



## UTILIZAÇÃO DO PERFIL CONCEITUAL DE SUBSTÂNCIA NO PLANEJAMENTO DO ENSINO E NA ANÁLISE DO PROCESSO DE APRENDIZAGEM

*Using the conceptual profile of substance to plan teaching and to analyze learning process*

**Jaqueline Dantas Sabino** [jaquelinesabino@gmail.com]  
**Edenia Maria Ribeiro do Amaral** [edenia.amaral@ufrpe.br]  
*Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n Recife, Pernambuco, Brasil*

### Resumo

Este estudo teve como objetivo analisar a emergência de zonas do perfil conceitual de substância e o processo de conceitualização vivenciado por alunos quando envolvidos em diferentes atividades em sala de aula. O percurso metodológico foi constituído por duas etapas: planejamento e estruturação de uma sequência de ensino e aprendizagem utilizando para o seu desenho, a perspectiva de Mehéut (2005) e zonas do perfil conceitual de substância proposta por Silva e Amaral (2013); e aplicação das atividades planejadas para análise do processo de conceitualização vivenciado por alunos ao longo da sequência. Três aulas foram gravadas em vídeo (total de 4h) e posteriormente transcritas e analisadas, um questionário foi aplicado para toda turma e uma entrevista foi realizada com dois deles. Os resultados mostraram que quatro das cinco zonas do perfil conceitual de substância emergiram ao longo das aulas e em resposta ao questionário – generalista, utilitarista/pragmática, substancialista e racionalista - e não identificamos a emergência de ideias representativas da zona relacional. Verificamos que as diferentes atividades desenvolvidas em sala de aula promoveram mudanças nas formas de falar dos alunos e uma alternância entre diferentes modos de pensar caracterizou o processo de conceitualização vivenciado pelos alunos. Esses resultados apontam para um aspecto relevante da prática docente: a importância de o professor ter conhecimento sobre os diferentes modos de pensar o conceito de substância, uma vez que eles desempenham um importante papel, não só no planejamento, mas também na mediação e direcionamento das discussões nas aulas.

**Palavras-chave:** Perfil conceitual; substância; sequência de ensino e aprendizagem; conceitualização.

### Abstract

This study aimed to analyze the emergence of zones of the conceptual profile of substance and the process of conceptualization experienced by students when involved in different activities. Methodology was structured in two steps: planning and design of a teaching learning sequence using ideas proposed by Mehéut (2005) and zones of the conceptual profile of substance proposed by Silva and Amaral (2013); and application and analysis of the activities experienced along the sequence. Three lessons were videotaped (4h) and transcribed for analysis; also, we applied a questionnaire for all students and interviewed two of them. The results showed that four from five zones of the conceptual profile of substance emerged throughout the classes and in responses for the questionnaire – generalist, utilitarian/pragmatic, substantialist, rationalist – ideas related to the relational zone did not emerge in the classes. The didactic activities promoted oscillations in the student's ways of speaking on substance, and it seemed to characterize the process of conceptualization experienced by them. This showed a relevant aspect for teaching practice: importance of the teacher being aware of zones of the conceptual profile of the concept focused in teaching, considering their important role, not only in planning, but also in mediating and leading the discussions in lessons.

**Keywords:** Conceptual profile; substance; teaching learning sequence; conceptualization.

## **INTRODUÇÃO**

Neste artigo, tivemos o objetivo de analisar a emergência de zonas adaptadas do perfil conceitual de substância proposto na literatura (Silva & Amaral, 2013) e o processo de conceituação vivenciado por alunos do 9º ano do ensino fundamental quando envolvidos em diferentes atividades estruturadas em uma sequência de ensino e aprendizagem. O conceito de substância foi escolhido para esta pesquisa, por ser trabalhado no Ensino Fundamental e Médio, e servir de base para aprendizagem de novos conceitos químicos. O conceito de substância pode ser considerado como um conceito estruturante, uma vez que os significados construídos pelos alunos podem acarretar em uma estruturação do pensamento conceitual e possibilitar a continuidade e ampliação da aprendizagem (Gagliardi, 1988).

Na literatura, existe uma ampla discussão acerca das dificuldades enfrentadas por professores e alunos no processo de ensino e aprendizagem do conceito de substância. Alguns trabalhos fizeram essa abordagem de maneiras distintas, tais como: pela discussão de aspectos epistemológicos de concepções sobre substância - “a substância tem um interior; melhor, a substância é um interior”, “(molécula é) a menor parte da substância capaz de guardar suas propriedades” (Oliveira, 1995); analisando ideias conflituosas entre elementos químicos e substâncias na evolução histórica da ciência (Oki, 2002); explorando situações que envolvem o conceito de substância – por exemplo, discutindo diferentes formas de apresentação do ferro nos materiais (Silva & Aguiar, 2011) e uso de fertilizantes, que muitas vezes os estudantes consideram como algo que causa malefícios ao solo e aos seres vivos (Lacerda, Campos & Junior, 2012). A partir desses e outros trabalhos podemos apontar que existe uma pluralidade de visões atribuídas a esse conceito, e Oliveira (1995) considera que o conhecimento de aspectos epistemológicos do conceito pode se constituir como um caminho para vencer dificuldades na sua aprendizagem. O autor afirma que questões históricas e epistemológicas são importantes para o processo de significação, uma vez que as diferentes visões apresentadas desde as primeiras correntes filosóficas até hoje influenciam concepções sobre o conceito de substância. Neste trabalho, para uma discussão sobre aspectos epistemológicos, ontológicos e axiológicos do conceito de substância, usamos como suporte a teoria do perfil conceitual. A teoria do perfil conceitual foi proposta por Mortimer (1995), e ampliada em trabalhos recentes (Mortimer & El-Hani, 2014), buscando estruturar diferentes modos de pensar sobre um mesmo conceito, associados a contextos diversos, que podem coexistir em um indivíduo.

Perfis conceituais podem ser compreendidos como modelos usados por indivíduos para significar suas experiências a partir de diferentes modos de ver e conceituar o mundo e tem como base o pressuposto de que existe uma heterogeneidade de pensamento que deve ser levada em conta na construção de significados para os conceitos científicos (Mortimer *et al.*, 2014). Diferentes modos de pensar sobre um conceito podem ser estruturados em zonas de um perfil conceitual, que estão relacionadas com compromissos epistemológicos e ontológicos adotados pelos sujeitos, e representam uma visão particular de mundo que pode ser associada a um contexto específico (Mortimer, 2001). A esses compromissos, em trabalhos recentes, a teoria acrescenta os compromissos axiológicos relacionados a valores e finalidades implicados nas ideias dos indivíduos (Mattos, 2014). Na sala de aula, diferentes modos de pensar podem estar associados a sentidos e significados diversos que os alunos atribuem a um conceito científico, quando o professor apresenta conteúdos escolares. Nessa perspectiva, o conhecimento científico pode ser confrontado com outros tipos de conhecimento, principalmente quando o professor adota abordagens contextualizadas e promove interações discursivas em sala de aula, mobilizando um repertório de ideias que irão desempenhar um importante papel no processo de conceituação vivenciados pelos alunos.

Mortimer; Scott e El-Hani (2011) fazem uma discussão sobre conceito e conceituação, apontando para o fato de que não somos “possuidores” de conceitos, ou seja, eles não existem na nossa mente como entidades físicas. De outra forma, os autores defendem que, no processo de ensino e aprendizagem, buscamos construir um pensamento conceitual, que se constitui e se expressa na busca pela compreensão de situações vivenciadas, e que pode consolidar significados quando nos deparamos com experiências que reconhecemos como semelhantes. Em outras palavras, os conceitos que aprendemos são estabilizados quando os aplicamos várias vezes diante de situações diversas. Mortimer, Scott e El-Hani (2011) argumentam que a suposição de que somos “possuidores” de conceitos provém da tendência de o pensamento conceitual operar de maneira parecida, quando vivenciamos situações que reconhecemos como semelhantes. Ou seja, alguns significados se estabilizam no processo de conceituação, isso não implica em uma condição estática do pensamento conceitual, que poderá sofrer alterações diante de situações novas. O processo de conceituação é compreendido como um processo dinâmico que sofre continuamente influências das experiências externas vivenciadas pelo indivíduo (Mortimer *et al.*, 2014), e que pode levar à constituição do que Vigotski (1978) considera como pensamento conceitual.

Outra explicação para a ideia de permanência do conceito reside na diferença entre sentido e significado (Vigotski, 1978). Para Vigotski, sentido é visto como uma formação dinâmica e pessoal, construída individualmente considerando que em diferentes contextos o sentido de uma palavra muda. Já o significado é elaborado socioculturalmente e pode ser considerado mais estável. Para Mortimer, Scott e El-Hani (2011), no processo de conceituação, os alunos podem produzir sentidos diferentes para uma mesma palavra, e esses sentidos podem variar de acordo com diferentes contextos discursivos. No entanto, a discussão coletiva pode levar à construção e/ou compartilhamento de significados socialmente aceitos, e restringe a expressão de sentidos pessoais, sendo esse processo o que constitui o pensamento conceitual.

Diante do exposto, neste trabalho, buscamos planejar o ensino tomando como base diferentes modos de pensar o conceito de substância, representados em termos de zonas de um perfil conceitual desse conceito, e analisar o processo de conceituação vivenciado pelos alunos em sala de aula. Para trabalhar com o conceito de substância em aulas de química, levamos em conta a proposta de perfil conceitual feita por Silva (2011) para esse conceito. Para proposição do perfil conceitual de substância, o autor analisou dados obtidos em diferentes fontes: pesquisa de concepções no desenvolvimento histórico do conceito a partir de fontes secundárias, trabalhos da literatura que versam sobre concepções de substância expressadas por alunos, respostas a questionários aplicados e entrevistas feitas com alunos do Ensino Médio e do Ensino Superior, e professores da Educação Básica (Silva, 2011; Silva & Amaral, 2013). Na análise dos dados, Silva (2011) identificou 33 formas de falar sobre o conceito de substância, que foram estruturadas em 05 zonas de um perfil conceitual: generalista, essencialista, substancialista, racionalista e relacional.

De acordo com Silva e Amaral (2013), na zona generalista, estão as concepções que não diferenciam os conceitos de elemento, substância e mistura, prevalecendo ideias intuitivas relacionadas com uma noção vaga e generalizada de que a substância se encontra em tudo indistintamente. Na zona essencialista, estão incluídas ideias que compreendem a substância como algo que se constitui como essência das coisas, ou que representa algo essencial na composição dos materiais. E, dessa forma, as substâncias muitas vezes são definidas ou caracterizadas por suas aplicações e usos, adquirindo importância vital por possíveis benefícios ou malefícios causados ao ser humano. Na zona substancialista, estão concepções em que as propriedades da substância são estendidas aos átomos ou moléculas constituintes, como exemplo, pode-se admitir que os átomos de ouro são amarelos. Nessa zona, ainda são incluídas ideias de que a substância é o próprio material, não fazendo distinção entre as propriedades do material e a dos seus constituintes. Visões atômico moleculares e macroscópicas de substâncias que estão alinhadas com o pensamento científico são representativas da zona racionalista. Em uma visão atômico molecular, o aluno define substância utilizando termos como átomo, elemento ou molécula e, na visão macroscópica, são apontadas propriedades macroscópicas das substâncias, consideradas imprescindíveis para o entendimento do conceito. Na zona relacional, estão ideias mais complexas sobre substâncias, que apontam para a natureza relativa das suas propriedades, por exemplo, um ácido pode se comportar como uma base em determinadas condições. Dessa forma, algumas propriedades das substâncias estão associadas a condições nas quais elas se encontram, e não seriam parâmetros para lhes conferir uma identidade química. Para Silva e Amaral (2013), as duas primeiras zonas estão relacionadas com um modo de pensar intuitivo sobre o conceito de substância. A zona substancialista é a interface entre modos de pensar não científico e científico e, as duas últimas zonas são representativas de ideias que remetem ao pensamento científico sobre substância (Silva, 2011; Silva & Amaral, 2013).

Para este trabalho, duas zonas do perfil conceitual proposto por Silva (2011) e Silva e Amaral (2013) foram modificadas, considerando algumas das ideias que emergiram na análise dos dados. Ao tomar o perfil proposto como base para a análise dos dados, foi feita uma adequação das zonas já propostas, de forma que elas fossem mais representativas das ideias identificadas em sala de aula. Essa adequação está relacionada com a dimensão axiológica do conceito, que não foi considerada no perfil proposto por Silva (2011). Nesse sentido, é importante ressaltar que as zonas são representativas das dimensões epistemológicas, ontológicas e axiológicas do conhecimento, sendo a dimensão epistemológica relativa à produção do conhecimento e suas diversas interpretações da natureza associadas às correntes filosóficas, a dimensão ontológica se refere à natureza dos objetos (o que é o objeto), e a dimensão axiológica está relacionada com valores e fins atribuídos aos objetos (Mattos, 2014).

Na zona generalista proposta por Silva (2011), além das ideias que apontam para a substância como algo presente em tudo, sem distinção de constituintes, incluímos a concepção de substância como algo essencial ou a essência que constitui e qualifica os materiais - uma concepção muito comum no contexto filosófico e sociohistórico - e que consideramos como representativa de uma visão generalista do conceito. Essa concepção estava associada anteriormente à zona essencialista. Com isso, a zona essencialista foi suprimida, e as ideias associadas à aplicação e ao uso de substâncias, que também faziam parte do seu escopo, foram reunidas em uma zona utilitarista/pragmática. Na zona utilitarista/pragmática estão inseridas

concepções relacionadas com finalidades de uso, atribuições de benefícios ou malefícios que as substâncias podem causar aos seres humanos, uma visão utilitarista e pragmática suportada pela dimensão axiológica do conceito. Em outras palavras, as substâncias são compreendidas a partir de atributos importantes para a manutenção da vida ou pela utilidade prática, podendo gerar benefícios ou malefícios às pessoas. Dessa forma, neste trabalho, foram usadas as seguintes zonas para o perfil conceitual de substância, com base no que foi proposto por Silva (2011) e Silva e Amaral (2013) – generalista (ampliada), utilitarista/pragmática, substancialista, racionalista e relacional - para o planejamento de atividades de ensino e a análise do processo de conceituação dos alunos, em sala de aula.

Com base nessas zonas, uma sequência didática foi planejada levando em conta ideias propostas por Méheut (2005). Segundo a autora, sequências de ensino e aprendizagem (*Teaching Learning Sequences – TLS*), têm por finalidade aproximar aspectos da pesquisa à prática em sala de aula, e diferentes perspectivas de ensino podem estar implicadas nos desenhos de TLS. Segundo Méheut (2005), para estruturar uma sequência de ensino e aprendizagem é necessário levar em conta quatro elementos principais - o professor, o aluno, o conhecimento científico e o “mundo material” – que podem ser relacionados entre si considerando uma dimensão epistemológica e uma dimensão pedagógica. Neste trabalho, a dimensão pedagógica está relacionada com os aspectos de interação entre professor e aluno (Firme et al. 2009; Rodrigues & Ferreira, 2011). A dimensão epistemológica está relacionada com o conhecimento a ser trabalhado, com a gênese do conceito, e a relação do conhecimento científico com o que a autora chama de “mundo material” (tradução do original – *material world*). Para nós, a dimensão epistemológica se refere a uma gênese do conceito que traz modos de pensar que vão desde os sentidos e significados consolidados em contextos diversos até a visão científica do conceito. Nesse sentido, o perfil conceitual de substância se constitui como um modelo de estruturação desses modos de pensar, que pode sugerir uma gênese para o conceito. Dessa forma, a partir de uma TLS pode ser promovida uma aproximação entre diferentes modos de pensar que são expressados e considerados em sala de aula, a partir de interações discursivas.

A sequência didática proposta neste trabalho buscou promover a articulação entre diferentes modos de pensar sobre substância a partir da elaboração de atividades, nas quais foram propostas situações diversas em que o conceito de substância pode ser explorado. Essas situações potencialmente podem constituir contextos discursivos diversos a partir de interações entre professor e alunos, aproximando diferentes visões e concepções, e favorecendo uma tomada de consciência sobre a pluralidade de ideias que os conceitos podem trazer (dimensão epistemológica). Assim, as atividades foram desenhadas buscando promover participação ativa dos alunos, interações e discussões em sala de aula (dimensão pedagógica). Com isso, acreditamos ter promovido oportunidades para um processo de conceituação que envolve diferentes modos de pensar o conceito em estudo.

## **METODOLOGIA**

Este artigo é resultado de uma pesquisa de mestrado, realizada no âmbito do programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE. A pesquisa envolveu 13 alunos com faixa etária de 14-15 anos, do 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola particular, localizada na região metropolitana de Recife (PE). Esses alunos já haviam iniciado os estudos sobre conteúdos de química desde o 8º ano, e uma das autoras deste artigo atuou como professora da turma no 8º e 9º anos. Os responsáveis pelos alunos foram solicitados a assinar um termo de consentimento livre e esclarecido para a participação na pesquisa, considerando que todos eram menores de idade. Para preservar a identidade dos alunos foram usados nomes fictícios.

A metodologia adotada na pesquisa foi principalmente qualitativa, considerando o exercício de interpretação dos dados feito pelas pesquisadoras, mas também foi aplicado um tratamento quantitativo aos dados, com o objetivo de estimar a frequência com que emergem zonas do perfil conceitual na discussão em sala de aula. De acordo com André (2007), na abordagem qualitativa é possível a utilização de dados quantitativos, contanto que na análise esteja presente uma perspectiva interpretativa dos dados. Para construção de dados, as aulas foram gravadas em vídeo, tendo como foco as interações discursivas dos alunos na realização das atividades propostas na sequência didática, e também foram analisadas produções escritas dos alunos. As aulas foram transcritas e alguns trechos analisados. Inicialmente, um questionário foi aplicado com o objetivo de identificar concepções prévias dos alunos sobre substância. Ao final de 03 aulas, realizamos uma entrevista com um aluno e uma aluna com intuito de verificar se eles tinham alguma percepção sobre os diferentes modos de pensar sobre o conceito de substância, nas discussões feitas nas três aulas. Os dois alunos tiveram participação muito ativa nas aulas – sendo que o aluno apresentou

predominantemente ideias alinhadas como a visão científica do conceito, e a aluna apresentou dificuldades na compreensão do conceito sob o ponto de vista científico.

A sequência de ensino e aprendizagem foi estruturada em três aulas - a primeira aula com duração de 2h e as demais com duração de 1 h cada - nas quais foram desenvolvidas atividades que envolviam diferentes situações e contextos que suscitavam a compreensão do conceito de substância. Para cada atividade foi estabelecido objeto (conteúdo), objetivos de aprendizagem e descritas ações que deveriam ser desenvolvidas pelos alunos, sendo as discussões sobre o conceito de substância desenvolvidas a partir do tema Medicamentos. A seguir faremos um breve resumo das aulas e em seguida apresentaremos a tabela 1, na qual estão descritas as atividades desenvolvidas na sequência.

A primeira aula foi um pouco mais longa do que as demais e teve duração aproximada de duas horas. Em um primeiro momento, foi aplicado um questionário com o objetivo de investigar as concepções prévias dos alunos acerca do conceito de substância. Após responderem o questionário, foi feito um grande círculo na sala para uma conversa com os alunos sobre o conceito de substância, quando foi realizada uma leitura coletiva do texto “História da química: Alquimia” (Fonseca, 2007). Seguindo a leitura do texto foram levantadas algumas questões para os alunos, o que levou todos a uma breve discussão sobre o tema. O objetivo desta atividade foi discutir sobre aspectos históricos dos conceitos de substância e elemento químico. Os alunos se reuniram e três grupos menores para discussão de questões como: “Hoje em dia existe o conceito de elemento tal como colocado no tempo de Aristóteles? ”, “Você concorda com algumas das ideias defendidas por Aristóteles sobre a composição da matéria? ” Buscando estimular manifestação de ideias mais ingênuas sobre os conceitos, e a partir das discussões, introduzir ideias presentes na zona racionalista do conceito de substância.

Em um segundo momento, após a discussão, em pequenos grupos, sobre os aspectos históricos dos conceitos de substância e elemento, uma nova atividade foi iniciada com o objetivo de apresentar uma visão científica sobre elemento químico e substância. Na ocasião, a professora retoma, para o grande grupo, as ideias trazidas da discussão do texto, e a partir delas, expõe no quadro, aspectos da visão microscópica do conceito de substância (zona racionalista), com o objetivo de evidenciar a visão científica para esses conceitos. Buscando uma maior compreensão dos aspectos microscópicos e objetivando tornar mais concreto alguns aspectos relacionados a elemento químico, substância simples, e substância composta, utilizamos uma ferramenta digital, um aplicativo de simulações encontrado na internet no endereço: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR](https://phet.colorado.edu/pt_BR).

Ao longo da primeira aula, pretendemos estimular a interação aluno-aluno, e a interação professor-aluno uma vez que a professora teve o papel de mediadora, sendo responsável por levantar questionamentos orientando o debate no sentido de instigar os alunos a participar e expor suas ideias. Dessa maneira, os alunos tiveram contato inicial com um conjunto de ideias que poderiam ser confrontadas com as suas formas de pensar.

Na segunda aula, todas as discussões foram feitas no grande grupo, e as atividades foram realizadas em duas etapas, a primeira, foi a leitura de um texto que foi extraído do livro “Os botões de Napoleão” (Couteur & Burreson., 2006), para introduzir a temática sobre medicamentos. No capítulo 10 do livro, intitulado “Remédios milagrosos”, é feita uma abordagem sobre a importância da utilização de algumas substâncias com propriedades anti-inflamatórias, principalmente no período da 2ª guerra mundial. A leitura do texto teve como objetivo iniciar uma discussão sobre as substâncias que são utilizadas na produção de medicamentos, buscando fazer emergir ideias sobre substâncias naturais e sintetizadas. Além disso, a partir da discussão do texto foi possível explorar alguns aspectos macroscópicos das substâncias, como por exemplo, as suas propriedades. Após a leitura do texto foram levantadas questões como: “existe diferença entre substância natural e substância sintetizada em laboratório? E “De que maneira o conhecimento sobre as propriedades das substâncias pode beneficiar o homem? ”. Com a colocação dessas questões, havia a expectativa de os alunos expressassem ideias representativas da zona utilitarista/pragmática, na qual estão incluídas ideias sobre substâncias considerando benefícios ou malefícios que elas podem causar para o homem, ou ainda, concepções relacionadas com finalidade e uso das mesmas.

O segundo momento foi mais expositivo, no qual foram abordados aspectos macroscópicos do conceito de substância partindo da discussão realizada anteriormente. Foram discutidas as propriedades das substâncias e também a importância do conhecimento delas para a caracterização e utilização dos materiais. Neste momento foi relacionado os aspectos macro, que são as propriedades, com os aspectos micro, que são as interações que acontecem entre as partículas.

Na terceira e última aula, inicialmente, foi realizada uma revisão de toda a discussão realizada na aula anterior e houve um debate bem proveitoso, no sentido da colocação das ideias dos alunos. Eles lembraram aspectos sobre substâncias e elementos químicos trabalhados anteriormente e colocaram as dificuldades que tinham para a compreensão dos conceitos. Foi um momento de grande interação do grande grupo, no qual podemos perceber um movimento de reelaboração de alguns dos modos de falar dos alunos.

Após o momento de revisão das discussões anteriores os mesmos grupos formados na primeira aula se reuniram e foi aplicada uma atividade com bulas de remédios em que os alunos precisavam identificar nas bulas, elementos químicos, substâncias e misturas. O propósito de trabalhar com bulas de remédios foi buscar perceber se os alunos conseguiam aplicar os conceitos trabalhados nas aulas anteriores, em uma situação prática. Ou ainda, se eles conseguiam relacionar as informações contidas na bula com algumas propriedades das substâncias, os efeitos causados no organismo e a composição dos remédios.

Os alunos tinham como objetivo responder algumas questões colocadas pela professora como: “ Os remédios são substâncias ou mistura? Indique quais são as substâncias e os elementos químicos presentes no medicamento”. Os questionamentos colocados tinham como intenção observar se os alunos tinham reelaborado alguns dos modos de pensar observados nos primeiros momentos e se eles eram capazes de utilizar os conceitos aplicados em situações do cotidiano. E por fim a discussão foi aberta para toda a turma, cada grupo fez a exposição de suas respostas, e alguns aspectos relacionados às questões colocadas para eles foram retomados pela professora, chamando atenção deles para a relação dos conceitos científicos trabalhados com as informações contidas na bula.

**Tabela 1:** Sistematização das atividades desenvolvidas na TLS.

ATIVIDADE		DIMENSÃO EPISTÊMICA	DIMENSÃO PEDAGÓGICA
DESCRIÇÃO	OBJETIVO	OBJETO	AÇÕES
AULA 1 (2h)			
Aplicação do questionário			
Leitura de texto histórico sobre a visão aristotélica de substância	Discussão de aspectos epistemológicos, históricos e contextuais relacionados ao conceito de substância.	Visão histórica e filosófica sobre a concepção de substância.	Leitura coletiva do texto
Discussão em pequenos grupos e levantamento de questões	Promover discussões sobre concepções relacionadas com zonas do perfil	Conceitos de substância e elemento químico – aspectos históricos e conceituais.	Trabalho em pequenos grupos e discussão de questões
Simulação digital sobre substâncias em diferentes estados físicos. ( <a href="https://phet.colorado.edu/pt_BR/">https://phet.colorado.edu/pt_BR/</a> )	Discutir conceitos de elemento químico, substâncias simples e compostas, e misturas - aspecto atômico molecular.	Constituição - número e tipos de átomos, e moléculas - e estados físicos de algumas substâncias.	Aula expositiva, e uso do computador para simulação. Debate no grande grupo
Aula expositiva e discussão	Introduzir visões científicas sobre substância, e articular diferentes zonas do perfil conceitual	Visão atômico molecular e macroscópica de substância - conceitos de elemento químico e substância	Exposição dos conceitos científicos estimulando o debate e a participação dos alunos
AULA 2 (1h)			
Leitura de texto temático sobre o uso de antibióticos durante a guerra <sup>1</sup>	Fazer uma abordagem contextualização do conceito de substância a partir de um tema	Tema Medicamentos, para discussão sobre substâncias	Leitura coletiva do texto e debate orientado pelo texto
Aula expositiva e levantamento de questões	Introduzir ideias científicas e articular diferentes zonas do perfil conceitual	Algumas propriedades macroscópicas das substâncias	Apresentar respostas a questionamentos feitos na exposição de conteúdos
3ª. AULA (1h)			
Análise de bulas de remédio (Pequenos grupos)	Identificar concepções usadas por alunos na aplicação do conceito de substância	Composição de medicamentos	Identificar em bulas de remédio: substância, elemento e material.
Discussão em pequenos grupos e grande grupo	Destacar as zonas científicas do perfil em articulação com outras zonas.	Aspectos macroscópicos e aspectos atômico molecular do conceito de substância	Responder questões colocadas no quadro. Socializar discussão feita nos pequenos grupos.

<sup>1</sup> Texto: Remédios milagrosos. Fonte: Os botões de Napoleão

No planejamento da sequência, nosso objetivo foi propor atividades que favorecessem a emergência de diferentes modos de pensar o conceito de substância, a partir de situações associadas a contextos distintos – contexto sociocultural (texto sobre as ideias de Aristóteles, uso de antibióticos na guerra), contexto científico (apresentação e simulação de modelos científicos), contexto cotidiano (bulas de remédios). Com isso, tivemos a expectativa de analisar o processo de conceituação dos alunos considerando que essas situações poderiam possibilitar a emergência de diferentes zonas do perfil conceitual na discussão em sala de aula.

Para a análise dos resultados, após assistir os vídeos das aulas, trechos significativos de interações discursivas foram transcritos, as falas foram organizadas em turnos, de forma a possibilitar a identificação de diferentes formas de falar sobre substância. A análise também foi feita dessa maneira para as respostas ao questionário. Partindo do pressuposto de que um indivíduo, em qualquer cultura, não apresenta uma forma homogênea de pensar, mas sim diferentes tipos de pensamentos verbais, Mortimer (2001) buscou estabelecer relações entre formas de falar e modos de pensar representativos de zonas de um perfil conceitual. Segundo o autor, esses diferentes modos de pensar estão entrelaçados com diferentes formas de falar. Nessa perspectiva, a análise de falas produzidas em sala de aula foi orientada para a identificação de formas de falar dos alunos sobre substância que apresentassem características descritas na proposição de zonas para o perfil conceitual de substância, buscando assim associar formas de falar e modos de pensar sobre esse conceito. A identificação da emergência de zonas do perfil conceitual nas falas dos alunos nem sempre se constitui como uma tarefa fácil, considerando que ideias representativas de uma ou outra zona não são expressadas necessariamente de forma isolada e bem definida, ou seja, muitas vezes, os alunos expressam ideias em que diferentes zonas do perfil podem estar articuladas.

Depois da identificação de formas de falar que poderiam ser associadas a modos de pensar distintos sobre substância, foi elaborada uma planilha no Microsoft Excel® que se constituiu como ferramenta de auxílio na análise. Nessa planilha, as falas representativas de zonas do perfil conceitual, identificadas nas respostas ao questionário e nos trechos de transcrição extraídos de cada uma das aulas, foram organizadas com diferentes arranjos que possibilitaram uma estimativa de frequência na emergência de zonas do perfil por aluno, por aula e em todo o conjunto de dados analisados. Com isso, foram gerados gráficos que favoreceram uma visualização de mudanças na emergência de zonas no conjunto de dados analisados, sendo importante ressaltar que os valores de frequência não podem ser considerados de forma absoluta.

## **Resultados e discussão**

Os resultados obtidos nesta pesquisa foram organizados e analisados em três blocos: 1. Análise das respostas ao questionário, por meio das quais fizemos aproximações das respostas com possíveis zonas do perfil conceitual de substância, antes de aplicar a sequência didática; 2. Análise de transcrições de vídeos das aulas, a partir das quais foi identificada a emergência de zonas do perfil conceitual nas interações discursivas, em momentos diversos de cada uma das aulas; e 3. Análise da entrevista realizada com uma aluna após a sequência didática, na qual buscamos aprofundar o olhar sobre alguns aspectos do processo de conceituação.

### **Análise do questionário**

O questionário aplicado na primeira aula tinha 6 questões, e nosso intuito foi identificar concepções prévias dos alunos, a partir das quais poderiam ser avaliadas aproximações com zonas do perfil conceitual ao longo das aulas, considerando que as respostas foram curtas e não seria possível identificar de forma mais acurada a emergência de zonas. Antes da primeira questão, o questionário trazia um poema de Magda R.S.Vieira, que versa sobre a Química que está presente em situações vivenciadas por nós (água que bebemos, respiração, metabolismo e medicamentos). No quadro 1, são apresentadas as questões e são reproduzidas algumas respostas de alunos, que foram representativas no conjunto da turma.

A análise mostrou que, nas respostas dos alunos, emergiram concepções sobre substâncias que podem ser associadas a compromissos generalista, substancialista, utilitarista/pragmático e racionalista (zonas adaptadas do perfil conceitual proposto por (Silva & Amaral, 2013). As ideias generalistas expressadas por alguns alunos estão fortemente associadas à substância como algo que “está presente em toda parte e todo lugar na terra” (questão 1), sem que seja feita diferenciação entre material, substância e elementos químicos (questões 2 e 3), ou haja uma compreensão de como substâncias se apresentam puras (questão 5). Alguns alunos associaram substância a algo contido em um material (questão 4b), e consideraram propriedades das substâncias com estendidas aos seus constituintes (questões 3 e 4a) ou como algo relacionado com sua pureza (questão 5). Na questão 4c, ao pontarmos para as substâncias presentes em uma maçã, emergiram ideias sobre os benefícios que essas substâncias podem trazer à saúde humana, e

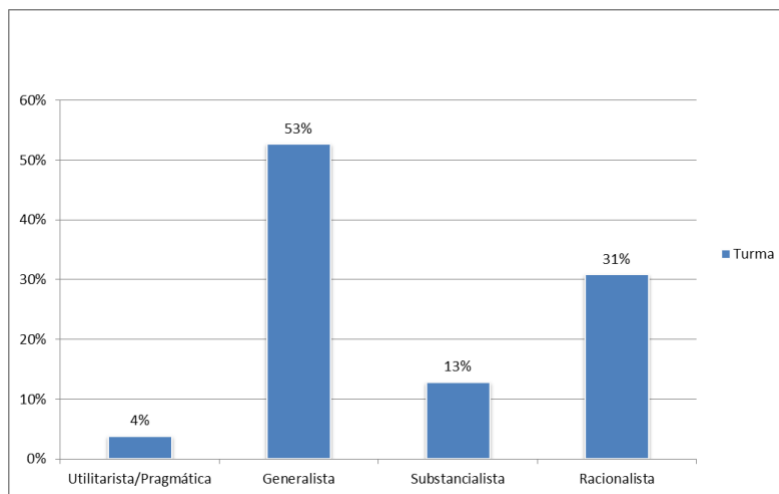
ideias semelhantes apareceram para justificar a importância de saber as propriedades das substâncias, na questão 6 (visão utilitarista/pragmática). Respostas que podem apontar para uma visão racionalista de substância, foram identificadas quando os alunos compreendem que as propriedades das substâncias são diferentes daquelas apresentadas por seus constituintes (questão 4a), que podem ser usadas para a identificação de substâncias (questão 6), e que calor não é substância (questão 4b). Consideramos que ao definir substância pura como aquela “formada por apenas uma substância” (questão 5), o aluno demonstra ter uma compreensão mais racional de substância, como componente de misturas ou que pode se apresentar sem associação com nenhuma outra (pura).

**Quadro 1 – Algumas respostas dos alunos ao questionário inicial e as respectivas visões.**

QUESTÕES	CONCEPÇÕES DE SUBSTÂNCIA E POSSÍVEIS VISÕES IMPLICADAS NAS RESPOSTAS
<b>1) O poema mostra como a química está presente em nosso cotidiano, logo somos rodeados por substâncias. Para você, o que é uma substância?</b>	
É uma coisa que está presente em toda parte e todo lugar na terra. (Igor)	Concepção de substância como algo presente em tudo (visão generalista)
É tudo que está em nossa volta. (Maitê)	
<b>2) Cite alguns exemplos de substâncias</b>	
Conjunto de elementos químicos, ex: água com gás (Manuela)	Não é feita diferenciação entre material, substância, e elemento químico (visão generalista)
<b>3) Para Aristóteles e outros filósofos, a água, terra, ar e fogo eram substâncias ou elementos primordiais a partir dos quais toda natureza foi formada, considerando determinadas combinações. Você concorda com essa visão filosófica? Ela é semelhante à visão química de substância que temos hoje? Justifique.</b>	
A composição da matéria é feita de átomos que constituem todas as coisas (Manuela)	Discordância com a visão aristotélica, mas pouca clareza sobre a relação entre átomos e substância (visão generalista)
Compostas por átomos de diversas substâncias (Valentina)	Parece usar as ideias de átomo e substância sem distinção clara (visão substancialista)
<b>4) Avalie se as afirmações abaixo estão corretas, justificando sua resposta: a) O Ouro é amarelo, logo átomos de ouro são amarelos</b>	
Errado, pois a cor de uma substância não define a cor de seus átomos (José)	Diferencia propriedades de átomos e substâncias (visão racionalista)
Verdadeiro, pois os átomos juntos formam o ouro (Miguel)	Não diferencia propriedades dos átomos e substâncias (visão substancialista)
<b>4) b) O calor é uma substância que se encontra dentro dos corpos</b>	
Temos calor e frio dentro de nós, que tem que ser controlados (Gabriela)	Não problematiza a ideia de calor como substância contida nos corpos (visão substancialista)
Errado, pois o calor é energia que não é uma substância (José)	Diferencia calor e substância (visão racionalista)
<b>4) c) uma maçã contém várias substâncias;</b>	
Sim, ela é formada por algumas substâncias que ajudam no controle do colesterol (Gabriela)	Identifica a substância pelos benefícios que a fruta pode trazer para a saúde humana (visão utilitarista/pragmática)
Verdadeiro, pois deve conter uma substância para cada benefício (Laura)	
<b>5) O que você entende por substância pura? Dê um exemplo</b>	
É aquela que é formada por apenas uma substância, ex: água pura (Gabriela)	Diferencia uma substância em um conjunto/material (visão racionalista)
Uma substância pura é quando ela não sofre nenhum tipo de alteração (Eduarda)	Parece associar pureza a algo imaculado, mantido na sua essência (visão generalista)
Substâncias compostas apenas por um único tipo de elemento ex: O <sub>2</sub> (Rafaela)	Confunde substância simples com substância pura (visão generalista)
É uma substância que não contém outras propriedades nela, como a água pura que só dá pra se obter em laboratório, já que a água mineral é muito diferente da água pura (Bernardo)	Caracteriza substância a partir de propriedades que estão contidas nela (visão substancialista)
<b>6) Qual a importância de sabermos as propriedades das substâncias?</b>	
Saber para que as substâncias podem ser utilizadas através do conhecimento de suas propriedades (Rafaela)	Reconhecimento da substância pelo seu uso ou aplicação (visão utilitarista/pragmática)
Para podermos saber identificar as substâncias (Bernardo)	Reconhece nas propriedades uma forma de identificação das substâncias (visão racionalista)



Como foi colocado na metodologia, todas as respostas do questionário foram organizadas em uma planilha, as aproximações com as zonas do perfil foram consideradas, o que possibilitou uma visualização de frequência com a qual diferentes visões ou modos de pensar emergiram nessa atividade. A Figura 1 mostra uma representação da frequência com que esses modos de pensar sobre substância emergiram nas respostas de todos os alunos ao questionário.



**Figura 1** - Diferentes visões que emergiram nas respostas dos alunos ao questionário.

Na figura 1, os percentuais foram calculados a partir da razão entre o número de respostas que apresentam ideias associadas a uma determinada zona e o número total de respostas obtidas em todas as questões, no questionário. Foi analisado um total de 134 respostas, das quais 70 foram associadas à zona generalista, 41 da zona racionalista, 17 da zona substancialista, e 6 da zona utilitarista/pragmática. Algumas respostas dos alunos apresentavam ideias que foram associadas a mais de uma zona do perfil. Dessa forma, consideramos os percentuais como estimativas de frequência da emergência de diferentes modos de pensar, no sentido de prover uma visualização de ideias expressadas por toda a turma, no conjunto de dados analisados, cujos valores numéricos não são considerados em termos absolutos.

As respostas dos alunos ao questionário foram associadas a diferentes zonas do perfil conceitual, com exceção da zona relacional, que não foi identificada nas respostas. Uma visão generalista de substância foi predominante, o que pode ser atribuído à pouca familiaridade dos alunos com os estudos de química, nesta etapa da escolaridade. Com isso, prevalecem ideias mais intuitivas e relacionadas com percepções construídas no contexto sociocultural. Por outro lado, é interessante observar uma emergência significativa de respostas que apontam para uma compreensão mais racional de substância. Isso parece estar associado a estudos anteriores do conceito (8º ano).

### **Análise da emergência de zonas do perfil conceitual de substância nas aulas**

A emergência de zonas do perfil conceitual de substância foi analisada a partir de falas transcritas de trechos dos vídeos de cada uma das três aulas. Foram transcritos extratos significativos da fala dos alunos, nos quais identificamos ideias representativas de zonas do perfil. As transcrições foram feitas usando sinais de pontuação da norma padrão da língua portuguesa, buscando evidenciar pausas com vírgulas, questionamentos com ponto de interrogação, ênfases com exclamação e reticências para indicar falas que têm continuidade após a troca de turno. A seguir será apresentada uma análise detalhada da aula 1, e para as aulas 2 e 3, será feita uma síntese da análise realizada nessas aulas.

#### *Aula 1*

Conforme mostrado na tabela 1, o objetivo da aula 1 foi suscitar a discussão de aspectos epistemológicos, históricos e contextuais sobre substância, como ponto de partida para situar uma visão científica do conceito de substância em um conjunto de concepções que podem ser distintas. Para isso, diferentes atividades foram desenvolvidas - leitura e discussão de textos, simulação digital e aula expositiva - com o objetivo de introduzir os conceitos de elemento químico, substâncias simples e composta, e misturas,

considerando aspectos macroscópicos e atômico moleculares. Diferentes zonas emergiram nos vários momentos da aula 1. A partir das transcrições de trechos do vídeo podemos observar que os alunos apresentaram várias formas de falar, que podem ser representativas de algumas zonas do perfil conceitual. Para a análise, escolhemos extratos das transcrições dos vídeos de cada aula, nos quais formas de falar foram associadas a modos de pensar sobre substância.

O extrato 1 corresponde ao momento no qual os alunos discutiam algumas questões colocadas pela professora, após a realização da atividade 1 - a leitura do texto. Os alunos trabalhavam em pequenos grupos e foi solicitado pela professora que eles discutissem algumas questões como: a. Hoje em dia existe o conceito de elemento tal como colocado no tempo de Aristóteles?; b. Você concorda com algumas das ideias defendidas por Aristóteles sobre a composição da matéria? Os alunos discutiram as questões em pequenos grupos, e a professora intervinha apenas quando achava necessário. Dessa forma, nesse primeiro momento da aula, foram valorizadas as interações entre alunos de um grupo na elaboração das ideias.

**Extrato 1-** Discussão de um grupo sobre concepções históricas de substância, após leitura do texto.

*Professora: Para você, o que mudou sobre o conceito de elementos químicos e substância?*

*Miguel: a gente descobriu que elemento químico é como se fosse o átomo da substância...*

*Valentina: hoje em dia, o elemento é constituído por átomos...*

*Miguel: hoje em dia, elemento é como se fosse o átomo da matéria...*

*Valentina: antes, ele era a substância, o elemento...*

*Miguel: ele era fogo, terra, ar...*

*Valentina: então! Eles eram as substâncias!*

*Miguel: é, eles eram as substâncias de hoje em dia...*

*Valentina: e a substância?*

*Miguel: hoje em dia, é o conjunto de elementos.*

---

No extrato 1, a discussão de dois alunos, Miguel e Valentina, aponta para uma compreensão de que os elementos químicos atualmente são considerados a partir da ideia de átomos, e que anteriormente se pensava em quatro elementos que constituíam toda a matéria. Isso parece indicar uma percepção de que os modelos explicativos sobre a matéria se modificaram ao longo da história. Araújo, Silva e Tunes (1995) argumentam que a maioria dos livros didáticos ainda apresenta definições aristotélicas de substância e destacam a importância em evidenciar os problemas que aparecem ao se trabalhar com estas visões. No entanto, as falas dos alunos não apresentam evidências de que eles tenham uma compreensão aprofundada sobre o que estão chamando de elemento químico (“é como se fosse o átomo da substância”). Não podemos considerar que eles apresentem uma visão racionalista do conceito de substância, ainda que apontem para aspectos de sua constituição em uma dimensão atômico molecular. Isso também foi constatado por Silva (2011), e nas respostas ao questionário analisadas no item anterior. Os alunos parecem não ter bem estabelecida uma ideia de como os materiais são constituídos por substâncias e estas por elementos químicos, e não conseguem diferenciar, átomo, elemento, substância, e misturas ou materiais nas suas falas. Dessa forma, ainda que tenham expressado os termos elementos e átomos nas suas falas, consideramos que eles apresentaram ideias representativas da zona generalista do perfil, no extrato 1.

No extrato 2, é mostrado o trecho de uma discussão feita com toda a turma, durante a utilização da simulação digital, quando a professora faz intervenções com a intenção de conduzir os alunos para a compreensão da visão científica de substância.

**Extrato 2-** Discussão realizada com a turma sobre aspecto atômico molecular das substâncias.

*Professora: o ar, é o quê?*

*Laura: são várias substâncias...*

*Professora: e quando tem várias substâncias, a gente chama de quê?*

*Rafaela: elemento?*

*José: Não!!! Substância misturada*

*Laura: então, o ar é uma mistura?*

*Miguel: oxigênio, gás carbônico, água...*

*Professora: e o que são oxigênio, gás carbônico e água?*

*Miguel: elementos químicos*

*Laura: não, substâncias! Não? Elemento? Ahhh não tô entendendo mais nada!*

---

Na discussão mostrada no extrato 2, observamos que para a maior parte dos alunos os conceitos de substância, elemento e mistura ainda não estão bem definidos. Isso pode ser percebido pelo nível de incerteza e imprecisão que as falas sugerem (“substância misturada” – José; “não, substâncias! Não? Elemento? Ahhh não tô entendendo mais nada!” - Laura). Ao longo da discussão, alguns alunos parecem reelaborar o discurso demonstrando dificuldade em diferenciar os conceitos. Classificamos alguns desses modos de falar como generalistas, considerando que os alunos não diferenciam substância, elemento e mistura, demonstrando dificuldade na compreensão de aspectos e macroscópicos do conceito. No entanto, podemos perceber um avanço nas formas de argumentação, que parecem mais elaboradas do que aquelas apresentadas no extrato 1. Podemos considerar que nas interações discursivas, os alunos parecem estar buscando significados compartilhados para ideias, criando suas trajetórias próprias em um processo de conceituação (Mortimer, Scott & El-Hani, 2011).

A despeito da predominância de ideias em uma visão generalista, nos extratos 1 e 2, ainda na aula 1, emergiram ideias representativas da zona racionalista, o que parece constituir avanços no processo de conceituação, no sentido da aquisição de uma visão científica para o conceito. No extrato 3, buscamos ilustrar um dos momentos no qual emergem ideias mais próximas da visão científica de substância.

**Extrato 3 - Discussão realizada no grande grupo sobre substância, na dimensão atômico molecular.**

*Professora: Qual a diferença entre as substâncias oxigênio e água?*

*José: porque a água é feita de dois átomos diferentes*

*Carlos: Porque a molécula de água tem três átomos e o oxigênio tem dois*

*Gabriela: é um conjunto de moléculas e elementos diferentes*

*Professora: quais são os elementos que constituem a água?*

*José: Hidrogênio e Oxigênio*

---

No extrato 3, os alunos José e Carlos expressaram ideias mais elaboradas que sugerem uma compreensão da substância na dimensão atômico molecular. Nesse momento, eles parecem diferenciar os conceitos de átomo, elemento e molécula. O aluno José indica que a água apresenta dois tipos de átomos diferentes, E na sua fala final, ele identifica os elementos químicos que compõem a água. O aluno Carlos complementa a fala inicial de José e afirma que a água é constituída por três átomos, e o oxigênio apenas por dois. No entanto, a fala da aluna Gabriela não traz indícios dessa mesma compreensão, uma vez que a aluna não especifica que moléculas e elementos são diferentes nas substâncias oxigênio e água. As formas de falar de Carlos e José podem ser representativas da zona racionalista do perfil, uma vez que apontam para uma compreensão da substância água, considerando a sua constituição por dois elementos químicos, a partir de perspectiva microscópica.

Na aula 1, também emergiram formas de falar que consideramos representativas da zona substancialista do perfil, ainda que elas apareçam com menor frequência nas falas dos alunos. Por exemplo, na discussão realizada com o grande grupo, quando a professora contrapôs uma visão aristotélica da composição da matéria à compreensão atual, algumas dessas ideias emergiram e são mostradas no extrato 4.

**Extrato 4 - Articulando diferentes modos de pensar na discussão com o grande grupo**

*Professora: de que é feita a água?*

*Carlos: átomos*

*Professora: então, antes eles acreditavam que a menor porção que poderíamos obter da matéria seria água*

*José: ou fogo, ar...*

*Laura: no caso, uma gota!*

*Professora: independentemente da quantidade, você não conseguiria dividir a água em mais nada?*

*Valentina: no caso, H<sub>2</sub>O*

*Professora: então, hoje conseguimos dividir a água em quê?*

*Alunos: hidrogênio e oxigênio*

*Professora: então, hidrogênio e oxigênio são as partículas elementares que formam a água*

*Laura: que é a substância!*

*Professora: entenderam?*

---

No extrato 4, a aluna Valentina aponta para a molécula da água como menor parte da substância, o que pode sugerir uma indistinção entre molécula e elementos, e isso sugere uma transferência das propriedades macroscópicas da água para a molécula. Classificamos essas ideias como representativas da zona substancialista, uma vez que aspectos macroscópicos e atômico molecular da substância são colocados indistintamente.

Mortimer (1997), ao propor as zonas do perfil conceitual de molécula, caracterizou como modo de pensar substancialista, aquele associado com ideias nas quais prevalece o pensamento aristotélico dos *Mínima naturalia*: “De acordo com Aristóteles, as menores partículas de um dado tipo de matéria seriam todas idênticas, pois elas são determinadas pela natureza específica da substância em questão” (p. 203). No caso de Laura, parece-nos que essa parte seria visível e representada pela gota de água, e no caso de Gabriela, essa parte seria a molécula, que aparentemente traria todas as propriedades da água. Aqui, é interessante ressaltar a proximidade entre esses dois perfis conceituais propostos na literatura: o de substância (Silva & Amaral, 2013) e o de molécula (Mortimer, 1997).

Na aula 1, foram realizadas várias atividades com objetos e objetivos distintos que buscaram explorar o conceito de substância sob diferentes aspectos. O engajamento maior ou menor dos alunos nessas atividades parece ter grande relevância para o processo de construção de significados para os conceitos. A discussão em pequenos grupos promoveu a exposição de ideias por parte dos alunos. A leitura de um texto que trazia questões históricas sobre o desenvolvimento do conceito e a posterior discussão destes aspectos se mostrou importante, tanto para emergência de zonas do perfil que tenham como influência estes pensamentos, como também para uma percepção e compreensão de aspectos socioculturais associados ao desenvolvimento histórico do conceito, que é um aspecto importante no processo de construção de significados para um conceito científico (Nuñez, 2009).

## *Aula 2*

Na aula 2 foi apresentado o tema medicamentos, a partir do qual foram enfatizados os aspectos macroscópicos do conceito de substância (ver tabela 1). Consideramos importante trabalhar o conceito científico a partir de temas, transformando o objeto de ensino em objeto de aprendizagem por meio de situações geradas intencionalmente em sala de aula (Moura *et al.*, 2010). Foi realizada a leitura de um texto sobre o desenvolvimento de produtos com ação antibióticas, no período da primeira guerra mundial. O texto serviu para introduzir o tema e iniciar uma discussão realizada apenas no grande grupo. Além disso, o objetivo do debate foi introduzir uma discussão sobre a importância das propriedades das substâncias, enfatizando os seus aspectos macroscópicos.

De modo geral, na aula 2, surgiram ideias que podem ser associadas às zonas racionalista, utilitarista/pragmática e substancialista. Observamos formas de falar em que os alunos enfatizam a importância das substâncias para o homem, e atribuímos este resultado ao fato de que o texto lido destaca a importância dos medicamentos no tratamento de infecções, no período da 1ª guerra Mundial. Isso parece ter favorecido a emergência de visões utilitarista/pragmática sobre substância, entre as quais destacamos aquelas que exprimem uma relação entre as substâncias e a vida, como quando, por exemplo, o aluno Carlos afirma que conhecer as propriedades das substâncias é importante “pra você saber se faz bem ou mal”.

As ideias representativas da zona racionalista foram as mais frequentes, principalmente quando a professora apresenta e discute a visão científica para o conceito de substância fazendo articulações com o tema em estudo. Por exemplo, ao se referir às propriedades das substâncias, a aluna Manuela afirmou que elas “são extremamente bem definidas”, o que nós consideramos como representativo de um modo de pensar racionalista. Quanto à compreensão da substância em uma dimensão atômico molecular, alguns alunos apresentaram ideias que se enquadram na zona racionalista porque entendem o que é uma substância pura, a distinguem de elemento químico, molécula e átomo e conseguem defini-la a partir desses elementos constituintes. Por exemplo, quando o aluno José diz que uma substância pura “tem apenas um tipo de molécula”, e ainda no mesmo momento completa a fala do colega e diz que “quando tem um tipo de átomo é uma substância simples”.

Na aula 2, ideias representativas da zona substancialista emergiram em um momento no qual foi feita uma discussão sobre a extração de substâncias de plantas para a produção de medicamentos, na atividade de aula expositiva (tabela 1). Interpretamos como substancialistas, falas em que os alunos consideraram que a substância sofre alguma alteração na sua constituição ao ser extraída de uma planta. Como podemos observar na fala do aluno José, quando ele diz: “Na maioria das vezes tem que sofrer alguma alteração. Se você tira uma substância de uma árvore, por exemplo, tem que alterar alguma coisa”.

### *Aula 3*

Na aula 3, foram desenvolvidas duas atividades – a análise de bulas de remédios pelos alunos, e a discussão em pequenos grupos de questões colocadas no quadro pela professora (tabela 1). Os objetivos eram identificar concepções dos alunos na aplicação do conceito de substância, e destacar as ideias representativas das zonas científicas do perfil em articulação com outras zonas. Para isso foi solicitado aos alunos que identificassem em bulas de remédio, o que seria elemento químico, substância ou mistura, buscando verificar ideias mobilizadas pelos alunos na aplicação desses conceitos, nessa situação específica. De uma maneira geral, verificamos que a maioria dos alunos ainda apresentou dificuldades na distinção dos conceitos e no uso da linguagem química, quando não conseguiram associar o nome das substâncias a uma representação de símbolos ou fórmulas químicas, nos quais estão visíveis elementos químicos ou moléculas.

Ao trabalhar com a situação específica das bulas de remédios, a maior parte dos alunos não conseguiu aplicar adequadamente ideias sobre substância, discutidas nas aulas anteriores. Constatação semelhante foi apresentada por Silva e Aguiar (2011), quando verificaram que alunos do 8º ano do ensino fundamental não utilizaram definições de substância de maneira consciente e adequada, numa atividade sobre os minerais na nutrição humana, que envolvia a compreensão dos conceitos de elemento químico e das relações entre elementos químicos e substância. Neste trabalho, os alunos parecem ter compreendido que os medicamentos são constituídos por diversas substâncias, que ao serem ingeridas pelas pessoas podem provocar reações desejadas (curar doenças), e/ou não desejadas (efeitos colaterais). E que o efeito causado por estas substâncias em nosso organismo depende não só da natureza dos constituintes, mas também da quantidade em que o remédio é ingerido. No entanto, eles tiveram dificuldades em traduzir essas constatações em termos de átomos, elementos e moléculas que estão implicados na composição dos remédios.

Em relação a emergência das zonas do perfil conceitual observadas ao longo desta aula, surgiram modos de falar representativos de quatro zonas do perfil de substância: generalista, utilitarista/pragmática, substancialista e racionalista. Houve uma predominância dos modos de falar racionalistas, embora ainda observada a persistência de algumas visões não científicas.

### *Síntese da análise das três aulas*

Na análise das três aulas, observamos variações na emergência de zonas do perfil conceitual de substância. Atribuímos essas variações a diversos fatores, sendo os principais: os diferentes tipos de questionamentos e situações didáticas a que os alunos foram expostos, e a utilização de um tema no qual o conceito de substância tem uma utilização específica relacionada com a saúde humana. Apesar de o tema orientar as discussões em uma direção específica, de uma forma geral, podemos verificar que os alunos reelaboraram alguns modos de pensar mais ingênuos e intuitivos ao longo das discussões, embora eles possam emergir nas discussões de situações novas. Dessa forma, corroboramos com a ideia de que não há um abandono dessas ideias, no processo de ensino e aprendizagem de conceitos científico, mas podemos constatar que novas zonas são construídas no perfil conceitual dos alunos (Mortimer *et al.*, 2014).

A forma como o conteúdo é trabalhado em sala de aula parece ter importante papel nessas reelaborações, e destacamos aqui o fato de a professora promover discussões e fazer emergir concepções diversas que possam ser contrastadas e refletidas a partir do conteúdo escolar a ser estudado. Nesse sentido, neste trabalho, buscamos promover uma aproximação do conhecimento científico com o mundo real a partir de um tema, uma forma de contemplar a dimensão epistêmica da sequência de ensino e aprendizagem, nos termos propostos por Meheut (2005). Do ponto de vista da dimensão pedagógica (Meheut, 2005), verificamos que a professora desempenhou um importante papel no sentido de favorecer a colocação das ideias por parte dos alunos, buscando fazer emergir e capturar nas discussões em sala de aula diferentes concepções e visões acerca do conceito que estava sendo trabalhado. Um domínio mais amplo de possíveis sentidos e significados que o conceito pode adquirir em situações ou contextos diversos parece tornar o professor mais consciente e engajado na tarefa de promover o debate e interações em sala de aula, nos quais as ideias dos alunos são levadas em conta (Silva & Amaral, 2010).

Na análise da emergência de zonas do perfil conceitual a partir das interações discursivas em sala de aula, podemos verificar que os alunos apresentam diferentes processos de conceitualização, ainda que estejam vivenciando situações semelhantes voltadas para o ensino e aprendizagem dos conceitos científicos. Alguns alunos compreendem mais facilmente alguns aspectos dos conceitos em detrimento de outros aspectos, enquanto outros alunos apresentam mais dificuldades de compreensão dos conteúdos estudados. Por essa razão, o processo de conceitualização ocorre em ritmos e com percursos diferenciados para cada

sujeito e, dessa forma, consideramos importante analisar o percurso ou trajetória vivenciada por alguns dos alunos, buscando compreender melhor aspectos de uma possível trajetória de aprendizagem que eles desenvolvem. Como foi colocado anteriormente, esse percurso foi analisado em termos das variações na emergência de zonas para cada aluno, em cada aula.

### **Análise do processo de conceituação dos alunos**

Para a análise de processos de conceituação, achamos importante escolher alunos com maior participação nas discussões em sala de aula. Uma participação limitada do aluno pode prejudicar a avaliação sobre o seu processo de conceituação, uma vez que ele expõe suas ideias de forma limitada, nem sempre por dificuldades de aprendizagem, mas por questões de temperamento mais tímido, vergonha, receio de expor as ideias, ou ainda por falta de interesse. Dos 13 alunos participantes da pesquisa, somente alguns tiveram participação mais ativa em todas as aulas e nas discussões promovidas. Dessa forma, neste trabalho, foram analisados aspectos do processo de conceituação de 07 alunos, com diferentes níveis de participação e, entre esses alunos, escolhemos mostrar com detalhes a análise feita para uma aluna, Laura, que teve uma participação muito ativa em todas as aulas.

Antes de apresentar a análise feita para Laura, optamos por fazer um resumo das observações realizadas para os outros 06 alunos, organizando os dados de acordo com a participação de cada um deles. Dois alunos apresentaram uma tímida participação em sala de aula (Carlos e Bernardo), três alunos tiveram uma participação moderada nas discussões em sala de aula (Miguel, Rafaela e Valentina), e os outros dois alunos (José e Laura) participaram de todas as etapas e se destacaram por apresentarem uma maior exposição das ideias.

Carlos e Bernardo foram alunos que participaram de todas as aulas, mas não expressavam suas ideias com frequência, eles pareciam ter insegurança para se expor diante dos colegas. A análise das poucas falas que foram identificadas nas transcrições dos vídeos apontou para diferentes movimentos na emergência de zonas do perfil para cada um dos alunos, ao longo das etapas. Nas falas de Bernardo observamos a predominância das ideias mais ingênuas e intuitivas em dois momentos – questionário e aula 1, e apenas na aula 3 conseguimos observar que ideias representativas da zona racionalista prevaleceram. Carlos apresentou predominantemente modos de falar representativos da zona racionalista, e as discussões nas aulas parecem ter sido eficientes no sentido de contrapor diferentes concepções e fazer emergir falas representativas de outras zonas do perfil.

Miguel, Rafaela e Valentina apresentaram uma participação moderada, mas significativa, ao longo da TLS, e demonstraram segurança ao expor suas ideias na maioria dos momentos. Para o aluno Miguel, foram analisadas as emergências das zonas do perfil conceitual em três momentos da TLS - o questionário, aula 1 e aula 3. Optamos por não incluir a análise realizada na aula 2 porque nesta aula o aluno apresentou pequena participação gerando poucas falas representativas de zonas do perfil conceitual. Observamos que no questionário houve a predominância dos modos de falar generalistas, e nas aulas 1 e 3 predominaram as falas classificadas como racionalista. Valentina e Rafaela não estiveram presente em todas as aulas, porém, nos encontros em que estavam presentes tiveram uma participação ativa, e foi possível identificarmos a emergência de ideias representativas de algumas das zonas do perfil conceitual nas suas falas. Assim foram analisados os dados obtidos em três momentos da TLS – o questionário, a aula 1 e a aula 3. Observamos que, no caso de Valentina, houve a predominância dos modos de falar generalistas no questionário e, nas aulas 1 e 3, as falas que predominaram foram aquelas representativas da zona racionalista. Rafaela expressou predominantemente ideias representativas da zona racionalista, no questionário e na aula 3 e, na aula 1, houve a predominância de formas de falar que representam visões generalistas sobre substância.

Laura e José foram os alunos que se destacaram em relação a participação e exposição das ideias nas aulas. Porém a expressão de ideias que caracterizaram a emergência de zonas do perfil conceitual, foi diferente para os dois alunos, o que evidencia o caráter também individual no processo de conceituação, ou construção de significados para os conceitos científicos. Com relação a José, podemos observar que, de uma forma geral, não observamos mudanças expressivas na emergência das zonas do perfil, uma vez que o aluno desde o início das atividades expressou ideias representativas da zona racionalista. No entanto, nas atividades em algumas situações contextualizadas foram trazidas para a sala de aula, podemos observar a emergência de ideias que foram classificadas como utilitarista/pragmática. É importante destacar que, apesar de apresentar ideias mais estruturadas, José tinha um jeito mais contido de se expressar do que a aluna Laura. Em geral, ele apresentava respostas curtas e objetivas. O que pode ter limitado a emergência de outras visões para o conceito. Essa constatação se confirmou quando, sendo José um dos dois alunos entrevistados, após a conclusão da sequência de ensino e aprendizagem, nós pudemos identificar outras concepções que

povoam o pensamento do aluno, e também algumas dificuldades na justificativa de algumas de suas ideias. A análise da aluna Laura será apresentada com mais detalhes a seguir.

## **Laura**

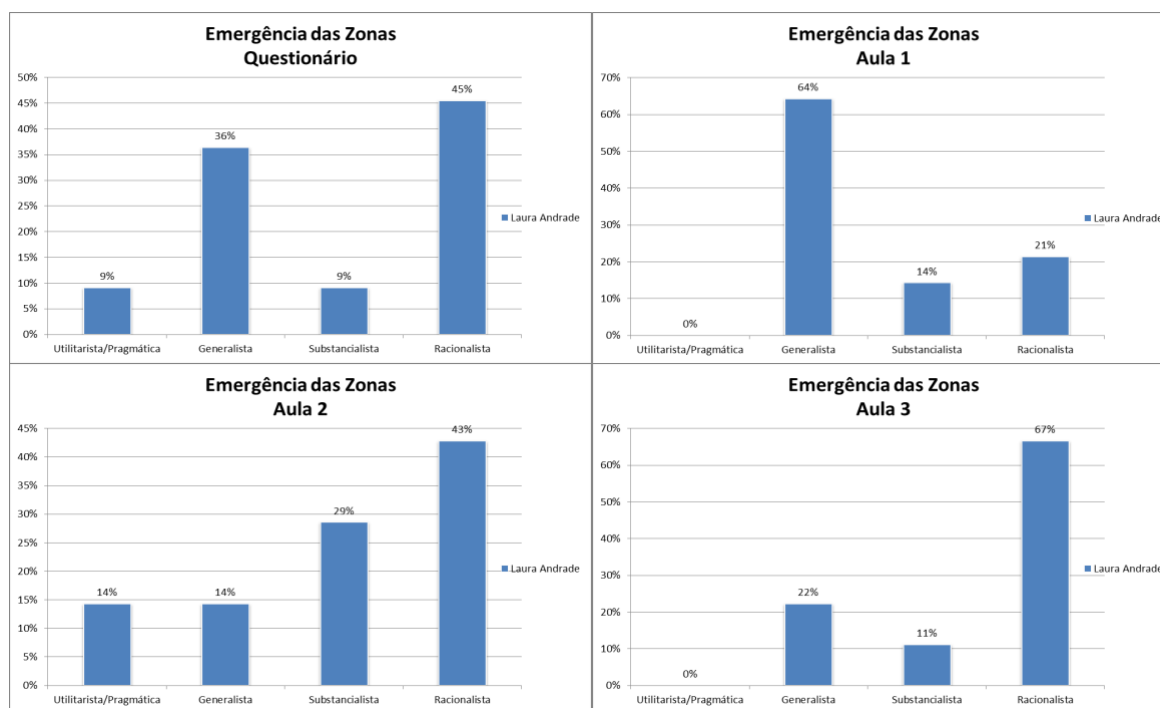
A aluna apresentou uma participação muito ativa na aula e colocava muito bem suas ideias e dúvidas, na maioria das situações. Laura esteve presente e participou ativamente de todas as aulas e, em suas falas, foi perceptível a expressão de algumas incertezas com relação aos conceitos de substância e elemento químico. Nas respostas ao questionário, a aluna apresentou ideias que foram características de quatro das cinco zonas do perfil conceitual – racionalista, quando por exemplo ela fala sobre a importância de conhecer as propriedades das substâncias “pois a partir disso podemos classifica-las, dividi-las em grupos e facilitar o estudo. As ideias generalistas também emergiram com certa frequência, por exemplo, quando Laura tenta definir uma substância pura e confunde com o conceito de substância simples “uma substância formada por um tipo de átomo tipo oxigênio”, demonstrando que o conceito de substância pura ainda não é bem compreendido. Ao exemplificar elemento, substância e material, a aluna cita respectivamente “oxigênio”, “água” e “ouro”, mas da forma como as respostas foram colocadas, não foi possível afirmar que a aluna tem a compreensão de cada um desses conceitos, ainda que os exemplos pareçam corretos do ponto de vista científico. As ideias representativas das zonas utilitarista/pragmática e substancialista surgiram com menor frequência. Um exemplo para ideias utilitaristas/pragmáticas pode ser dado quando foi questionado se uma maçã seria formada por várias substâncias, a aluna respondeu que isso era “verdadeiro, pois deve conter uma substância para cada benefício” relacionando as substâncias com os benefícios trazidos pela ingestão da fruta. Em relação à zona substancialista, observamos apenas uma resposta da aluna que pode indicar ideias contidas nesta zona - o momento no qual foi questionado se a cor dos átomos de ouro é amarela. A aluna responde que é “falso, pois acho que átomos são muito pequenos e a cor deles não influencia”, ou seja, apesar de considerar a afirmação falsa, a aluna parece admitir que os átomos têm cor.

Na aula 1, Laura apresentou ideias que apontavam principalmente para uma dificuldade em diferenciar elemento químico, substância simples, substância composta e mistura, conceitos que estão relacionados com uma compreensão dos materiais e substâncias em uma dimensão atômico molecular. Por exemplo, ao tentar definir uma substância pura, ela afirma “eu acho que pura é quando só tem um tipo de elemento”. A resposta sugere uma confusão entre a ideia de substância pura e substância simples. As dificuldades na compreensão das substâncias na dimensão atômico molecular podem ser percebidas desde o questionário, e ficam mais evidentes nas discussões feitas nas aulas, quando as concepções são expostas, confrontadas, refletidas e podem ser reelaboradas. Dessa forma, na fala da aluna, foram identificadas com frequência concepções representativas da zona generalista. No entanto, em alguns momentos, a aluna se posiciona nas discussões com ideias representativas da zona racionalista, por exemplo, quando afirma que “hoje em dia a água é uma substância, mas antes era um elemento! Só que substância hoje em dia no caso a água é formada por hidrogênio e oxigênio”. Na aula 2, na discussão sobre o tema medicamentos, foram colocadas ideias sobre substâncias naturais e sintetizadas, seus usos e aplicações, e Laura apresentou a ideia de que não haveria diferença entre substância natural ou sintética. Ao afirmar “acho que é a mesma coisa”, a aluna demonstra ter uma compreensão de que as substâncias têm uma identidade própria, independentemente do modo pelo qual foram obtidas, o que aponta para uma visão racionalista do conceito. As ideias com compromissos racionalistas emergiram com maior frequência nas falas de Laura, na aula 2. E em menor proporção, foram identificadas ideias representativas das zonas utilitarista/pragmática, quando Laura se refere às substâncias como algo que pode causar algum benefício ou malefício ao corpo - “ela pode ser alterada pra causar bem ao seu corpo, como pode ser alterada para fazer mal, depende da quantidade...”; e também ideias generalistas, que ainda indicavam a persistência na dificuldade em definir uma substância pura, definida pela aluna como aquela que “tem um tipo de átomo”, e ideias substancialistas, quando Laura admite que uma molécula de água isolada apresenta ponto de ebulição igual a 100°C.

Na aula 3, foi proposta uma atividade para aplicação dos conceitos estudados. Laura conseguiu perceber que os medicamentos têm em sua composição várias substâncias e parece ter reelaborado a sua fala com relação às propriedades das substâncias quando colocou: “eu acho que o medicamento é uma mistura, que é feito das substâncias que são excipientes e seconidazol”. Ao ler a bula do remédio, ela relacionou as substâncias que constituem o remédio com o efeito esperado, e de modo geral apresentou mais segurança na expressão das suas ideias. Dessa forma, na aula 3, destacamos a emergência de formas de falar que podem representar visões racionalistas do conceito de substância. No entanto, formas de falar características de um compromisso substancialista ainda emergiram, por exemplo, quando a aluna perguntou: “então molécula é substância? E retrucou, mas é pequena”, evidenciando dificuldades em diferenciar as dimensões macroscópica e molecular das substâncias, o que muitas vezes implica em atribuir propriedades da substância para a molécula. Na aula 3, ideias generalistas emergiram com menor frequência, indicando a

persistência da dificuldade da aluna na distinção de substâncias e elementos. Ideias representativas da zona utilitarista/pragmática não foram identificadas nos dados analisados para Laura, na aula 3.

Da mesma forma como foi feito na análise das respostas ao questionário, as falas de Laura foram colocadas em uma planilha, para uma visualização da emergência de zonas nas falas da aluna nos diferentes momentos da sequência de ensino e aprendizagem. Novamente, ressaltamos que a frequência de emergência das zonas representa apenas uma estimativa feita a partir dos trechos de aula analisados, sendo os seus valores relativos. Na figura 2, são mostrados gráficos que foram produzidos a partir da planilha e que mostram um movimento na emergência de zonas nas falas analisadas da aluna Laura.



**Figura 2 -** Emergência de zonas do perfil conceitual em diferentes momentos da TLS - Laura

A partir da figura 2, podemos visualizar uma alternância na emergência de zonas, nas respostas ao questionário e ao longo dos três dias de aula, que: confirma uma heterogeneidade de modos de pensar associados às formas de falar da aluna, em diferentes momentos da aula (Mortimer & Wertsch, 2003; Mortimer & El-Hani, 2014); aponta para a emergência de modos de pensar que poderiam ser considerados como superados, mas que são expressados na vivência de novas situações; sugere que sentidos e significados estão em contínua articulação, no processo de conceituação, promovendo a reelaboração de ideias, mas não necessariamente o abandono de algumas delas. No caso de Laura, ela apresentou uma compreensão confusa sobre substância, elemento químico e misturas, e incertezas sobre esses conceitos emergiram predominantemente na primeira aula. Ao longo das aulas 2 e 3, a participação ativa da aluna nos debates e a busca por respostas parecem contribuir para uma compreensão científica desses conceitos, ainda que outros modos de pensar possam emergir, em circunstâncias nas quais a aluna se depara com novas situações. Dessa forma, o processo de conceituação, ou a formação de um pensamento conceitual, pode ser caracterizado por um movimento dinâmico e contínuo, no qual sentidos e significados socialmente compartilhados são confrontados levando os sujeitos a fazer usos dos mesmos em situações específicas (Mortimer, El-Hani & Scott, 2011). Nesse movimento, alguns significados estabilizados podem ser incorporados ao repertório de ideias dos alunos. No caso de Laura, estamos sugerindo que algumas ideias científicas sobre substância foram incorporadas ao seu repertório de sentidos e significados, o que parece se alinhar aos objetivos dos estudos formais na escola. No entanto, estamos certos de que o processo de conceituação continuamente mantém a sua dinâmica para que novos sentidos e significados sejam confrontados.

Para ilustrar outros aspectos do processo de conceituação de Laura, apresentamos a seguir parte da análise das respostas a uma entrevista realizada com a aluna após as aulas.

*Análise da entrevista feita a Laura no final da sequência*



A entrevista feita a Laura teve como objetivo analisar como a aluna percebe e articula as diferentes concepções que ela expôs nas suas falas ao longo das aulas. Nesse sentido, a nossa expectativa foi identificar aspectos do processo de conceituação vivenciado pela aluna. Para isso, em um primeiro momento, foi solicitado que Laura definisse o conceito de substância. O extrato 5 mostra um trecho da entrevista, nesse momento.

**Extrato 5 - Trecho de entrevista com Laura: definição de substância**

---

1. Professora: Defina substância
  2. Laura: Toda vez eu confundo elemento com substância, eu sei que elemento é o conjunto de todo (...) Tipo elemento é meio que tipo em geral, e substância eu não sei direito o que é, porque tipo tem o átomo de alguma coisa, exemplo a substância oxigênio seria no caso  $O_2$ , a substância seria  $O_2$ , e um "O" seria um átomo e um monte de  $O_2$  junto é um elemento, eu acho.
  3. Professora: Você acha que um monte de  $O_2$  é um elemento? Na tabela periódica o que a gente tem?
  4. Laura: Elementos.
  5. Professora: Tem oxigênio lá na tabela periódica?
  6. Laura: Tem
  7. Professora: Mas quando a gente vê a representação na tabela periódica tem um "O" só, né?
  8. Laura: É! Mas o elemento seria "O" porque seria "O" junto com todas as variações dele tipo isótopos de "O" estaria tudo junto quanto colocar o elemento "O" lá e tipo qual a pergunta mesmo? Substância né? Substância seria, por exemplo,  $O_2$  a substância oxigênio.
  9. Professora: Você definiu a substância utilizando um exemplo e falando também em termos microscópicos.
  10. Laura: Então se fosse definir com palavras sem ser com exemplos eu diria que substância é um conjunto de átomos.
- 

No extrato 5, observamos inicialmente que a aluna ao tentar elaborar uma definição apresenta confusão com relação aos conceitos de elemento e substância (turno 2). Primeiramente, podemos apontar uma diferença entre as posições da aluna no momento da entrevista e na discussão na sala de aula: na entrevista, ela utilizou um número maior de termos próprios da linguagem científica. Isso parece ser indício de que ela possa estar avançando quanto à compreensão dos significados cientificamente aceitos para substância. Ela exemplifica corretamente uma substância ( $O_2$ ), identifica o átomo que forma essa substância (O), porém logo em seguida define elemento como  $O_2$ . Após intervenções da professora, Laura reelabora sua resposta (turno 8) e define a substância como sendo um conjunto de átomos (turno 10). Consideramos que a aluna apresenta avanços, mas que nem todos os significados estão estabilizados para uma compreensão ampla dos conceitos científicos.

Ainda na primeira etapa da entrevista, foi feita outra questão sobre propriedades das substâncias, considerando principalmente que, na atividade com a bula de remédios, a maior parte dos alunos não associou as propriedades das substâncias com a ação em um medicamento. Esse momento da entrevista é mostrado no extrato 6.

**Extrato 6 – Discussão sobre propriedades das substâncias**

---

1. Professora: Qual a importância de conhecer as propriedades das substâncias?
  2. Laura: Eu acho que é importante para você diferenciar uma da outra, para você saber mais sobre a substância, para mim não tem muita importância é mais para quem...
  3. Professora: Porque você acha que não tem importância, não tem substâncias no seu dia a dia não?
  4. Laura: Tem, mas eu meio que não me importo qual a propriedade da substância que eu "to" pegando.
  5. Professora: Porque você está pensando só no ponto de fusão, ebulição... você não está pensando no cheio, sabor ...
  6. Laura: É que sempre que eu penso em propriedades eu lembro mais de PF e PE essas coisas assim
-

No extrato 6, podemos verificar que, apesar de reconhecer propriedades como ponto de fusão e de ebulição, como importantes para identificar as substâncias, a aluna não relaciona essas propriedades ao comportamento que observamos em materiais ou substâncias em nosso dia a dia (turno 2). Isso aponta para a importância da contextualização no ensino de conceitos químicos, quando situações reais podem ser trazidas para as discussões na sala de aula. Vogelezang (1987) afirma que os estudantes apresentam convívio com substâncias (ou materiais), porém usualmente não as associam com termos da química.

Na segunda etapa da entrevista foram apresentados modos de pensar propostos por Silva (2011), para que a aluna tecesse comentários sobre a pertinência ou não das ideias colocadas. Alguns desses modos de pensar são mostrados no extrato 7, juntamente com a transcrição de algumas considerações feitas.

**Extrato 7- Considerações de Laura a partir de afirmações sobre substância**

---

**1. "Substância pode ser entendida como um composto formado por um único elemento ou por mais de um elemento".**

Laura 1: (...) eu acho que está certo que é o lance da substância que pode ser simples ou composta aí eu acho que está certo isso.

**2. "Substância pura é aquela que tem todas as propriedades distribuídas igualmente. Um modo de se comprovar se a substância é pura ou não, é aquecendo-a. Se os pontos de fusão e ebulição permanecerem constantes, a substância é pura".**

Laura 2: Sobre a segunda informação eu acho que toda substância é pura, não importa se ela é simples ou composta, não importa se ela só tem um elemento ou dois, ela vai ser sempre pura tal (...) e o PF e PE ele vai ser mais definido quando ela é simples, eu acho.

**3. "Substância é tudo aquilo que está em nossa volta. Quase tudo o que vemos no mundo é uma substância química. "**

Laura 3: E a terceira a informação eu acho que é tipo tudo que a gente vê é composto por substância, não significa que isso seja uma substância tipo (...) uma caneta é formada por várias substâncias, mas não significa que é uma substância tipo caneta é uma substância, não! Caneta é formada por substâncias uma ou mais.

**4. "A substância pura é aquela encontrada na natureza e ao sofrer processo químico ela se torna impura"**

Laura 4: Sobre substância pura e impura eu acho que está errado, porque eu acho que não existe essa classificação de substância impura. Eu acho que toda substância pode ser considerada pura e talvez seja (haja) a classificação de substância artificial e substância natural, mas esse lance de impura eu acho que não existe não. Se ela foi modificada pode ser que seja uma substância artificial, mas impura não.

**5. "O cheiro do perfume é devido a uma substância do material"**

Laura 5: E a última sobre o perfume eu acho que o cheiro é uma propriedade assim (...) e que vai ter dessa (...) talvez, eu acho, que o perfume seja uma mistura, e eu acho que o cheiro é uma propriedade disso. O cheiro na verdade vai ser uma propriedade da substância que tem ali dentro e não tipo a substância é o cheiro, a substância tem propriedades como PE, PF, cor, cheiro, sabor acho que isso também é propriedade da substância então eu acho que o cheiro é uma propriedade.

---

No extrato 7, podemos verificar que a aluna apresenta algumas ideias mais elaboradas sobre substância, mas algumas dessas ideias ainda não parecem estabilizadas em significados. Ao considerar a afirmação 1, Laura aparentemente apresenta uma compreensão sobre substância simples e compostas, ainda que não tenha problematizado o uso do termo composto para designar uma substância simples. No entanto, na afirmação 2, a aluna parece confundir as ideias de substâncias simples e pura, quando afirma que as propriedades - PF (ponto de fusão) e PE (ponto de ebulição) - seriam mais bem definidas para substâncias simples, ainda que considere que substâncias puras podem apresentar um ou mais elementos. A dificuldade de compreensão sobre a pureza das substâncias persiste nas considerações feitas sobre a afirmação 4, com um aspecto complicador, no que se refere à comparação de substâncias naturais e artificiais. Nesse sentido, podemos verificar que uma proposta de ampliação da compreensão do conceito de substância a partir da reflexão sobre substâncias sintetizadas, questão que emergiu na discussão sobre medicamentos, em sala de aula, pode inicialmente levar a conflitos, quando os significados para os conceitos não estão plenamente construídos. A confrontação de ideias e a discussão dos possíveis conflitos gerados poderão ampliar mais e mais a compreensão dos sujeitos sobre os conceitos em estudo.

Sobre a afirmação 3, a aluna expressa um reconhecimento de que os materiais são constituídos por substâncias, o que representa um avanço com relação às ideias generalistas que ela expressou no início da sequência, apontando para uma compreensão mais consolidada sobre mistura e substância. E, ao comentar a afirmação 5, Laura demonstra saber que as substâncias apresentam propriedades, identifica o perfume

como uma mistura de substâncias, e atribui o cheiro a uma propriedade de algumas das substâncias constituintes desse material. Dessa forma, podemos considerar que esses significados parecem mais consolidados na fala da aluna. Podemos considerar que, no processo de conceituação, as tensões entre diferentes modos de pensar são constantes, e alguns significados parecem se estabilizar quando algumas dessas tensões são resolvidas.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Neste trabalho nos propomos a analisar a emergência de zonas do perfil conceitual e o processo de conceituação vivenciado pelos alunos quando envolvidos em atividades propostas em uma sequência de ensino e aprendizagem. As atividades propostas na sequência de ensino e aprendizagem tinham por objetivo principal promover a emergência das zonas do perfil conceitual de substância, e também evidenciar para os alunos ideias representativas de zonas científicas do perfil conceitual de substância.

As zonas do perfil orientaram as atividades no sentido de promover discussões sobre diferentes modos de pensar e a análise mostrou que diferentes zonas do perfil emergiram nas aulas a partir dessas atividades. Para nós, esse é um indício de que foram oferecidas possibilidades para uma compreensão ampla do conceito e um enriquecimento do processo de conceituação dos alunos. Os resultados obtidos mostram que a utilização de zonas do perfil conceitual é uma importante ferramenta a ser utilizada pelo professor para o planejamento de suas aulas, para o reconhecimento de diferentes modos de pensar sobre os conceitos discutidos em sala de aula, e para a análise/acompanhamento do processo de conceituação vivenciados pelos alunos. O reconhecimento de diferentes modos de pensar sobre conceitos científicos pode possibilitar ao professor um planejamento do ensino voltado para discussões e ações que visem contribuir para a discussão e confrontação de ideias, conduzindo os alunos à construção ou compartilhamento de significados estabilizados (conhecimento científico), que serão situados entre outros sentidos atribuídos pelos sujeitos aos conceitos científicos, e que podem ser usados em contexto específicos. Isso pode favorecer a reelaboração e ampliação de ideias nos alunos, de forma significativa.

Ao longo das aulas, verificamos que a oscilação dinâmica na emergência de zonas do perfil nas falas dos alunos pareceu contribuir para uma maior compreensão da visão científica do conceito de substância. Isso indica que os alunos parecem ter reelaborado ou adquirido novos modos de pensar sobre substância, sem necessariamente abandonar os modos de pensar mais intuitivos, o que pode ser verificado a partir do desenvolvimento de formas de falar mais elaboradas, no discurso produzido em sala de aula. É interessante apontar que situações diversas foram discutidas nas diferentes atividades, e isso parece ter contribuído para as oscilações na emergência de zonas do perfil.

Na análise do processo de conceituação, verificamos que cada aluno apresenta suas particularidades na participação das atividades em sala de aula, e na articulação entre sentidos e significados para a compreensão de conteúdos e temas trabalhados. O processo de conceituação se mostra como dinâmico e contínuo, no qual se alternam momentos de consolidação e estabilização de significados e momentos de confrontação e conflito entre sentidos pessoais atribuídos aos conceitos. Nesse sentido, é crucial que professores promovam discussões na sala de aula, e possam atuar como mediadores nesse processo, de forma a conduzir os alunos a processos de tomada de consciência sobre essa heterogeneidade de ideias que permeia a aprendizagem dos conceitos científicos. Nesse sentido, a realização desta pesquisa mostrou um aspecto relevante para a prática docente: o conhecimento de zonas do perfil conceitual tem um importante papel para o trabalho do professor na sala de aula. Esse conhecimento pode ser importante para o planejamento de atividades de ensino, e para a mediação e orientação das discussões nas aulas, proporcionando ao professor mais convicção sobre seus objetivos em relação à aprendizagem dos alunos.

## **REFERÊNCIAS**

- André, M. (2001). Pesquisa em educação: Bucando rigor e qualidade. *Cadernos de pesquisa*, (113), 51-64. [DOI:10.1590/S0100-15742001000200003](https://doi.org/10.1590/S0100-15742001000200003)
- Araújo, D. X., Silva, R. R., & Tunes, E. (1995). O conceito de substância em química apreendido por alunos do ensino médio. *Química Nova*, 18(1), 80-90. Recuperado de [http://quimicanova.sbq.org.br/detalhe\\_artigo.asp?id=4817](http://quimicanova.sbq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=4817)

- Firme, R. N., Amaral, E. M. R., Barbosa, R. M. N., & Santos V. T. (2009). Validação de sequências didáticas: uma abordagem CTS no Ensino da química. *Enseñanza de las Ciencias*, 2874-2879. Recuperado de <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/download/294512/383021>
- Fonsceca, M. R. (2007). *Química – Meio Ambiente – Cidadania* (Vol. 1). São Paulo, Brasil: FTD.
- Gagliardi, R. (1988). Cómo utilizar la historia de las ciencias en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 6(3), 291-296. Recuperado de <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/51106>
- Lacerda, C. D., Campos, A. F., & Marcelino-Jr, C. de A. C. (2012). Abordagem dos Conceitos Mistura, Substância Simples, Substância Composta e Elemento Químico numa Perspectiva de Ensino por Situação-Problema. *Química Nova na Escola*, 34(2), 72-82. Recupertado de [qnesc.sbq.org.br/online/qnesc34\\_2/05-RSA-73-10.pdf](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc34_2/05-RSA-73-10.pdf)
- Mattos, C. R. (2014). Conceptual profile as a model of a complex world. Em E. F. Mortimer, & C. N. El-Hani, *Conceptual Profile: A Theory of Teaching and Learning Scientific Concepts* (pp. 263-292). New York: Springer.
- Méheut, M. (2005). Teaching-learning sequences tools for learning and/or research. *Research and the quality of science education*, 195-207. [DOI:10.1007/1-4020-3673-6\\_16](https://doi.org/10.1007/1-4020-3673-6_16)
- Mortimer, E. F. (1995). Conceptual change or conceptual profile change? *Science & Education*, 4(3), 267-285. [DOI:10.1007/BF00486624](https://doi.org/10.1007/BF00486624)
- Mortimer, E. F. (1997). Beyond chemical boundaries: a conceptual profile for molecule and molecular structure. *Química Nova*, 20(2), 200-207. [DOI:10.1590/S0100-40421997000200013](https://doi.org/10.1590/S0100-40421997000200013)
- Mortimer, E. F. (2001). Perfil conceptual: formas de pensar y hablar en las clases de ciencias. *Infancia y aprendizaje*, 24(4), 475-490. [DOI:10.1174/021037001317117402](https://doi.org/10.1174/021037001317117402)
- Mortimer, E. F., & Hani, C. N. (2014). *Conceptual Profiles: A Theory of Teaching and Learning*. New York: Springer Science & Business Media.
- Mortimer, E. F., & Wertsch, J. V. (2003). The architecture and dynamics of intersubjectivity in science classrooms. *Mind, Culture, and Activity*, 10(3), 230-244. [DOI:10.1207/s15327884mca1003\\_5](https://doi.org/10.1207/s15327884mca1003_5)
- Mortimer, E. F., Scott, P., & El-Hani, C. N. (2011). Bases teóricas e epistemológicas da abordagem dos perfis conceituais. *TED: Tecné, Episteme y Didaxis*, (30), 111-125. Recuperado de [posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiienpec/pdfs/22.pdf](http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiienpec/pdfs/22.pdf)
- Mortimer, E. F., Scott, P., Amaral, E. M., & El-Hani, C. N. (2014). Conceptual Profiles: Theoretical-Methodological Bases of a Research Program. In E. F. Mortimer, & C. N. El-Hani, *Conceptual Profiles* (pp. 3-34). New York: Springer Science & Business Media.
- Moura, M. O., Araújo, E. S., Moretti, V. D., Panossian, M. L., & Ribeiro, F. (2010). Atividade orientadora de ensino: unidade entre ensino e aprendizagem. *Revista Diálogo Educacional*, 10(29), 205-229. Recuperado de <https://periodicos.pucpr.br/index.php/dialogoeducacional/article/view/3094>
- Núñez, I. B. (2009). *Gauperin: Formação de conceitos e princípios didáticos*. Brasília: Liber livro.
- Oki, M. D. (2002). O conceito de elemento da antiguidade à modernidade. *Química Nova na Escola*, (16), 21-25. Recuperado de [qnesc.sbq.org.br/online/qnesc16/v16\\_A06.pdf](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc16/v16_A06.pdf)
- Oliveira, R. J. (1995). O mito da Substância. *Química Nova na Escola*, (1), 8-11. Recuperado de [qnesc.sbq.org.br/online/qnesc01/conceito.pdf](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc01/conceito.pdf)
- Penny Le Couteur, Jay. Burreson. (2006). *Os botões de Napoleão: as moléculas que mudaram a história*. Rio de Janeiro: Zahar.

- Rodrigues, G. M., & Ferreira, H. S. (2011). Elaboração e análise de Sequências de Ensino-Aprendizagem sobre os estados da matéria. *VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, (pp. 1-12). Campinas. Recuperado de <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viii/enpec/resumos/R0234-2.pdf>
- Silva, J. R. (2011). *Um perfil conceitual para o conceito de substância*. (Dissertação de mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco), Recife. Recuperado de
- Silva, J. R., & Amaral, E. M. (2010). Uma análise sobre concepções de alunos e professores de química relativas ao conceito de substância. *XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ)*. Brasília-DF. Recuperado de <https://edisciplinas.usp.br/mod/resource/view.php?id=1210400>
- Silva, J. R., & Amaral, E. M. (2013). Proposta para um Perfil Conceitual de substância. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 13(3), 53-72. Recuperado de <https://seer.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/2475>
- Silva, N. S., & Aguiar, O. (2011). O uso dos conceitos de elemento e substância por estudantes do ensino fundamental: uma perspectiva de análise sociocultural. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 8(3). Recuperado de <https://seer.ufmg.br/index.php/rbpec/article/download/2215/1614>
- Vogelezang, M. J. (1987). Development of the concept 'chemical substance'-some thoughts and arguments. *International Journal of Science Education*, 9(5), 519-528. DOI:10.1080/0950069870090502
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher mental process*. Cambridge: Harvard University Press.

**Recebido em:** 05.08.2017

**Aceito em:** 25.01.2018