



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DO AGreste
NÚCLEO DE FORMAÇÃO DOCENTE
CURSO DE QUÍMICA - LICENCIATURA

KLEBSON NELSON DA SILVA

**IDENTIFICAÇÃO DE COMPROMISSOS EPISTEMOLÓGICOS PARA O
CONCEITO DE ELEMENTO QUÍMICO EM ESTUDANTES DO CURSO DE
QUÍMICA-LICENCIATURA**

Caruaru

2021

KLEBSON NELSON DA SILVA

**IDENTIFICAÇÃO DE COMPROMISSOS EPISTEMOLÓGICOS PARA O
CONCEITO DE ELEMENTO QUÍMICO EM ESTUDANTES DO CURSO DE
QUÍMICA-LICENCIATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Química
Licenciatura do Centro Acadêmico do
Agreste da Universidade Federal de
Pernambuco como requisito parcial
para a obtenção do título de
Licenciado em Química.

Área de concentração: Ensino de
Química

Orientador: Prof. Dr. João Roberto Ratis Tenório da Silva

Caruaru

2021

Catalogação na fonte:
Bibliotecária – Simone Xavier - CRB/4 - 1242

S586i Silva, Klebson Nelson da.
Identificação de compromissos epistemológicos para o conceito de elemento químico
em estudantes do Curso de Química-licenciatura. / Klebson Nelson da Silva. – 2021.
68 f.; il. : 30 cm.
Orientador: João Roberto Ratis Tenório da Silva.
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de
Pernambuco, CAA, Licenciatura em Química, 2021.
Inclui Referências.
1. Elementos químicos. 2. Epistemologia. 3. Química – Estudo e ensino. 4.
Conceitos. I. Silva, João Roberto Ratis Tenório da (Orientador). II. Título.

CDD 371.12 (23. ed.)

UFPE (CAA 2021-058)

KLEBSON NELSON DA SILVA

**IDENTIFICAÇÃO DE COMPROMISSOS EPISTEMOLÓGICOS PARA O
CONCEITO DE ELEMENTO QUÍMICO EM ESTUDANTES DO CURSO DE
QUÍMICA-LICENCIATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Química Licenciatura do Centro do Agreste da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciatura em Química.

Aprovada em: 06 / 05 / 2021.

BANCA EXAMINADORA

Profº. Dr. João Roberto Ratis Tenório da Silva (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Profª. MSc. Jaqueline Dantas Sabino (Examinadora Externa)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profº. Drº. José Ayron Lira dos Anjos (Examinador Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pelo dom da sabedoria, para discernir sobre as questões que são necessárias na vida, a minha família mesmo quando desejavam a mudança de curso, mas sempre orgulhosos pela instituição UFPE. Ao estatista Luiz Inácio Lula da Silva, presidente (2002-2010), pelo programa de interiorização das universidades federais que proporciona maiores possibilidades para pessoas do interior terem um curso superior próximo de suas casas, com qualidade igual e/ou superior às instituições da capital (democratização do ensino).

Aos amados mestres que contribuíram para minha formação no colégio Carmelita Gomes da Silva e EREM Agamenon Magalhaes (EREMMARY). Aos amigos que trago do ensino médio, representados pelo grupo “gente”; Alanna de São Paulo; Fernando; Jackson e Vanessa. Por serem uma das únicas coisas boas deste período escolar, mesmo seguindo caminhos diferentes, sempre estamos conectados. Ainda estendendo os agradecimentos do ensino médio, não poderia esquecer de Carla Andreane, que graças ao convite para colaboração em uma pesquisa sobre os compromissos epistemológicos, para submissão no ENEQ de 2018, acarretou na apresentação do melhor orientador do mundo, João Silva. Aos mestres da graduação, Jane Maria, Marcos Fabiano, Maria Lucivânia, Herika Karina, Debora Karyna, Thiago Ramos, Marileide Lira, Everaldo Fernandes, José Jefferson, Roberta Dias, Heliana Caroline, Ana Lucia, Danilo Gustavo, Naralina Viana, Anna Luiza, Sidney Alessandro, Girleide Torres, Ana Paula Grande, Roberto Araujo, Sandro Guimaraes, José Ayron, Paulo McMILLER, Regina Celia, Flavia Cristina, José Renato, Ricardo Lima, Ana Paula Pequena, Priscila Maria, Antonio Claudio, Camila Maria, Frederico José, João Bosco, e Tânia Maria.

A CAPES, por proporcionar vivências e enriquecimento na minha formação inicial, com os programas como PIBID (na pessoa do Professor Roberto Araújo) e Residência Pedagógica (na pessoa do professor João Silva), bem como os auxílios financeiros que muito contribuíram para minha manutenção no curso e vivências em congresso nacional (ENEQ2018, apresentando 1 trabalho) e internacional (V jornadas de ensenaza, apresentando

2 trabalhos). Agradecimentos também a professora Jane Maria, pelas experiencias e aprendizagens no Jornal da Química Inorgânica.

Aos amigos e colegas que tive a satisfação de conhecer neste percurso turbulento da graduação, Edson e Isabella. Aos membros do grupo “cinecana” e as minhas amigas colaboradoras acadêmicas, conciliadoras de problemas e que dividimos angústias e alegrias que espero levar para toda a vida, Camilla Santos e Karla Kilma.

As “tias” do R.U., a assistente social Patrícia por seu carinho e cuidado nos atendimentos, as “tias” das barracas que nos vendiam fiado em dias difíceis, a George e Rodrigo do PPGEPCAA que proporcionaram vivências na secretaria e Rafael que fazia parte do PPGEcon, pela amizade e paciência.

Aos membros do NUPACC que sempre estão disponíveis para ajudar no fortalecimento e construção do conhecimento. Em especial, ao professor João Roberto Ratis Tenório da Silva, meu “pai” acadêmico, que tive a satisfação de conhecer mediante colaboração em pesquisa para um artigo e desde então vem me orientando com muito carinho e zelo nesta jornada. Sempre presente nas figurinhas do whatsapp e com a frase interna “João é maravilhoso”.

Aos colegas e amigos da EREM Vicente Monteiro, da qual graças ao sentimento de pertencimento que sempre foi vivenciado no âmbito escolar, consegui além de grandes conquistas o sentimento de realização profissional no período que estive professor.

A banca examinadora, Prof^a. MSc. Jaqueline Dantas Sabino (UFRPE) e o Prof^o. Dr^o. José Ayron Lira dos Anjos (UFPE-CA) pelas contribuições para melhoria do trabalho.

Mediante o fato atípico de uma pandemia que ocorre com a humanidade, a pandemia desde março de 2020, não posso deixar de fazer um adentro as universidades, escolas e demais instituições de ensino que se desdobram para fornecer uma educação qualidade, mediante tantas dificuldades e riscos. Na esperança de tempos melhores: Gratidão!

“O conhecimento do real é luz que sempre projeta algumas sombras”
(BACHELARD, 1996).

RESUMO

Envolver a história e a filosofia da ciência (HFC) no ensino de química pode proporcionar aulas que permitam uma reflexão sobre a natureza da ciência e o desenvolvimento de conceitos científicos. Com isso, a HFC pode proporcionar um ambiente que emerja diversas formas para compreensão de um conceito, aparecendo concepções que representem compromissos epistemológicos. Deste modo, para o conceito de elemento de elemento químico, se pretende realizar mapeamento dos compromissos epistemológicos que podem emergir em estudantes da graduação em Química-Licenciatura. Compromissos que já foram categorizados, por meio de busca em documentos históricos por Silva e Silva (2017). Encontrando realismo, empirismo, animismo, substancialismo, racionalismo e ultrarracionalismo, que surgiram a partir do desenvolvimento histórico do conceito. Para isso, um questionário com 13 questões foi elaborado, aplicado com 32 discentes, envolvendo perguntas abertas e uma de múltiplas escolha para ser justificada. Encontrando 408 unidades de análise com compromissos epistemológicos, sendo o substancialista mais presente nas respostas, seguido de realismo, demonstrando uma percepção manuseável e/ou isolando um conceito abstrato.

Palavras-chave: Elemento Químico. Teoria dos Perfis Conceituais. Compromissos Epistemológicos.

ABSTRACT

Involving the history and philosophy of science (HFC) in chemistry education can provide lessons that allow for reflection on the nature of science and the development of scientific concepts. By doing so, HFC can provide an environment that emerges diverse ways for understanding a concept, with conceptions appearing that represent epistemological commitments. Thus, for the concept of chemical element, we intend to map the epistemological commitments that may emerge in undergraduate students of Chemistry-Licenciatura. Commitments that have already been categorized, through a search in historical documents by Silva and Silva (2017). Finding realism, empiricism, animism, substantialism, rationalism and ultrarationalism, which emerged from the historical development of the concept. For this, a questionnaire with 13 questions was designed, applied with 32 students, involving open questions and one of multiple choice to be justified. Finding 408 units of analysis with epistemological commitments, being the substantialist more present in the answers, followed by realism, demonstrating a manageable perception and/or isolating an abstract concept.

Keywords: Chemical Element. Conceptual Profiles Theory. Epistemological Commitments.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVOS	14
2.1	Objetivo Geral	14
2.2	Objetivos Específicos	14
3	REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1	HISTÓRIA E FILOSOFIA NA CIÊNCIA: UM CAMINHO PARA IDENTIFICAR COMPROMISSOS EPISTEMOLOGICOS	15
3.1.1	Trabalhos que utilizam HFC em sala de aula	17
3.2	TEORIA DOS PERFIS CONCEITUAIS	21
3.2.1	Compromissos Epistemológicos	23
3.3	CONCEITO DE ELEMENTO QUÍMICO: UM BREVE HISTÓRICO E COMPROMISSOS EPISTEMOLÓGICOS .	25
3.3.1	Compromissos epistemológicos ao longo do tempo para o conceito de elemento químico.....	27
3.3.2	O conceito de elemento químico atualmente	29
4	METODOLOGIA	31
4.1	SUJEITO E CAMPO DE PESQUISA	31
4.1.2	Coleta de dados	32
4.1.3	Analise de dados.....	32
5	RESULTADO E DISCUSSÃO	34
5.1	IDENTIFICAÇÃO DOS COMPROMISSOS EPISTEMOLOGICO	35
5.2	RELAÇÃO DOS COMPROMISSOS EPISTEMOLOGICOS IDENTIFICADOS E A HETEROGENEIDADE DE PENSAMENTO	52
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
	REFERÊNCIAS	58
	APÊNDICE A - Questionário	61

1 INTRODUÇÃO

Quando se fala em ensino de química, é comum a associação com aulas expositivas, apresentação de fórmulas e definições de leis distintas. Entretanto, não faz parte desta discussão comentários sobre a ocorrência de estímulos para que os estudantes possam aprender de forma motivadora e espontânea, explorando suas próprias ideias. Por isso, é importante utilizar metodologias e recursos metodológicos que possam promover a aprendizagem em toda sua formulação epistêmica. Callegario et al. (2015) inferem acerca da utilização de estratégias didáticas baseadas na História e Filosofia da Ciência (HFC), para tornar as aulas mais desafiadoras. Segundo os autores, esse meio possibilita que o estudante se sinta motivado pelo professor a desenvolver suas habilidades em um contexto que busca competências para uma aprendizagem mais eficaz.

Martins (2007) destaca que o uso da HFC tanto como conteúdo, como recurso ou metodologia pode contribuir na aprendizagem de conceitos, modelos e teorias científicas de forma desafiadora por estimular aptidões e conhecimentos dos alunos a partir do racionalismo crítico. Porque apresenta uma evolução histórica da formulação de sua complexidade para determinado conceito, proporcionando aprendizagem a partir de um avanço cognitivo, por indicar as concepções vigentes em cada época e suas influências filosóficas no avanço científico. Mediante esse cenário, Matthews (1995) expõe que não adianta apenas utilizar desse meio pedagógico como um dos parâmetros a serem cumpridos dentro de um programa de disciplina, mas que é necessário o envolvimento de amplos contextos éticos, sociais, históricos, filosóficos e tecnológicos. Levando a compreender também, aspectos referentes a Natureza da ciência, que contempla amplos aspectos sociais e históricos por uma metodologia promissora ao conhecimento.

Desse modo, a HFC pode contribuir para a aprendizagem de conceitos científicos na química, já que por esta ciência é possível compreender várias abordagens conceituais que foram modificadas ao longo do tempo. Assim, para compreender a estrutura da matéria, é necessária uma aprendizagem eficaz dos seus conceitos estruturantes, como o de Elemento Químico, que está totalmente interligado com átomo, substância química e moléculas, por exemplo.

As primeiras concepções sobre a constituição da matéria surgiram na Grécia antiga, por volta do século XII A. C. De acordo com Farias (2007), Tales de Mileto (624-546 a. C.) e Anaximandro (610-545 a. C.) alegavam que a matéria era constituída de elementos primordiais (sendo a água e o apeíron¹, respectivamente, para cada um deles). Nessa perspectiva, vários outros pensadores gregos ao longo dos anos apresentaram mais elementos primordiais que seriam os constituintes responsáveis de tudo que existe. Leucipo (460-370 a. C.) e Demócrito (470-322 a. C.) apresentaram a primeira concepção para uma partícula constituinte da matéria, com o nome de “átomo”, sendo esse de um único tipo, eterno e imperecível, que se movimenta no vazio. Além disso, são responsáveis por atribuírem características para cada átomo, como por exemplo, o átomo de fogo seria esférico o que explicaria o seu comportamento fluido inconstante (FARIAS, 2007). Simultaneamente, Empédocles (470 – 430 a. C.) defendia que a matéria seria constituída por raízes primordiais água, terra, fogo e ar. Em complemento aos estudos apresentados acima, Aristóteles (384-322 a. C.) inferiu que a matéria seria constituída por 4 qualidades (princípios) fundamentais: frio, quente, úmido e seco. Segundo Partington (1989), o primeiro a utilizar o termo elemento (*stoicheia*) foi Platão (427 – a. C.), descrevendo que cada partícula seria diferenciada por uma forma específica.

Somente com o discernimento de Boyle (1627-1691) que o conceito de elemento recebeu o *status* de químico, Cano (2005) discorre que o confronto das ideias aristotélicas colocou em “declínio a magia dos elixires dos alquimistas”. Paralelamente, é perceptível que os conceitos de elemento químico, substância simples e a convicção da noção de átomo também entraram em confronto. De acordo com Oki (2002), esses termos eram utilizados de formas indiscriminadas, somente com as contribuições de Mendeleev (1834-1907) acerca da forma de

¹ Ápeiron é uma palavra grego que significa ilimitado, infinito ou indefinido que advém de ἄ- a-, "sem" e πέρας peirar, "fim, limite", forma do Grego jónico de πέρας peras, "fim, limite, fronteira". O ápeiron é central na teoria cosmológica criada por Anaximandro, no século VI a.C. Realidade infinita, ilimitada, invisível e indeterminada que é a essência de todas as formas do universo, sendo concebida como o elemento primordial a partir do qual todos os seres foram gerados e para o qual retornam após a sua dissolução.

organização dos elementos químicos e suas características que ocorreu uma maior descrição do que seria o elemento.

Nesta perspectiva, buscar causas de estagnações e motivos de retrocesso no pensamento, contribuem para que o professor realize ações pragmáticas no intuito de identificar em um ambiente como na sala de aula, em que surgem múltiplas distinções para um determinado conceito, entendidos como compromissos. Bachelard (1996), aponta para identificação de problemas que dificultam a forma mais ampla de aprendizagem, podendo caracterizá-los a partir dos obstáculos epistemológicos, que tendem a serem identificados nos ambientes que emergem desde o senso comum a espaços que necessitam de maior amplitude de pensamento. Vale ressaltar que a aprendizagem de um conceito mais amplo não elimina os conhecimentos prévios, ao contrário permite a comunicação em várias variantes linguísticas, cabendo ao sujeito saber distinguir como utilizar o mais adequado para cada cenário.

Deste modo, identificar compromissos epistemológicos por meio das respostas apresentadas a um questionário, por estudantes de graduação em Química-Licenciatura, mostrará uma amplitude de provocações cognitivas acerca da maneira de pensar o conceito de elemento químico. Causando possíveis reverberações que já emergiram em outros momentos da história. Por isso, fazer um recorte da principal abordagem da teoria dos perfis conceituais proposta por Mortimer e El-Hani (2014), é adequada para direcionar a identificação dos compromissos epistemológicos e formas de pensamentos dos estudantes. Afinal, uma mesma pessoa pode apresentar diferentes formas de falar e modos de pensar sobre esse conceito em diferentes contextos, o que pode caracterizar em uma proposição de perfil conceitual, zonas de entendimento. Porém não poderão ser traçadas devido ausência de outros compromissos (ontológicos e axiológicos), não sistematizados para o conceito de elemento químico. Vale salientar, que em decorrência da pandemia causada por covid-19, não foi possível realizar uma intervenção em sala de aula. Assim para obter os resultados deste trabalho, coletou-se respostas por meio de um questionário online.

Diante do exposto acima, levantamos o seguinte problema de pesquisa: **quais compromissos epistemológicos emergem nas respostas de**

estudantes da graduação em Química-licenciatura sobre o conceito de elemento químico? Acredita-se que os compromissos epistemológicos podem surgir durante o curso de graduação, porque os indivíduos são apresentados a vários modos de pensar sobre o conceito de elemento químico desde o início da educação básica.

Portanto, pretende-se identificar os compromissos epistemológicos emergentes para o conceito de elemento químico, com estudantes da graduação em Química-licenciatura por meio da aplicação de um questionário online. Bem como os compromissos identificados, para posterior análise com o processo de conceituação de elemento químico, a partir da emergência dos diversos modos de pensar.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Mapear compromissos epistemológicos para o conceito de elemento químico, a partir das respostas escritas de estudantes da graduação em Química-Licenciatura.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar compromissos epistemológicos que se relacionam com o conceito de elemento químico, apresentados por estudantes da graduação de Química-Licenciatura;
- Relacionar os compromissos epistemológicos identificados com o período do curso de conhecimento dos estudantes e a heterogeneidade de pensamento.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção apresentaremos concepções acerca do papel da história e filosofia da ciência (HFC) em sala de aula, e como pode contribuir para aprendizagem de conceitos nessa perspectiva. Assim para maior aprofundamento desta proposta, veremos fundamentos básicos da teoria dos perfis conceituais, que considera os compromissos epistemológicos (foco do trabalho), ontológicos e axiológicos para proposição de um perfil. Para mostrar a importância do contexto histórico será apresentado um breve histórico da evolução do conceito de elemento químico, bem como emergem os compromissos epistemológicos ao longo do tempo e sua definição atual.

3.1 HISTÓRIA E FILOSOFIA NA CIÊNCIA: UM CAMINHO PARA IDENTIFICAR COMPROMISSOS EPISTEMOLOGICOS EM SALA DE AULA

Nas aulas de Química são frequentemente cobradas competências que envolvem a memorização de fórmulas e a repetição de enunciados por meio de aulas expositivas. Assim, não ocorre a participação dos estudantes de forma ativa, além disso, as atividades e exercícios distanciam-se da forma que o conteúdo é abordado. Nessa perspectiva, Callegario et al. (2015) chamam a atenção para “uma alternativa que vem se destacando no meio acadêmico e que tem atingido proporções relevantes nos últimos anos é o uso da História da Ciência em sala de aula (p. 978)”. Essa ênfase ocorre pela possibilidade de uma compreensão de conceitos, a partir de sua evolução histórica, fazendo com que o estudante se sinta desafiado a aprender devido os fatores que influenciam historicamente a formulação de uma noção científica. Quando se fala em uma aprendizagem de ciências com um modo de focar na História, Filosofia e Sociologia da ciência, como ferramenta didática por apresentar uma forma de ascensão do conhecimento, podemos relacionar com o que apresenta Matthews (1995):

podem tornar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, permitindo, deste modo, o desenvolvimento do pensamento crítico; podem contribuir para um entendimento mais integral de matéria científica, isto é, podem contribuir para a superação do mar de falta de significação que se diz ter inundado as salas de aula de

ciências, onde fórmulas e equações são recitadas sem que muitos cheguem a saber o que significam; podem melhorar a formação do professor auxiliando o desenvolvimento de uma epistemologia da ciência mais rica e mais autêntica, ou seja, de uma maior compreensão da estrutura das ciências bem como do espaço que ocupam no sistema intelectual das coisas (p.165)

Assim podemos inferir que as reflexões emergentes nas salas de aula, em que os estudantes são incitados a criticarem o conhecimento que foi adquirido anteriormente, por ser considerado como pronto e acabado. Por isso, seguindo a base teórica de Matthews (1995), acreditamos estar alinhados com suas concepções, com foco deste trabalho encontra-se na história e filosofia da ciência (HFC) em sala de aula. Com isso, é importante falar sobre uma revisão bibliográfica realizada por Damasio e Peduzzi (2017), que buscaram teses e dissertações em programas de pós-graduação na área da Educação, Física, Ensino, Filosofia e História das Ciências, durante o período de 2005 a 2014, para demonstrar como a HFC vêm sendo aplicada. Encontraram 33 dissertações e 8 teses, das quais apenas 1 tese apresentou foco na História e Filosofia da Ciência. Na mesma perspectiva, Silva e Silva (2019) realizaram uma investigação de mesmo cunho, para verificar as abordagens para o conceito de elemento químico, em periódicos da área de Química e Ensino de Química, publicados entre 1998-2018. Apresentando 1.507 artigos em sua totalidade, deste apanhado apenas 12 possuíam o foco voltado para uma abordagem histórica, expressando que ainda existe grande falta de interesse nessa proposta pedagógica de ensino.

Refletindo sobre o último levantamento, Martins (2007) retrata por meio entrevistas realizadas a professores e professoras em formação, do curso de licenciatura em Física na Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) as dificuldades da utilização da HFC em sala de aula, que podem existir por vários motivos como a ausência de exploração como metodologia ou como recurso, nos próprios cursos de formação, acarretando em uma dificuldade de aplicabilidade no ensino médio de forma fundamentada. Necessitando aprimoramento do profissional para o uso dessa abordagem em sala de aula, por requerer mais tempo para leitura, reflexão e percepção de como o surgimento do pensamento científico ocorre.

Desse modo, com o intuito de evitar que ocorra equívocos ao Ensino de Ciências, como a simples utilização de considerações históricas gerais no início do conteúdo ou a leitura de fragmentos históricos, são entendidos de modo que o estímulo necessário a construção do saber por meio de uma aprendizagem com ênfase histórica e filosófica. Proporcionando aos estudantes a necessidade de utilizarem suas habilidades na resolução de problemas, estimulando a reflexão crítica do que está sendo ensinado. Por isso, a necessidade de verificar como alguns trabalhos utilizam esta abordagem e quais estratégias didáticas são adotas.

3.1.1 Trabalhos que utilizam HFC em sala de aula

Para ter uma percepção de como a HFC é trabalhada na literatura, foi realizada a leitura de cinco trabalhos, descritos ao longo deste tópico, que utilizam a abordagem de diferentes formas, mostrando-nos quão abrangente e perspicaz esta modalidade metodológica pode ser apresentada, utilizando como metodologia ou recurso metodológico.

O primeiro trabalho², trata-se de uma dissertação de mestrado, voltada para o ensino de física. Quanto a formatação foi dividida em sete partes, na primeira é apresentada a introdução do trabalho, na qual demonstra-se o interesse pela área de pesquisa e desde quando iniciou os estudos de física. O conteúdo em específico foi ótica geométrica que geralmente é ministrada restringindo-se ao formalismo dos diagramas de raios utilizados para a descrição de propriedades da luz, o que pode ser interessante aos alunos que pretendem seguir a carreira acadêmica, mas não se torna uma realidade para grande parte dos estudantes (VANNUCHI, 1996). Na segunda parte, foram apresentadas as bases teóricas para a introdução da História e Filosofia da Ciência na sala de aula, reforçando a importância de conhecimentos sistematizados no passado como os dos antigos gregos. Destacando que o papel racional da ciência está ligado a questões políticas e sociais, por isso HFC contribui para corroborar as potencialidades em desenvolver aspectos metodológicos e epistemológicos, “com objetivo trazer para sala de aula reflexão sobre o desenvolvimento da

² VANNUCHI, A. I. **História e filosofia da ciência**: da teoria para sala de aula. 131 f. dissertação – instituto de física/faculdade de educação, universidade de São Paulo, 1996.

ciência nesse contexto mais amplo. Foram selecionados momentos de controvérsias na História da ciência, donde questões epistemológicas são apresentadas como situações problemáticas, buscando-se favorecer a reflexão dos estudantes" (VANNUCHI, 1996, p.33). Na parte 3, alguns episódios da história da ótica no século XVII, vem falando dos dilemas, contribuições de Galileu e a elaboração de uma luneta capaz de demonstrar imagens de planetas, bem como a negação por parte de intelectuais contemporâneos a ele. Na parte IV, alguns tópicos de filosofia da ciência, descreve alguns desses de filosofia da ciência, com a finalidade de justificar as atividades desenvolvidas e recursos metodológicos adotados. Na parte V, atividades de ensino, são apresentadas partes dos textos elaborados para serem inseridas no curso de física do segundo ano do ensino médio mediante atividades de ensino-aprendizagem. Na parte VI, a sala de aula: alguns episódios de ensino, o autor descreve como as atividades ocorreram nas aulas e como a proposta foi aplicada, sendo o primeiro episódio utilizado como base para discussão e continuidade dos demais, assim a cada momento de discussão é retomada a fala acerca do que foi falado anteriormente, por meio de outros textos e discussões para instigar os estudantes a questionarem suas concepções, tornando a aprendizagem do conteúdo desafiadora a partir dos aspectos presentes na HFC. Na parte VII, algumas considerações, o autor destaca a tomada de consciência por parte dos estudantes mediante as discussões geradas pelos episódios da história da ciência e pelo envolvimento crítico indutivo provocado nos momentos históricos apresentados.

O segundo trabalho³, tem como objetivo demonstrar a percepção dos professores de química e biologia do ensino médio acerca do uso da história da ciência como forma de contextualizar os conteúdos em suas respectivas disciplinas (REIS; SILVA; BUZA, 2012). Apresentando inicialmente, tópico dedicado a história da ciência na formação de professores de química e biologia, destacando que as contribuições ao ensino de ciências que já foram comprovadas e mesmo assim dificilmente é encontrado uma abordagem

³ REIS, A. S.; SILVA, M. D. B.; BUZA, R. G. C. O uso da história da ciência como estratégia metodológica para a aprendizagem do ensino de química e biologia na visão dos professores do ensino médio. **História da ciência e ensino construindo interfaces**, São Paulo, v. 5, p. 1-12, 2012.

contextualizada em sala de aula e nos materiais didáticos como o livro, por exemplo. Mediante esse cenário, apresenta as percepções dos poucos professores que utilizam mediante a interferência dos pais e profissionais da escola que possuem em sua maioria interesse único voltado para a aprovação nos vestibulares e bons resultados nos exames externos. Quanto ao ensino de química destaca a apresentação da tabela periódica como sendo o assunto mais utilizado para essa abordagem. Concluindo, o trabalho aponta que o uso da história da ciência deve ocorrer desde o curso de formação de professores para que ocorra maior engajamento por parte desses profissionais no ensino médio.

O terceiro trabalho⁴, apresenta atividades que utilizam a HFC em sala de aula de forma lúdica, contrapondo as concepções prévias com o desenvolvimento histórico da ciência, trazendo a alquimia como temática transversal, utilizando recursos como representação teatral, uso de livros literários, mangás, animes, filmes e experimentação (HOFFMANN; CRUZ; MESQUITA, 2014). Os autores iniciam discutindo a importância da HFC e ressaltando a utilização nos currículos de Harvard bem como os resultados positivos que essa inserção proporciona, apontando que a discussão deveria vir presente nos livros didáticos por ser o principal material didático utilizado pelos professores no ensino médio. Depois apresenta os recursos metodológicos da sequência didática: O livro “O Perfume: a história de um assassino”, de Patrick Süskind; Produções audiovisuais como Fullmetal Alchemist (o mangá e o anime), O último mestre do ar (o mangá, o filme e a série animada) e posteriormente o filme perfume; finalizando com uma atividade experimental envolvendo a produção de perfumes. Nos resultados e discussão, destacam-se os relatos dos alunos que estão exatamente relacionados a diferenciação de abordagem nas aulas de química, demonstrando estranhamento inicialmente, mas que ao entrarem em contato com a dinâmica, perceberam que fez total sentido ao logo do desenvolvimento da atividade. podendo assimilar os múltiplos contextos que o estudo da química por meio de HFC proporcionam ao estudar

⁴ HOFFMANN, Z.; CRUZ, T. M. G. S.; MESQUITA, N. A História e a Filosofia da Ciência no Ensino de Química: uma experiência lúdica em sala de aula. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 17., Ouro Preto. Anais...* Ouro Preto: Minas Gerais, 2014. Disponível em:
https://www.researchgate.net/publication/266261038_Historia_e_a_Filosofia_da_Ciencia_no_Ensino_de_Quimica. Acessado em: 15 jun 2020.

os assuntos de substâncias, misturas, separação de misturas, concentração e preparo de soluções.

No quarto trabalho⁵, utiliza aspectos da história da ciência e da experimentação investigativa para abordagem do tema (GUIMARÃES at. al., 2019). Por meio de uma sequência didática, que apresenta a história do desenvolvimento da fabricação da cachaça no Brasil para identificar os aspectos da química, relacionando o processo de destilação em um laboratório com o que ocorre no alambique. Foram realizadas exibições de documentários, rodas de diálogos para estimular a participação dos estudantes e outros recursos. No primeiro momento, a história da cachaça no Brasil foi utilizada para conscientizar os estudantes quanto a questão do consumo hierárquico existente entre as bebidas alcoólicas entre as classes sociais. No segundo momento, essa discussão é aprofundada por meio de episódios do programa “como será⁶” e no terceiro momento, foram solicitados aos estudantes a elaboração de um alambique para compreensão e aspectos da destilação, com o intuito de proporcionar reflexões necessárias quanto ao uso abusivo do álcool. No quarto momento, com reportagens que tratam do vício provocado pelo consumo excessivo de álcool, foi proporcionado um momento de conscientização por parte dos estudantes, que em sua maioria conseguiu relacionar os malefícios quanto ao consumo excessivo.

O quinto trabalho⁷, se trata de uma sequência didática realizada em quatro momentos com o intuito de suscitar nos estudantes do programa de iniciação à docência (PIBID) a conscientização para utilização da HFC no processo de ensino e aprendizagem, estudando vários artigos sobre o tema para elaborarem propostas didáticas com conteúdo específico de química para o

⁵ GUIMARÃES, L.; BEMFEITO, A. P.; CUNHA, L.; CASTRO, D. Contribuições da história e filosofia da ciência para o ensino de química: uma proposta de sequência didática sobre a fabricação da cachaça. *Revista de educação, ciências e matemática*, v. 9, n. 2, p. 127-141, 2019.

⁶ "Como Será?" é um programa da rede Globo que vai ao ar nas manhãs de sábado.

⁷ RIBAS, H. L.; AIRES, J. A. História e Filosofia da Ciência no ensino de química: o que os alunos pensam sobre a colaboração entre os cientistas. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 16., ENCONTRO DE EDUCAÇÃO QUÍMICA DA BAHIA, 10., Salvador. Anais...* Salvador: Bahia, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/anaiseneq2012/issue/view/740>. Acessado em: 12 jul. 2020.

ensino médio (RIBAS; AIRES, 2012). Posteriormente ocorreu a aplicação e sistematização dos resultados encontrados. Inicialmente, 72% dos estudantes de graduação envolvidos chegaram ao senso de que os cientistas estiveram interligados compartilhando seus estudos e conhecimentos. Depois da aplicação da atividade este número passou para 83%. Enquanto 22%, no início da atividade, argumentavam que isso só ocorria em situações que havia proximidade afetiva, passando para 17% posteriormente. E apenas uma pequena parcela dos estudantes (6%) discordava que esta partilha realmente ocorria de forma orgânica, mas ao final da proposta 0% concordavam com esta perspectiva.

Mediante os trabalhos apresentados, podemos inferir novamente que a HFC pode ser utilizada de diversas formas em combinação com recursos metodológicos, o que possibilita uma aprendizagem eficaz por despertar o interesse dos estudantes na atividade proposta. Também é perceptível em todos os trabalhos, um expressivo engajamento dos estudantes resultando em maiores possibilidades de ressignificações, demonstrando novas ideias e percepções que em outro contexto de ensino-aprendizagem não pudesse ser trabalhado. Mas, neste trabalho não será utilizada de forma empírica, com intervenção em sala de aula, devido a atual situação de medidas de controle da pandemia de covid-19. Deste modo, esta abordagem foi apresentada para introduzimos a teoria dos perfis conceituais, já que a mesma utiliza de busca histórica quando deseja-se propor um perfil conceitual.

3.2 TEORIA DOS PERFIS CONCEITUAIS

Em uma sala de aula é comum o surgimento de diversas concepções informais, dentre estas surgem algumas que diferem das que são construídas e assumidas pela ciência. De acordo com Mortimer, Scott e El-Hani (2009), as possibilidades que envolvem as percepções de um determinado conceito com contexto científico podem surgir também em uma sala de aula, de maneiras distintas por meio da fala e suas expressões escritas. Vale salientar:

Em meados dos anos 1990, Mortimer (1994, 1995) propôs os perfis conceituais como uma maneira de modelar a heterogeneidade

do pensamento e da linguagem em salas de aula de ciências. Perfis conceituais devem ser entendidos, pois, como *modelos* de diferentes maneiras de ver e representar o mundo que são utilizadas pelas pessoas para significar sua experiência (MORTIMER, SCOTT, EL-HANI, 2009, P. 02).

Nesse sentido, conceitos não são entendidos como modelos ou organizações mentais, idealizados para representarem objetos ou eventos abstratos tomados como “entidades mentais relativamente estáveis que são possuídos por um indivíduo” (MORTIMER, SCOTT, EL-HANI, 2009, p. 02). Desse modo, é importante que aconteça a emergência das diversas formas de falar e modos de pensar em sala de aula para que o aluno possa tomar consciência dessa heterogeneidade e relacionar essas visões com diferentes contextos. Assim, o estudante amplia suas zonas e toma consciência, ocorrendo uma negociação na qual as ideias iniciais precisem ser reformuladas, a partir de uma problematização que não anula o conceito anterior, mas questiona sua validade em determinados contextos e ampliação das maneiras de pensar.

Descrevendo assim, por meio dos perfis e a maneira de aplicar uma teoria que pode ser utilizada em sala de aula, para o ensino-aprendizagem das ciências, além das muitas formas que um conceito pode ser entendido e aplicado dentro de seus contextos, para explicar uma problemática que surge na conversação. Nesse sentido, a estruturação das diferentes formas de pensar sobre um conceito pode ser apresentado em diferentes zonas que se relacionam com diferentes compromissos (AMARAL, MORTIMER, 2001). Devendo ocorrer a partir de um rebuscado estudo, acerca do conceito que deseja-se traçar um perfil, investigando quais compromissos que emergem em um contexto escolar ou não, para entender os níveis de complexidade de entendimento da muitas formas de falar, para que assim seja viável analisar as zonas conceituais correspondentes, com o intuito de entender as formas que a realidade é demonstrada, em meio a fala que surge na convivência com outras diferentes maneiras de pensar, por um indivíduo. Bezerra (2018), destaca os dois aspectos que fundamentam metodologicamente a teoria do perfil conceitual:

A abordagem dos perfis conceituais envolve dois procedimentos metodológicos distintos. O primeiro tem como principal objetivo determinar as zonas que podem ser usadas para construir um modelo de perfil para um determinado conceito, necessariamente investigando diferentes domínios genéticos. E, o segundo procedimento metodológico, uma vez que as zonas são determinadas e o

modelo de perfil conceitual construído, compõe investigações sobre como as formas de pensar e os modos de falar relacionados a essas zonas são distribuídos e evoluem em uma determinada população (BEZERRA, 2018, p. 104)

Assim, compreender os obstáculos que precisam ser ampliados para um maior entendimento de determinado conceito é necessário para entendermos as motivações e contextos que cada indivíduo carrega em sua fala, entendido por Bachelard (1996) como compromissos. Deste modo, neste trabalho o recorte da teoria que será adotado é quanto a identificação de compromissos epistemológicos, como estão descritos nos próximos tópicos.

3.2.1 Compromissos epistemológicos

Quando se pensa sobre a complexidade de aprender determinado conceito científico, faz necessário refletir acerca das várias maneiras que ele pode emergir, bem como os níveis e processos de compreensão que envolvem a construção do conhecimento.

Inicialmente a discriminação de alguns dos compromissos epistemológicos, abordados à luz de Gaston Bachelard (1996), faz necessária para compreensão e justificativa da proposta por considerarmos que suas contribuições, para o entendimento do pensamento científico são de grande validade no entendimento do que causa inercia nas reverberações de um conceito. Assim destaca que “um obstáculo epistemológico se incrusta no conhecimento não questionado” (BACHERLAD, 1996, p. 19), quando uma ideia é expressa a partir de um posicionamento que não permite incerteza, que representa uma opinião, a partir da experiência primeira.

Com isso, o primeiro compromisso que será descrito é o da **experiência primeira**, no qual ocorre encantamento pelos fenômenos por meio de imagens, experimentos, luzes e a magia, por exemplo. Situações que precisam de uma descrição, mas não são explicadas por que a abordagem intuitiva já apresenta as respostas necessárias (COSTA, 1998).

Trazendo as percepções do compromisso anterior, o **realismo** é caracterizado quando a noção possui retratação simplista, voltada para concepções do senso comum e as vezes com erros conceituais (SILVA; SILVA,

2017). Isso pode ocorrer pela necessidade de fornecer uma resposta rápida e não complexa por acreditar ser o suficiente naquele ambiente/momento. Apresentando questões corriqueiras quando se pensa na “experiência primeira” que é introduzida como primeiro compromisso a necessitar de rompimento epistêmico (BACHELARD, 1996) que está ligado diretamente ao senso comum presente na visão realista.

Nesta percepção, apresenta-se o **substancialismo** de forma intuitiva envolvido de um empirismo mais amplo, com percepções que tendem a materializar um conceito substancializando a noção, para demonstrar praticidade no manuseio para explicação. Para Bachelard (1996) trata-se de uma percepção que prejudica “os verdadeiros valores do pensamento científico (p. 101)”, devido a fixação cognitiva dessa maneira de compreender uma noção, dificultando o avanço epistêmico.

Quando a explicação surge com a necessidade de um instrumento, o **empirismo** é o obstáculo que exprime a utilização de recursos empírico-científicos, para descrever um fenômeno que seja possível de quantificação. Como é o caso do conceito de calor, quando descrito por meio de um instrumento que identifica a temperatura, o termômetro, que provoca contradições entre as medidas mudando a forma de expressar o conceito (AMARAL; MORTIMER, 2001).

O **animismo** se caracteriza pela ideia de manutenção ou geração de vida (SILVA; SILVA, 2017). Surge também quando a explicação se dá por meio de analogias que não condizem com o que já foi sistematizado cientificamente. Podendo ser confundido com o compromisso epistemológico de substancialismo, quando expressa uma característica que exprime virtude a uma substância.

Assim, consideramos que cada conceito pode ser entendido de múltiplas formas em um mesmo contexto, apresentando diferentes compromissos epistemológicos, demonstrando a natureza de como um determinado conceito pode ser compreendido.

3.3 CONCEITO DE ELEMENTO QUÍMICO: UM BREVE HISTÓRICO E COMPROMISSOS EPISTEMOLÓGICOS

Desde a **pré-história** (*do aparecimento do ser humano até 4.000 a. C.*), a utilização de conhecimentos científicos foram fundamentais para a melhoria na qualidade de vida, mesmo não existindo a sistematização em registros escritos, as experiências eram utilizadas para manuseios de metais e outros materiais como o barro, sendo uma tradição passada entre as gerações. Todas essas habilidades se devem a descoberta do fogo, por volta de 500.000 a. C. (NEVES, 2011), que contribuiu para diversas finalidades como iluminação, aquecimento, cozimento de alimentos entre outros. Proporcionando uma melhoria na qualidade de vida dos indivíduos da época, bem como áreas que utilizam desta descoberta como uma forma de preparar ou analisar novos compostos (FARIAS, 2008).

O termo elemento foi utilizado pela primeira vez, possivelmente, na **idade antiga** (4.000 a. C. - 476 d. C). Os primeiros entendimentos de como a matéria se organiza tiveram surgimento na Grécia antiga (por volta do século 7 a. C.), com a ideia de que a matéria seria formada por elementos primordiais (sendo a água e o *apeíron*) Tales de Mileto (624-546 a. C.) e Anaximandro (610-545 a. C.) respectivamente, Farias (2007). Assim arraigados com os mesmos princípios outras ideias foram surgindo no decorrer dos anos, como as apresentadas por Anaxímenes (570-478 a. C.), Xenofones (560-478 a. C.) e Heráclito (560-478 a. C.) que manifestavam a água, a terra e o fogo como essas entidades responsáveis. Sendo o termo utilizado pela primeira vez por Platão (427-347 a. C.) na terminologia original “*stoicheia*”, caracterizando cada partícula com formas geométricas (poliedros): fogo um tetraedro, ar um octaedro, água um icosaedro e a terra um cubo como é representado na figura 01, a partir de seus escritos.

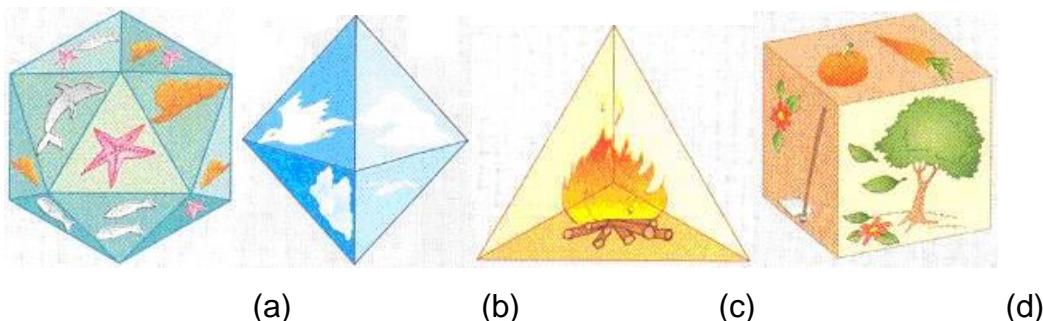


Figura 01: Representação das formas geométricas dos elementos primordiais para Platão. A) água; B) Ar; C) Fogo; D) Terra. Fonte: JUSTINO, 2011, p. 18.

Em meio a essas discussões de que a matéria seria formada a partir de elementos, surge a primeira concepção para uma partícula subatômica denominada “átomo”, que seria algo de tipo único, eterno e imperecível, com possibilidade de movimentação no vazio, atribuindo distintos padrões, desse modo o átomo de fogo seria esférico o que explicaria o seu comportamento (FARIAS, 2007), é o que Leucipo (460-370 a. C.) e Demócrito (470-322 a. C.) apresentaram e simultaneamente, Empédocles (470 – 430 a. C.) defendia que a matéria seria constituída por outras raízes primordiais água, terra, fogo e ar. Vale lembrar que percepções semelhantes também emergiram no Egito, na Índia e na China (apresentavam cinco elementos primordiais) por volta de 1500 a.C. (GREENBERG, 2009).

Refletindo sobre essas percepções apresentadas, Aristóteles (384-322 a. C.) propôs que a matéria seria formada inicialmente por 4 elementos princípios (raízes) fundamentais: frio, quente, úmido e seco que podem ser verificados na representação da figura 02.

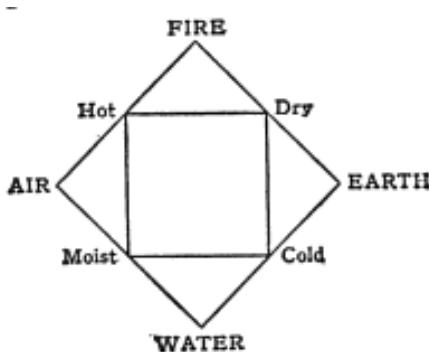


Figura 02: PARTINGTON, 1937, p. 14

Agrupando-se dois a dois, para formarem os quatro elementos apresentados por Empédocles. Estas percepções intelectuais, desenvolvidas na antiga Grécia, perduraram por mais de 2000 anos devido à ausência de teses ou o conhecimento necessário para entendimento da complexidade do conceito de átomo, elemento químico e substância química, que não foram diferenciados tão

prontamente. Mesmo com a existência paralela do atomismo, iniciado por Leucipo e Demócrito como vimos acima.

Somente com o discernimento de Boyle (1627-1691) que o conceito de elemento recebeu o *status* de químico, durante a *idade moderna* que ocorreu de **476 d. C. a meados de 1453 d. C. com a tomada de Constantinopla e a revolução francesa.** E posteriormente com os estudos de Lavoisier (1743-1794), a diferenciação entre outros conceitos como substância simples ou composta. Cano (2005) discorre que o confronto das ideias aristotélicas colocou em “declínio a magia dos elixires dos alquimistas”. Paralelamente, é perceptível que os conceitos de elemento químico, substância simples e a convicção da noção de átomo também entraram em confronto. Mas, mesmo assim esses termos eram utilizados de formas indiscriminadas, somente com as contribuições de Mendeleev (1834-1907), no período da **idade contemporânea de 1789 d. C. (revolução francesa).** Contribuindo na organização dos elementos químicos em uma tabela apontando suas características, o que acarretou em uma maior descrição do que seria o elemento (OKI, 2002).

3.3.1 Compromissos epistemológicos ao longo do tempo para o conceito de elemento químico

Buscando compreender a evolução histórica do conceito de elemento químico, Silva e Silva (2017), identificaram os compromissos epistemológicos emergentes em diferentes épocas, buscando em fontes da história da ciência para demonstrar os seguintes compromissos epistemológicos: realismo, substancialismo, animismo, empirismo, racionalismo e ultrarracionalismo. Os quais estão descritos abaixo, na perspectiva dessa noção científica:

- Realismo – é comum a emergência deste compromisso quando o conceito de elemento químico possui retração simplista, voltada para concepções do senso comum e as vezes com erros conceituais. Isso pode ocorrer pela necessidade de fornecer uma resposta rápida e não complexa por acreditar ser o suficiente naquele ambiente/momento. Apresentando questões

corriqueiras quando se pensa na “experiência primeira” que é introduzida como primeiro compromisso a necessitar de rompimento epistêmico (BACHELARD, 1996) que está ligado diretamente ao senso comum presente na visão realista.

- Substancialismo - Nesse compromisso o conceito de elemento químico é conceituado como algo de fácil manuseio, como um material em uma vidraria, por exemplo. Assim como no perfil de molécula, “o substancialismo sobrevive nas sombras da linguagem química e pode confundir os estudantes (MORTIMER, 1997, p. 203)”, como exemplo no herbalismo e na medicina homeopática. Uma percepção que pode ser remetida a Anaxágoras (a. c.), que acreditava nas “sementes” formadoras da matéria.
- Empirismo – este compromisso é identificado quando a noção de elemento químico é descrita de forma manipulável, como é o caso de Lavoisier ao tratar da possibilidade em manuseio de substâncias e assim manipular seus elementos constituintes em seu trabalho “Tratado elementar de química” (SILVA; SILVA, 2017).
- Animismo – Este compromisso, emerge quando o conceito de elemento químico é reportando a ideia de elemento primordial (Água, terra, fogo e ar) associando com a cura de males, como em um tratamento de uma doença, caracterizando assim razões mantenedoras da vida (SILVA; SILVA, 2017).
- Racionalismo – A emergência deste compromisso ocorre quando a descrição é remetida aos aspectos subatômicos para descrever a noção de elemento químico, fazendo referência a prótons, elétrons, nêutrons entre outros. Presente, por exemplo nos perfis conceituais de molécula, calor e substância (SILVA; SILVA, 2017).
- Racionalismo dialético ou Ultrarracionalismo – Surge quando a compreensão do conceito de elemento químico refere-se a um modelo científico para o entendimento da estrutura da matéria e de outros conceitos como substância química, misturas, ligações

químicas e ademais. Fazendo uma relação entre outros conceitos estruturantes que estão interligados ou conceito (SILVA; SILVA, 2017), como ligações químicas e organização da tabela periódica.

Estas categorizações serão utilizadas para compreensão das múltiplas formas que o conceito de elemento químico pode ser expresso, bem como emergem os compromissos em sala de aula e o quanto próximas estas definições se encontram das formas de conceituação utilizada cientificamente. Nesse sentido, Mortimer, Amaral e El-Hani (2014) discutem acerca do ensino e aprendizagem por meio da teoria dos perfis conceituais, permitindo intervir na sala de aula de forma dinâmica, assim apresentam que “os perfis conceituais devem ser concebidos como modelos de diferentes modos de ver e conceituar o mundo usado pelos indivíduos para significar sua experiência (p. 4, tradução nossa)”. Assim busca-se contribuir para o arcabouço teórico, para que possa ser material complementar a proposição do perfil de elemento químico, já que ele se caracteriza como polissêmico, por apresentar várias formas de ser entendido ao longo da história.

3.3.2 O conceito de elemento químico atualmente

Como foi verificado nos tópicos anteriores, o conceito de elemento químico passou por diversas mudanças conceituais no decorrer da história, tendo atualmente vários critérios que influenciam na sua descrição. Passando por grandes contribuições conceituais, desde os pensadores gregos por volta do século VII, que conceituavam a noção como algo material, para descrever os constituintes da matéria (FARIAS, 2007). Com princípios que pertenciam a alquimia sendo rompidos, a química apresenta características mais racionalistas. O confronto das ideias de elementos primordiais e raízes aristotélicas, bem como os elixires e a magia ocorre com Boyle (CANO, 2005), por volta dos séculos XVII-XVIII. Para distinção entre os conceitos de átomo, elemento químico, substância simples e composta em suas propriedades as contribuições de Lavoisier.

Aproximação dos conhecimentos da física com os avanços da química teórica, contribuições para novas percepções acerca das partículas subatômicas

e consequentemente outras percepções acerca da forma de entendimento do conceito de elemento químico (OKI, 2002). Seguindo assim, novos parâmetros como a valência que emergiu a partir de estudos na química orgânica em 1850 a 1870 (ARAUJO-NETO, 2007), sendo abordado ainda hoje como um conceito fundamental para compreensão das ligações químicas.

Outra determinação que contribuiu para uma visão racionalista do conceito de elemento químico, foi a determinação dos pesos atômicos (massa atômica), superando as concepções do modelo atômico de Dalton bem como suas relações limitantes para as relações estequiométricas (OKI, 2007). Por intermédio das discussões realizadas em busca de concepções comuns, no congresso de Karlsruhe em 1860, acerca dos conceitos elementares como os pesos atômicos, alguns anos depois da proposição do modelo de Dalton. Fundamentais para o periodismo, na nova forma de organizar a tabela periódica, além da contribuição racionalista para percepção do conceito de elemento.

Aston (1877-1945) conseguiu identificar isótopos de elementos não radioativos, uma descoberta que colocou em confronto o postulado de Dalton em que elementos do mesmo tipo teriam o mesmo peso e identidade (MEDEIROS, 1999). Sendo assim uma descoberta de perspectiva conceitual revolucionária, para maneira de como entender o conceito de elemento químico, dando um status maior que um tipo de partícula.

Atualmente, a noção de elemento pode ser entendida como um modelo científico, que é construído ao longo dos séculos para explicar fenômenos químicos que ocorrem no meio microscópico para entendimento da visão macroscópica. Utilizando cada vez mais aspectos abstratos, como noções subatômicas que envolvem “análise nuclear e espectroscópica com radiação de raios-x, [...] número de prótons no núcleo atômico, como a qualidade que, cruzada com a valência química, organiza a tabela periódica (CANO, 2005, p. 187, tradução nossa).

4 METODOLOGIA

A presente pesquisa tem caráter qualitativo com instrumentos quantitativos, mediante a quantificação dos resultados com o intuito de interpretar as formas de compreensão de um conceito (SILVEIRA; CÓRDOVA, 2009). Colocando em evidência interpretações a partir de um marco teórico, mediante recorte da teoria dos perfis conceituais, por acreditar que proporciona caminhos para resolução do problema de pesquisa.

Deste modo, apresenta-se com natureza aplicada já que a coleta de dados ocorre por meio de um questionário (Apêndice A), com 13 questões (12 abertas e 1 de múltipla escolha) buscando identificar compromissos epistemológicos que se relacionam com a noção de elemento químico que são demonstrados em tabelas e gráficos. Assim, com objetivos voltados a uma perspectiva descritiva e como os estudantes do curso de graduação em Química-Licenciatura não são identificados em suas formas de expressar a noção de elemento químico, tem procedimentos de pesquisa com *survey* (questionário).

4.1 SUJEITO E CAMPO DA PESQUISA

Pesquisa foi aplicada com estudantes do curso de Química-Licenciatura, da Universidade Federal de Pernambuco, Centro do Agreste. Buscando respostas em todos os períodos e com os que ultrapassaram os 10 períodos de integração do curso, para compreender a sistematização do conceito de elemento químico mediante identificação de compromissos epistemológicos nas respostas.

Participando 32 estudantes do curso mencionado, na tabela 01 pode ser verificado a distribuição das respostas, dos que se disponibilizaram a responder o questionário online, mediante divulgação entre os grupos do Facebook⁸ e Whatsapp⁹.

Período	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	10 não bloccado	Total
---------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----------------	-------

⁸ rede social que permite conversar com amigos e compartilhar mensagens, links, vídeos e fotografias.

⁹ aplicativo de troca de mensagens e comunicação em áudio e vídeo pela internet.

Respostas	5	1	1	1	2	1	4	1	2	5	9	32
------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Tabela 01: Quantidade de respostas por período

4.1.2 Coleta de dados

Os resultados foram coletados por meio de um questionário (Apêndice A), que apresenta seções produzidas no Google Forms: na primeira seção, é apresentado a proposta de pesquisa bem como o interesse de participação respondido; na segunda seção, utilizada para identificar se o participante estava cursando o curso de Química-Licenciatura e o período referido; e na última seção, questões acerca do compromisso de elemento químico buscando compreender as diversas nuances que a noção surge. Desse modo, utilizando 12 questões abertas e 1 questão fechada em que é solicitada a resposta escrita na questão seguinte. Neste sentido, as questões são abertas e quando não, necessitam de justificativa para melhor compreensão da resposta escrita. Neste sentido o Google Forms, foi escolhido para coleta dos resultados mediante praticidade e ausência de contato físico.

Assim, vale ressaltar que dentre as múltiplas técnicas de pesquisa, o questionário foi escolhido como material de coleta por proporcionar várias respostas de maneira rápida, eficaz e segura mediante o cenário pandêmico. Quanto a potencialidade de identificação de compromissos epistemológicos, fica evidente quando em trabalho anterior Silva, Santos e Silva (2018), conseguiram identificar alguns compromissos com turmas de menor grau de escolarização e com um quantitativo menor de questões.

4.1.3 Análise dos dados

As respostas coletadas serão descritas de acordo com os compromissos epistemológicos identificados ao longo da história por Silva e Silva (2017), para realização de um mapeamento e classificação de acordo com os níveis de conhecimento dos indivíduos. Assim, cada devolutiva poderá apresentar mais de uma unidade de análise, já que estas serão classificadas de acordo com modo de pensar o conceito de elemento químico, que pode surgir em uma mesma resposta de diferentes formas. Deste modo, cada compromisso será

caracterizado de acordo com a emergência e os critérios descritos no item 3.2.1 e destrinchados em 3.3.1. a seguir, apresento as categorias a priori, que seguem as propostas pelos atores supracitados e descritos na tabela 02, abaixo.

Compromissos epistemológicos	Categoria de análise
Realismo	serão identificadas as unidades de análise que apresentarem o conceito de maneira simplistas e/ou voltados a características que envolvem o encantamento como princípio para explicar a noção científica. Podendo emergir pensamentos generalistas e avulsos envolvendo termos científicos de maneira discriminada. Ideias intuitivas ou ingênuas.
Animismo	quando relaciona aspectos vitalícios ao conceito com características de vida, dando características com o foco de valorizar ou dar concepções de vida a um conceito.
Substancialismo	percepção que atribui propriedades interiores de substâncias a noção, podendo ser dado a um conceito abstrato. Materializar corpos que não matéria.
Empirismo	quando a noção é descrita a partir de um instrumento ou maneira de identificar o conceito por meio de um método científico.
Racionalismo	mediante associação a menor partícula de uma substância e as partículas subatômicas como prótons, neutros e elétrons.
Ultrarracionalismo	Identificado a partir de suas propriedades constantes e bem definidas. Quando relaciona com outros conceitos como o de substância, ligações químicas. Compreendendo que se trata de um conceito intermediário e/ou modelo científico.

Tabela 02: Critérios de análise, estabelecidos por Silva e Silva (2017), para identificação dos compromissos. Fonte: adaptação de Silva e Silva (2017).

5 RESULTADO E DISCUSSÃO

A análise de dados ocorreu mediante identificação de compromissos epistemológicos (BACHELARD, 1996) que surgiram nas respostas dos estudantes acerca do conceito de elemento químico. Obtidas a partir de um questionário online (google forms) e classificadas em unidades de análise de acordo com os argumentos apresentados. Assim uma mesma resposta pôde apresentar mais de um compromisso epistemológico, que foram sistematizados por Silva e Silva (2017), em um levantamento de fontes históricas. Com isso, vale salientar que as respostas apresentaram erros gramaticais, de pontuação e inclusive sílabas faltando em palavras, porque as respostas foram copiadas da mesma forma que os discentes responderam. Cada indivíduo será identificado pela letra D (discente) e com uma numeração correspondente a resposta no questionário.

Na primeira questão (Quando foi a primeira vez que você ouviu falar sobre o conceito de elemento químico (independente do curso Química-Licenciatura)?), com um caráter mais geral, o interesse foi de compreender qual o contato inicial dos indivíduos com o conceito de elemento químico em sua vivência escolar, para que possibilite maior alcance das reverberações para a noção ao longo do questionário. Deste modo, como descrito na tabela 03, 50% relatam que a primeira lembrança ocorreu durante o ensino médio e 34,28% no ensino fundamental, o que pode indicar uma necessidade de maior interesse e investigação acerca do ensino de química e/ou ciências nos anos finais do ensino fundamental. Assim, partindo de abordagem que utilize história ciência como recurso, poderia despertar o interesse pela química em seus aspectos microscópicos, em concordância com Callegario et. al. (2015).

Deste modo, se pode inferir ao que retrata Bachelard (1996) acerca do compromisso substancialismo, como um conceito de difícil superação. Por dificultar a ampliação da forma de pensamento de um conceito, sendo que para pensar de forma racionalista, mais próxima do entendimento científico, é necessário compreender que o conceito de elemento químico se trata de uma noção abstrata.

Escolaridade	Primeiro contato	Primeiro contato percentual
Fundamental	11	34,38%
Ensino Médio	16	50%
Superior	2	06,25%
Nunca	1	03,12%
Outros	2	06,25%

Tabela 03: contato inicial dos participantes com o conceito de elemento químico. Fonte: produzida pelo autor.

A partir disso, as demais questões tiveram como objetivo o mapeamento dos compromissos epistemológicos para o conceito de elemento, de acordo com a classificação de Silva e Silva (2017).

5.1 IDENTIFICAÇÃO DOS COMPROMISSOS EPISTEMOLÓGICOS

A proposta da segunda questão (Para você, o que é um elemento químico?), foi de identificar as primeiras concepções para o conceito de elemento químico, que surgem mediante indagação direta. Com isso, apresentamos 38 unidades de análise, nas quais o compromisso animista não foi identificado e o racionalista apareceu 17 vezes com maior frequência. No qual, os indivíduos buscam por meio de quantificação determinar um abstrato, com aspectos numéricos para essa descrição. Quando algumas respostas focaram em aspectos subatômicos como exemplo, D21 afirma que elemento químico é “Um conjunto de átomos que apresentam (sic) o mesmo número de prótons. Ou seja, isótopos.”. Posteriormente, observamos o compromisso realista com o segundo maior surgimento de 11 unidades com menções, em que “Um elemento da Química [...]. Apresentando respostas mais simplistas e confusões conceituais, para aproximar o conceito de elemento químico de um contexto (BACHELARD, 1996).

Estes resultados podem surgir, provavelmente, porque o conceito de elemento químico tende a ser ensinado atrelado aos aspectos relacionados com os conceitos subatômicos do átomo (prótons, nêutrons, ...). Assim, a noção

acaba sendo entendida mediante parâmetros quantitativos e não representativos, mesmo se tratando de uma noção polissêmica. Acaba se distanciando de aspectos que poderiam ser associados a concepções entorno da importância para vida. O que seria encrustado no pensamento, algo mais difícil de ser superado, como a percepção substancialista (BACHELARD, 1996). O compromisso ultrarracionalista obteve emergência de compromissos epistemológicos em 4 unidades de resposta, o que pode parecer pouco, mas na verdade se trata de uma percepção muito ampla, ao compreender o conceito como uma representação simbólica, descrito na tabela 04.

Compromissos Epistemológicos Identificados	Quantidade	Exemplos
Racionalismo	17	D11 - Um ou um conjunto de átomos com o mesmo número atômico. Porém, pode haver variações na massa.
Realismo	11	D07 - É um componente importante para composição da matéria, mesmo que esse elemento não esteja em tudo [...]
Substancialismo	05	D11 - Elemento químico é uma espécie constituída de um mesmo tipo de átomos com propriedades químicas e físicas semelhantes.
Ultrarracionalismo	04	D16 - Uma <u>representação simbólica</u> de um grupo de partículas que possuem propriedades físico químicas idênticas. [...]
Empirismo	01	D26 - É uma definição para especificar a constituição da matéria através da tabela periódica.
Animismo	00	-

Tabela 04: concepções iniciais para o conceito de elemento químico. Fonte: produzida pelo autor.

A terceira questão (Como é possível identificar um elemento Químico na Natureza?), examinou as relações entre o conceito de elemento químico e as percepções de como identifica-los, para analisar e categorizar as principais ideias descritas com relação a natureza. O que acarretou em um aumento de respostas do compromisso substancialista, com 10 unidades de análise em um quantitativo de 32. Para qual, D01 diz que “Alguns podem ser encontrados naturais como cobre e ouro, [...]. Se caracterizando como substancialismo da

qualidade evidente, pela compreensão materialista de que a noção seria de fácil “acesso”, mas se trata de uma concepção abstrata (SILVA; SILVA, 2017).

Contudo, o compromisso que apresentou mais unidades de análise, foi o realista (12 respostas), com respostas generalistas e trazendo jargões para justificar sua identificação como D08 diz que ocorre “Através das suas características químicas, cada elemento possui sua característica.”. Não apresentando uma justificativa plausível de como identificar os elementos, desta vez, ultrarracionalismo e animismo não aparecem nas respostas, provavelmente porque a pergunta realizada, tende a levar o pensamento para uma aproximação macroscópica.

Compromissos Epistemológicos Identificados	Quantidade	Exemplos
Realismo	12	D22 - A partir da identificação de determinadas características específicas daquele elemento.
Substancialismo	10	Os elementos já conhecidos estão dispostos e organizados na tabela periódica, esses elementos formam tudo que tem massa e ocupa lugar no espaço, ou seja a matéria é composta de elementos químicos, que consequentemente são formados pelos átomos desses elementos.
Empirismo	05	D07 - Por meios de técnicas como, por exemplo, espectrofotometria, espectrometria de tunelamento... Sem técnicas como estas ET complicado indentificar [...]
Racionalismo	05	D26 - Através das suas propriedades como constituintes atômicos (número de prótons por exemplo).
Animismo	00	-
Ultrarracionalismo	00	-

Tabela 05: Percepções de como identificar o elemento químico. Fonte: produzida pelo autor.

Na quarta questão (O que diferencia um elemento químico de outro?), com intuito de verificar a maneira como apresentariam a diferenciação entre os

elementos, o compromisso racionalista apareceu disparadamente com 27 unidades de análises em um quantitativo de 33. Este resultado já era esperado, porque geralmente o conceito é apresentado com foco nos aspectos subatômicos, sendo estes os caracteres responsáveis por sua distinção, nesta abordagem.

Amaral e Mortimer (2002), apontam para a concepção racionalista de calor, que “É necessário que se “esteja disposto a abandonar a simplificação e aceitar a complexidade”, para alcançar o racionalismo. (p. 9)”, o que ocorre quando indicam as semelhanças atômicas quantificáveis como isótopos, isótonos isoeletrônicos, por exemplo.

Além disso, somente emergiram o compromisso realista (4 unidades de análise) apresentando respostas vagas ou voltadas para o senso comum, quando D04 diz que “Se diferencia em suas propriedades, embora alguns possuam semelhança, nenhum elemento químico é igual.”, utilizando de resposta muito generalizada. Seguidamente, só o compromisso substancialista (02 unidades) foi identificado, no qual D08 considera que “[...] todos possuem uma reação quando interagem com a água.”. Nesta percepção, estes resultados são compatíveis com a questão 2, que também apresentou em maior quantidade o compromisso racionalista, quando os discentes descrevem a noção.

Compromissos Epistemológicos Identificados	Quantidade	Exemplos
Racionalismo	27	D03 - A partir do seu número de prótons.
Realismo	04	D11 - Os tipos de átomos que os constituem.
Substancialismo	02	D08 - Suas prioridades físicas e químicas, como por exemplo os elementos da família 2A- Os metais alcalinos terrosos, [...]
Animismo	00	-
Empirismo	00	-
Ultrarracionalismo	00	-

Tabela 06: diferenciação entre os elementos. Fonte: produzida pelo autor.

Na quinta questão (Aponte algumas funções dos elementos químicos. Apresente três exemplos de elementos químicos encontrados em seu dia a dia.), quando instigados a apresentarem exemplos de elementos químicos e definirem sua função, majoritariamente o compromisso substancialista emergiu, com 41 unidades de análises em 48. Demonstrando a percepção de algo manipulável e que facilmente pode ser encontrado. Esta percepção já surgiu também na questão 3, quando solicitados exemplos de como encontrá-los na natureza, o que demonstra uma tendência epistemológica para identificação da noção.

Acerca disso, Bachelard (1996), aponta que a “A idéia substancialista quase sempre é ilustrada por uma simples *continência*. É preciso que algo *contenha*, que a qualidade profunda esteja *contida* (p. 123).”. O que é verificado quando D28 diz que “Podemos encontrar Hidrogênio e Oxigênio na água que consumimos diariamente. Encontramos Ferro no nosso corpo, assim como Potássio e outros elementos.”, se tratando de uma substancialização bem clara dos elementos, apresentando como componentes da água e como substâncias em nosso corpo.

Além disso, em menor quantidade surgiu o compromisso realista (01 unidade) no exemplo da tabela 06, trazendo generalizações e uma percepção simples para exemplificação. Bem como o compromisso ultrarracionalista (01 unidade), pela percepção que a noção se trata de uma representação para compreensão da estrutura da matéria.

Compromissos Epistemológicos Identificados	Quantidade	Exemplos
Substancialismo	41	D10 - Alguns exemplos de elementos químicos que se encontram no dia a dia são o carbono que se encontra em muitos materiais como o grafite, o hidrogênio e o oxigênio que estão presentes na água e na atmosfera. [...]
Animismo	05	D23 - São essenciais para a constituição e manutenção da vida...
Realismo	01	D09 - Os elementos químicos são a base de tudo, afinal tudo é constituído por eles.

Ultrarracionalismo	01	D16 - Representar a constituição da matéria em nível microscópico.
Empirismo	00	-
Racionalismo	00	-

Tabela 07: Funções e exemplos de elemento químico. Fonte: produzida pelo próprio autor.

Buscando estimular os participantes na sexta questão (Qual a diferença entre um elemento químico e um átomo de um elemento químico?), para compreendermos mais sobre a percepção que têm das diferentes entidades químicas, átomo e elemento químico. Os compromissos racionalista, realista e substancialista aparecem, respectivamente, com 18, 17 e 16 unidades de análise. Retomando aos aspectos subatômicos para explicar a diferença entre os conceitos, D30 diz que “Átomo é uma estrutura eletricamente neutra que tem no seu núcleo pro tons e nêutrons. O número de nêutrons definem seu número atômico. Elemento é o conjunto de átomos de mesmo número atômico”, evidentemente uma resposta com 3 unidades de análise, mesma compreensão sendo argumentada e potencializada em cada resposta, o que demonstra uma aprendizagem incompleta já que, a conceituação científica deveria abranger vários aspectos (BACHERLARD, 1996). Em seguida, trazendo citações generalistas, D17 define que “Um átomo do elemento, é uma parte minúscula do elemento, que quando agrupados temos O elemento Químico”. Finalizando D16 diz que “O elemento é a descrição/definição dos constituintes da matéria. O átomo desse elemento é a manifestação das propriedades do elemento na natureza. Compreendo que o elemento traz e categoriza como a matéria pode ser combinada e formar compostos”.

Compromissos Epistemológicos Identificados	Quantidade	Exemplos
Racionalismo	18	D27 - O elemento químico são todos os átomos que possuem o mesmo numero de prótons, já o átomo é a menor parte do elemento.
Realismo	17	D14 - O elemento é o conjunto de características únicas e bem definidas. Não alteradas química nem fisicamente. O

		átomo embora seja do mesmo elemento podem ter pequenas diferenças
Substancialismo	16	D24 - O átomo é apenas uma parte do elemento, que podemos analisar para diferenciá-lo de outros elementos a nível molecular
Animismo	02	D26 - enquanto que os átomos são, como poderia dizer, a "presença" física das características desse elemento e como ele se comporta e existe na natureza.
Ultrarracionalismo	01	D17 - O elemento químico é a representação de um todo.
Empirismo	00	-

Tabela 08: diferença entre entidades químicas, átomo e elemento químico. Fonte: produzida pelo próprio autor.

Na sétima questão (Qual a relação entre os conceitos de elemento, substância e mistura?), a propósito de compreender a relação do conceito de elemento químico, com noções que transitam entre os aspectos microscópicos e macroscópicos, substância e mistura. O compromisso com maior frequência foi o substancialista (18 unidades), quando apontam que a diferenciação se dá por meio da materialização ou em D17 exemplifica por meio das moléculas isoladas, “O elemento está isolado individual. O- oxigênio A substância, pode estar combinado O₂ ou 2O- oxigênio. Já a mistura. É o oxigênio combinado com outro elemento”. Esta percepção é apontada por Mortimer (1997), no perfil de molécula, ao dizer que “é substancialista, uma vez que as moléculas não “retêm todas as propriedades da substância original (p. 203)”. Que é o caso da resposta supracitada.

Compromissos Epistemológicos Identificados	Quantidade	Exemplos
Substancialismo	18	D09 - Quando for substância composta, terá mais de um elemento. Ex H ₂ O, NO ₂ . E em uma mistura, terá vários elementos químicos na constituição desse material. Ex: Leite, Refrigerante, etc.
Racionalismo	06	D20 - Elemento químico é um conjunto de todos os átomos de mesmo número atômico.

Realismo	05	D17 - Todos possuem elemento químico. O elemento está isolado individual. [...]
Animismo	01	D18 - A maneira que se encontram na natureza! E a relação quando estão no mesmo meio!
Ultrarracionalismo	01	D13 - Naturalmente tudo que se encontra no meio ambiente é uma mistura(exemplo terra), que se fizermos métodos de separação nós podemos ter as substâncias (silicato, Nh3, nitratos)
Empirismo	00	-

Tabela 09: diferenciação entre elemento químico, substância e mistura. Fonte: produzida pelo autor.

A questão 8 (Dentre as imagens abaixo, marque a que mais se aproxima do que você classifica como elemento químico.), apresenta uma imagem com compilado de figuras (figura 03) que podem ser associadas ao conceito de elemento químico, em diferentes contextos.

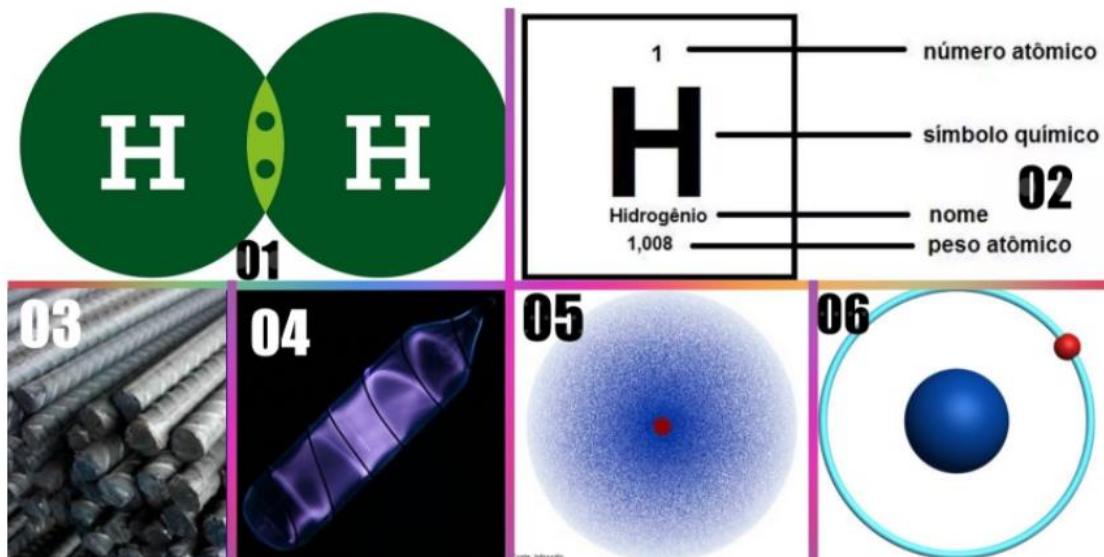


Figura 03: Representações de elemento químico. Fonte: produzida pelo autor à partir de imagens do Google Imagens.

Estas imagens estão associadas a um compromisso epistemológico (Tabela 09), conforme argumentação para escolha da imagem (poderia ser mais de uma), apresentada pelos indivíduos na questão 9 (Justifique sua resposta na questão anterior:), o compromisso pode ser fortalecido ou dar margem para outra compreensão. Deste, modo a imagem 01 poder ser concebida com o

compromisso realista, por demonstrar os elementos de forma intuitiva e/ou elementar (SILVA; SILVA, 2017). A imagem 02, pode indicar uma descrição substancialista, se considerar a categorização por meio da tabela periódica. Bem como, as imagens 03 e 04, podem apresentar este compromisso devido a ideia materializada do conceito nas imagens. As imagens 05 e 06, demonstram um modelo racionalista, por tratarem a noção a partir da ideia do átomo individual.

Imagens	Compromissos Epistemológicos Identificados	Citações no questionário
01	Realismo	09
02	Substancialismo	18
03	Substancialismo	02
04	Substancialismo	05
05	Racionalismo	04
06	Racionalismo	01

Tabela 10: compromissos epistemológicos associados a figura 03.

Neste sentido, D12 indicou a imagem 02 na questão 08 e em sua resposta para questão 09, apresenta “acredito que a 5 também seja pois não esta mostrando um átomo só, não está nos indicando quantidade de elétrons ou nêutrons, só indica que tem.”. Apontando o compromisso substancialista referente a imagem, provavelmente por ser a representação encontrada na tabela periódica, mas demonstrando compromisso racionalista em sua resposta ao se direcionar os aspectos subatômicos, que também são representados na imagem 02, para imagem 05. Outro aspecto a ser levado em conta, é que parece que o indivíduo não tem conhecimento sobre o modelo atômico representado na imagem 05, já que diz “não está mostrando um átomo só”. Quando na verdade, este modelo apresentado na imagem 05 se trata de uma representação, para um átomo isolado.

Vale salientar, que a imagem 02 foi a que teve mais indicações na questão 08, enquanto o compromisso racionalista o que mais esteve presente nas respostas da questão 09, seguido pelo substancialismo.

Compromissos Epistemológicos Identificados	Questão 08 - exemplos	Quantidade	Questão 09 - exemplos
Racionalismo	[02, 05]	18	[...] e contém o peso atômico que é a média das massas dos átomos, definindo um elemento. [...]
Substantialismo	[04]	15	Algumas outras imagens podem ser para mim elementos, porém a escolhida foi a 4, pois é como se na imagem representasse a ideia de que lá só fosse composto por um único elemento.
Realismo	[02]	01	O hidrogênio é um elemento químico.
Ultrarracionalismo	[05]	01	No estudo dos modelos atômicos. O 5 é o aceito atualmente pela academia. [...]
Animismo	-	00	-
Empirismo	-	00	-

Tabela 11: relação do conceito de elemento químico e representações. Fonte: produzida pelo autor.

Na questão 10 (Qual/quais conteúdo(s) você lembra que envolvem o conceito de elemento químico? Como este termo (elemento químico) é abordado.), foram questionados acerca dos conteúdos que envolvem o conceito de elemento químico, os mais citados são tabela periódica, ligações químicas, misturas, propriedades químicas, modelos atômicos entre outros (figura 04).

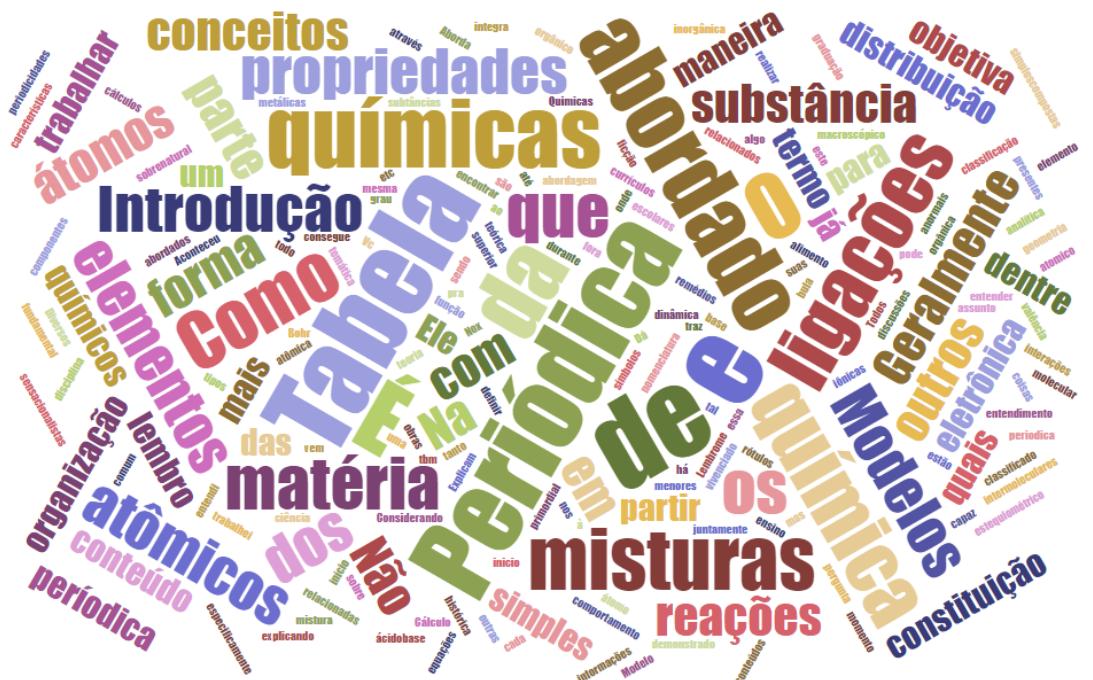


Figura 04: nuvem de palavras com maior frequência nas respostas para questão 10.

Para esta questão, a quantidade de compromissos identificados foi menor, porque não foi realizada uma pergunta diretamente relacionada a noção de elemento químico e sim conteúdos que a englobam. Sendo os compromissos substancialista, 11 de 13 unidades de análise, realista e animista, respectivamente, 1 uma resposta emergente.

Com isso, relacionando o conceito com a perspectiva substancial na tabela periódica, D15 diz que “É abordado em Tabela periódica e suas propriedades.”. Utilizando da ideia de propriedades para remeter a concepção de que matéria poderia ser identificada mediante a tabela periódica, materializando uma ideia (SILVA; SILVA, 2017).

Compromissos Epistemológicos Identificados	Quantidade	Exemplos
Substancialismo	11	D02 - Substâncias. Como parte que integra as substâncias.
Realismo	01	D24 - mas geralmente em obras de ficção mais sensacionalistas, elementos químicos são abordados como algo

		sobrenatural, fora do comum, capaz de realizar coisas anormais
Animismo	01	D17 - A temática alimento e remédios- Explicam a função e onde encontrar os elementos.
Empirismo	00	-
Racionalismo	00	-
Ultrarracionalismo	00	-

Tabela 12: compromissos epistemológicos emergentes, mediante apontamento de conteúdo.

Fonte: produzida pelo próprio autor.

Na questão 11 (Na Antiguidade a água, terra, fogo e ar eram classificados como elementos. Comente sua percepção sobre a importância desta ideia.), retomando os conceitos dos elementos princípios (água, terra, fogo e ar), surgiram outras discussões que não compreendem diretamente o conceito de elemento químico, mas estão voltados a aspectos simplistas e que não estão diretamente associados com o pensamento científico, como D31 diz “São importantes porque foi o início da construção do pensamento científico visto que criou uma base para os demais cientistas pudessem questionar e analisar as propostas.”. Desse modo, para o compromisso substancialista, foram identificadas 09 unidades de análise em 14, por relacionarem a noção com princípios materialistas. Assim, D11 diz que “Em que, na constituição da água por exemplo, temos ela sendo formada por elementos químicos como H e O, e com isso o estudo sobre elemento químico pode ser influenciado.”, apresentando os elementos como entidades isoladas (MORTIMER, 1997).

Compromissos Epistemológicos Identificados	Quantidade	Exemplos
Substancialismo	09	D11 - De certa forma, essa ideia traz uma influência para reflexão do que é formado tais substâncias. Em que, na constituição da água por exemplo, temos ela sendo formada por elementos químicos como H e O, e com isso o estudo sobre elemento químico pode ser influenciado.

Realismo	04	D30 - São elementos com suas características
Ultrarracionalismo	01	D12 - Os 4 elementos que foi teorizado que esses 4 elementos ao se combinarem formam tudo que conhecemos, há uma grande equívoco nessa teoria que não só há 4 "elementos" oq ele chama de elemento hoje nós chamamos de misturas: terra, ar, água (que ele não se referia a água pura, deionizada) e o fogo que é considerado energia. Porém essa teoria já traz o pensamento que tudo que vemos/conhecemos é formado por algo que o compõe.
Animismo	00	-
Empirismo	00	-
Racionalismo	00	-

Tabela 13: relação entre os 4 elementos princípios e o conceito de elemento químico. Fonte: produzida pelo autor.

Na questão 12 (No Especial de Natal do Bob Esponja, Plankton utiliza o elemento "Jerktonium" em um bolo de frutas para transformar os habitantes da fenda do bikini em mal humorados. Com base na imagem abaixo e o contexto em que esse suposto elemento químico é apresentado, o que você pode inferir sobre a classificação do Jerktonium?), foram utilizadas imagens retiradas do especial de natal do bob esponja para oitava temporada da série animada, com o intuito de relacionar as concepções que são apresentadas na animação em *stop motion* (figura 05), para o conceito de elemento químico.



Figura 05: imagens retiradas do especial de natal do Bob Esponja.

Mediante estas imagens, surgiram 17 unidades de análise para o compromisso substancialista entre 36. Destacando, o que é possível identificar na figura 05, a materialização do conceito como algo manuseável que inclusive pode ser armazenado e “ralado” como D01 diz que “Ele aparenta ser radioativo pois apresenta fluorescência e Planckton o manuseia com cuidado fazendo uso de equipamentos de segurança”. E empatando com 7 unidades temos os compromissos realistas e animistas, por generalizarem as concepções sobre o conceito de elemento químico quando D14 classifica que “É um elemento radioativo.”, apresentando uma resposta simplista pela questão meramente visual. Para o compromisso empirista, D27 diz que seria a compreensão de “Uma espécie de veneno para mudar o humor.”, demonstrando caracterização de um aspecto que está relacionado com as emoções e sentimentos que cabem somente aos seres racionais, amparados pelo direcionamento de Bachelard (1996).

Compromissos Epistemológicos Identificados	Quantidade	Exemplos
Substancialismo	17	D29 - Segundo as imagens e a narrativa, o Jercktonium é um elemento fictício, fluorescente ou fosforescente,

		aparentemente radioativo/nocivo (pelo uso do equipamento) e que provocaria uma mutação no humor dos habitantes da nossa querida fenda do biquini.
Realismo	07	D09 - A imagem não permitiu identificar, nem classificar este elemento.
Animismo	07	D27 - Uma espécie de veneno para mudar o humor.
Racionalismo	03	D10 - Que este é um elemento que possui um alto número de prótons e elétrons, pela maneira que ele posicionou o elemento.
Empirismo	02	D23 - Que é um elemento fictício utilizado para o contexto do desenho, mas seguindo as regras da IUPAC de classificação embora não exista nenhum elemento com a letra J.
Ultrarracionalismo	00	-

Tabela 14: relações de imagens retiradas do especial de natal no Bob Esponja, com o conceito de elemento químico. Fonte: produzida pelo autor.

Com isso, para finalizar o questionário ainda abordando o mesmo episódio do desenho supracitado, na questão 13 (referente a imagem abaixo, sobre o mesmo episódio da questão anterior. O Plankton utiliza um equipamento de segurança, como um alicate, luvas e máscara de ferro, bem como um ralador para adicionar o Jerktonium ao bolo de frutas. Quais considerações podem ser feitas quanto as características de um elemento químico e os procedimentos e instrumentos utilizados por Plankton?) foi apresentado outro compilado de imagens (figura 06). Demonstrando com maior detalhe a manipulação do “elemento” realizada pelo Plankton para mudar o humor dos personagens da fenda do biquini.



Figura 05: outras imagens retiradas do especial de natal no Bob Esponja.

Assim, emergem o compromisso substancialista com 21 unidades de 35, por materializar o conceito e assim como o personagem manuseá-lo (SILVA; SILVA, 2017), como apresenta D02 “É uma substância tóxica e necessita de Equipamentos de segurança e seu estado é sólido possível de ser deteriorado por atrito forte”. Em seguida, o realismo com 8 resposta quando relaciona com a radioatividade, mesmo sendo uma concepção científica as relações realizadas com o desenho, são tidas como verdadeiras que é o caso de D29 “Pode causar algum tipo de lesão ou malefício pelo contato direto, por isso o uso da proteção e dos instrumentais utilizados. E que, aparentemente, pode causar dano em minimas quantidades, pode ser radioativo.”, relacionando com aspectos do senso comum em que “tudo que brilha, não é seguro”. Para esta questão o compromisso racionalista não emergiu.

Compromissos Epistemológicos Identificados	Quantidade	Exemplos
Substancialismo	21	D13 - A imagem sugere que ele conseguiu sintetizar e separar o elemento químico
Realismo	08	D08 - Por ser tratar de um elemento químico perigoso, ele tomou os devidos cuidados necessários.

Animismo	04	D13 - os EPI's sugerem que o elemento químico faz mal, que realmente é a intenção de plankton,
Empirismo	01	D06 - Como foi respondido na questão anterior, esse elemento pode trazer danos a saúde, então é necessário alguns instrumento de segurança para manusear o mesmo .
Ultrarracionalismo	01	D13 - trás uma concepção que os elementos são coisas perigosas que devem se ter cuidados ao manipulá-las, porém na vida real não se tem um elemento palpável, ou seja isso q ele rala deveria ser um composto que tem como constituinte o jerktonium
Racionalismo	00	-

Tabela 15: outras relações de imagens retiradas do especial de natal no Bob Esponja, com o conceito de elemento químico. Fonte: produzida pelo autor.

No gráfico 01, é possível verificar um panorama geral dos compromissos epistemológicos identificados para o conceito de elemento químico, excluindo a primeira questão que não foi direcionada conceituação do conceito científica. Deste modo, os compromissos, realista e substancialista, aparecem em todas as questões. Demonstrando uma relação intuitiva, na qual provavelmente o intuito de aproximar da realidade a qual o indivíduo está inserido, tendendo a uma percepção que define em nível de marcadores verbais esta distinção.

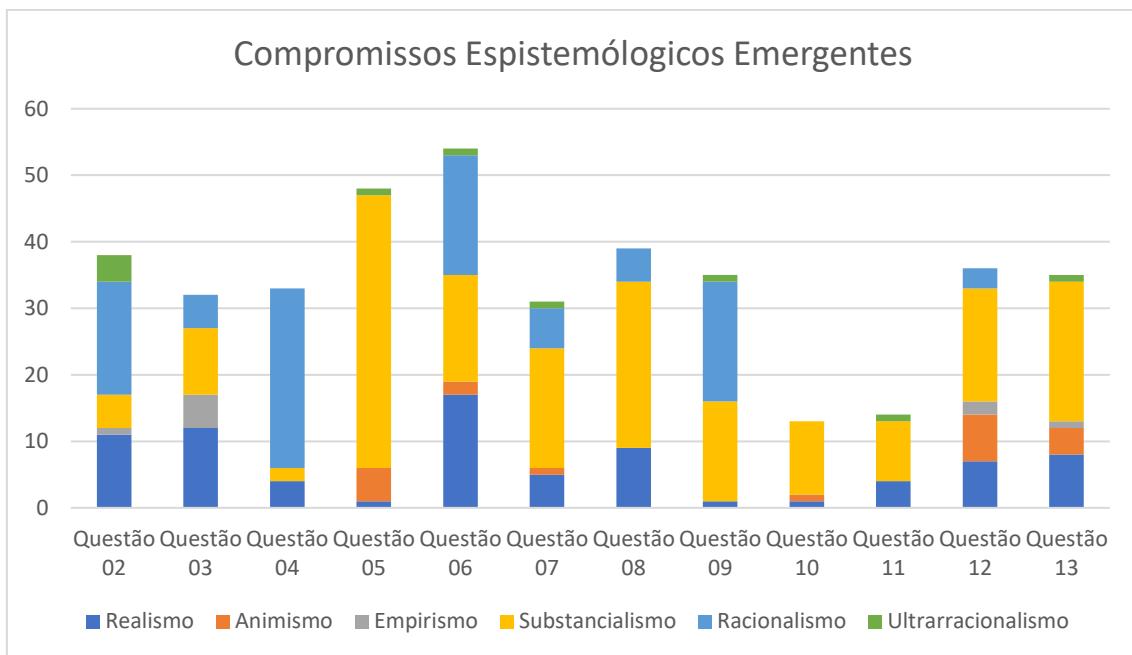


Gráfico 01: Compromissos epistemológicos emergentes nas questões

Assim, foi comum identificar em uma mesma resposta, ambos os compromissos, como D09 diz que “Os elementos químicos são a base de tudo, afinal tudo é constituído por eles. Oxigênio, nitrogênio, carbono.”, o que caracteriza substancialismo pela exemplificação dos elementos como componentes. A ideia realista fica evidente na primeira frase, quando retrata de forma simplista e “emocionada” que a noção seria “a base de tudo”. Demonstrando a heterogeneidade do pensamento, que marca diversas formas de pensar um conceito, no nosso caso, o de elemento químico.

5.2 RELAÇÃO DOS COMPROMISSOS EPISTEMOLÓGICOS IDENTIFICADOS E A HETEROGENEIDADE DE PENSAMENTO

Como foi possível perceber no tópico anterior, o conceito de elemento químico é descrito de diversas maneiras em um mesmo ambiente, graças aos contextos em que os indivíduos foram apresentados por meio de questionário. Em resultados apresentados anteriormente por Silva, Santos e Silva (2018) com turmas do ensino médio e questões menos abrangentes, todos os compromissos emergiram. com o compromisso realista sendo o mais identificado.

Mediante o fato de não conseguir alcançar um quantitativo significativo para cada período, individualmente, será feita uma análise dos compromissos epistemológicos para noção de elemento químico relacionando com os períodos em que ocorreu maior emergência. Classificando “início do curso” os períodos de 01 à 05, e “final do curso” os períodos de 06 à 10 incluído os que já ultrapassaram o decimo período.

Substancialismo – compromisso mais emergente, com uma média de 15,8 respostas, apareceu em 190 unidades de análise. Sendo a quinta questão, com o maior quantitativo de respostas (41), bem distribuídas entre os períodos. Mas as respostas dos períodos finais, bem mais fundamentas e exemplificadas quando em comparação com as dos períodos iniciais. assim, temos D15 do 7º período que apresenta o “Oxigênio - Gás oxigênio, fundamental para diversos processos químicos e físicos, como por exemplo, reação de combustão. NaCl - Estes dois elementos juntos forma o famoso sal de cozinha, importantíssimo para a nossa nutrição.”, enquanto D27 do 1º período de forma que exemplifica os “Ácidos, base, sais. Oxigênio, Hidrogênio, sódio, cloro.”, como exemplos de elementos químicos.

Racionalismo – segundo compromisso com maior emergência (99) em uma média de 8,25 respostas. Apresentando aspectos voltados para as percepções subatômicas, em maior quantidade na quarta questão, não sendo demonstrado grande diferença entre os períodos iniciais e finais, o que desperta um “alerta” para formação docente. Porque se fala de estudantes em uma Licenciatura, e estes não estão demonstrando grande ampliação para o entendimento do conceito de elemento químico, no curso de química. Como é perceptível na fala de D01 do 9º período que responde curtamente “Seu número atômico” e D21 do 7º período descreve que “O número atômico, consequentemente, o número de prótons.”, seriam os fatores que diferenciariam os elementos entre si. Estas ideias podem ser compreendidas de maneira mais extensa, quando construídas por meio de uma abordagem questionadora e que estimula o desenvolvimento de habilidades, em que a História e Filosofia da Ciência pode ser o instrumento ou metodologia adotada por apresentar as reverberações que o conceito de elemento químico apresentou ao logo da história.

Realismo – terceiro compromisso mais emergente (80), trazendo desde retratações simplistas como respostas generalistas que podem aparentar estar embasadas, com uma média de 6,67 respostas. O que acontece para questão 06, que apresenta 17 surgimentos destes, como D19 (2º período do curso) “Elemento químico são vários átomos, ao contrário do átomo de um elemento químico, que está sozinho” e D21 do (7º período do curso) “Para ser elemento químico é necessário ter um conjunto de átomos.”, ao descreverem a noção de maneira generalizada e confusa, misturando com outras ideias.

Animismo – compromisso com pouca emergência (20), sendo a questão 12 com o maior quantitativo (7), provavelmente porque esta explora aspectos de uma animação que atribui a um elemento químico fictício, a capacidade de alterar o humor de indivíduos. Com uma média de 1,67 respostas, aparece em estudantes dos períodos finais, como D07 do 10º período não blocado que diz “Que é radioativo e causa alterações psicológicas aos indivíduos que entram em contato.”, bem como em estudantes dos períodos iniciais como D20 do 5º período que diz “É possível inferir que ele parece ser radioativo, e possuir atividade biológica.”.

Ultrarracionalismo – compromisso que apresenta uma maneira mais ampla de compreender o conceito de elemento químico, se esperava ser o menos emergente. Mediante estudo realizado por Silva, Santos e Silva (2018), com estudantes do ensino médio em que só foi apresentando em uma unidade de análise. Porém, o campo de pesquisa é outro bem como os sujeitos e suas vivências acadêmicas. Assim, emergiu em 10 unidades de análise e com maiores respostas na questão 02, com 4 unidades. Sendo 3 destas unidades de análise apresentadas pelo menos individuo D16 do 10º período não blocado em que diz “Uma representação simbólica de um grupo de partículas que possuem propriedades físico químicas idênticas. Esses grupos de partículas se juntam entre si ou com outras distintas para dar origem a estruturas complexas com características físico químicas únicas.”, compreendendo que na verdade a noção é compreendida na sua forma mais ampla como modelo representacional. Sendo assim, a outra resposta desta questão vem do 7º período, em que D16 apresenta “O elemento químico é uma espécie química, representada por uma simbologia, dotada de propriedade físicas e químicas.”, sendo esta percepção

destaca por marcadores textuais, neste caso trecho sublinhado, já que a resposta advim de um questionário, gestos e posturas corporais não poderiam ser analisados.

Empirismo – com a menor frequência emergente (9), surge em maior quantidade na questão 2 com 4 respostas. Com isso, D26 do 6º período diz que elemento químico “É uma definição para especificar a constituição da matéria através da tabela periódica.”, se caracterizando como compromisso empirista pela utilização da tabela periódica como instrumento, já que utiliza a palavra “através”, provavelmente com sentido de “por meio de” para justificar sua descrição.

Diante destas discussões realizadas, é notório as múltiplas formas que o conceito de elemento químico surge em um contexto acadêmico, em diversos níveis da graduação e suas reverberações quanto a formação inicial dos professores de química. Pelo fato de que o conceito de elemento químico é intrínseco ao conhecimento da química, este deveria ter sua concepção de maneira racionalista mais presente nas respostas dos estudantes, principalmente na segunda (do quinto período ao décimo) parte do curso.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mediante os resultados encontrados, é perceptível que os compromissos epistemológicos podem emergir pelo questionamento direto de um questionário, em estudantes do curso de graduação em Química-Licenciatura. Com isso, quando instigados e apresentados a situações conflitantes, tendem a apresentar maior clareza sobre o entendimento de como o indivíduo comprehende o conceito. O que é perceptível nas questões 05 e 06, nas quais são apresentadas o maior quantitativo de unidades de análise, mediante a provocação de explicarem suas definições e exemplificarem. Contribuindo para que essas respostas apresentem mais de um compromisso, o que já é esperado mediante a heterogeneidade do pensamento que se faz presente na sala de aula (BEZERRA, 2018).

Com isso, o mapeamento nos mostra que os entraves de avanço do pensamento, estão presentes nos indivíduos para os compromissos realista e substancialista. Uma vez que, dialogam entre estas formas de pensar o conceito de elemento químico e mesmo apresentando outros compromissos acabam retomando a linha tênue da intuitividade. Assim, o que diferencia a maneira de pensar é exatamente a forma simplista de compreender o objeto, como Bachelard (1996), destaca que “O realista pega logo na mão o objeto particular. Porque o possui, ele o descreve e mede. (p. 261-262)”. Para demonstrar que esta análise generalista, se diferencia do substancialismo porque este último traz a noção como fluido para manipulação.

Com tudo isso, acreditamos que o curso de Química-Licenciatura pode ser uma ótima escolha para identificação/categorização de compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos. Assim também a proposição de um perfil conceitual para esta noção, que necessita de um ambiente com amplas concepções de entendimento de um conceito que se apresenta de forma heterogênea (MORTIMER; EL-HANI, 2014).

Em virtude dos fatos mencionados, uma reflexão importante precisa ser feita para compreendermos qual tem sido o interesse no ensino de química nos anos iniciais, já que muitos destes indivíduos chegam no início superior sem ter o contato com o conceito de elemento químico. Estando estas concepções da

matéria, nos anos nos anos finais do ensino fundamental e em todo o ensino médio.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, E. M. R.; MORTIMER, E. F. Uma proposta de perfil conceitual para o conceito de calor. 2001. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4154>. Acessado em: 17 set. 2020.
- ARAUJO-NETO, W. N. A noção clássica de valência e o limiar da representação estrutural. **Química nova na escola**. São Paulo, n. 7, 2007.
- BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**. 1. ed. Rio de Janeiro: ContraPonto Editora Ltda, 1996.
- BEZERRA, B. H. S. Abordagem de questões sociocientíficas: buscando relações entre diferentes modos de pensar e contextos em estudos sobre fármacos e automedicação no ensino de química. 289 f. Tese – Programa de pós-graduação em ensino de ciências, Universidade federal rural de Pernambuco, 2018.
- CALLEGARIO, L. J.; HYGINO, C. B.; ALVES, V. L. O.; LUNA, F. J.; LINHARES, M. P. A história da ciência no ensino de química: Uma revisão. **Revista virtual de química**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 3, p. 977-991, 2015.
- CANO, M. V. A. elemento, sustancia simple y átomo: tres conceptos problemáticos en la enseñanza y aprendizaje significativo de conceptos químicos. **Revista educación y pedagogía**, Colombia, v. 17, n. 43, p. 177-194, 2005.
- COSTA, R. C. Os obstáculos epistemológicos de Bachelard e o ensino de Ciências. 1998. **Cadernos de educação**, v. 2, n. 11, p. 153-168, 1998.
- DAMASIO, F.; PEDUZZI, L. O. Q. História e filosofia da ciência na educação científica: para quê?. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 19, 2017.
- FARIAS, R. F. **Para gostar de ler a história da química**. 3. ed. Campinas: editora átomo, 2008.
- FARIAS, R. F. **Para gostar de ler a história da química**. Campinas: Editora átomo, 2007.
- GREENBERG, A. **Uma breve história da química da alquimia às ciências moleculares modernas**. 5. ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 2009.
- GUIMARÃES, L.; BEMFEITO, A. P.; CUNHA, L.; CASTRO, D. Contribuições da história e filosofia da ciência para o ensino de química: uma proposta de sequência didática sobre a fabricação da cachaça. **Revista de educação, ciências e matemática**, v. 9, n. 2, p. 127-141, 2019.
- HOFFMANN, Z.; CRUZ, T. M. G. S.; MESQUITA, N. A História e a Filosofia da Ciência no Ensino de Química: uma experiência lúdica em sala de aula. **In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA**, 17., Ouro Preto. **Anais...**

Ouro Preto: Minas Gerais, 2014. Disponível em:
https://www.researchgate.net/publication/266261038_Historia_e_a_Filosofia_da_Ciencia_no_Ensino_de_Quimica. Acessado em: 15 jun 2020.

MARTINS, A. F. P. História e filosofia da ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho... **Caderno brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 24, n. 1: p. 112-131, abr. 2007.

MATTHEWS, M. R. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.

MEDEIROS, A. Aston e a descoberta dos Isótopos. **Química nova na escola**. São Paulo, n. 10, 1999.

MORTIMER, E. F. Para além das fronteiras da química: relações entre filosofia, psicologia e ensino de química. **Química nova**. São Paulo, v. 20, n. 2, 1997.

MORTIMER, E. F.; EL-HANI, C. N. (Editores). **Conceptual Profiles: A Theory of Teaching and Learning Scientific Concepts**. New York: Springer, 2014.

MORTIMER, Eduardo F.; SCOTT, Phil; EL-HANI, Charbel N. Bases Teóricas E Epistemológicas Da Abordagem Dos Perfis Conceituais Theoretical and Epistemological Grounds of the Conceptual Profile Approach. **Proceedings of Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências**, VII, p. 1-12, 2009.

NEVES, L. S. **História da química um livro-texto para graduação**. 2. ed. Campinas: editora átomo, 2011.

OKI, M. C. M. O conceito de elemento químico da antiguidade à modernidade. **Química nova escola**, São Paulo, v. 25, n. 16, 2002.

OKI, M. C. M. O congresso de Karlsruhe e a busca do consenso sobre a realidade atômica no século XIX. São Paulo, n. 26, 2007.

PARTINGTON, J. **A short history of chemistry**. New York: Dover. 1937. Disponível em:
https://www.google.com.br/books/edition/A_Short_History_of_Chemistry/wbFkpD3rfysC?hl=pt-BR&gbpv=1&dq=PARTINGTON,+James.+A+short+history+of+chemistry.+1937&printsec=frontcover. Acessado em: out. 2020

REIS, A. S.; SILVA, M. D. B.; BUZA, R. G. C. O uso da história da ciência como estratégia metodológica para a aprendizagem do ensino de química e biologia na visão dos professores do ensino médio. **História da ciência e ensino construindo interfaces**, São Paulo, v. 5, p. 1-12, 2012.

RIBAS, H. L.; AIRES, J. A. História e Filosofia da Ciência no ensino de química: o que os alunos pensam sobre a colaboração entre os cientistas. **In:** ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 16., ENCONTRO DE

EDUCAÇÃO QUÍMICA DA BAHIA, 10., Salvador. **Anais...** Salvador: Bahia, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/anaiseneq2012/issue/view/740>. Acessado em: 12 jul. 2020.

SILVA, K. N.; SANTOS, C. A.; SILVA, J. R. R. T. Identificação de compromissos epistemológicos sobre o conceito de elemento químico em alunos do ensino médio. **In:** ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 19., 2018, Rio Branco. **Anais...** Acre: Brasil, 2018. Disponível em: http://www.eneq2018noacre.com.br/conteudo/view?ID_CONTEUDO=421. Acessado em: 15 jan. 2020

SILVA, J. R. R. T.; SILVA, N. M. Identificação de compromissos epistemológicos no desenvolvimento histórico do conceito de elemento. **Revista debates de química**, p. 93-118, 2017.

SILVA, K. N.; SILVA, J. R. R. T. Abordagem do conceito de elemento químico em periódicos da área de Química e Ensino de Química publicados entre 1998-2018. **In:** JORNADAS DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EDUCATIVA EN EL CAMPO DE LAS CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES FACULTAD DE HUMANIDADES Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN, 5., 2019, La Plata. **Anais...** Ensenada: Buenos Aires, 2019. Disponível em: <http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/library?a=d&c=eventos&d=Jev11908>. Acesso em: 20 mar. 2020.

VANNUCHI, A. I. **História e filosofia da ciência**: da teoria para sala de aula. 131 f. dissertação – instituto de física/faculdade de educação, universidade de São Paulo, 1996.



APÊNDICE A – Questionário

19/03/2021

Pesquisa TCC - Klebson Nelson

Pesquisa TCC - Klebson Nelson

A presente pesquisa tem por objetivo analisar as diferentes concepções acerca do conceito de elemento químico em estudantes do curso de Química-Licenciatura. Os dados serão obtidos por meio das questões deste formulário. Os resultados obtidos serão apresentados à comunidade acadêmica, por meio de Trabalho de Conclusão de Curso a Universidade Federal de Química Centro do Agreste e futuramente por meio de artigos científicos e/ou outros meios de divulgação científica.

O Pesquisador se compromete a estar sempre disponível para esclarecer dúvidas, ou atender às solicitações dos participantes no que diz respeito aos procedimentos da pesquisa. Os participantes serão sempre respeitados em seu desejo de suspender a colaboração a qualquer momento e jamais terão seus nomes revelados em possíveis publicações ou apresentações do trabalho. A participação na pesquisa não implicará absolutamente nenhum custo financeiro, nem recompensa para os participantes.

***Obrigatório**

1. Assim, *

Marcar apenas uma oval.

estou ciente sobre as informações da pesquisa apresentadas acima e por isso declaro que concordo em participar respondendo o formulário

Questões de Localização

2. Está Cursando Química-Licenciatura na UFPE (Centro do Agreste)? *

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

3. Qual Período? Caso esteja cronologicamente superior ao 10º Período, Marque a opção 10º período não bloco. *

Marcar apenas uma oval.

- 01º Período
- 02º Período
- 03º Período
- 04º Período
- 05º Período
- 06º Período
- 07º Período
- 08º Período
- 09º Período
- 10º Período
- 10º Período Não Bloco

Questões Acerca do
Conceito de Elemento
Químico

Para uma análise coerente, solicito sinceridade nas respostas e que sejam respondidas sem nenhum material de apoio.

4. 1 - Quando foi a primeira vez que você ouviu falar sobre o conceito de elemento químico (independente do curso Química-Licenciatura)? *

5. 2 – Para você, o que é um elemento químico? *

6. 3 – Como é possível identificar um elemento Químico na Natureza? *

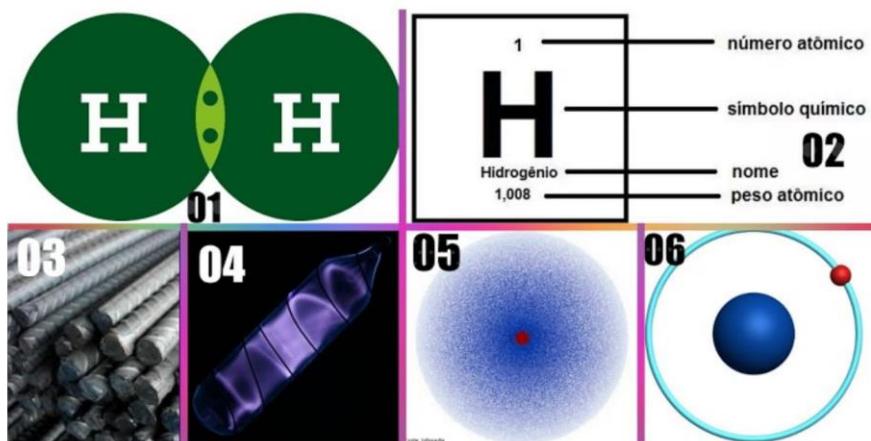
7. 4 – O que diferencia um elemento químico de outro? *

8. 5 – Aponte algumas funções dos elementos químicos. Apresente três exemplos de elementos químicos encontrados em seu dia a dia. *

9. 6 – Qual a diferença entre um elemento químico e um átomo de um elemento químico? *

10. 7 – Qual a relação entre os conceitos de elemento, substância e mistura? *

11. 8 – Dentre as imagens abaixo, marque a que mais se aproxima do que você classifica como elemento químico. *



Marque todas que se aplicam.

- 01
- 02
- 03
- 04
- 05
- 06

12. 9 – Justifique sua resposta na questão anterior: *

13. 10 – Qual/quais conteúdo(s) você lembra que envolvem o conceito de elemento químico? Como este termo (elemento químico) é abordado. *

14. 11 - Na Antiguidade a água, terra, fogo e ar eram classificados como elementos. Comente sua percepção sobre a importância desta ideia. *

15. 12 - No Especial de Natal do Bob Esponja, Plankton utiliza o elemento "Jerktonium" em um bolo de frutas para transformar os habitantes da fenda do bikini em mal humorados. Com base na imagem abaixo e o contexto em que esse suposto elemento químico é apresentado, o que você pode inferir sobre a classificação do Jerktonium? *



16. 13 - referente a imagem abaixo, sobre o mesmo episódio da questão anterior. O Plankton utiliza um equipamento de segurança, como um alicate, luvas e mascara de ferro, bem como um ralador para adicionar o Jerktonium ao bolo de frutas. Quais considerações podem ser feitas quanto as características de um elemento químico e os procedimentos e instrumentos utilizados por Plankton? *



Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários