

Estruturação de zonas do perfil conceitual de substância e suas implicações para a compreensão química em sala de aula

João Roberto Ratis Tenório da Silva / Universidade Federal de Pernambuco

Edenia Maria Ribeiro do Amaral / Universidade Federal Rural de Pernambuco

Flávia Cristiane Vieira da Silva / Universidade Federal Rural de Pernambuco



resumo

O objetivo deste trabalho é consolidar e ressignificar zonas já propostas para o perfil de substância e analisar as implicações de diferentes modos de pensar sobre substância para o ensino e aprendizagem desse e outros conceitos relacionados. Perfis conceituais são modelos de estruturação da heterogeneidade do pensamento e da linguagem e podem contribuir para ampliar as discussões em aulas de ciências. A estruturação de temas e categorias para as zonas do perfil conceitual de substância contribuiu para ressaltar cuidados no ensino do conceito e para compreender modos de pensar sobre ácidos e bases.

palavras-chave

Perfil conceitual, substância, temas e categorias, ensino de química.

abstract

The objective of this work is to consolidate and (re)signify zones of the conceptual profile for substance and analyze implications of different ways of thinking for the teaching and learning on substance and related concepts. Conceptual profiles are models of structuring the heterogeneity of thinking and language and can contribute to broaden discussions in science classes. The structuring of themes and categories for the zones of the conceptual profile of substance contributed to highlight features in the teaching of the concept and to understand ways of thinking about acids and bases.

keywords

Conceptual profile, substance, themes and categories, chemistry teaching.

Introdução

A heterogeneidade de modos de pensar sobre o conceito de substância, estruturada na perspectiva de perfis conceituais, tem sido objeto de estudo em vários trabalhos da literatura em Educação em Ciências (Silva, 2011, Silva & Amaral, 2013, Silva, 2017, Amaral, Silva & Sabino, 2018, Orduña Picón *et al.*, 2020). Os autores apresentam distintos olhares para o conceito de

substância e propõem diferentes zonas na constituição de perfis conceituais. Neste trabalho, o nosso objetivo é consolidar e ressignificar zonas já propostas para o perfil de substância, com base no trabalho de Amaral, Silva e Sabino (2018), e analisar as implicações dessas zonas para a compreensão de ácidos e bases.

Com base na premissa de que somos parte de um mundo heterogêneo e multiforme, no qual podem

ser manifestadas diferentes formas de ver, conceituar e compreender a realidade, fatos e fenômenos ao nosso redor (Schutz, 1954), temos trabalhado com a teoria dos perfis conceituais aplicada ao ensino e aprendizagem de ciências (Mortimer & El-Hani, 2014). Com perfis conceituais, estruturamos a heterogeneidade de pensamento e de linguagem em zonas que devem ser representativas de diferentes modos de pensar sendo cada uma

delas caracterizada por distintos compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos. Diferentes modos de pensar são identificados considerando que, quando constroem sentidos e significados sobre um conceito, os sujeitos mobilizam ideias e concepções em distintos domínios genéticos: sociogenético, ontogenético e microgenético (Wertsch, 1985). Para a proposição de perfis conceituais, esses domínios são buscados na construção de dados a partir de fontes diversas: ideias emergentes no desenvolvimento histórico do conceito, concepções prévias ou alternativas que os estudantes apresentam sobre o conceito, e sentidos e significados atribuídos ao conceito pelos estudantes em situações de interação.

A partir de um perfil conceitual de substância proposto por Amaral, Silva e Sabino (2018), buscamos consolidar, ressignificar e reorganizar diferentes modos de pensar sobre substância usando como base a ideia de matriz semântica. Sepúlveda (2010), Reis (2018) e Pimentel (2019) propuseram ideias de matrizes epistemológica e semântica como formas de organizar diferentes modos de pensar sobre um conceito, considerando relações entre temas epistemológicos ou semânticos (sentidos e significados), categorias e compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos. Na proposta aqui apresentada, focamos apenas nas definições de temas semânticos e categorias para cada zona do perfil conceitual de substância, buscando apontar algumas implicações que elas podem ter para o ensino e aprendizagem desse conceito e de conceitos subjacentes, tal como o de ácidos e bases.

Temas semânticos e categorias para zonas do perfil conceitual de substância matriz

O perfil conceitual de substância foi inicialmente proposto

por Silva (2011), Silva e Amaral (2013) com cinco zonas: generalista, essencialista, substancialista, racionalista e relacional. Em trabalhos posteriores, reformulações foram feitas, por exemplo, a zona generalista foi ampliada, a zona essencialista foi excluída e foi proposta a zona utilitarista/pragmática (Silva, 2017; Sabino & Amaral, 2018; Amaral, Silva & Sabino, 2018). Silva F. e Amaral (2020) apontaram a possibilidade de uma zona empírica para o perfil de substância, a partir da análise dos dados referentes aos diferentes modos de pensar sobre ácidos e bases. A partir das mudanças propostas nesses trabalhos recentes, reorganizamos os diferentes modos de pensar sobre substância a partir de temas semânticos e categorias que compreendem cada zona do perfil conceitual de substância, conforme mostrado no quadro 1.

No quadro 1, os temas e categorias possibilitaram melhor estruturação e clareza dos diferentes modos de pensar que constituem as zonas do perfil de substância. Consideramos que essa estruturação pode contribuir para o planejamento de um ensino mais amplo e significativo deste conceito e na compreensão das relações de modos de pensar substância com a compreensão de classes de substâncias, tal como ácidos e bases, mas que também podem se estender a óxidos, sais, álcoois, combustíveis e outros. Podemos apontar algumas dessas implicações com relação a cada zona do perfil (tabela 1):

Para ilustrar algumas das implicações que diferentes modos de pensar sobre substância podem trazer para os processos de ensino e aprendizagem desse conceito e de conceitos relacionados, mostraremos um exemplo aplicado ao conceito de ácidos e bases.

Abordagem do conceito de ácidos e bases com base no perfil conceitual de substância

Segundo Kopnin (1996), conceitos científicos formam um sistema específico, um reflexo de algo universal que possibilita a compreensão de interrelações de conteúdo – fatos essenciais (propriedades, relações) – e volume, conjunto de objetos (pluralidade, classe, grupo), que se estende ao conteúdo do conceito. Sobre o conceito de substância, consideramos que ele apresenta relações e propriedades que lhe conferem a existência de classes, por exemplo, ácidos e bases, e aqui buscamos identificar convergências encontradas nos diferentes modos de pensar sobre esses conceitos.

F. Silva (2017) realizou um amplo estudo sobre modos de pensar os conceitos de ácidos e bases, usando fontes secundárias da história da ciência, a literatura sobre concepções dos estudantes, investigação em sala de aula e em uma comunidade de prática. Os resultados mostraram que diferentes modos de pensar sobre ácidos e bases guardavam uma relação estreita com as zonas do perfil conceitual de substância, que foram adequadas para esse uso específico (Silva & Amaral, 2020). Neste artigo, dada a limitação de espaço e buscando ilustrar algumas dessas relações, apresentaremos ideias que emergiram em um curso de formação do PIBID (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência), do qual participavam licenciandos de Química.

Em uma das etapas do curso, os licenciandos foram solicitados a expressar suas concepções sobre ácidos e bases, considerando diversos contextos nos quais esses conceitos podem ser aplicados. As respostas do licenciandos apontam para relações com zonas do perfil conceitual de substância e

ZONA GENERALISTA

Tema semântico: substância considerada como entidade concreta ou abstrata que pode se constituir como princípio/essência presente indiscriminadamente em todas as coisas.

Categorias	Definição
Substância como um objeto da filosofia clássica.	A substância se constitui como objeto filosófico para qualificar as coisas. Ela é parte de um mundo idealizado.
Substância como essência das coisas ou dos materiais.	A substância é imaterial, se manifesta na essência de cada coisa. É também compreendida a partir das qualidades dos materiais, que parecem possuir essência substancial. Pessoas associam substância à qualidade ou aos atributos do material - um alimento tem “sustança” por «qualidades» que fortalecem o organismo.
Substância como constituinte dos materiais.	A substância tem materialidade, de forma não discriminada ou caracterizada, compõe todas as coisas do Universo. A compreensão de substância é generalizada na ideia de composição dos materiais, mas sem qualquer identificação ou caracterização.

ZONA UTILITARISTA/PRAGMÁTICA

Tema semântico: substância compreendida a partir de suas aplicações ou dos efeitos que pode causar, mas não são necessariamente identificadas nos produtos.

Categorias	Definição
Substâncias como algo funcional e útil para o desenvolvimento e práticas sociais.	A compreensão da substância ocorre com base na aplicação de produtos em contextos diversos –industrial, farmacêutico, cotidiano e outros.
Substâncias como algo que causa benefícios e danos à vida e ao ambiente.	A substância está presente nos materiais e sua compreensão se limita à atribuição de possíveis benefícios ou danos causados pelo uso de materiais ou produtos. Assim, substâncias químicas («química») causam danos à vida ou ao ambiente (agrotóxicos e outros), ou trazem benefícios (nutrientes, fármacos e outros)

ZONA SUBSTANCIALISTA

Tema semântico: Substâncias estão contidas nos materiais ou são o próprio material, e suas propriedades são atribuídas às partes ou ao todo indistintamente, em um processo de substancialização que se encontra disperso na linguagem química.

Categorias	Definição
Substância contida nas partes e no todo, indistintamente, como algo abstrato.	A essência das partes ou do todo se substancializam. O que é essencial é a substância oculta (Bachelard, 1987), e ela se torna a identidade da parte e do todo. A qualidade dos materiais ganha identidade pelas substâncias que estão na sua essência. O material pode ser a própria substância.
Substância contida nas partes e no todo, indistintamente, como algo material.	A substância está contida no todo como uma parte, mas também pode ser considerada como o todo material. As partes e o todo de um material se substancializam, então as propriedades podem ser atribuídas às partes e ao todo indistintamente (átomos de ouro são dourados?).

ZONA EMPÍRICA

Tema semântico: Substâncias são constituintes dos materiais, podem ser extraídas ou sintetizadas, e apresentam propriedades bem definidas que lhes conferem identidade.

Categorias	Definição
Substâncias identificadas pelas suas propriedades físicas e químicas, quando separadas dos materiais.	A compreensão da substância, extraída dos materiais por procedimentos técnicos, está associada à determinação de suas propriedades físicas e químicas, tais como, densidade, ponto de ebulição e outros.

ZONA RACIONALISTA

Tema semântico: Substância compreendida a partir de representações e do modelo atômico e suas propriedades explicadas por arranjos de átomos e moléculas.

Categorias	Definição
Substâncias identificadas por arranjos de diferentes moléculas e átomos que explicam suas propriedades.	A substância é material e constituída por arranjos específicos de átomos e moléculas. A compreensão da substância é consequência da aplicação do modelo atômico que explica a constituição da matéria e o seu comportamento.
Substâncias identificadas de forma representativa por fórmulas químicas ou desenhos de estruturas.	As substâncias se deslocam do plano da materialidade para a representação e são identificadas a partir da linguagem química. A compreensão da substância ocorre a partir da representação formal e simbólica dos seus constituintes e de suas estruturas.

ZONA RELACIONAL

Tema semântico: Substâncias consideradas como um devir ou modelo, com propriedades que dependem das condições e interações em que elas se encontram.

Categorias	Definição
Substância material com propriedades que variam com o meio e as interações a que são submetidas.	As substâncias são materiais, e suas propriedades são determinadas na relação com o meio e as condições de interação. As propriedades não necessariamente determinam sua identidade e variam com as condições e interações com outras substâncias.
Substância como modelo que estrutura a compreensão química dos materiais.	Pela sua manifestação variável e relacional a substância ganha um estatuto de modelo explicativo e como tal tem ontologia abstrata. Dessa forma, o conceito de substância se constitui como modelo para compreensão da composição dos diversos materiais na Natureza.

Quadro 1. Temas semânticos e categorias a partir de zonas do perfil de substância.

de categorias apresentadas no Quadro 1. Uma pergunta feita aos licenciandos foi: Em que situações ou com que finalidade você lida com ácidos? E com as bases? E alguns apresentaram as seguintes respostas: *Em situações do cotidiano, com alimentos, produtos estéticos e de limpeza (A1); Lido com ácido e base no dia a dia, por exemplo, desde o café da manhã (primeira refeição) até o último lanche da noite (última refeição): leite, café, suco, refrigerante, etc. (...)* (A2). Nas respostas de A1 e A2, percebemos que ácidos e bases parecem ser reconhecidos como algo presente em diferentes produtos e situações cotidianas, sem qualquer especificação de composição ou distinção de propriedades (zona utilitarista/pragmática). Podemos ressaltar que A1 se refere a produtos de limpeza que comumente são relacionados às bases,

enquanto A2 se refere especificamente ao consumo de alimentos, e parece estar implícito um aspecto de sabor mais ácido (suco) ou neutralizante (leite) de cada um dos alimentos. Dessa forma, as respostas sugerem que ao abordar contextos, os modos de pensar se tornam mais generalizados.

Outra pergunta feita aos licenciandos foi: O que você entende por ácido? O que você entende por base? Uma resposta representativa de vários licenciandos foi: Ácido é uma substância que tem em determinadas situações um comportamento ácido. Também pode ser entendida do ponto de vista químico como doador de prótons e receptor de elétrons. Base é uma substância que em determinadas situações se comporta como base, do ponto de vista químico é

doador de elétrons e receptor de prótons (A3). É interessante ressaltar que para A3, os ácidos e bases são compreendidos a partir do comportamento das substâncias em “determinadas situações” o que poderia nos levar a refletir sobre uma concepção pautada em propriedades empíricas (zona empírica) ou mesmo em uma perspectiva relacional, uma vez que o licenciando se refere às condições nas quais esse comportamento pode se manifestar (zona relacional). Em seguida, ele usa um modelo teórico para explicar o comportamento dessas substâncias (zona racionalista). Isso se repete na resposta de A4: *Um ácido pode ser uma substância que em meio aquoso libera H^+ e a base OH^- . Ou simplesmente ácido é aquele que libera H^+ e base é aquele que recebe* (A4 – zona racionalista).

Zonas	Possíveis implicações para o ensino e aprendizagem
Zona Generalista	Modos de pensar generalistas podem ser discutidos em aulas de química com o objetivo de apontar a importância de identificação e caracterização das substâncias presentes nos materiais, evidenciando as distinções entre eles.
Zona Utilitarista/ Pragmática	A compreensão da funcionalidade ou utilidade de produtos associada a substâncias de forma superficial e generalizada, sem caracterização de propriedades, pode limitar o entendimento sobre o uso desses produtos. O ensino poderá promover um conhecimento mais específico sobre a composição de produtos, propriedades das substâncias componentes, e a avaliação tanto dos usos adequados quanto de riscos e benefícios que eles podem causar.
Zona Substancialista	Modos de pensar substancialistas aparecem principalmente no uso da linguagem química e repercutem dificuldades de distinguir materiais, substâncias, elementos químicos e as propriedades de cada um. Essas distinções podem ser enfatizadas no ensino e no uso da linguagem química.
Zona Empírica	A definição de substância suportada unicamente na determinação de propriedades físicas e químicas pode limitar a compreensão dos fenômenos. No ensino, a discussão pode ser ampliada pela compreensão das propriedades empíricas a partir da constituição atômico-molecular das substâncias.
Zona Racionalista	Da mesma forma, a compreensão da substância a partir de modelos atômicos e moleculares não deve prescindir de articulação entre as dimensões macroscópicas e atômico-moleculares. As representações de substâncias com uso de linguagem química simbólica ou imagética devem ser cuidadosamente discutidas nos seus significados.
Zona Relacional	A compreensão da substância com propriedades variáveis e como modelo químico não é fácil de ser encontrada em sala de aula, no entanto, pode contribuir para que os estudantes tenham uma visão mais complexa dos fenômenos estudados.

Tabela 1. Possíveis implicações para o processo de ensino e aprendizagem.

Ainda com relação à pergunta anterior, é interessante ressaltar a seguinte resposta de A5: *Depende da situação, no contexto científico ácidos e bases são tratados de forma diferentes, pois existem muitas definições, elas podem aceitar ou doar pares de elétrons, ou doarem e aceitarem prótons, ou ainda podem atuar apenas em meio aquoso. No entanto, na aplicação do cotidiano compreendo pelo senso comum que ácidos são substâncias «azedas» e bases substâncias adstringentes. É interessante perceber que o licenciando parece consciente de*

que as compreensões para os ácidos e bases podem variar com o contexto ao qual estão se referindo. Nota-se, assim, uma relação entre as formas de falar que emergem na sala de aula e os contextos nos quais tais ideias ganham sentido. A emergência desses diferentes modos de pensar e formas de falar nas discussões em aulas pode favorecer a criação de um ambiente em que ideias são discutidas de forma ampla, democrática e dialógica, favorecendo a construção de novos significados.

Diante do exposto, primeiramente podemos constatar que as zonas do perfil conceitual de substância contribuíram para caracterizar diferentes modos de pensar sobre ácidos e bases, ainda que adequações sejam feitas quando temos um conjunto maior de concepções e situações analisadas. E finalmente, consideramos que tanto para discutir sobre substância, como um conceito mais abrangente, quanto para discutir sobre ácidos e bases, classes de substância, a abordagem de diferentes modos de

pensar aponta para um enriquecimento da compreensão dos conceitos e conseqüentemente a promoção de aprendizagens mais significativas.

Considerações finais

As zonas propostas para o perfil conceitual de substância mostram potencialidade para tornar mais claros significados e sentidos atribuídos ao conceito, o que pode facilitar a discussão de professores e estudantes sobre esse conceito de forma plural e diversa na sala de aula. A proposição de temas semânticos e categorias contribui para um melhor entendimento de como as zonas se constituem e podem ser caracterizadas e/ou aplicadas em situações de ensino e aprendizagem, o que pode facilitar o uso de perfis conceituais no planejamento e proposição de estratégias de ensino por professores de química/ ciências.

Referências

- AMARAL, E. M. R.; DA SILVA, J. R. R. T.; SABINO, J. D. (2018). Analysing processes of conceptualization for students in lessons on substance from the emergence of conceptual profile zones. *Chemistry Education Research and Practice*, vol. 19, num. 4, p. 1010-1028.
- BACHELARD, G. (1987). *A filosofia do não: filosofia do novo espírito científico*. Lisboa: Presença.
- KOPNIN, P. V. (1966). *Lógica dialéctica* (No. 04; BC150, K6.).
- MORTIMER, E. F.; EL-HANI, C. N. (ed.) (2014). *Conceptual profiles: A theory of teaching and learning scientific concepts* (Vol. 42). Springer Science & Business Media.
- PICÓN, R. O.; SEVIAN, H.; MORTIMER, E. F. (2020). «Conceptual Profile of Substance». *Science & Education*, vol. 29, num. 5, p. 1317-1360.
- SCHUTZ, A. (1954). «Concept and theory formation in the social

- sciences». *Collected papers I*. Dordrecht: Springer, p. 48-66.
- SILVA, J. R. R. T. (2011). *Um perfil conceitual para o conceito de substância* (Dissertação de mestrado, Recife, Brasil: Universidade Federal Rural de Pernambuco).
- SILVA, J. R. R. T.; DO AMARAL, E. M. R. (2013). «Proposta de um perfil conceitual para substância». *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, vol. 13, num. 3, p. 53-72.
- SILVA, F. C. V. (2017). *Análise de diferentes modos de pensar e formas de falar o conceito de ácido/base em uma experiência socialmente situada vivenciada por licenciandos em química* (Tese de Doutorado, Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco).
- SILVA, F. C. V. D.; AMARAL, E. (2020). «Articulando conhecimentos científicos e práticos sobre ácidos/bases: uma análise de formas de falar e modos de pensar de licenciandos em química e cabeleireiras». *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências* (Belo Horizonte), vol. 22, num. 3.
- WERTSCH, J. V. (1985). *Vygotsky and the social formation of mind*. Cambridge MA: Harvard University Press.



João Roberto Ratis Tenório da Silva
Docente da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), no Centro Acadêmico do Agreste, Núcleo de Formação Docente e professor permanente do Programa de pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGECM/UFPE). Licen-

ciado em Química e Mestre em Ensino das Ciências pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e doutor em Psicologia Cognitiva pela Universidade Federal de Pernambuco. Email: joaoratistenorio@gmail.com



Edenia Maria Ribeiro do Amaral
Professora do Departamento de Química da UFRPE, atua no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGEC) e no Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI), possui graduação em Engenharia Química e mestrado em Ciências e Tecnologias Energéticas Nucleares (UFPE), doutorado em Educação (UFMG) e pós-doutorado no CSSME, Universidade de Leeds (UK) e na UMass-Boston (USA). Email: edeniamramaral@gmail.com



Flávia Cristiane Vieira da Silva
Professora da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) - Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST). Doutora em Ensino das Ciências pela UFRPE. Possui graduação em Licenciatura Plena em Química pela UFRPE. Tem experiência na área de Química, com ênfase em Ensino de Química. Email: flavia.cristianevs@gmail.com