

EMERGÊNCIA DAS ZONAS DO PERFIL CONCEITUAL DE SUBSTÂNCIA NO CONTEÚDO DE FUNÇÕES ORGÂNICAS EM UM LIVRO DIDÁTICO DE QUÍMICA

EMERGENCE OF ZONES OF THE CONCEPTUAL SUBSTANCE PROFILE IN THE CONTENT OF ORGANIC FUNCTIONS IN A CHEMISTRY TEXTBOOK

João Paulo Magalhães dos Santos  

Universidade Federal da Bahia (UFBA)

✉ jpm_s_joao@hotmail.com

Bruno Ferreira dos Santos  

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB)

✉ bf-santos@uesb.edu.br

RESUMO: Perfis conceituais são modelos que expressam a heterogeneidade de modos de pensar e falar sobre um conceito científico considerado polissêmico. Nesse modelo, cada modo de significação do conceito é caracterizado como uma zona. O perfil conceitual de substância apresentado por Silva, por exemplo, é composto por cinco zonas: generalista, utilitarista/pragmática, substancialista, racionalista e relacional. Esta investigação tem como objetivo principal a análise da emergência de zonas do perfil conceitual de substância na abordagem das funções orgânicas em um livro didático (LD) de química. Para isso, nós: (I) mapeamos a frequência em que emergem as zonas do perfil de substância na abordagem sobre funções orgânicas em um LD; (II) analisamos quais modos de comunicação visual do texto auxiliam a emergência de cada uma dessas zonas; e (III) identificamos conceitos presentes no livro cuja compreensão estava associada a zonas do perfil de substância. Os resultados foram analisados por meio da análise de conteúdo, o que permitiu a organização dos dados em duas categorias. A categoria “funções orgânicas e a emergência das zonas racionalista e relacional” que reúne dados que evidenciam a emergência dessas zonas associadas às representações simbólicas, dados empíricos e fotografias que ilustram aplicações tecnológicas relacionadas as funções orgânicas; e a categoria “funções orgânicas e a emergência das zonas generalista, utilitarista/pragmática e substancialista” abarca unidades que buscam apresentar discussões sobre as funções orgânicas de maneira contextualizada com aspectos relacionados ao uso das funções no cotidiano ou uma abordagem histórica acerca das funções.

PALAVRAS-CHAVE: Perfil conceitual. Conceito de Substância. Livro Didático. Funções Orgânicas.

ABSTRACT: Conceptual profiles are models that express the heterogeneity of ways of thinking and speaking about a scientific concept considered polysemic. In this model, each mode of signification of the concept is characterized as a zone. The conceptual profile of substance presented by Silva, for example, is composed of five zones: generalist, utilitarian/pragmatic, substantialist, rationalist, and relational. Assuming that the different zones of a conceptual profile are mobilized in the approach to teaching content in a discipline, this research has as its main objective the analysis of the emergence of zones of the conceptual profile of substance in the approach to organic functions in a chemistry textbook (LD). To this end, we: (I) mapped the frequency in which the zones of the substance profile emerge in the approach to organic functions in a LD; (II) analyzed which modes of visual communication of the text aid the emergence of each of these zones; and (III) identified concepts present in the book whose understanding was associated with zones of the substance profile. The results were analyzed through content analysis, which allowed the organization of the data into two categories. The category “organic functions and the emergence of rationalist and relational zones” brings together data that demonstrate the emergence of these zones associated with symbolic representations, empirical data and photographs that illustrate technological applications related to organic functions; and the category “organic functions and the emergence of generalist, utilitarian/pragmatic and substantialist zones” encompasses units that seek to present discussions about



organic functions in a contextualized manner with aspects related to the use of functions in everyday life or a historical approach to functions.

KEYWORDS: Conceptual profile. Substance Concept. Textbook. Organic Functions.

Introdução

Esta investigação parte do pressuposto de que os conceitos fazem parte da linguagem existindo em sistemas de conhecimento socialmente construídos, como por exemplo, na linguagem da ciência escolar expressa em livros didáticos. Seguindo essa mesma perspectiva, os conceitos podem ser considerados generalizações e abstrações externas ao sujeito, que resultam em significados atribuídos a objetos e fenômenos. A conceituação, por sua vez, é um processo dinâmico e interativo pelo qual os indivíduos significam os conceitos. Esse processo ocorre na mente das pessoas e é socialmente orientado, circunstância que faz com que diferentes sujeitos signifiquem objetos e fenômenos de diferentes maneiras, a depender das situações por eles vivenciadas (Mortimer et al., 2011; Mortimer et al., 2014).

Tendo em vista a heterogeneidade dos modos de pensar e falar que um conceito científico pode apresentar, a teoria dos perfis conceituais assume, como uma de suas premissas centrais, que os variados modos de significar determinado conceito podem ser caracterizados por um modelo denominado perfil conceitual. Nesse modelo, cada modo de significação de um conceito é definido como uma zona (Mortimer et al., 2011; Mortimer et al., 2014).

O perfil conceitual de substância proposto por Silva e Amaral (2013) engloba em sua atual configuração cinco zonas: generalista, utilitarista/pragmática, substancialista, racionalista e relacional (Silva, 2017). Estas zonas podem ser associadas a diferentes contextos. Existem modos de pensar mais informais e espontâneos, como aqueles sustentados pela zona generalista ou utilitarista/pragmática, que comumente são utilizados na vida cotidiana e orientados pelo senso comum. Mas também existem modos de pensar mais complexos e sofisticados, como aqueles que constituem as zonas racionalista e relacional, que em geral estão presentes no contexto escolar ou acadêmico (Silva & Amaral, 2013).

Os perfis conceituais fazem parte da composição dos conteúdos de ensino em uma disciplina, visto que as zonas de um perfil podem ser mobilizadas na abordagem de diferentes conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais que se deseja abordar em sala de aula (Santos & Santos 2023). Partindo dessa premissa, as zonas do perfil conceitual de substância são mobilizadas na abordagem de diferentes conteúdos curriculares, como é o caso, por exemplo, do ensino sobre funções orgânicas. O termo “função orgânica” geralmente é definido como agrupamento ou conjunto de moléculas com comportamento químico semelhante em decorrência da presença de um conjunto de átomos arrançados de maneira específica (Messeder Neto et al., 2022). Diversas funções orgânicas estão presentes na vida cotidiana, tais como os álcoois, cetonas e éteres. Entender a constituição, as propriedades e as transformações desses compostos envolvem uma compreensão ampla do conceito de substância e da diversidade de formas de significá-lo.

Os livros didáticos (LD) são um dos principais recursos para o ensino da Química e podem apresentar o conceito de substância de diferentes maneiras em seu conteúdo. Os LDs podem ser caracterizados como um meio de comunicação multimodal, em que além da linguagem verbal, utilizam diferentes modos semióticos para produção de significados na explanação dos conteúdos de ensino (Freitas & Quadros, 2021). Neste contexto, uma diversidade de representações visuais, tais como: figuras, fotografias, desenhos, gráficos, tabelas, e diagramas, além do texto escrito são incorporados no conteúdo de um LD. Tal diversidade contribui de maneira especializada e cooperativa para dar significado e explicitar os conceitos científicos (Wartha & Resende, 2017).

Investigações que têm como objeto de estudo os livros didáticos são importantes para ampliar a compreensão acerca de aspectos relacionados à linguagem e à formação dos conceitos científicos mediados por esses materiais. Ademais, diante da centralidade do conceito de substância para o ensino e a aprendizagem da Química, a investigação acerca da emergência das zonas deste perfil no conteúdo de LDs é fundamental para orientar o uso desses materiais de maneira estratégica, a fim de promover aprendizagens que enriqueçam a compreensão desse conceito central para a aprendizagem de outros conceitos e definições, como é o caso da noção de função orgânica. Nesta direção, o estudo em relevo busca responder as seguintes questões: (I) com que frequência¹ emergem as zonas do perfil de substância ao longo do conteúdo sobre funções orgânicas em um LD? (II) quais tipos de representação visual estão relacionados à emergência dessas zonas na abordagem do conteúdo? e (III) quais outros conceitos apresentados no LD têm a sua definição associada às zonas do perfil de substância?

Isto posto, este estudo utiliza zonas o perfil conceitual de substância apresentadas em Silva (2017) para:

- a) mapear a quantidade de vezes que emergem as zonas do perfil de substância ao longo conteúdo textual sobre funções orgânicas em um livro didático;
- b) analisar quais tipos de representação visual estão relacionados com a emergência de cada uma das zonas desse perfil na abordagem do conteúdo sobre funções orgânicas;
- c) identificar conceitos cuja definição expressa no livro está associada a zonas do perfil de substância na abordagem das funções.

Essa investigação busca contribuir com a área do Ensino de Química, por meio da produção de conhecimentos acerca da diversidade de modos de significar o conceito de substância na abordagem sobre funções orgânicas em um LD. Esses conhecimentos poderão ser utilizados para a reflexão e o planejamento didático do ensino desse conteúdo em sala de aula. Ademais, este estudo também pretende contribuir com o programa de pesquisa em perfis conceituais, uma vez que utiliza um perfil já proposto na literatura como ferramenta analítica na análise de um recurso didático, destacando a heurística dos modelos de perfis como um referencial para a pesquisa em Educação em Ciências.

Referencial Teórico

A noção de perfil conceitual foi desenvolvida por meio de uma investigação cujos resultados evidenciaram que um grupo de estudantes desenvolveu concepções científicas sobre a ideia de átomo, sem necessariamente abandonar suas concepções informais sobre este conceito, durante uma experiência de ensino e aprendizagem (Mortimer, 1994; 2000). A fim de interpretar os resultados deste estudo, Mortimer (1994) se inspirou na ideia de perfil epistemológico do filósofo Gaston Bachelard (1989), o qual defendia que a noção sobre um conceito científico pode ser descrita por diferentes correntes filosóficas que culminam em diferentes abordagens sobre um conceito. Partido desse pressuposto foi proposto que em cada indivíduo podem coexistir diferentes modos de pensar um mesmo conceito científico, o que sustentou a elaboração de um modelo teórico que caracterizou as diferentes formas de pensar o conceito de átomo com base em diferentes compromissos epistemológicos, incluindo também no modelo os compromissos ontológicos, dando origem ao primeiro perfil conceitual – o perfil conceitual de átomo.

As zonas de um perfil conceitual são distinguidas com base em compromissos que sustentam e direcionam os processos de significação dos conceitos de diferentes maneiras em diversos contextos e situações sociais. Esses compromissos possuem caráter: (a) epistemológico, quando dizem respeito à produção do conhecimento e as interpretações da natureza atreladas à

¹ O termo “frequência” no texto diz respeito a quantidade de vezes que determinada zona é mobilizada ao longo do capítulo analisado.

diferentes concepções filosóficas; (b) ontológico, quando se referem à natureza do objeto como, por exemplo, se ele existe de maneira realista, abstrata ou como um processo; e (c) axiológico, quando relacionados aos valores e finalidades atribuídos aos objetos (Mortimer et al., 2014).

Em 2014 com a publicação da obra intitulada: “Conceptual Profiles: A theory of teaching and learning scientific concepts” organizada por Eduardo Mortimer e Charbel Niño El-Hani, a noção de perfis conceituais foi divulgada para comunidade científica como uma teoria sobre o ensino e aprendizagem de conceitos, e vem ganhando maior repercussão na área de Educação em Ciências. Atualmente, este programa de pesquisa se estrutura com base em três tipos de produção: (a) sobre suas bases teóricas; (b) a construção de novos perfis conceituais e (c) estudos sobre as aplicações da teoria e dos modelos no ensino de ciências e na formação de professores (Santos & Santos, 2021).

Para a construção de um perfil conceitual geralmente se utiliza uma metodologia que mobiliza diferentes estratégias para reunir dados que expressam a diversidade de ideias e de contextos de produção de significados em torno a um conceito. Por meio dessas estratégias, pretende-se abarcar três domínios genéticos abordados por Vygotsky: os domínios sociocultural, ontogenético e microgenético. (Mortimer et al., 2011).

O domínio sociocultural baseia-se em informações sobre a gênese e evolução de um conceito ao longo da história. Os dados que permitem investigar este domínio têm sido buscados em fontes da História da Ciência e nos tratamentos epistemológicos sobre o conceito. O domínio ontogenético refere-se à aprendizagem e evolução dos conceitos junto aos indivíduos ao longo de sua história pessoal, e os dados que possibilitam a análise desse domínio tem sido obtido na literatura sobre concepções alternativas acerca do conceito em questão. Já o domínio microgenético refere-se aos processos de significar e pensar um conceito em situações de interação e de expressão de ideias, em um intervalo de tempo curto e circunstâncias específicas. Dados empíricos de entrevistas e interações discursivas têm sido utilizados para mapear este domínio (Sepulveda et al., 2007; Silva & Amaral, 2013; Mortimer et al, 2014; Freire, 2019). Nesta pesquisa partimos da premissa de que os livros didáticos de Química, por sua própria natureza, abrangem os domínios sociocultural e ontogenético, o que permite a coexistência de diferentes zonas do perfil de substância em seu conteúdo.

O conceito de substância atende a todos os requisitos para a construção de um perfil conceitual, pois ele é central em uma área do conhecimento – a Química; é considerado um conceito polissêmico; e é utilizado tanto na linguagem científica quanto na linguagem natural. O perfil conceitual de substância foi proposto por Silva (2011) e Silva e Amaral (2013), com base em um conjunto de compromissos epistemológicos e ontológicos investigados a partir de uma análise da evolução histórica da noção de substância em fontes bibliográficas sobre a História da Ciência e a aplicação de questionários para estudantes do ensino médio e superior. Silva (2017) caracteriza as zonas conforme apresentado a seguir:

A zona generalista está relacionada a uma perspectiva em que são visualizadas as totalidades de um material em detrimento das partes. Desse modo, qualquer material pode ser tratado como sendo uma substância, ou entendido como se fosse uma única substância a qual está associado (Silva, 2017). Exemplos nessa direção se observam quando se consideram que o petróleo é uma substância em uma manchete jornalística, ou quando se trata um fármaco como se o comprimido em si fosse o princípio ativo responsável por seu efeito, sem o esclarecimento de que há vários componentes naquela porção de material.

A zona utilitarista/pragmática, por sua vez, abarca concepções em que o sujeito compreende as substâncias a partir de atributos que são importantes para a manutenção da vida, ou que têm alguma utilidade prática, e podem gerar benefícios ou malefícios a saúde ou a natureza (Silva, 2017). São exemplos de formas de pensar baseadas nessa zona relacionar os benefícios do

consumo de frutas em consideração às substâncias benéficas presentes nelas, ou os malefícios do cigarro por conta das substâncias tóxicas presentes no tabaco.

A zona substancialista compreende a noção de que as substâncias são constituídas por partículas, com diferentes classificações e propriedades, ou seja, esta zona já apresenta ideias científicas. No entanto, observa-se uma tendência em considerar que as propriedades físicas e químicas das substâncias também se manifestam em seus constituintes - átomos e moléculas (Silva, 2017). Nessa perspectiva, a substância condensa as propriedades intrínsecas dos materiais, como ocorre, por exemplo, quando as pessoas atribuem às substâncias propriedades como cor, cheiro e doçura (Silva & Amaral, 2013).

A zona racionalista se caracteriza por abarcar uma perspectiva que considera substâncias a partir de uma visão científica simultaneamente macroscópica e microscópica. Do ponto de vista macroscópico, a substância pode ser identificada por propriedades como temperatura de fusão e de ebulição, solubilidade e densidade. Sob a perspectiva microscópica, uma substância pode ser descrita como simples, composta, orgânica ou inorgânica, a depender da natureza das partículas que a estrutura (Silva & Amaral, 2013; Silva, 2017), ou seja, as substâncias nesta zona são compreendidas com base em representações que utilizam os modelos atômicos e suas propriedades são explicadas pelos arranjos dos átomos e das moléculas (Silva et al., 2021). Essa zona é basilar para a constituição da Química como uma ciência moderna, visto que essa zona assume um compromisso epistemológico com a linguagem química e com o sistema simbólico característico dessa disciplina.

A zona relacional também parte de uma perspectiva científica. Nela, contudo, as ideias de substância envolvem um nível mais elevado de abstração. Para essa zona, uma substância é compreendida por meio de aspectos energéticos que modificam suas propriedades a depender do meio em que ela se encontra como, por exemplo, as substâncias que se comportam como ácido e base a depender das interações com o meio em que estão inseridas (Silva, 2017), tendo em vista que essas interações envolvem processos de absorção e liberação de energia e transformações nas partículas das substâncias até que se atinja um estado de equilíbrio. O que diferencia essa zona da anterior é o compromisso ontológico em que as entidades químicas são abordadas, visto que na zona relacional existe uma concepção mais abstrata de descrição da natureza da matéria.

Silva et al. (2021) propõem a individualização de uma zona empírica para o perfil de substância. Esta zona abarca a compreensão de que as substâncias são extraídas dos materiais por procedimentos técnicos, e podem ter suas propriedades físicas e químicas observadas e determinadas. A investigação aqui apresentada não leva em consideração a zona empírica no tratamento dos dados do LD, uma vez que foi utilizado como referencial as zonas apresentadas em Silva (2017). Entretanto, compromissos epistemológicos e ontológicos que caracterizam essa zona podem ser identificados nos dados classificados como zona racionalista, em particular no que tange à perspectiva macroscópicas das substâncias. O Quadro 1, a seguir, apresenta uma síntese das zonas do perfil de substância.

Quadro 1: Zonas do perfil conceitual de substância

| Zona | Características das Zonas |
|-------------------------|---|
| Generalista | Qualquer material é entendido como uma substância |
| Utilitarista/pragmática | Substância entendida a partir de seus efeitos |
| Substancialista | Substância equivalente às propriedades dos materiais |
| Racionalista | Noção científica de substância descrita por modelos explicativos que a caracterizam macro e microscopicamente |
| Relacional | Noção científica a partir da relação matéria/energia e interação com o meio |

Fonte: Adaptado de Silva (2017) e Silva et al. (2021)

A aprendizagem conceitual, no prisma da teoria dos perfis conceituais, envolve processos cognitivo e metacognitivo interligados (Mortimer et al., 2014). O processo cognitivo está relacionado à aprendizagem das diferentes formas de pensar sobre determinado conceito científico para além das maneiras de pensar que o sujeito já possui, ou seja, a expansão em direção a novas zonas de um perfil. Tendo em vista que as diferentes formas de pensar coexistem no indivíduo, mesmo após ele ter vivenciado experiências de ensino formal e o contato com linguagem da ciência escolar, é importante que esses sujeitos tomem consciência da existência da heterogeneidade de modos de significar o conceito, de modo que saibam utilizar cada uma das zonas de um perfil de maneira adequada em uma situação - um processo metacognitivo (Mortimer et al., 2011; Mortimer et al., 2014).

Os conteúdos de ensino são formados por um conjunto de conhecimentos socialmente construídos e organizados pedagogicamente em disciplinas escolares sob o crivo de orientações curriculares. São exemplos de conteúdos de ensino os conceitos, definições, ideias, processos, princípios e hábitos (Libâneo, 2013). Zabala (1998) classifica os conteúdos como: conceituais, relacionados a uma perspectiva epistemológica ligada à compreensão de conceitos, princípios, fatos e evidências; procedimentais, que dizem respeito à dimensão metodológica, relacionada ao exercício e à aplicação de técnicas e métodos em determinada área do conhecimento; e atitudinais, que tangenciam a dimensão axiológica, e estão relacionados a valores, normas e atitudes.

Santos e Santos (2023) evidenciam a centralidade dos perfis conceituais na composição dos conteúdos de ensino em uma disciplina, demonstrando que a abordagem de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais envolve a mobilização de zonas de determinado perfil conceitual. Corroborando esta afirmação, Sabino e Amaral (2018), por exemplo, demonstraram que zonas do perfil conceitual de substância foram mobilizadas em uma discussão sobre medicamentos e automedicação durante uma intervenção no ensino de Química, o que mobilizou conteúdos conceituais e atitudinais. Já Leite (2018) relatou a emergência de zonas do perfil conceitual de calor na abordagem dos conteúdos conceituais da termoquímica, durante a aplicação de um jogo educativo. Lopes (2017), por sua vez, apresentou uma intervenção em que estudantes mobilizaram zonas do perfil conceitual de átomo para interpretação de experimentos sobre a emissão de radiações, abordando, portanto, conteúdos procedimentais. Esses exemplos ilustram a centralidade de um perfil conceitual e de suas zonas na abordagem dos conteúdos das disciplinas científicas.

Os conteúdos relacionados às funções orgânicas tendem a ser abordados na terceira série do ensino médio. “Função orgânica” é frequentemente conceituada como conjunto de substâncias orgânicas que possuem sítios reativos em sua estrutura molecular com conferem a estas substâncias propriedades físico-químicas semelhantes. Cada função orgânica apresenta na estrutura de suas moléculas um átomo ou um agrupamento de átomos que caracterizam a função a que o composto pertence, e esta parte estrutural das moléculas é chamada de grupo funcional (Pazinato et al., 2012). Cabe destacar que o termo “função” no contexto da química pode ser mais precisamente definido como o comportamento de um composto químico no momento de uma reação química (Messeder Neto et al., 2021). Deste modo, a caracterização das substâncias com base em agrupamentos semelhantes e que leva em consideração apenas sua fórmula estrutural é melhor definida como “classe de substância orgânica”. Entretanto, em decorrência da comum utilização do termo “função orgânica” como sinônimo de “classe de substância orgânica” em livros didáticos de Química do nível médio, foi adotado esse primeiro termo em nosso estudo.

Levando em consideração que o livro didático é um dos principais recursos para o ensino e aprendizagem dos conteúdos da química, o texto presente nesses materiais mobilizam os conceitos perfiláveis de diferentes maneiras – sustentando-os em diferentes zonas. Além disso, os LDs são meios de informação e comunicação de conhecimentos que condensam linguagem

verbal e não verbal na abordagem dos conteúdos, constituindo-se como um instrumento multimodal (Freitas & Quadros, 2021). Logo, a investigação acerca das condições que culminam na emergência de zonas de perfis conceituais em livros didáticos pode apresentar importantes contribuições para o campo educacional, gerando conhecimentos para a compreensão das relações entre a linguagem empregada nesses materiais e o ensino e aprendizagem de conceitos científicos.

Metodologia

Esta é uma investigação de natureza qualitativa, tendo em vista que apresenta as seguintes características: os dados se apresentam na forma de palavras e/ou imagens; o estudo prioriza a interpretação e descrição dos dados apesar de apresentar alguma quantificação; utiliza uma amostra pequena sem representação estatística; e apresenta resultados específicos a um contexto limitado (Bogdan & Biklen, 1994). O método utilizado nessa pesquisa é o de análise documental. Um documento pode ser definido como qualquer suporte que contenha informação registrada, formando uma unidade que possa servir para consulta e análise, podendo ser impresso ou digital (Sá-Silva et al., 2009). Os livros didáticos são documentos de natureza didático-pedagógica regulamentados e disponibilizados pelo Ministério da Educação, por meio do Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD), para as escolas públicas brasileiras.

A coleta, organização e análise dos dados foi inspirada na técnica de análise de conteúdo seguindo três etapas: (I) pré-análise; (II) exploração do material; e (III) tratamento dos resultados (Bardin, 2011 apud Souza; Santos, 2020).

Na pré-análise foi feita uma garimpagem e leitura flutuante dos livros disponíveis dos triênios 2018-2020 e 2021-2024 do PNLD. A amostra selecionada para coleta dos dados foi o livro didático “Química”, dos autores Mortimer e Machado, editora Spicione, volume 3, 3ª edição, São Paulo, 2016. Esse LD fez parte do PNLD no triênio 2018 – 2020, sendo amplamente utilizado nas escolas da Secretaria de Educação do Estado da Bahia - estado em que o estudo foi desenvolvido. A escolha de um LD do triênio 2018-2020 deve-se ao fato de que os livros do triênio 2021-2024 são organizados por áreas do conhecimento em decorrência do Novo Ensino Médio². Na atual configuração, o componente curricular Química está incluso no livro de Ciências das Natureza, por esta razão, os capítulos sobre funções orgânicas são resumidos devido à redução de carga-horária da disciplina e apresentam dados insuficientes para sustentar a análise pretendida. Ademais, este artigo apresenta os resultados da análise de um exemplar que apresentou o capítulo mais amplo sobre o tema, com a expectativa de que os aspectos metodológicos e os resultados aqui apresentados inspirem a análise de outros LDs em investigações futuras.

O livro adotado na pesquisa foi baixado em arquivo digital no formato PDF e previamente examinado. A partir deste exame, o capítulo 1 “A química das drogas e dos medicamentos e as funções orgânicas”, compreendido entre as páginas 10 e 68 foi selecionado como recorte para a pesquisa. A leitura preliminar do capítulo foi realizada a fim de conhecer as características gerais da linguagem verbal e não verbal empregada no livro.

A exploração do material foi feita por meio do mecanismo de busca de palavras no arquivo, utilizando o atalho “Ctrl + F” para busca do termo indicador “substância”. Em cada período do texto em que o indicador foi detectado ele foi posteriormente destacado, copiado e agrupado em uma tabela na ferramenta Excel®. Esses períodos constituem as unidades de análise desse estudo. Na tabela foram registradas em diferentes colunas a página em que cada unidade foi coletada, uma descrição dos tipos de representação visual utilizados como meios para o

² Há uma expectativa de retorno à antiga carga horária da disciplina Química por meio de mudanças no Novo Ensino Médio através da PL 5230/2023, que visa entre outras coisas a reformular a carga horária das disciplinas obrigatórias.

significado de substância apresentado na unidade, e os conceitos químicos relacionados ao termo “substância” em cada trecho selecionado.

Os dados organizados na tabela foram lidos e codificados a partir da identificação da emergência do conceito de substância em cada unidade. A codificação foi baseada nas zonas: generalista, utilitarista/pragmática, substancialista, racionalista e relacional do perfil de substância apresentado em Silva (2017). As unidades codificadas possibilitaram a quantificação da emergência de cada zona nas unidades de registro, o que permitiu representar graficamente a frequência das zonas. Em seguida, as unidades foram agrupadas em relação a suas similaridades de acordo com duas categorias:

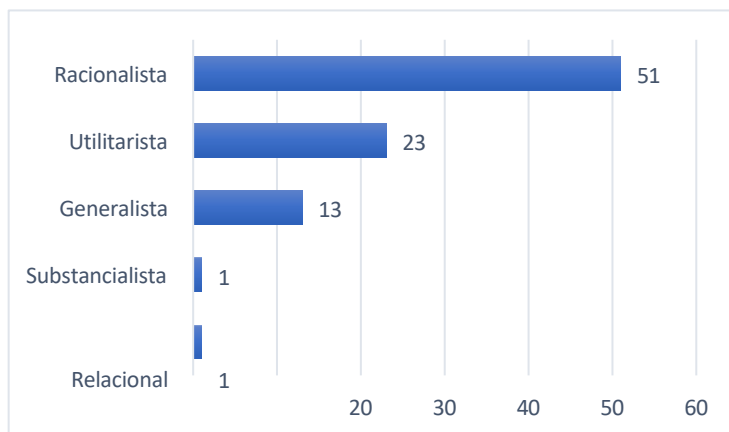
1. Funções orgânicas e a emergência das zonas racionalista e relacional;
2. Funções orgânicas e a emergência das zonas generalista, utilitarista e substancialista.

Na interpretação dos resultados as categorias foram descritas e analisadas quanto a relação entre os tipos de representação visual e a emergência de cada zona, bem como quanto aos conceitos identificados cujas definições mobilizam zonas do perfil de substância.

Resultados e Discussão

A busca pela palavra “substância” realizada no capítulo 1 do livro, identifica o termo 96 vezes. Desse total, 7 são excluídas por terem sido detectadas no enunciado de exercícios. As 89 menções restantes ao termo “substância” selecionadas para o estudo foram lidas e codificadas a partir da classificação em uma das zonas do perfil de substância apresentado por Silva (2017). O mapeamento das zonas resultou no gráfico expresso na Figura 1.

Figura 1: Frequência da emergência de zonas do perfil conceitual de substância no capítulo 1 do livro didático



Fonte: Elaborada pelos autores.

Os resultados mostram que a zona racionalista emergiu na maioria das vezes no texto, totalizando 53 menções (59,5%), seguida das zonas utilitarista/ pragmática, com 23 menções (26%), e generalista com 11 identificações (12,3%) cada uma. As zonas substancialista e relacional foram detectadas respectivamente apenas uma vez (aproximadamente 1%).

Uma maior tendência da emergência da zona racionalista é esperada em um livro didático, visto que esse tipo de material apresenta uma linguagem científica compatível com a química clássica pois, a partir da zona racionalista, é possível conceituar as substâncias elaborando modelos que a caracterizam, possibilitando diferenciar entre elemento, substância simples, substância composta e misturas (Silva & Amaral, 2013). Esses conceitos são objetos do conhecimento da Química segundo orientações curriculares brasileiras, logo devem ser abordadas nos livros didáticos aprovados pelo PNLD.

No entanto, a análise revelou uma expressiva emergência de zonas não científicas, como a utilitarista/pragmática e a generalista, que somadas foram identificadas 34 vezes, aproximadamente 38% das menções ao conceito de substância no texto. Esse resultado ressalta a importância de professores e alunos terem clareza da diversidade de maneiras que o conceito de substância pode ser mobilizado quando se discute funções orgânicas utilizando um LD, e dos compromissos epistemológicos e ontológicos que sustentam cada um desses modos de pensar. Compreender os perfis conceituais, portanto, deve auxiliar uma interpretação mais consistente dos conteúdos abordados em livros didáticos.

Os principais tipos de representação visual identificados no capítulo foram: representações para auxiliar a visualização de entidades microscópicas, tabelas/quadros de dados, fotografias de pessoas, objetos ou processos e fotografias históricas. Já os conceitos identificados cuja definição expressa no livro está associada a zonas do perfil de substância foram: “fármaco/medicamento”; “droga”; “droga/substância psicotrópica”; “composto orgânico”; “escala Gay-Lussac”; E neurotransmissores.

Categoria 1: Funções Orgânicas e a Emergência das Zonas Racionalista e Relacional

Esta categoria reúne dados que evidenciam a emergência da zona racionalista e relacional associadas às representações simbólicas, dados empíricos e fotografias que ilustram aplicações tecnológicas relacionadas as funções orgânicas.

Subcategoria: Funções Orgânicas, Representações Simbólicas e Dados Empíricos

Integram esta subcategoria as unidades de análise que evidenciam a zona racionalista, que conforme alguns exemplos expressos no Quadro 2, são identificados em partes do texto que fazem menção a uma noção microscópica ou macroscópica do conceito de substância. Essa perspectiva foi evidenciada em trechos que consideram que os materiais são formados por partículas estáveis que podem ser isoladas, preservando características sub microscópicas como, por exemplo, o tipo de átomo presente e a sua estrutura molecular ou a configuração da molécula, ou em trechos que se referem às substâncias em termos de suas propriedades macroscópicas constantes como a temperatura de fusão e ebulição, por exemplo

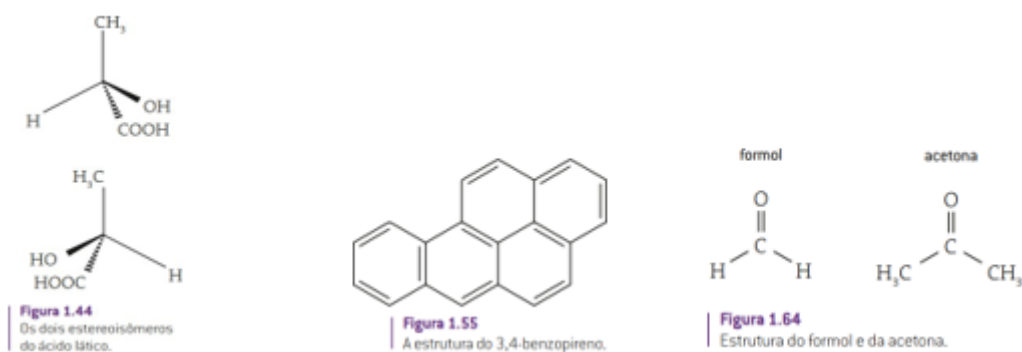
Quadro 2: Unidades de análise que mobilizam a zona racionalista

| Página | Trecho |
|--------|--|
| 14 | “Substâncias que têm um grupo hidroxila (-OH) ligado a cadeias carbônicas”. |
| 16 | “Podemos classificar as substâncias orgânicas levando em consideração os grupos funcionais presentes em suas moléculas”. |
| 33 | “Temperaturas de fusão e ebulição para algumas substâncias e suas fórmulas estruturais”. |
| 35 | “Ácido tartárico, substância que pode ser isolada do tártaro que se deposita em barris usados para o envelhecimento do vinho”. |

Fonte: Elaborado pelos autores.

Associada às unidades que expressam uma perspectiva racionalista, podem ser identificados tipos de representação visual como modelos/estruturas moleculares ou tabelas que apresentam dados de propriedades macroscópicas destes compostos. Essas circunstâncias em que se identifica a emergência da zona racionalista sugerem uma relação estreita entre a emergência dessa zona e o uso de uma diversidade de representações visuais que tem por finalidade: (a) a visualização/expressão de modelos microscópicos característicos da linguagem simbólica da Química, e (b) a apresentação de dados de propriedades que sustentam uma definição macroscópica de substância, conforme expressam as Figuras 2 e 3 retiradas do livro.

Figura 2: Tipos de representação visual que subsidiam a abordagem do conceito de substância com base da zona racionalista (microscópica) no LD



Fonte: Mortimer e Machado (2016, p. 36, 40 e 43).

Figura 3: Tipos de representação visual que subsidiam a abordagem do conceito de substância com base da zona racionalista (macroscópica) no LD.

| Substância | Fórmula molecular | Fórmula estrutural | Temperatura de fusão (°C) | Temperatura de ebulição (°C) |
|---------------------|--------------------------------|---|---------------------------|------------------------------|
| hexano | C ₆ H ₁₄ | CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃ | -95,3 | 68,7 |
| 2,2-dimetil-butano | C ₆ H ₁₄ | $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ | -99,0 | 49,7 |
| heptano | C ₇ H ₁₆ | CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃ | -90,6 | 98,5 |
| 2,2-dimetil-pentano | C ₇ H ₁₆ | $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ | -123,8 | 79,2 |
| octano | C ₈ H ₁₈ | CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃ | -56,8 | 125,6 |
| 2,2-dimetil-hexano | C ₈ H ₁₈ | $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ | -121,1 | 106,8 |

Fonte: Mortimer e Machado (2016, p. 33).

Os dados desta subcategoria convergem com a concepção de substância associada a representações que utilizam modelos moleculares para demonstrar sua estrutura e explicar suas propriedades, conforme destacam Silva et al., (2021) em referência ao conceito de substância quando mobilizado pela zona racionalista. Segundo esses autores, a partir dessa zona o significado de substância se desloca do plano da materialidade para um plano representacional, por meio da linguagem simbólica da Química. Desse modo, a significação do conceito de substância requer o contato com modelos explicativos expressos por uma diversidade de tipos de representação visual, tais como os desenhos de estruturas moleculares, por exemplo, conforme identificado nos dados analisados quando se pretende ilustrar no LD diferentes exemplos de funções orgânicas. Já o uso de tabelas e quadros, por sua vez, é uma demanda relacionada à necessidade de apresentação de dados empíricos para caracterização de propriedades macroscópicas, o que auxilia uma compreensão do conceito de substância a partir de suas propriedades mensuráveis, conforme destaca Silva (2017). Na Figura 3, por exemplo, vemos uma tabela com dados de temperaturas de fusão e de ebulição de substâncias da função hidrocarboneto.

Em relação aos conceitos que têm a sua definição associada a zonas do perfil de substância, esta subcategoria destaca as definições de dois importantes conteúdos conceituais: “substância/composto orgânico” e “droga”. A primeira é definida no LD como “substâncias constituídas por moléculas que apresentam cadeias de átomos de carbono – as chamadas cadeias carbônicas –, na maior parte das vezes ligadas a outros grupos que, além do carbono e do

hidrogênio, podem conter átomos de oxigênio e nitrogênio”; e a segunda definida como “grupos químicos presentes na estrutura molecular das substâncias, em sua maioria, alcaloides: bases orgânicas nitrogenadas também conhecidas como aminas” (Mortimer & Machado, 2016)

As definições em relevo são cruciais para compreensão e contextualização das funções orgânicas e são expressas por meio de uma linguagem compatível com a zona racionalista do perfil de substância, tendo em vista a utilização de compromissos epistemológicos atrelados à linguagem científica e compromissos ontológicos que dimensionam as substâncias como partículas realistas que podem ser isoladas e caracterizadas.

Subcategoria: Funções Orgânicas e Aplicações Tecnológicas

Na análise dos dados, a zona relacional foi identificada em um único trecho que se refere a uma substância envolvida em uma sequência de transformações, que modificam essa substância por meio de processos de oxidação (Quadro 3), ou seja, uma noção que sustenta a ocorrência de mudanças na configuração da substância em decorrência de sua interação dinâmica com o meio em que ela se encontra, portanto, uma perspectiva relacional.

Quadro 3: Unidade de análise que mobiliza a zona relacional

| Página | Trecho |
|--------|---|
| 52 | “O álcool é eliminado após ter sido metabolizado no fígado, onde é inicialmente oxidado a aldeído acético (etanal), substância então oxidada a ácido acético, o qual finalmente é transformado em gás carbônico (CO ₂) e água”. |

Fonte: Elaborado pelos autores.

Segundo Mortimer (1997, apud Silva, 2017) uma perspectiva relacional acerca da natureza das propriedades químicas leva à compreensão dessas propriedades como resultante das interações entre partículas, e não como dependentes unicamente de propriedades intrínsecas de cada molécula que compõe um material. Desse modo, em um determinado sistema as moléculas que compõem uma substância estão em constante interação umas com as outras e com as vizinhanças do sistema, havendo uma constante troca energética (Silva & Amaral, 2013). No caso da unidade identificada como zona relacional, as trocas energéticas resultam em reações de oxidação por meio da qual as substâncias modificam sua estrutura em contato com o entorno. Essa compreensão é sustentada por compromissos ontológicos que dimensionam as substâncias como uma entidade abstrata, portanto, uma característica da zona relacional.

O entendimento de substância a partir da zona relacional requer conhecimentos prévios e o uso de uma linguagem mais complexa e abstrata, por esse motivo, a zona relacional é pouco abordada no ensino médio e emergiu singularmente no capítulo do LD analisado. Não foi identificada nenhum tipo de representação visual ligada ao entendimento da noção relacional de substância na unidade analisada. Entretanto, associada a ela é identificada a fotografia de um bafômetro que contextualiza informações sobre a função orgânica álcool abordada no texto. Outra fotografia é observada na página 33, onde se identifica a emergência da zona racionalista para explicar as propriedades da gasolina – um exemplo de hidrocarboneto alceno. Nessa unidade os autores do LD recorrem à noção de interação molecular para explicar a imiscibilidade da gasolina na água. Associado a essa explicação, encontra-se uma fotografia de um densímetro que verifica o grau de pureza do álcool presente em combustíveis comercializados em postos de gasolina. As fotografias são apresentadas na Figura 4.

Figura 4: Fotografia associada a abordagem do conceito de substância com base na zona racionalista e relacional no LD.



Figura 1.37
O densímetro é um instrumento usado também em postos de gasolina para verificar, por meio da densidade, o grau de pureza do álcool no combustível.



Figura 1.29
O uso do bafômetro ajuda a revelar os níveis de álcool no organismo de uma pessoa.

Fonte: Mortimer e Machado (2016, p. 33 e 52).

Associado a esta subcategoria identifica-se o conceito de “Escala Gay-Lussac” que mobiliza a zona racionalista do perfil de substância, sendo definido como “uma escala construída a 15 °C para medir a concentração de etanol em soluções aquosas. Os “°g/L” definem o volume da substância presente em 100 mL da solução aquosa que a contém” (Mortimer; Machado, 2016). Essa definição está relacionada a aplicação de métodos que permitem detectar a quantidade de etanol – uma substância da função orgânica álcool - em soluções, e constitui um exemplo de conteúdo procedimental identificado no capítulo e relacionado ao conceito de substância.

Categoria 2: Funções Orgânicas e a Emergência das Zonas Generalista, Utilitarista/Pragmática e Substancialista

Esta categoria abarca unidades que buscam apresentar discussões sobre as funções orgânicas de maneira contextualizada com aspectos relacionados ao uso das funções no cotidiano ou uma abordagem histórica acerca das funções.

Subcategoria: Presença das Funções Orgânicas no Cotidiano

A zona utilitarista/pragmática emerge ao longo do capítulo quando relacionada aos discursos sobre os efeitos de drogas e medicamentos no organismo humano, enfocando benefícios e/ou malefícios desses compostos para a saúde, conforme exemplos expostos no Quadro 4.

Quadro 4: Unidade de análise que mobiliza a zona utilitarista/pragmática

| Página | Trecho |
|---------------|---|
| 13 | “Considerar uma substância legal ou ilegal exige ... considerar os riscos que ela causa a saúde”. |
| 27 | “Substância que desempenha papel fundamental no metabolismo dos organismos vivos”. |
| 53 | “Inalação constante dessas substâncias pode trazer sérias consequências à saúde do fumante”. |

Fonte: Elaborado pelos autores.

A análise dos dados revela uma relação direta entre a emergência da zona utilitarista/pragmática do perfil de substância e a contextualização do conteúdo sobre funções orgânicas, por meio da discussão sobre o uso de drogas e medicamentos. Essa abordagem mobiliza conteúdos atitudinais que dizem respeito a valores e condutas relacionadas a abordagem dos temas e, neste âmbito, a menção ao termo “substância” sustentado pela zona utilitarista/pragmática engendrou sentidos aos discursos relacionados aos cuidados com a saúde e a formação de opiniões sobre o uso de drogas. Na mesma direção, a emergência da zona generalista também se mostrou atrelada a uma abordagem contextualizada, sendo detectada em situações em que os autores se referem à história social da definição do termo “drogas” e aos efeitos negativos que os componentes do cigarro podem causar a saúde, por exemplo, conforme apresentam os trechos do Quadro 5.

Quadro 5: Unidade de análise que mobiliza a zona generalista

| Página | Trecho |
|--------|--|
| 13 | “Os grupos sociais é que definem a legalidade do consumo dessas substâncias, e os critérios variam de uma cultura para outra ou de um momento histórico para outro”. |
| 15 | “Existem muitas substâncias nas folhas de tabaco e outras que são adicionadas durante o processo de produção dos cigarros” ... “A seguir listamos algumas delas: acetona, alcatrão, amônia, arsênio, butano, cádmio...”. |

Fonte: Elaborado pelos autores.

O fragmento em destaque no Quadro 5, situado na página 13, mostra que o termo “substância” foi mobilizado em referência às drogas de modo genérico, visto que os autores, no decorrer do texto, citam como exemplos “dessas substâncias” as bebidas alcoólicas, maconha e cocaína – materiais que na verdade são misturas. Nesse ponto da explanação, o objetivo do texto era discutir as mudanças na definição de “drogas” ao longo da história, sem a intensão de uma análise química rigorosa sobre a composição desses materiais. Já no exemplo da página 15, a mistura do alcatrão e os elementos químicos arsênio e cádmio é citada como se fosse uma única substância, realçando mais uma vez uma perspectiva generalista, dessa vez enfocando os riscos à saúde que os componentes do tabaco podem causar. Portanto, as zonas utilitarista/pragmática e generalistas no capítulo analisado são mobilizadas no texto com maior frequência em discussões que correlacionam as funções orgânicas a um contexto social – as drogas e saúde humana, e essa relação realça a mobilização das zonas de um perfil na abordagem de conteúdos atitudinais, conforme apontam Santos e Santos (2023).

Nas unidades em que se verifica a emergência de zonas generalistas e utilitarista/pragmática, os tipos de representação visual identificados foram imagens que representam objetos ou situações do cotidiano relacionados à temática contextual discutida no livro, e não foram observados modelos científicos ou dados empíricos como nas imagens associadas à zona racionalista. As Figuras 5 e 6 ilustram exemplos de imagens identificadas nesses contextos em que as zonas utilitarista/pragmática e generalista são mobilizados.

Figura 5: Fotografia associada a abordagem do conceito de substância com base na zona utilitarista/pragmática no LD



Figura 1.93
A cafeína é um estimulante presente no café e em outros produtos.

Fonte: Mortimer e Machado (2016, p. 58).

Figura 6: Fotografia associada a abordagem do conceito de substância com base na zona generalista no LD



Figura 1.4
Plantação de *Nicotiana tabacum*, nos Estados Unidos, em 2007.

Fonte: Mortimer e Machado (2016, p. 15).

A zona substancialista por sua vez foi identificada uma única vez, conforme apresentado no Quadro 6.

Quadro 6: Unidade de análise que mobiliza a zona substancialista

| Página | Trecho |
|--------|--|
| 29 | “O GLP é incolor e inodoro, e seu cheiro característico é resultado da adição de uma substância (o mercaptano) que serve de medida de segurança em caso de vazamento”. |

Fonte: Elaborado pelos autores.

De acordo com o Quadro 6, o mercaptano é citado na página 29 como uma substância responsável pelo cheiro emitido pela mistura do gás de cozinha, ou seja, a noção de substância nesse trecho do texto adquiriu o status de uma propriedade - o cheiro -, evidenciando a emergência da zona substancialista. É interessante destacar que esse trecho é detectado em uma legenda explicativa à parte do texto, o que significa que no texto principal do capítulo não houve a emergência da zona substancialista no conteúdo sobre funções orgânicas, evidência de que essa zona é pouco abordada no ensino deste conteúdo neste livro.

No que diz respeito aos tipos de representação visual, assim como nos períodos em que se verifica a emergência das zonas utilitarista/pragmática e generalista, a zona substancialista também é subsidiada com a exposição de imagens referentes a objetos ou situações do cotidiano, conforme pode se verificar na Figura 7.

Figura 7: Fotografia associada a abordagem do conceito de substância com base na zona substancialista no LD



Figura 1.30
O butano é um dos gases que constituem o GLP (gás liquefeito de petróleo), utilizado como gás de cozinha. O GLP é incolor e inodoro, e seu cheiro característico é resultado da adição de uma substância (o mercaptano) que serve de medida de segurança em caso de vazamento.

Fonte: Mortimer e Machado (2016, p. 29).

Por fim, associada a essa categoria, são identificados os conceitos cujas definições expressas no texto estão diretamente associadas a zona utilitarista/pragmática do perfil conceitual de substância. O Quadro 7 apresenta esses conceitos identificados ao longo do capítulo.

Quadro 7: Conceitos com definições associadas a zona utilitarista/pragmática do perfil de substância

| Conceito | Definição |
|--|---|
| Fármaco/medicamento | “Qualquer substância farmacologicamente ativa usada em benefício da saúde – com fins terapêuticos”. |
| Droga | “São substâncias capazes de modificar o funcionamento dos organismos vivos, resultando em mudanças fisiológicas ou de comportamento”. |
| Droga psicotrópica/ substância psicotrópica | “São substâncias que atuam sobre o sistema nervoso central (SNC), modificando o comportamento do usuário”. |
| Neurotransmissores | “Substâncias responsáveis pela transmissão de sinais elétricos entre as diversas partes do sistema nervoso central”. |

Fonte: Elaborado pelos autores.

Um total de quatro conceitos cujas definições estão diretamente associadas ao conceito de substância sustentado pela zona utilitarista/pragmática foram identificados no texto, como é o caso das definições de fármaco/medicamento, droga, droga psicotrópica e neurotransmissores. Nesses casos, as definições dos conceitos mobilizam significados de substância relacionadas aos efeitos que elas podem provocar ou a função que elas desempenham no organismo humano.

É interessante destacar que a definição do conceito “droga”, além de ser apresentada em uma perspectiva utilitarista/pragmática, também é mencionada no texto a partir da zona racionalista. Essa observação pode ser feita quando os autores apresentam uma segunda forma de conceituar “droga”, afirmando que ela pode ser significada “como um conjunto de substâncias alcaloides com agrupamento funcional amina” (Mortimer & Machado, 2016). Esse dado indica que um mesmo conceito pode ser definido de formas diferentes, mobilizando diferentes zonas de um perfil, a depender do contexto e da perspectiva em que é utilizado.

Subcategoria: Funções Orgânicas e Aspectos Históricos

Integram esta subcategoria unidades que fazem referência a aspectos sócio-históricos relacionados a algumas funções orgânicas, como é o caso das unidades expressas no Quadro 8.

Quadro 8: Unidades que apresentam aspectos históricos sobre funções orgânicas

| Página | Unidades |
|--------|--|
| 13 | Os grupos sociais é que definem a legalidade do consumo dessas substâncias, e os critérios variam de uma cultura para outra ou de um momento histórico para outro. Um bom exemplo de como esses critérios se alteram é o período da história norte-americana no qual vigorou a chamada “Lei seca”. |
| 16 | As substâncias que encontramos nos organismos vivos são consideradas substâncias orgânicas. Até meados do século XIX, acreditava-se que apenas os organismos vivos eram capazes de sintetizar substâncias orgânicas – doutrina que ficou conhecida como vitalismo. |

Fonte: Elaborado pelos autores.

As unidades apresentadas expressam aspectos sócio-históricos relacionados a algumas funções orgânicas. Os tipos de representação visual atrelados a essa subcategoria apresentam fotografias

e imagem de situações ou personagens históricos importantes para o campo da Química, conforme a Figura 8.

Figura 8: Fotografias associadas a abordagem do conceito de substância em abordagens históricas.



Figura 1.3
Agentes de polícia da cidade de Nova York, nos Estados Unidos, descartam no esgoto vários litros de bebida, nos anos 1920 e 1930, período no qual a fabricação, o transporte e a venda de bebidas alcoólicas para consumo foram banidos em todo o país.



Figura 1.6
Com a síntese da ureia, realizada em laboratório em 1828, Friedrich Wöhler pôs em cheque a doutrina vitalista sobre vitalismo.

Fonte: Mortimer e Machado (2016, p. 13 e 16).

A principal definição identificada nessa subcategoria foi a de substância orgânica como “substâncias que encontramos nos organismos vivos” (Mortimer; Machado, 2016). A identificação de duas zonas diferentes também pode ser verificada na apresentação da definição de “composto/substância orgânica”, nesse caso, as zonas generalista e racionalista. A perspectiva generalista é identificada na exposição da ideia de que compostos orgânicos são aqueles presentes em seres vivos, em uma abordagem sobre a história das investigações relacionadas à Química Orgânica e a teoria da força vital. Já a zona racionalista pode ser identificada na formalização da definição de composto orgânico de acordo com a Química atual, que considera que as substâncias orgânicas são aquelas cuja composição é formada por moléculas caracterizadas como cadeias de carbono.

Considerações Finais

Neste artigo foram apresentados e discutidos os resultados de uma análise da emergência de zonas do perfil conceitual de substância em um livro didático para o ensino médio em torno ao conteúdo de funções orgânicas. Quanto ao mapeamento da frequência de zonas do perfil de substância que emergem no LD analisado, essa investigação realça que a heterogeneidade dos modos de significação do conceito de substância se faz presente na abordagem desse conteúdo, uma vez que todas as zonas do perfil estão presentes no texto. Conforme esperado, a zona racionalista é majoritariamente identificada, pelo fato de o LD ser um recurso que tem um compromisso com a linguagem formal da Química conforme objetos do conhecimento recomendados por diretrizes curriculares. Entretanto, os resultados também mostraram que as zonas não científicas generalista e utilitarista/pragmática adquirem um importante papel na abordagem do conteúdo analisado, visto que essas zonas sustentam discussões que contextualizam as funções orgânicas com a temática das drogas e medicamentos – um tema de interesse social, bem como, apresenta aspectos históricos relacionados as funções orgânicas.

Com relação aos tipos de representação visual observados no LD e sua relação com a emergência das zonas, a análise sugere que existe uma relação entre os modos de representação visual e a emergência de determinadas zonas do perfil de substância nos contextos analisados. Nessa direção, imagens como as representações de modelos microscópicos e tabelas de dados

empíricos, ou fotografias de aplicações tecnológicas relacionadas as funções orgânicas auxiliam a abordagem do conceito de substância a partir da zona racionalista – uma zona científica. Já imagens de objetos e situações do cotidiano ou fotografias históricas subsidiam o discurso sobre substância em uma perspectiva generalista, utilitarista/pragmática ou substancialista – zonas não científicas. Em estudos futuros essas relações entre tipos de representação visual e emergência de zonas poderão ser exploradas em maior profundidade, abrindo novas frentes de investigação no programa de pesquisa em perfis conceituais e sua relação com a multimodalidade.

Quanto aos conceitos cujas definições apresentadas no livro estão associadas a zonas do perfil de substância, estes em sua maioria estão relacionados à zona utilitarista/pragmática, o que engendrou significados relativos aos efeitos ou funções das substâncias no organismo humano, contextualizando-se a abordagem das funções com suas aplicações no cotidiano. A análise ainda apontou que um mesmo conceito pode ser definido com base em zonas diferentes de um mesmo perfil conceitual, como é o caso da definição de “drogas”, que foi apresentada pelos autores a partir de diferentes acepções associadas às zonas utilitarista/pragmática e racionalista.

Por fim, pode ser destacada a heurística do perfil conceitual de substância na análise do conteúdo textual de um LD, possibilitando o entendimento acerca dos variados modos de significação do conceito de substância no material didático, e indicando relações entre a linguagem verbal escrita e os variados modos de representação na emergência das formas de significar o conceito. Os desdobramentos desse estudo poderão refletir novas investigações para analisar discursos em diferentes objetos de investigação que utilizem linguagens multimodais.

Referências

- Bogdan, Robert, & Biklen, Sari (1994). *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto editora.
- Freire, Melquisedeque S., & Amaral, Edenia M. R. (2021). Perfil conceitual de química: uma ferramenta heurística para a análise de concepções sobre química. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 20(2).
- Freitas, Júlia C., & de Quadros, Ana L. (2021). Abordagem Multimodal: um olhar para os Livros Didáticos de Química. *Cadernos de Pesquisa*, 43, 315-328.
- Leite, Maria A. (2018). *Mapeamento das zonas do perfil conceitual de calor por meio de um jogo educativo para alunos da EJA*. 102 f, Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática). Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
- Libâneo, José C. (2017). *Didática*. Cortez Editora.
- Lopes, Rodrigo O. (2017). *A evolução do perfil conceitual de átomo por meio de atividades experimentais espectroscópicas*. (Dissertação de mestrado). Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde. Universidade Federal de Santa Maria
- Messenger Neto, Hélio S., Sá, Lucas V., Brito, Marina M. (2022). *Conceitos químicos em debate*. 1ª edição. Edufba
- Mortimer, Eduardo F.; Machado, Andréa H. (2016) *Química*. 3. ed. São Paulo: Scipione, vol.3
- Mortimer, Eduardo F. (1994). *Evolução do atomismo em sala de aula: mudança de perfis conceituais*. (Tese de doutorado). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Mortimer, Eduardo F (2000). *Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências*. Editora UFMG, Belo Horizonte.
- Mortimer, Eduardo F., Scott, Phill, & El-Hani, Charbel N. (2011) Bases teóricas e epistemológicas da abordagem dos perfis conceituais. *TED: Tecné, Episteme y Didaxis*, 30, 111-125.

Mortimer, Eduardo F., Scott, Phill, Amaral, Edenia M. R., & El-Hani, Charbel N. (2014) Conceptual Profiles: theoretical methodological bases of a research program. In Mortimer, E. F., El-Hani, C. N. *Conceptual profiles: a theory of teaching and learning scientific concepts*. Dordrecht: Springer, p. 3-33.

Pazinato, Mauricius S., Braibante, Hugo T., Braibante, Mara E., Trevisan, Marcele C., & Silva, Giovana S. (2012). Uma abordagem diferenciada para o ensino de funções orgânicas através da temática medicamentos. *Química Nova na Escola*, 34(1), 21-25.

Sabino, Jaqueline D., & Amaral, Edenia. M. R. (2018). Utilização do perfil conceitual de substância no planejamento do ensino e na análise do processo de aprendizagem. *Investigações em Ensino de Ciências*, 23(1).

Santos, João. P. M., & Santos, Bruno F. (2023). Diretrizes para planejamento do ensino de ciências baseado na teoria dos perfis conceituais. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 25.

Santos, João P. M., & Santos, Bruno F. (2021). Usos da Teoria dos Perfis Conceituais em pesquisas no Ensino de Ciências. Anais do XI ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, Em REDES, 27 de setembro a 01 de outubro.

Sá-Silva, Jackson R., Almeida, Cristovão D. D., & Guindani, Joel F. (2009). Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas. *Revista brasileira de história & ciências sociais*, 1(1), 1-15.

Sepulveda, Claudia A. S., Mortimer, Eduardo F., & El-Hani, Charbel N. (2013). Construção de um perfil conceitual de adaptação: implicações metodológicas para o programa de pesquisa sobre perfis conceituais e o ensino de evolução. *Investigações em Ensino de Ciências*, 18(2), 439-479.

Silva, João R. R. T. & do Amaral, Edenia M. R. (2013). Proposta de um perfil conceitual para substância. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 13(3), 53-72.

Silva, João R. R. T. (2017). Diversos modos de pensar o conceito de substância química na história da ciência e sua visão relacional. *Ciência & Educação (Bauru)*, 23, 707-722.

Silva, João R. R. T., Amaral, Edenia M. R., & Silva, Flávia C. V. (2021). Estruturação de zonas do perfil conceitual de substância e suas implicações para a compreensão química em sala de aula. *Educação Química*, (28), 33-38.

Sousa, José R., & Santos, Simone C. M. (2020). Análise de conteúdo em pesquisa qualitativa: modo de pensar e de fazer. *Pesquisa e Debate em Educação*, 10(2), 1396-1416.

Wartha, Edson J., & Rezende, Dayse B. (2017). As representações no ensino de química na perspectiva da semiótica peirceana. *Educação química em ponto de vista*, 1(1).

Zabala, Antoni (1998). A prática educativa: como ensinar. 1ª edição. Penso Editora.