

## IDENTIFICAÇÃO DE COMPROMISSOS EPISTEMOLÓGICOS PARA O CONCEITO DE ELEMENTO QUÍMICO EM NÍVEL ONTOGENÉTICO

*Epistemological commitments identified for the concept of chemical element in undergraduate student responses*

**Klebson Nelson da Silva** [klebson555@gmail.com]

**João Tenório** [joaoratistenorio@gmail.com]

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n – Dois Irmãos, Recife-PE

Recebido em: 29/07/2021

Aceito em: 03/11/2023

### 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 emergja diversas formas para compreensão de um conceito, aparecendo concepções que representem compromissos epistemológicos. Na literatura, por exemplo, é possível encontrar a proposição de compromissos epistemológicos para o conceito de elemento químico identificados a partir de uma análise histórico-filosófica. Deste modo, o objetivo do presente artigo foi, com base em tais compromissos disponíveis na literatura, mapear como estudantes de um curso de licenciatura em Química pensam o conceito de elemento químico a partir dos compromissos realismo, empirismo, animismo, substancialismo, racionalismo e ultrarracionalismo. Para isso, um questionário com 13 questões foi elaborado e aplicado com 32 discentes, envolvendo perguntas abertas e uma de múltiplas escolhas para ser justificada, contemplando um domínio ontogenético, ou seja, concepções que foram construídas ao longo da vivência dos estudantes dentro e fora da universidade. A partir de 408 unidades de análise, foram identificados todos os compromissos epistemológicos nas respostas, tendo maior destaque o substancialismo, seguido de realismo. Tal resultado ratifica algumas discussões que envolvem a teoria dos perfis conceituais, demonstrando que concepções que consideram a existência dos elementos no mundo concreto parecem ser mais pragmáticas para os estudantes do que modelos teóricos que consideram os elementos uma abstração, que tendem a compromissos racionalistas ou ultrarracionalistas.

**Palavras-chave:** Elemento Químico. Compromissos Epistemológicos. Estudantes de Graduação. História e Filosofia da Ciência.

### Abstract

Involving the history and philosophy of science (HFC) in the teaching of chemistry can provide classes that allow a reflection on the nature of science and the development of scientific concepts. With this, HFC can provide an environment that emerges several forms for understanding a concept, appearing conceptions that represent epistemological commitments. In the literature, for example, it is possible to find the proposition of epistemological compromises for the concept of chemical element identified from a historical-philosophical analysis. Thus, the objective of this article was, based on such commitments available in the literature, to map how students of a degree course in Chemistry think the concept of chemical element from the commitments realism, empiricism, animism, substantialism, rationalism and ultracism. For this, a questionnaire with 13 questions was

developed and applied with 32 students, involving open questions and one of multiple choices to be justified, contemplating an ontogenetic domain, conceptions that were built along the experience of students inside and outside the university. From 408 units of analysis, all epistemological commitments were identified in the responses, with greater emphasis on substantialism, followed by realism. This result confirms some discussions that involve the theory of conceptual profiles, showing that conceptions that consider the existence of the elements in the concrete world seem to be more pragmatic for students than theoretical models that consider the elements an abstraction, which tend to rationalist or ultraracist commitments.

**Keywords:** Chemical Element. Epistemological Commitments. Undergraduate Students. History and Philosophy of Science.

## 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, há pouca discussão 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, Hygino, Alves, Luna & Linhares (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, recurso ou metodologia pode contribuir na aprendizagem de conceitos, modelos e teorias científicas. 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 que proporciona o racionalismo crítico.

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, são apontadas para Grécia antiga, por volta do século XII a. C. Mas, há diversas contribuições de outras civilizações no mesmo período histórico, ou anterior ao mesmo.

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 apeiron<sup>1</sup>, respectivamente, para cada um deles). Nessa perspectiva, vários outros pensadores gregos ao longo

---

<sup>1</sup> Ápeiron é uma palavra grego que significa ilimitado, infinito ou indefinido que advém de ἀ- a-, "sem" e πείραρ peirar, "fim, limite", forma do Grego jônico 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.

dos anos apresentaram mais elementos primordiais que seriam os constituintes responsáveis de tudo que existe no universo. 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 movimentaria no vazio. Além disso, esses dois pensadores são responsáveis por atribuírem características para cada átomo, como por exemplo, o átomo de fogo que 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. 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, mas 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”, o que leva a um confronto entre os conceitos de elemento químico, substância simples e a convicção da noção de átomo. De acordo com Oki (2002), esses termos eram utilizados de formas indiscriminadas, somente com as contribuições de Mendeleev (1834-1907) acerca da forma de 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, múltiplas distinções e desafios de aprendizagem para um determinado conceito, entendidos como compromissos epistemológicos. Bachelard (1996), aponta para identificação de problemas que dificultam a forma mais ampla de compreensão, podendo caracterizá-los a partir dos obstáculos epistemológicos, emergentes em ambientes de diálogos do 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 distinguir como utilizar o mais adequado em cada cenário.

Deste modo, o objetivo deste trabalho é identificar compromissos epistemológicos para o conceito de elemento químico, com estudantes da graduação em Química-licenciatura por meio da aplicação de um questionário online. Partimos da hipótese de que 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 (Mortimer, & El-Hani, 2014). O presente trabalho se justifica por ser parte de uma etapa importante na proposição de um perfil conceitual para elemento, podendo contribuir para futuros trabalhos na área. Dessa forma, ressaltamos que o levantamento aqui realizado contempla um domínio ontogenético, em que segundo Wertsch (1985) compreende os significados construídos pelo sujeito ao longo de sua vida, a partir de interações em seu meio social e cultural.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção apresentaremos concepções acerca do papel da história e filosofia da ciência (HFC) em sala de aula, como podem contribuir para aprendizagem de conceitos, a partir da relação com os compromissos epistemológicos. Veremos fundamentos básicos da teoria dos perfis conceituais, que considera a identificação dos compromissos epistemológicos para proposição de um perfil conceitual, mostrando a importância do contexto histórico em um breve histórico da evolução do conceito de elemento químico.

## 2.1 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, nesse contexto não ocorre a participação dos estudantes de forma ativa, além disso, as atividades e exercícios distanciam-se da forma que o conteúdo é abordado na sala. 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 (como citado em Callegario, et al., 2015, p. 978). Essa ênfase ocorre pela possibilidade de uma compreensão mais ampla de conceitos, a partir de sua evolução histórica fazendo com que o estudante se sinta desafiado a aprender, devido aos fatores que influenciam historicamente a formulação de uma noção científica. Quando se fala em ferramenta de aprendizagem no ensino, com um foco na História, Filosofia e Sociologia da ciência, podemos relacionar sobre essa abordagem, pois 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 (como citado em Matthews, 1995, p. 165).

Mediante essa colocação, podemos inferir que as reflexões emergentes nas salas de aula, em que os estudantes são incitados a criticarem o conhecimento que foi adquirido anteriormente, podem suscitar a ideia de ser considerado como algo pronto e acabado. Por isso, seguindo a base teórica de Matthews (1995), acreditamos estar alinhados com suas concepções, já que o foco deste trabalho se encontra na história e filosofia da ciência (HFC) em sala de aula. Em uma revisão bibliográfica realizada por Damasio & Peduzzi (2017), 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, K. Silva e J. Silva (2019) realizaram uma investigação de mesmo cunho, para verificar as abordagens dadas ao 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, desse 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 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 inicial. Acarretando uma dificuldade de aplicabilidade no ensino médio e/ou ensino fundamental, 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 histórico do pensamento científico ocorre. Desse modo, para 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, é interessante compreender a evolução de diversos modos e formas que a natureza da ciência demonstra.

## 2.2 TEORIA DOS PERFIS CONCEITUAIS

Em uma sala de aula é comum o surgimento de diversas concepções entre os alunos, em que significados científicos são negociados com as ideias que os alunos trazem para a sala de aula. Esta negociação de significados pode estimular uma reflexão sobre os diversos modos de pensar uma ideia científica, levando em conta a heterogeneidade de concepções que conceito pode apresentar. A noção da existência de diversos modos de pensar e formas de falar um conceito é apresentada na teoria dos perfis conceituais que podem ser entendidos como “modelos de diferentes maneiras de ver e representar o mundo que são utilizadas pelas pessoas para significar sua experiência” (como citado em Mortimer, Scott & El-Hani, 2009, p. 02). Essas diferentes maneiras de ver e representar o mundo são organizadas em zonas, as quais são propostas com base na identificação de compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos em determinados domínios genéticos.

Um dos domínios genéticos<sup>2</sup> em que os compromissos são identificados é a ontogênese ou domínio ontogenético. Este compreende simultaneamente operações interrelacionadas de mais de um modo de desenvolvimento, ou seja, a construção de significados é considerada como um produto natural, social e cultural simultaneamente. Isso porque ao longo de sua vida, os sujeitos constroem conceitos a partir de interações sociais, influenciadas pela cultura.

Na metodologia de proposição de perfis conceituais, a identificação de compromissos em um domínio ontogenético contempla o levantamento de ideias dos estudantes, seja na literatura sobre concepções informais ou em sala de aula a partir da aplicação de questionários.

Outro domínio genético importante para identificação de compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos é a sociogênese ou domínio sociogenético. Neste domínio, são considerados os significados construídos sobre o conceito em um determinado contexto histórico, social e cultural. Na metodologia de proposição de um perfil conceitual, esta etapa compreende o levantamento histórico do conceito para identificação de modos de pensar e formas de falar sobre o conceito em determinados períodos de tempo. Para o conceito de elemento químico, esta identificação foi feita no trabalho de N. Silva, & J. Silva (2017), em que compromissos epistemológicos foram identificados e categorizados em uma análise histórica e filosófica do conceito.

Com base no trabalho de N. Silva, & J. Silva (2017), o presente artigo mantém o foco nos compromissos epistemológicos identificados pelos autores, em uma tentativa de identificar estes mesmos compromissos no domínio ontogenético. Assim, no próximo tópico, discutiremos os compromissos epistemológicos identificados por N. Silva, & J. Silva (2017) e que foram utilizados como categorias de análise no presente trabalho.

### 2.2.1 Compromissos epistemológicos

Quando se pensa sobre a complexidade de aprender determinado conceito científico, é necessário refletir acerca das várias maneiras que ele pode emergir, bem como os níveis e processos de compreensão que envolvem a construção do conhecimento. Por isso, as motivações e contextos que cada indivíduo carrega em seu pensamento descrito nas falas, precisam ser identificados em um contexto que poder ser a sala de aula ou não. Daí a estruturação das diferentes formas de pensar e modos de falar sobre um conceito, podem ser apresentadas em diferentes zonas, que relacionam diferentes compromissos (Amaral, & Mortimer, 2001). Desse modo, a discriminação de alguns dos compromissos epistemológicos, abordados à luz de Gaston Bachelard (1996), faz necessária para compreensão e justificativa do trabalho apresentado, já que se considera suas contribuições para o entendimento do pensamento científico de grande validade. Assim, “um obstáculo epistemológico se

---

<sup>2</sup> Para saber mais sobre domínios genéticos, sugerimos a leitura de Wertsch (1985).



incrusta no conhecimento não questionado” (como citado em Bachelard, 1996, p. 19), ou seja, quando uma ideia é expressa a partir de um posicionamento que não permite incerteza por representar uma opinião.

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). Podendo apresentar erros conceituais, inclusive.

Trazendo percepções que lembram o compromisso anterior, o **realismo** é caracterizado quando a noção possui retratação simplista, voltada para concepções do senso comum (N. Silva, & J. 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 que está ligado diretamente ao senso comum presente na visão realista (Bachelard, 1996).

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 ao realizar a explicação. Trata-se de uma percepção que prejudica “os verdadeiros valores do pensamento científico (como citado em Bachelard, 1996, 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 essa 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, o que provoca contradições entre as medidas e mudando a forma de expressar o conceito (Amaral, & Mortimer, 2001).

O **animismo** se caracteriza pela ideia de manutenção ou geração de vida (N. Silva, & J. Silva, 2017). Surge também quando a explicação se dá por meio de analogias que não condizem com o que já foi sistematizado cientificamente, mediante proposições que caracterizam aspectos humanos a conceitos. Podendo ser confundido com o compromisso epistemológico de substancialismo, quando expressa uma característica que exprime virtude humana a uma substância.

Portanto, se percebe que cada conceito pode ser expresso de múltiplas formas, apresentando diferentes compromissos epistemológicos, o que demonstra a natureza científica de um determinado conceito em um contexto de uma comunidade.

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

Buscando compreender a evolução histórica do conceito de elemento químico, N. Silva, & J. Silva (2017) identificaram compromissos epistemológicos emergentes em diferentes épocas, procurando em fontes da história da ciência. Acarretando nos seguintes compromissos epistemológicos encontrados para diferentes épocas: 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 é explicando mediante a necessidade de fornecer uma resposta rápida, sem aprofundar de

forma complexa por acreditar ser o suficiente naquele ambiente, apresentando questões corriqueiras de caráter ingênuo ligado diretamente ao senso comum presente na visão realista (Bachelard, 1996).

Substancialismo - Nesse compromisso o conceito de elemento químico é conceituado como algo de fácil manuseio, como um material em uma vidraria, por exemplo. Destacando propriedades interiores da substância ou substancializando concepções abstratas de um conceito (N. Silva, & J. Silva, 2017).

Empirismo – este compromisso é identificado quando a noção de elemento químico é descrita de forma manipulável, destacando os métodos empíricos de análise, como é o caso de Lavoisier ao tratar da possibilidade em manuseio de substâncias e assim manipular seus elementos constituintes (N. Silva, & J. Silva, 2017).

Animismo – Este compromisso emerge quando o conceito de elemento químico é reportando a ideia dos elementos primordiais (Água, terra, fogo e ar), associando a cura de males, como em um tratamento de uma doença, caracterizando razões mantenedoras da vida (N. Silva, & J. Silva, 2017).

Racionalismo – A emergência deste compromisso ocorre quando a descrição do conceito de elemento químico é remetida aos aspectos subatômicos, fazendo referência aos prótons, elétrons, nêutrons entre outros. Presente, por exemplo nos perfis conceituais de molécula, calor e substância (N. Silva, & J. Silva, 2017).

Racionalismo dialético ou Ultrarracionalismo – Surge quando a compreensão do conceito de elemento químico é descrita como um modelo científico para o entendimento da estrutura da matéria, bem como sua relação com outros conceitos como substância química, misturas, ligações químicas, organização da tabela periódica entre outros.

Nesse sentido, os perfis conceituais devem ser concebidos como modelos de diferentes modos de ver e conceituar o mundo usado pelos indivíduos para significar sua experiência (como citado em Mortimer, Amaral, & El-Hani, 2014, p. 4, tradução nossa). Ao discutirem acerca do ensino e aprendizagem por meio da teoria dos perfis conceituais, permitindo intervir na sala de aula de forma dinâmica.

### 3 ABORDAGEM METODOLÓGICA

A presente pesquisa teve uma abordagem qualitativa, caracterizado pela organização de dados que não foram alcançados por procedimentos estatísticos (Esteban, 2010), mas, descrevendo detalhadamente os fenômenos observados nas respostas dos participantes. Por se tratar de ampla indagação sobre a compreensão do conceito de elemento químico, partindo do contexto natural a sala de aula, mostrando a importância desse contexto na sociedade (Andre, 2007).

#### 3.1 SUJEITOS E CAMPO DA PESQUISA

A pesquisa foi aplicada com estudantes voluntários de um curso de licenciatura em Química de uma universidade pública no estado de Pernambuco. Participaram 32 estudantes provenientes de todos os períodos (Quadro 01) de forma voluntária.

Período	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	10 não blocados	Total
Respostas	5	1	1	1	2	1	4	1	2	5	9	32

**Quadro 01:** Quantidade de respostas por período. **Fonte:** Autoria própria

### 3.2 COLETA DE DADOS

Para coleta de dados, utilizamos um questionário *online* a partir da plataforma *Google Forms*. A justificativa se deu mediante um cenário global ocasionado pela pandemia por COVID-19, que ocasionou a necessidade de distanciamento social. Com a suspensão de aulas presenciais, a solução mais viável que abarcasse esses requisitos seria um instrumento que não necessitasse de contato direto. Mas, que pudesse fornecer dados para alcançar os objetivos desejados (Lüdke, & André, 2018). Além disso, o formulário online permitiu que obtivéssemos as respostas dos participantes em uma planilha, armazenando as respostas em nuvem, facilitando a coleta e sistematização dos dados.

O questionário seguiu a seguinte estrutura: na primeira seção, foi apresentada a proposta de pesquisa bem como solicitada a confirmação do interesse de participação respondido; na segunda seção foi utilizada para identificar se o participante estava cursando o curso de Química-Licenciatura e o período referido; e na última seção, foram apresentadas as questões acerca do conceito de elemento químico. Ao total foram 7 questões, apresentadas a seguir:

Pergunta 1: Para você, o que é um elemento químico?

Pergunta 2: como é possível identificar um elemento químico na natureza?

Pergunta 3: O que diferencia um elemento químico de outro?

Pergunta 4: Aponte algumas funções dos elementos químicos. Apresente três exemplos de elementos químicos encontrados no seu dia a dia.

Pergunta 5: qual a diferença entre um elemento químico e um átomo de um elemento químico?

Pergunta 6: Qual a relação entre os conceitos de elemento, substância e mistura?

Pergunta 7: 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?

#### 3.1.3 Análise dos dados

As respostas coletadas foram analisadas de acordo com os compromissos epistemológicos identificados ao longo da história por N. Silva, & J. Silva (2017), caracterizando de acordo com os critérios descritos no Quadro 02, a partir das categorias de Bachelard (1996).

Compromissos epistemológicos	Critérios de análise
Realismo	As unidades de análise que apresentaram o conceito de maneira simplista e/ou voltados a características que envolvem o encantamento como princípio para explicar a noção científica (ideias intuitivas ou ingênuas). Podendo emergir pensamentos generalistas e avulsos envolvendo termos científicos de maneira discriminada, interpretando como partículas simples ou elementares.
Animismo	Quando relacionaram aspectos vitalícios ao conceito com características de vida, dando características com o foco de valorizar ou dar concepções de geração e manutenção da vida.
Substancialismo	Atribuição de propriedades substancializadas ao conceito que é compreendido de maneira abstrata.
Empirismo	Quando a noção é descrita a partir de um instrumento, ou por uma maneira de identificar o conceito mediante aspectos empíricos. Interpretando a existência dos elementos químicos mediante a interpretação de experimentos na manipulação de substâncias simples.
Racionalismo	Associação do conceito a um tipo de átomo, partícula de uma molécula, bem como as partículas subatômicas: prótons; neutros; elétrons entre outras.



Ultrarracionalismo	A existência dos elementos químicos é abstrata, não sendo possível sua manipulação no mundo real. Elementos são encontrados nas substâncias, mas não de forma isolada (SILVA, N. E SILVA, J.; 2017).
--------------------	--

**Quadro 02:** Critérios de análise, estabelecidos por N. Silva, & J. Silva (2017), para identificação dos compromissos. **Fonte:** adaptação de N. Silva, & J. Silva (2017).

Durante a análise, nos quadros, apresentaremos exemplos de respostas dos estudantes, transcrevendo literalmente o que foi fornecido no questionário, mantendo, inclusive, os erros gramaticais e ortográficos. Importante destacar que esses tipos de erros não foram analisados, mas apenas nos garantiu uma maior fidelidade à resposta dos participantes, que poderia ser perdida caso fôssemos parafrasear.

## 4 RESULTADO E DISCUSSÃO

A proposta da primeira questão foi de identificar concepções alternativas para o conceito de elemento químico. Com isso, identificamos 38 unidades de análise, nas quais o compromisso animista não foi identificado e o racionalista apareceu 17 vezes com maior frequência. Neste último, os indivíduos apresentam algumas respostas focadas em aspectos subatômicos.

Estes resultados surgiram, provavelmente, porque o conceito de elemento químico tende a ser ensinado atrelado aos aspectos relacionados com os conceitos subatômicos do átomo (prótons, nêutrons, ...). Assim, o conceito acaba sendo entendido mediante parâmetros quantitativos dos prótons e não aspectos representativos, mesmo se tratando de uma noção polissêmica. 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 específica, ao compreender o conceito como uma representação simbólica, descrito no quadro 03.

<b>Pergunta 1: Para você, o que é um elemento químico?</b>		
<b>Compromissos Epistemológicos Identificados</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Exemplos</b>
Racionalismo	17	D11 - Um ou um conjunto de átomos com o mesmo número atômico.
Realismo	11	D07 - É um componente importante para composição da matéria, [...]
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 [...]
Empirismo	01	D26 - É uma definição para especificar a constituição da matéria através da tabela periódica.

**Quadro 03:** concepções iniciais para o conceito de elemento químico. **Fonte:** Autoria própria.

A segunda questão examinou as relações entre o conceito de elemento químico e as percepções de como identificá-los, para analisar e categorizar as principais ideais descritas com relação a sua natureza. O que acarretou em um aumento de respostas do compromisso substancialista, com 10 unidades de análise em um quantitativo de 32, como consta no quadro 04.

<b>Pergunta 2: como é possível identificar um elemento químico na natureza?</b>		
<b>Compromissos Epistemológicos Identificados</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Exemplos</b>
Realismo	12	D22 - A partir da identificação de determinadas características específicas daquele elemento.
Substancialismo	10	D15 - 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 conseqüentemente 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 identificar [...]
Racionalismo	05	D26 - Através das suas propriedades como constituintes atômicos (número de prótons por exemplo).

**Quadro 04:** Percepções de como identificar o elemento químico. **Fonte:** Autoria Própria.

O substancialismo é identificado, como mostrado pela dala de D15, a partir da consideração da existência material dos elementos (observar a noção de existência de massa destacada na fala do participante). Mesmo com um aumento no compromisso substancialista, é possível ainda observar a predominância do realismo, a qual reflete um pensamento genérico e sem especificidade no momento de definir o conceito.

Na terceira questão, com intuito de verificar a maneira como apresentariam a diferenciação entre os elementos, o compromisso racionalista apareceu com 27 unidades de análises em um quantitativo de 33 (Quadro 05). Este resultado já era esperado, visto a natureza da pergunta, comum em contextos em que o conceito é abordado em sala de aula. Assim, a maioria das respostas apresentou como foco aspectos subatômicos, sendo estes os caracteres responsáveis por sua distinção, nesta abordagem.

<b>Pergunta 3: O que diferencia um elemento químico de outro?</b>		
<b>Compromissos Epistemológicos Identificados</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Exemplos</b>
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, [...]

**Quadro 05:** diferenciação entre os elementos. **Fonte:** Autoria própria.

Na quarta questão, quando solicitada a apresentação de exemplos, majoritariamente o compromisso substancialista emergiu com 41 unidades de análises dentre 48 possíveis (quadro 06).

<b>Pergunta 4: Aponte algumas funções dos elementos químicos. Apresente três exemplos de elementos químicos encontrados no seu dia a dia.</b>			
<b>Compromissos Epistemológicos Identificados</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Exemplos</b>	
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.	

**Quadro 06:** Funções e exemplos de elemento químico. **Fonte:** Autoria própria.

A emergência frequente do substancialismo nesta questão indica a necessidade de mobilização de uma ideia concreta do conceito de elemento químico ao associar com a sua existência no mundo real e na composição dos demais materiais. Isso é possível observar na fala de D10 ao citar substâncias elementares como exemplos de elementos químicos. Já a noção de função dos elementos pareceu relacionada com a ideia de importância destes na manutenção da vida, fazendo com que emergisse o compromisso animista. Aqui, mais uma vez, a natureza da questão colocou a emergência dos compromissos identificados.

Na quinta questão foi solicitado que os participantes diferenciasssem um elemento químico de um átomo. Os compromissos racionalista, realista e substancialista aparecem, respectivamente, em 18, 17 e 16 unidades de análise (quadro 07).

<b>Pergunta 5: qual a diferença entre um elemento químico e um átomo de um elemento químico?</b>		
<b>Compromissos Epistemológicos Identificados</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Exemplos</b>
Racionalismo	18	D27 - O elemento químico são todos os átomos que possuem o mesmo número de prótons, já o átomo é a menor parte do elemento.
Realismo	17	D08 - [...] um átomo de um elemento é apenas um único elemento
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.

**Quadro 07:** diferença entre entidades químicas, átomo e elemento químico. **Fonte:** Autoria própria.

A emergência de três compromissos com uma frequência de unidades de análise semelhante pode ser justificada pela própria pluralidade de formas de falar o conceito de elemento químico, associadas a modos de pensar distintos. Além disso, pode estar relacionada a falta de um consenso entre os estudantes dos atributos que de fato diferenciam um elemento químico de um átomo isolado. O participante D27, por exemplo, identifica um elemento químico a partir da quantidade de prótons (compromisso racionalista). Já D08, de forma genérica, admite que um átomo de elemento químico é o próprio elemento. Ambas as formas de conceituar elemento químico podem ser consideradas do ponto de vista atômico. Se consideramos, por exemplo, um átomo isolado de oxigênio, saberemos que se trata do oxigênio a partir da existência de 8 prótons em seu núcleo. Já no compromisso substancialista, ao tratar o elemento como uma entidade macroscópica, passível de manipulação e análise, os participantes remontam a uma noção lavoisieriana de elemento químico, levando em consideração que substâncias simples são elementos. Assim, um átomo isolado seria parte do elemento (o átomo de oxigênio seria parte de uma molécula do gás oxigênio – substância simples/elementar).

Na sexta questão, que teve como objetivo observar como os participantes diferenciam o conceito de elemento químico de substância e mistura, identificamos que o compromisso substancialista foi o mais frequente, com 18 unidades de análise (quadro 08).

<b>Pergunta 6: Qual a relação entre os conceitos de elemento, substancia e mistura?</b>		
<b>Compromissos Epistemológicos Identificados</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Exemplos</b>
Substancialismo	18	O elemento químico é constituído por um conjunto de átomos iguais, com propriedades físicas e químicas definidas.
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)

**Quadro 08:** diferenciação entre elemento químico, substância e mistura. **Fonte:** Autoria própria.

Na questão 7 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 (figura 02), para o conceito de elemento químico.



**Figura 02:** imagens retiradas do especial de natal do Bob Esponja<sup>3</sup>.

Mediante as respostas, surgiram 17 unidades de análise para o compromisso substancialista dentre 36 identificadas (Quadro 09).

<b>Pergunta 7: 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?</b>		
<b>Compromissos Epistemológicos Identificados</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Exemplos</b>
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.

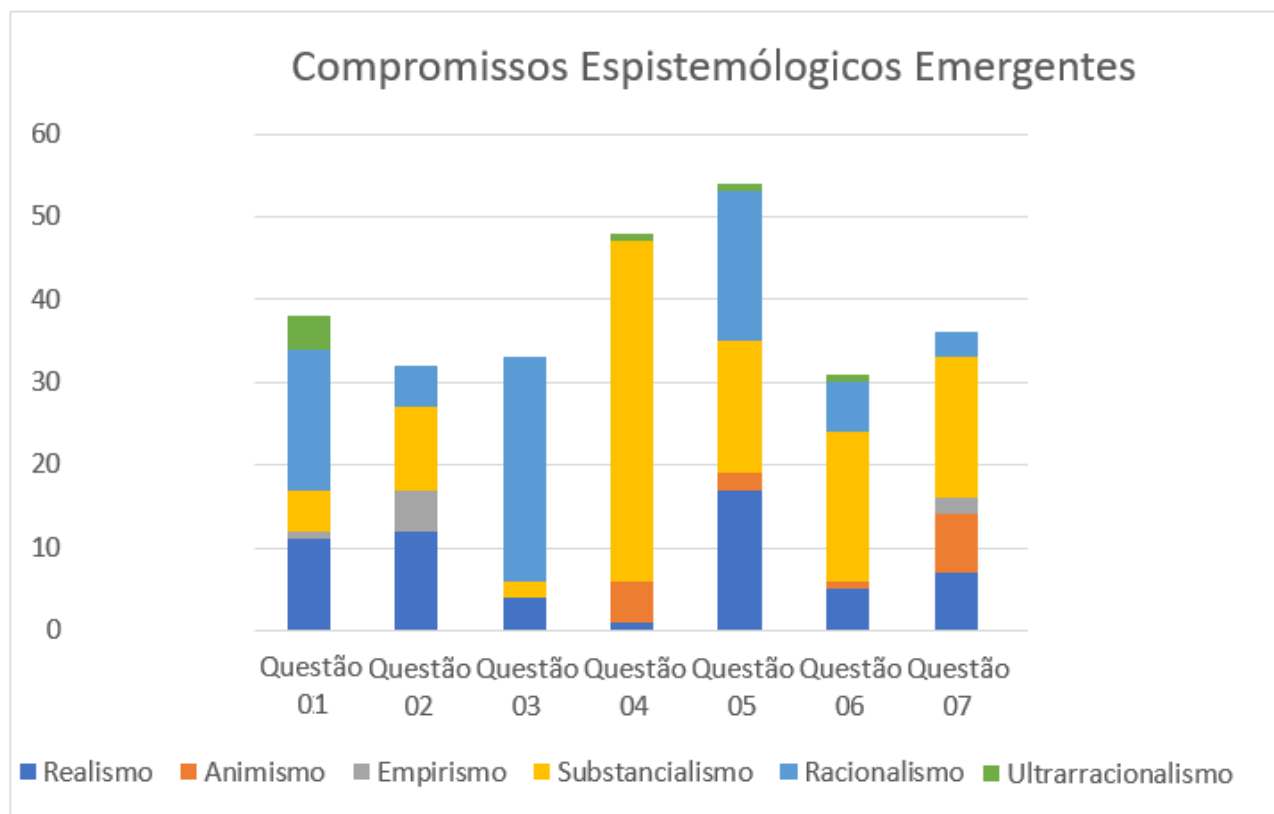
**Quadro 09:** relações de imagens retiradas do especial de Natal no Bob Esponja, com o conceito de elemento químico.  
**Fonte:** Autoria Própria.

A grande frequência do compromisso substancialista pode estar relacionado com a própria natureza da animação, a qual substancializa o conceito de elemento químico ao apresentá-lo de uma forma concreta apresentando, inclusive, propriedades macroscópicas.

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

<sup>3</sup> **T08 E23:** Sem querer, Bob Esponja acaba ajudando Plankton em seu plano de colocar o nome de todos os moradores da Fenda do Biquíni na lista das crianças malcomportadas do Papai Noel, por meio da distribuição de um bolo de frutas com o elemento química Malânio.

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. **Fonte:** Autoria própria

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mediante os resultados encontrados, é perceptível que diversos sentidos e significados implicados nos compromissos epistemológicos podem emergir pelo questionamento direto em questionário, com estudantes de um 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 compreende o conceito. O que é perceptível nas respostas para as questões 04 e 05, 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 (Mortimer et. al., 2014).

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 estes modos de pensar o conceito de elemento químico, mesmo apresentando outros compromissos acabam retomando a linha tênue da intuitividade. Assim, o que diferencia uma maneira de pensar de outra é exatamente a forma simplista de compreender o objeto, para o realista pega logo na mão o objeto particular. Porque o possui, ele o descreve e mede (como citado por Bachelard, 1996, p. 261-262). Demonstrando que esta análise generalista, se diferencia do substancialismo por trazer a definição do conceito como um fluído para manipulação.

Com tudo isso, acreditamos que o curso de Química-Licenciatura pode ser uma ótima escolha para identificação/categorização de diversos significados e sentidos como compromissos os



epistemológicos. Assim também, para a proposição de um perfil conceitual, que necessita de um ambiente com diversos modos de pensar e múltiplos modos de falar sobre as concepções de um conceito (Mortimer et. al., 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 finais da educação básica, já que muitos destes indivíduos chegam no início superior sem ter o contato com o conceito de elemento químico. Estando estas concepções que envolvem a matéria, nos anos nos anos finais do ensino fundamental e em todo o ensino médio.

## REFERÊNCIAS

- Amaral, E.M.R., Mortimer, E.F. (2001). Uma proposta de perfil conceitual para o conceito de calor. Acessado em 17 jun., 2020, <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4154>
- André, M. (2007). Questões sobre os fins e sobre os métodos de pesquisa em educação. Acessado em set., 2023, [http://www.leg.uefs.br/arquivos/File/materiais/ARTIGOS\\_metod\\_pesq\\_educ/Marli\\_Andre\\_2007\\_Questoes\\_sobre\\_os\\_Fins\\_e\\_sobre\\_os\\_Metodos\\_de\\_Pesquisa\\_em\\_Educacao.pdf](http://www.leg.uefs.br/arquivos/File/materiais/ARTIGOS_metod_pesq_educ/Marli_Andre_2007_Questoes_sobre_os_Fins_e_sobre_os_Metodos_de_Pesquisa_em_Educacao.pdf)
- Bachelard, G. (1996). *A formação do espírito científico*. 1. ed. Rio de Janeiro: ContraPonto Editora Ltda.
- Callegario, L.J., Hygino, C.B., Alves, V.L.O., Luna, F.J., Linhares, M.P.A. (2015). História da ciência no ensino de química: Uma revisão. *Revista virtual de química*. Acessado em 19 abr., 2019, <http://rvq-sub.s bq.org.br/index.php/rvq/article/viewFile/1195/611>
- Cano, M.V.A. (2005). Elemento, sustancia simple y átomo: tres conceptos problemáticos en la enseñanza y aprendizaje significativo de conceptos químicos. *Revista educación y pedagogía*, 17(43), 177-194.
- Costa, R.C. (1998). Os obstáculos epistemológicos de Bachelard e o ensino de Ciências. *Cadernos de educação*, 2(11), 153-168.
- Damasio, F., Peduzzi, L.O.Q. (2017). História e filosofia da ciência na educação científica: para quê? *Revista Ensaio*, 19.
- Esteban, M.P.S. (2010). *Pesquisa qualitativa em educação: fundamentos e tradições*. Porto Alegre: AMGH Editora Ltda.
- Farias, R.F. (2007). *Para gostar de ler a história da química*. Campinas: Editora átomo.
- Martins, A.F.P. (2007). História e filosofia da ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho... *Caderno brasileiro de Ensino de Física*, 24(1), 112-131.
- Matthews, M.R. (1995). História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. *Caderno brasileiro de Ensino de Física*, 12(3), 164-214.
- Mortimer, E.F., EL-Hani, C.N. (Editores). (2014). *Conceptual Profiles: A Theory of Teaching and Learning Scientific Concepts*. New York: Springer.

Mortimer, E.F., Scott, P., El-Hani, C.N. (2009). 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*, (8), 1-12.

OKI, M.C.M. (2002). O conceito de elemento químico da antiguidade à modernidade. *Química nova escola*, 25(16).

Partington, J. (1989). *A short history of chemistry*. New York: Dover. Acessado em 15 out., 2020 [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](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)

Silva, N., Silva, J. (2017). Identificação de compromissos epistemológicos no desenvolvimento histórico do conceito de elemento. *Revista debates de química*, p. 93-118.

Silva, K., Silva, J. (2019). *Abordagem do conceito de elemento químico em periódicos da área de Química e Ensino de Química publicados entre 1998-2018*. In: K. Silva, & J. Silva (5.). Jornadas de enseñanza e investigación educativa en el campo de las ciencias exactas y naturales facultad de humanidades y ciencias de la educación – Argentina, La Plata: 2019. Anais... Ensenada: Universidade Nacional de La Plata. Acessado em 20 mar., 2020 <http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/library?a=d&c=eventos&d=Jev11908>

Wertsch, J. V. (1985). *Vygotsky and the social formation of mind*. Harvard University Press.