcleo do outro.	Não sendo possível definir a ligação ente os átomos, acredito que seria possível ver feixes de luz, como sendo o movimento do elétron.
P9	Seria possível ver dois átomos unidos representando a formação de uma molécula.	Não seria possível definir o que há entre os dois átomos, pois não é possível ver.
P11	As ligações seria a interligação formando espaços vazios entre as camadas eletrônicas mais externas dos átomos na qual ocorre a transferência ou compartilhamento de elétrons entre os átomos presentes.	Existe um espaço vazio entre os átomos no qual ocorre a transferência ou compartilhamento de elétrons.
P13	As ligações seriam a interligação das orbitas circulares, na qual ocorre a transferência de elétrons.	São espaços vazios entre as orbitas circulares formadas pela junção de dois átomos.
P15	A ligação é um espaço vazio entre os átomos, no qual provavelmente existe a presença de elétrons.	São espaços vazios que provavelmente encontra-se o elétron.

FONTE: A Autora (2018)

FIGURA 16 - Ilustração das ligações entre átomos

FONTE: A Autora (2017)

A Gráfico 4 traz uma síntese dos aspectos ontológicos dos modelos de ligações química identificada nas respostas fornecidas pelos professores.

GRÁFICO 4 - Aspectos ontológicos dos modelos conceituais de ligações química

FONTE: A Autora (2018)

A partir da Figura 16 e do Gráfico 4 é possível observar que a grande maioria dos entrevistados, cerca de 47%, definem as ligações com base em conceitos e desenhos teóricos, pois embora o objeto modelo represente as ligações através de tubos e varetas, os professores conceituam as ligações com base em definições antigas de que as ligações entre átomos se dão a partir de intersecção de órbitas circulares, sem considerar ao menos a posição do elétron na ligação.

4.4 Essência do conhecimento

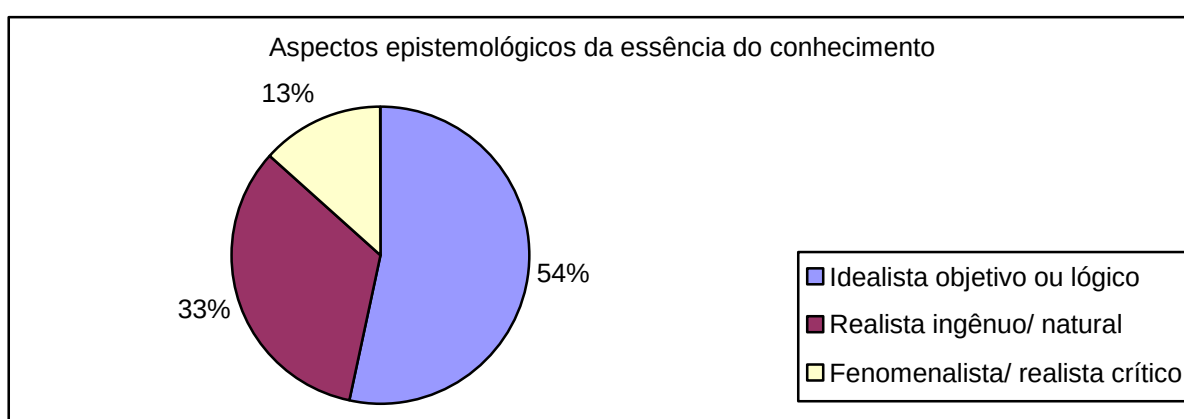
O conhecimento, como proposto por Hessen (1999), se dá mediante uma relação sujeito/objeto, sendo um dos grandes problemas desta relação definir se é o sujeito quem determina o objeto ou se o objeto determina o sujeito. O trabalho em questão inclui na discussão uma solução metafísica para o problema abordado por Hessen (1999) no qual o caráter ontológico, o ser do objeto é incluído. Corroborando

com o autor, algumas subcategorias foram trabalhadas com o intuito de definir os aspectos epistemológicos da essência do conhecimento apresentada nas respostas dos professores.

Dentre as respostas e ilustrações dos professores ao questionário foi possível deduzir que oito deles identificaram o objeto modelo como sendo representações do real, que pode ser utilizado como base para descrição de algo que existe a partir da objetivação da ciência. Sendo o átomo um objeto lógico e real e que embora não seja perceptível, existe da forma que se encontra nos livros. Outros cinco descreveram as esferas e os tubos como sendo átomos e ligações, respectivamente, no entanto, apenas dois deles descreveram o átomo tal qual estava sendo visto no objeto modelo representativo e não fez distinção entre o que estava sendo percebido e o real, ou os objetos correspondem exatamente aos conteúdos perceptíveis, ou seja, são cópias fiéis do real. Enquanto dois deles, embora tenham feito ilustrações e defendam a existência do átomo, não estão convictos de que os átomos e as ligações existam da forma em que são conceitualmente definidos.

No Gráfico 5 apresenta-se uma síntese dos aspectos epistemológicos da essência do conhecimento identificado nas respostas dos professores.

GRÁFICO 5 - Aspectos epistemológicos da essência do conhecimento



Fonte: Própria

Desta forma percebemos que mais da metade dos professores entrevistados, 54%, apresentaram uma característica para o aspecto epistemológico idealista ou lógico, sendo caracterizado por utilizar as representações como análogo ao real, e que mesmo que não possamos ver eles existem e se assimilam ao descrito nos

livros didáticos. Corroborando a ideia de Mortimer (2000), a realidade do átomo é inacessível a mente humana, por este motivo recorrem-se ao uso de representações, embora elas não tragam uma estrutura idêntica ao ser.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conhecimento se constitui num processo contínuo que requer cautela, envolvimento e principalmente dedicação. Em sala de aula o professor tem o currículo como um pilar que sustenta e dá base a sua atuação profissional em que ele tem um papel fundamental, devendo ser planejado e executado com atenção. Portanto o professor deve adequá-lo às necessidades dos alunos buscando contribuições no cotidiano e nas suas experiências anteriores, fazendo com que o conhecimento não se restrinja às explicações sem sentidos, e que se abra a possibilidade de potenciação da realidade a partir da introdução dos aspectos fenomenológicos, teóricos e representacionais, e que sejam capazes de compreender como cada indivíduo assimila o conhecimento para que controlem ou evitem visões deturpadas dos conceitos e dos conteúdos curriculares.

No entanto para que a execução do currículo possa proporcionar uma aprendizagem e gerar conhecimentos com sentidos, os professores precisam passar por formações continuadas que proporcionem não só o que fazer, mas também o como fazer em sala de aula. Assim possam utilizar as representações nas aulas procurando evitar que as mesmas produzam obstáculos durante a constituição da aprendizagem.

Apesar do professor passar por constantes formações, terem domínio do conhecimento e estarem sempre diante de várias ferramentas que lhes auxiliam nos processos dinâmicos com os alunos, qual a relação do professor com tais instrumentos de ensino? Será que a forma que eles mediam a aprendizagem é a mesma que eles concebem conhecimento?

Neste estudo buscou-se analisar quais os aspectos epistemológicos da essência do conhecimento e da representação do átomo e das ligações químicas são evidenciados na conceituação e representação do átomo e das ligações apresentadas por licenciados em Química com experiências na educação básica, tendo como objetivo investigar os aspectos ontológicos dos modelos conceituais, os aspectos epistemológicos da essência do conhecimento e a sua relação com os aspectos representacionais do conhecimento químico, a partir da percepção do

professor de Química do Ensino Médio mediante uso de kits moleculares, fazendo uma aproximação com os aspectos representacionais da química, no que concerne interpretar a relação sujeito-objeto, para entender como se dá a percepção do átomo a partir de uma imagem simbólica na essência do conhecer pelo sujeito. A hipótese subjacente é que a partir do uso de objeto-modelo muitos professores podem defini-los como representações fieis do objeto real, no entanto essa concepção pode impactar a sua atuação e percepção, em que poderá desenvolver concepções deturpadas diante de imagens representativas, pois esses objetos podem provocar uma visão incompleta e/ou incorreta sobre o átomo e a ligação química.

Na perspectiva deste trabalho considera que na Química, é comum o uso de imagens na explicação de algum fato ou fenômeno em que elas são modos de aproximar, mais ou menos, da realidade, consequentemente as mesmas representações são tidas como real. Não só no Ensino de Química, como na Educação das Ciências em geral, as aulas são permeadas por modelos, com os quais professores e estudantes buscam representar, através de imagens ou objetos, fenômenos ou entidades, que muitas vezes não podem ser vistas, não só por seu tamanho, forma ou distância, mas também por sua natureza microscópica que não permitem serem observadas. À vista disso entende-se que os conceitos científicos são abordados e trabalhados a partir das comparações ou modelos análogos na tentativa de aproximar do real, logo, antes de ocorrer o estabelecimento do que é, e como é, o átomo é necessário que haja antes a percepção para que possam ocorrer o estabelecimento de relações e só então sejam capazes de conceituar e defini-lo. Mais que nem sempre as pessoas compreendem ou fazem associações lógicas. Para Silva, et al. (2006) “as imagens são pouco exploradas em sala de aula, o que leva a inferir que muitos professores consideram que as imagens falam por si ou transmitem um único sentido (p. 20)”, ou seja, a percepção humana pode refletir numa projeção e descrição incompleta do real e isto traz sérias dificuldades ou obstáculos para a apropriação e domínio do conhecimento surgindo dúvidas quanto a real existência do que está sendo representado. Ao analisar os dados da pesquisa foram identificados que grande parte dos professores conceituam e representam o átomo e a ligação a partir de um modelo, deixando evidências de que os aspectos teóricos e representacional do conhecimento químico caminham juntos, mas o teórico se sobressaí devido aos conceitos científicos impregnados. Nesta

perspectiva torna-se evidente que, para os envolvidos na pesquisa, a essência do conhecimento segue os parâmetros metafísicos do idealismo objetivo ou lógico, embora eles não consigam definir o átomo em sua essência eles buscam representar e ilustrar a partir de concepções teóricas. A partir da realização desta pesquisa busca-se contribuir para a divulgação dos aspectos epistemológicos da essência do conhecimento no sentido de compreender a relação sujeito-objeto

Na perspectiva da essência do conhecimento, através da solução metafísica, antes de ocorrer o domínio e entendimento pelo sujeito é necessário que haja primeiro o estabelecimento ontológico do objeto e que só então seja possível entender e descrever o objeto real, embora o mesmo exista e independa da consciência humana (HESSEN, 1999; REGO, 2011). Logo a essência do conhecimento surge a partir de uma relação do sujeito com o objeto sobre três vertentes, idealista objetivo ou lógico, realista ingênuo/ natural e por fim o fenomenalista/ realista crítico, e que ambos atuam de formas distintas, portanto as representações possuem limitações na forma de perceber, relacionar e conceituar o objeto pelo sujeito, pois cada indivíduo associa as três vertentes de um modo único.

Para que as representações sejam capazes de mediar a apropriação da relação sujeito-objeto é preciso considera o ser do sujeito e do objeto e os fatores relacionados aos conceitos teóricos, além da forma de interpretação por parte do sujeito, e que a representação não seja vista como o objeto em si e sim uma forma dinâmica de mediar a aprendizagem dos indivíduos. No que se refere, mais especificamente ao Ensino de Química, Mortimer (2000), ao propor o modelo dos aspectos representacionais do conhecimento químico retrata que para um efetivo aprendizado e domínio do saber é preciso estabelecer e relacionar o conhecimento teórico e o representacional, resultando numa dialética entre a teoria e a experiência para evitar visões deturpadas.

Em vista disso, acredita-se que a valorização dos aspectos representacionais do conhecimento poderá contribuir na superação de algumas dificuldades metodológicas e epistemológicas relacionadas a essência do conhecimento, não apenas no que se refere a existência real ou não do objeto, mas na constituição do conhecimento, pois ele poderá auxiliar os estudantes e professores no seu dia a dia em sala de aula.

REFERÊNCIAS

ANDRETTA, Fabiola Carla. Currículo e conhecimento escolar: uma reflexão sobre algumas relações teóricas e práticas. **Perspectiva, Erechin** v. 37, n. 140, p. 93- 102, dez., 2013.

ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

BACHELARD, Gaston. **A formação do espírito científico**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Tradução de Estela dos Santos Abreu. 1. ed. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BAGHRAMIAM, Maria. From realism Back to Realism: Putnam's, long Journey. **Philosophical Topics**, v. 36, n. 1, p. 17- 35, 2008.

BARROS, M. A. S. Obstáculos epistemológicos: O conceito de Quantização de energia nos livros didáticos de química do ensino médio. *In*: ENCONTRO NACIONAL DO ENSINO DE QUÍMICA, 07, 2010, Brasília. **Anais [...]**. Brasília: Instituto de Química da Universidade de Brasília, 2010. Disponível em: <http://www.xveneq2010.com.br/resumos/R1199-1.pdf>. Acesso set. de 2017.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Tradução de Maria João Alvarez. Portugal: Porto Editora, 1994.

BRASIL. **Parâmetros para a Educação Básica do Estado de Pernambuco**: parâmetros curriculares de Química Ensino Médio. Brasília: MEC, 2013.

BUNGE, Mario. **Teoria e Realidade**. São Paulo: Perspectiva, 1974.

CAMPOS, Maria Luiza de Almeida. **A organização de unidades do conhecimento em hipertextos: o modelo conceitual como um espaço comunicacional para realização da autoria**. 2001. 198 f. Tese (Doutorado em Ciência da Informação) - Universidade Federal do Rio de Janeiro / Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia, Rio de Janeiro, 2001.

CORBIN, J. M.; STRAUS, A. L. **Pesquisa Qualitativa: técnicas e procedimentos para o desenvolvimento de teoria fundamentada**. Porto Alegre: Bookman, 2008.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 45. Ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2013.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6 ed. São Paulo: Editora Atlas, 2008.

HESSEN, Johannes. **Teoria do Conhecimento**. Tradução de João Vergílio Gallerani Cuter. 2. ed., São Paulo: Martins Fontes, 1999.

JOHNSTONE, Alex. Macro and micro-chemistry. **The School Science Review**. v. 64, n. 227, p. 377-379, 1982.

_____. Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem, *J. Comput. Assisted Learning*, v. 7, p. 75- 83, 1991.

_____. The development of chemistry teaching: a changing response to a changing demand. **Journal of Chemical Education**. v. 70, n. 9, p. 701- 705, 1993.

_____. Teaching of chemistry: logical or psychological? **Chemistry Education: Research and Practice in Europe**, v. 1, n.1, 2000.

JUSTI, R. S. Modelos e modelagem no ensino de Química: Um olhar sobre aspectos essenciais pouco discutidos. *In*. SANTOS, Wildson L. P; MALDANER, Otavio A. **Ensino de Química em Foco**. Ijuí: Unijuí, 2010, p. 209-230.

KAVALEK, Débora Schmitt. **Átomo, Representação e Filosofia da Química: caminhos para a transição da linguagem diagramática para a discursiva em aulas da educação básica**. 2016. 118 f. Trabalho de conclusão de curso (Tese) – Educação em Ciências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre, 2016.

LOCATELLI, Solange Wagner. **Relação existente entre metavisualização e as representações simbólica e submicro na elaboração de atividade em química**. 2016. 311 f. Trabalho de conclusão de curso (Tese) – Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo - USP, São Paulo, 2016.

LOPES, Alice Casimiro. **Currículo e epistemologia**. Ijuí: Editora Unijuí, 2007.

MALTA, Shirley Cristina Lacerda. Uma abordagem sobre currículo e teorias afins visando à compreensão e mudança. **Espaço do currículo**, v. 6, n. 2, p. 340 - 354, maio a ago. de 2013.

MIRANDA, F. A.; ARAUJO, S. C. Identificação de obstáculos epistemológicos presentes em alguns livros didáticos de química do ensino médio. *In* XVI ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (XVI ENEQ) E X ENCONTRO DE EDUCAÇÃO QUÍMICA DA BAHIA (X EDUQUI), 07, 2012, Campos de Ondina, **Anais [...]**. Salvador: Universidade Federal da Bahia, 2012. Disponível em: <https://portalseer.ufba.br/index.php/anaiseneq2012/article/view/7257>. Acesso em dez. de 2017.

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

MOREIRA, M. A.; MASSONI, N. T. **Epistemologias do Século XX**: Popper, Kuhn, Lakatos, Laudan, Bachelard, Toulmin, Feyerabend, Maturana, Prigogine, Mayer. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária LTDA, 2011.

MORTIMER, Eduardo Fleury. **Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências**. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2000.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I. . A proposta curricular de química do Estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. **Química Nova**. v. 23, n. 2, p. 273 - 283, 2000.

OLIVEIRA, R. C.; SARAIVA, K. S.. **Saraiva Jovem**: dicionário de língua portuguesa ilustrado/ organização da Editora. São Paulo: Saraiva, 2010.

REGO, Sheila Cristina. **Imagens fixas no ensino de Física**: suas relações com o texto verbal em materiais didáticos e padrões de leitura de licenciando. 2011. 144 f. Trabalho de conclusão de curso (Tese) – Curso Educação em Ciências e Saúde, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Rio de Janeiro, 2011.

ROLDÃO, Maria do Céu. Desenvolvimento do currículo e melhoria de processos e resultados. *In*: MACHADO, J. ALVES, J. M. (orgs). Melhorar a escola: sucesso escolar, disciplina, motivação, direção de escolas e políticas educativas. Porto: Faculdade de Educação e Psicologia da Universidade católica Portuguesa/ CEDH & SAME, 2013, p. 131-140.

SACRISTÁN, José Gimeno *et al.* *In*: SACRISTAN (org.). **Saberes e incertezas sobre o currículo**. Porto Alegre: Penso, 2013.

SANGIOGO, Fábio André. **A elaboração conceitual sobre representações de partículas submicroscópicas em aulas de química da educação básica: aspectos pedagógicos e epistemológicos**. 2014. 291 f. Trabalho de conclusão de curso (Tese) – Curso Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, 2014.

SCHNETZLER, Roseli. A pesquisa em ensino de química no Brasil: conquistas e perspectivas. **Química Nova**, São Paulo, v. 25, p. 14- 24, Supl. 1, 2002.

SILVA, Henrique Cesar *et al.* Cautela ao usar imagens em aulas de Ciências. **Ciência & Educação**. São Paulo, v. 12, n. 2, p. 219-233, 2006.

SILVA, Jacson Gois da. **A significação de representações químicas e a filosofia de Wittgenstein**. 2012. 278 f. Trabalho de conclusão de curso (Tese) – Curso Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo – USP, São Paulo, 2012.

SOUZA, Karina Aparecida de Freitas Dias de. **Estratégias de comunicação em química como índices epistemológicos: análise semiótica das ilustrações presentes em livros didáticos ao longo do século XX**. 2012. 189 f. Trabalho de

conclusão de curso (Tese). Curso de Química, Universidade de São Paulo – USP, São Paulo, 2012.

WARTHA, Edson José.; **Processos de ensino e aprendizagem de conceitos de Química Orgânica sob um olhar da Semiótica Peirceana**. Universidade de São Paulo São Paulo, 2013. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências), IQ/USP, 2013. p. 243

YIN, Robert K. **Estudo de casos**: Planejamentos e métodos. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

APÊNDICE A – APRESENTAÇÃO E DESCRIÇÃO DAS CATEGORIAS EMERGENTES DA PESQUISA

QUADRO 10 - Apresentação e descrição das categorias emergentes da pesquisa

Categorias	Descrição	Subcategorias
A. Aspectos ontológicos dos modelos conceituais em química.	O conhecimento químico exige um alto nível de abstração, desta forma busca-se dentre as respostas dos professores uma relação com base no triângulo de Mortimer, Machado e Romanelli, referente aos eixos teóricos e representacionais do conhecimento químico.	A1. Professores que identificam as esferas e suas associações entre os níveis representacionais e o objeto real.
		A2. Professores que identificam os tubos que ligam as esferas e suas associações entre representação e objeto real.
B. Tipologia dos modelos e perfil conceitual do átomo.	O átomo é um fenômeno que não pode ser visto diretamente, desta forma busca-se respostas e ilustrações dos professores quanto ao modelo atômico, buscando definições da imagem ou modelo mental utilizada por eles para explicar o átomo a partir da abstração entre os níveis microscópicos, teóricos e representacionais;	B1. Professores que definem o átomo com base no conceito sensorialista, negando a existência do mesmo.
		B2. Professores que descrevem e ilustra o átomo com base nos aspectos substancialistas.
		B3. Professores que definem o átomo de acordo com os aspectos clássicos.
		B4. Professores que definem o átomo de acordo com os aspectos quânticos.

Categorias	Descrição	Subcategorias
C. Tipologia dos modelos conceituais das ligações entre átomos.	Os átomos se unem a partir de ligações químicas para formar moléculas, desta forma busca-se entre as respostas e imagens dos professores quanto à ligação existente e suas inter-relações entre o teórico e o representacional.	C1. Professores que discriminam a ligação como a intersecção de órbitas circulares dos átomos
		C2. professores que definem e ilustra a ligação com um modelo de nuvem, análoga a uma nuvem de gafanhoto composta por todos os elétrons.
		C3. Professores que definem e ilustram a ligação como sendo uma nuvem eletrônica com densidade de probabilidade de se encontrar o elétron.
D. Essência do conhecimento	O conhecimento surge de uma relação entre o sujeito e o objeto e um dos problemas desta relação é saber se o sujeito determina o objeto ou o objeto determina o sujeito, desta forma busca-se definir os aspectos epistemológicos da essência do conhecimento apresentada nas respostas dos professores.	D1. Professores que apresentam em suas respostas evidências do aspecto epistemológico da essência do conhecimento em seu modo idealista objetivo ou lógico,
		D2. Professores que apresentam evidências em suas respostas de um conhecimento essencialmente realista ingênuo/natural.
		D3. Professores que apresentam evidências de um aspecto epistemológico da essência do conhecimento do tipo fenomenalista/realista crítico.

FONTE: A Autora (2018)

APÊNDICE B – APRESENTAÇÃO DAS RESPOSTAS DOS PROFESSORES

QUADRO 11 - Apresentação das respostas as questões de pesquisa

Resposta dos professores as questões da pesquisa					
Questão (Q)	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
Professor (P)					
P1	São átomos de carbono e hidrogênio o	Os tubos representam ligações químicas entre os átomos presentes para a formação da molécula.	Os átomos seriam esferas maciças composta de prótons e nêutrons no seu interior e rodeada por uma espécie de nuvem densa na qual é possível encontrar os elétrons.	As ligações seriam o encontro das nuvens que rodeiam o átomo, lugar onde possivelmente encontra-se os elétrons.	Entre um átomo e outro é difícil dizer o que existe ou vemos, pois estamos condicionados a dizer ou chamar de nuvem eletrônica. Mais seria um espaço, uma área próxima ao átomo e que podemos encontrar o elétron.
P2	Seria a representação dos átomos, de acordo com o modelo, o mesmo demonstrar a vários átomos de carbono e hidrogênio o.	Os tubos representam possíveis ligações que devem existir entre os átomos de carbono e hidrogênio.	Seria possível ver uma espécie de núcleo, onde estaria o próton e rodeada por uma espécie de círculo ou órbita, no qual estaria os elétrons.	Seriam espaços por onde os elétrons transitam entre uma órbita e outra.	Espaços vazios entre os átomos no qual ocorre a transição dos elétrons.
P3	São átomos de carbonos e hidrogênio os.	São as ligações que existem entre os átomos.	São esferas atômicas compostas por um núcleo, onde se encontram os prótons e os nêutrons e rodeada por uma nuvem eletrônica onde se encontra os elétrons.	Seriam atrações entre as nuvens eletrônicas.	Nuvens de elétrons, não consigo fazer uma analogia do que seria essa nuvem.

Resposta dos professores as questões da pesquisa					
Questão (Q)	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
Professor (P)					
P4	São representações modulares de átomos de carbono e Hidrogênio.	Representam as ligações químicas estabelecidas entre os átomos.	Seriam uma esfera com um núcleo pequeno onde se encontram os prótons e nêutrons e nuvens eletrônicas onde se encontram os elétrons.	Seriam atrações entre as nuvens eletrônicas. Nuvens eletrônicas é uma espécie de uma sombra, de um reflexo, uma camada externa ao átomo, no qual não possui limites externos.	Nuvens eletrônicas.
P5	São representações de átomos de carbono e hidrogênio.	Os tubos representam as ligações existentes entre os elementos químicos, neste caso, o carbono e hidrogênio, no qual uma ligação é representada por um tubo e dois tubos representam uma ligação dupla.	Os átomos são esferas maciças compostas por um núcleo contendo prótons e nêutrons contendo prótons e nêutrons e rodeadas por camadas eletrônicas onde é possível encontrar os elétrons.	As ligações seriam a junção das camadas eletrônicas.	São espaços entre as camadas eletrônicas dos átomos, no qual ocorre a troca ou compartilhamento de elétrons.
P6	São representações de átomos de carbono e hidrogênio.	São linhas que representam as ligações existentes entre os átomos presentes.	São esferas atômicas compostas por massas de prótons e nêutrons e rodeadas por partículas de cargas negativas, os elétrons.	São trocas ou compartilhamento das partículas de elétrons entre os átomos.	Impossível descrever, mas entendo como sendo uma força que atrai ou repulsa os elétrons dos átomos presentes.

Resposta dos professores as questões da pesquisa					
Questão (Q)	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
Professor (P)					
P7	São átomos de carbonos e hidrogênios .	São ligações entre átomos.	Teoricamente são esferas compostas por partículas de prótons e nêutrons rodeados por feixes de luz, os elétrons.	Não seria possível ver as ligações, mas definiria como as interações entre os elétrons de um átomo e o núcleo do outro.	Não sendo possível definir a ligação ente os átomos, acredito que seria possível ver feixes de luz, como sendo p movimento do elétron.
P8	São átomos de carbono e hidrogênio.	São traços que representam uma ligação, um compartilhamento de elétrons.	Seriam massas de prótons e nêutrons, possivelmente esférico, que na verdade não é, e rodeados por elétrons.	As ligações são a atração entre o núcleo de um átomo e o elétron de outro, mas que não é possível ver, pois, o elétron se move muito rápido, então veria apenas feixes de luz.	Um feixe de luz, ou seja, um conjunto de raios luminosos indicando a direção e o sentido dos elétrons.
P9	São representações de átomos.	São representações de ligações entre átomos.	São partículas maciças e indivisíveis, com um núcleo denso composto por prótons e nêutrons.	Seria possível ver dois átomos unidos representando a formação de uma molécula.	Não seria possível definir o que há entre os dois átomos, pois não é possível ver.
P10	São representações de carbono e hidrogênio.	São representações das ligações entre o carbono e o hidrogênio.	Um núcleo composto por massas de prótons e nêutrons circundada por orbitas com diferentes níveis de energia, na qual encontra-se o elétron.	São espaços vazios entre as camadas eletrônica dos átomos ligados, lugar onde ocorre a transição dos elétrons.	Entre um átomo e outro existem espaços por onde os elétrons transitam.

Resposta dos professores as questões da pesquisa					
Questão (Q)	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
Professor (P)					
P11	São representações de átomos.	São representações de ligações presentes entre os átomos.	Os átomos seriam partículas de prótons e nêutrons circundadas por camadas eletrônicas no qual encontra-se o elétron.	As ligações seria a interligação formando espaços vazios entre as camadas eletrônicas mais externas dos átomos na qual ocorre a transferência ou compartilhamento de elétrons entre os átomos presentes.	Existe um espaço vazio entre os átomos no qual ocorre a transferência ou compartilhamento de elétrons.
P12	São átomos de carbono e hidrogênio.	São ligações existentes entre os átomos presentes.	Os átomos seriam esferas maciças.	A ligação seria a junção de dois átomos, nesse caso, o carbono e o hidrogênio.	Os átomos estariam "grudados".
P13	São representações de átomos de carbono e hidrogênio.	São representações de ligações que podem existir entre átomos de carbono e hidrogênio.	Os átomos seriam partículas compostas por um núcleo central, no qual encontra-se prótons e nêutrons e rodeadas por orbitas circulares, com diferentes níveis de energia na qual encontra-se o elétron.	As ligações seriam a interligação das orbitas circulares, na qual ocorre a transferência de elétrons.	São espaços vazios entre as orbitas circulares formadas pela junção de dois átomos.

Resposta dos professores as questões da pesquisa					
Questão (Q)	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
Professor (P)					
P14	São representações de átomos de carbono e hidrogênio.	São representações de ligações entre átomos de carbono e hidrogênio.	O átomo seria composto por um núcleo e orbitais, possíveis locais de se encontrar os elétrons.	A ligação seria a formação de uma grande nuvem eletrônica entre os dois átomos no qual possivelmente estaria o elétron responsável pela união dos átomos.	Entre os átomos existe um espaço vazio, ou uma nuvem densa onde possivelmente existe a presença de elétrons.
P15	São representações de átomos de carbono e hidrogênio.	São representações das ligações existentes na formação da molécula.	O átomo seria formado por um núcleo e orbitais no qual formase uma nuvem eletrônica na qual a uma grande probabilidade de encontrar elétrons, visto que não é possível definir a posição exata do elétron.	A ligação é um espaço vazio entre os átomos, no qual provavelmente existe a presença de elétrons.	São espaços vazios que provavelmente encontra-se o elétron.

FONTE: A Autora (2018)

APÊNDICE C- ENTREVISTA RESPONDIDA PELO PROFESSOR



Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

Centro Acadêmico do Agreste – CAA

Discente: Djaneide Marinalva da Silva

Orientador: Prof.^a Dr^a Augusto Cesar Lima Moreira

Prezado (a) professor (a),

Solicitamos que, por favor, responda a entrevista abaixo. A mesma visa fornecer informações para a Dissertação de Mestrado, que está sendo desenvolvida por mim, aluna do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGECM), da UFPE/CAA, e que tem como título: **Os aspectos epistemológicos da essência do conhecimento e sua relação com os aspectos representacionais do conhecimento químico**

ENTREVISTA

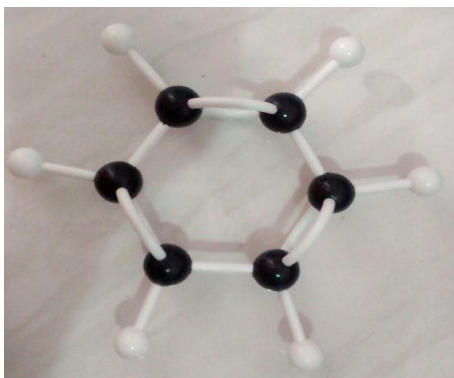
Nome: _____

Idade: _____ 3. Sexo: () M () F

Formação: _____

Tempo de exercício da profissão: _____

FIGURA 17 - Estrutura montada com kits moleculares



FONTE: A Autora (2017)

1. De acordo com a estrutura o que significam as esferas.

2. De acordo com a estrutura o que significam os tubos que conectam as esferas.

3. Suponha que esteja utilizando um super microscópio e que você possa ver uma molécula como ela realmente é. Na sua observação como seriam os átomos nessa molécula? Descreva e em seguida tente fazer um desenho ilustrando sua ideia.

4. Suponha que esteja utilizando um super microscópio e que você possa ver uma molécula como ela realmente é. Na sua observação como seriam as ligações nessa molécula? Descreva e em seguida tente fazer um desenho ilustrando sua ideia.

5. Ainda supondo que você esteja utilizando um super microscópio, descreva o que há entre um átomo e outro e em seguida tente fazer um desenho ilustrando sua ideia.

Obrigada pela colaboração!

Djaneide M. Silva

APÊNDICE D – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Universidade Federal de Pernambuco – **UFPE**
Centro Acadêmico do Agreste – **CAA**
Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática – **PPGECM**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(PARA MAIORES DE 18 ANOS OU EMANCIPADOS - Resolução 466/12)

Convidamos o (a) Sr. (a) para participar como voluntário (a) da pesquisa Os aspectos epistemológicos da essência do conhecimento e sua relação com os aspectos representacionais do conhecimento químico que está sob a responsabilidade da pesquisadora: Djaneide Marinalva da Silva, Rua Equador, nº302, Chã da Tábua, São Lourenço da Mata-PE, CEP 54745825 – (81)98702-0091, – Telefone e e-mail para contato (81)98702-0091, e-mail dianeidemari@gmail.com (inclusive ligações a cobrar).

Caso este Termo de Consentimento contenha informações que não lhe sejam compreensíveis, as dúvidas podem ser tiradas com a pessoa que está lhe entrevistando e apenas ao final, quando todos os esclarecimentos forem dados, caso concorde com a realização do estudo pedimos que rubriche as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias, uma via lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Caso não concorde, não haverá penalização, bem como será possível retirar o consentimento a qualquer momento, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

O título deste trabalho traz de forma direta o seu objetivo: Os aspectos epistemológicos da essência do conhecimento e suas relações com os aspectos representacionais do conhecimento químico. Ele tem por objetivo realizar uma

análise e interpretação dos aspectos ontológicos dos modelos conceituais, dos aspectos epistemológicos da essência do conhecimento e sua relação com os aspectos representacionais do conhecimento químico, mediante uso de objeto-modelo, a partir da percepção do professor de Química do Ensino Médio de escolas lotadas na Gerência Regional de Educação Metropolitana Sul em relação ao uso de objeto modelo com a utilização de kits moleculares. As coletas dos dados serão realizadas através de questionários, composto por 5 perguntas acerca do objeto de estudo, e entrevista semiestruturada, em forma de reunião no qual a mesma será gravada (somente por áudio), e analisada posteriormente, seguida das transcrições literal das falas de cada sujeito, no intuito de possibilitar a análise das interlocuções dos sujeitos da pesquisa. O período da participação dos voluntários, se dará em um único momento, para efetuação da entrevista e resposta do questionário, com duração em torno de 10 minutos (para cada um). Os professores serão entrevistados em locais definidos pelos mesmos.

O período da participação dos voluntários, se dará em um único momento, para efetuação da entrevista, com duração em torno de 10 minutos (para cada um). Os professores serão entrevistados em locais definidos pelos mesmos.

Esta pesquisa poderá causar inibição ou constrangimento por você pelo fato das questões abrangerem respostas pessoais no momento da entrevista. Nesse caso, o entrevistado, não precisa responder a qualquer pergunta ou parte de informações obtidas na entrevista, se por ventura, sentir que a ela é muito pessoal ou se, sentir desconforto em falar. Contudo, a pesquisa oferecerá por benefícios a possibilidade de realizar um levantamento dos aspectos epistemológicos da essência do conhecimento e conhecer a realidade vivenciada pelos licenciados diante do uso de objeto-modelo e que podem estar influenciando na aprendizagem de seus alunos.

Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa (gravações, entrevistas, questionários), ficarão armazenados em computador pessoal, sob a

responsabilidade do pesquisador, no endereço Rua Equador, nº302, Chã da Tábua, São Lourenço da Mata-PE, CEP 54745825, pelo período mínimo de 5 anos.

Nada lhe será pago e nem será cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação).

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: **(Avenida da Engenharia s/n – 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: cepccs@ufpe.br).**

(Assinatura do pesquisador)

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO (A)

Eu, _____, CPF _____, abaixo assinado, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar do estudo Os aspectos epistemológicos da essência do conhecimento e sua relação com os aspectos representacionais do conhecimento químico, como voluntário (a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pela pesquisadora sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade.

Assinatura do participante:

Local e data

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e o aceite do voluntário em participar. (02 testemunhas não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura: