

# *VIII ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*

## Proposta de um perfil conceitual para substância

### Proposal of a conceptual profile for substance

Autores:

Prof. M.Sc. João Roberto Ratis Tenório da Silva<sup>1</sup>

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Edenia Maria Ribeiro do Amaral<sup>2</sup>

### Resumo

Este trabalho teve como objetivo propor um perfil conceitual (MORTIMER, 1995) para o conceito de substância. O perfil foi proposto a partir de uma coleta de dados em diversas fontes como: textos de História da Química, artigos na literatura em Ensino de Ciências, questionários e entrevistas semi-estruturadas aplicados a alunos do ensino médio e superior. Essas fontes permitiram um levantamento de dados representativos de três domínios genéticos (WERTSCH, 1985): ontogenético, sociocultural e microgenético. Dados obtidos na pesquisa bibliográfica articulados àqueles da pesquisa empírica foram agrupados em categorias, que posteriormente constituíram zonas para o perfil conceitual. Cada zona do perfil foi caracterizada por compromissos epistemológicos e ontológicos distintos. Ao final, propomos as seguintes zonas para o perfil conceitual de substância: generalista, essencialista, substancialista, racionalista e relacional.

**Palavras-chave:** conceito, perfil conceitual, substância

### Abstract

This work aimed to propose a conceptual profile (MORTIMER, 1995) to the concept of substance. The profile was proposed considering data collected from sources such as: History of Chemistry, literature in Science Education, questionnaires and interviews applied to pupils in high school and students in higher education. These sources allowed collecting data representative of three genetics domains (WERTSCH, 1985): ontogenetic, sociocultural and microgenetic. Data from bibliographic research were articulated to empirical data and they together constituted categories from which zones of the conceptual profile were proposed. Each zone was characterized considering different epistemological and ontological commitments. Then, we proposed the followed zones of the conceptual profile of substance: generalist, essentialist, substancialist, rationalist and relational.

---

<sup>1</sup> Universidade Federal Rural de Pernambuco – [professortenorio@ymail.com](mailto:professortenorio@ymail.com)

<sup>2</sup> Universidade Federal Rural de Pernambuco – [edsamaral@uol.com.br](mailto:edsamaral@uol.com.br)

**Key words:** concept, conceptual profile, substance,

## Introdução

Este trabalho é parte de uma dissertação de mestrado, defendida em março de 2011 no em um programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências de uma Universidade em Pernambuco, cujo objetivo foi propor um perfil conceitual (MORTIMER, 1995) para o conceito de substância. Consideramos que este conceito é polissêmico, ou seja, pode apresentar diversos significados, usados em contextos específicos e, dessa forma, é elegível para a proposição de um perfil conceitual. Mortimer (1995) propõe a noção do perfil conceitual partindo do pressuposto que um único indivíduo pode apresentar diferentes modos de pensar um conceito, que são associados a contextos específicos.

Desde a década de 80, muitos trabalhos investigam sobre concepções informais de estudantes buscando identificar formas de inseri-las no processo de ensino aprendizagem. Dessa forma, várias metodologias de ensino foram propostas, dentre elas, a estratégia de mudança conceitual (POSNER et al, 1982), na qual o estudante poderia abandonar suas concepções prévias/alternativas, ao perceber suas limitações e incompatibilidade com o conceito científico, e substituir pelo novo conhecimento construído (CARVALHO et al, 2004). Porém, resultados dos estudos sobre mudança conceitual mostraram que estudantes não abandonam facilmente suas concepções prévias, mas elas persistem mesmo após os anos de escolaridade (MORTIMER, 1996; POZO; CRESPO, 1998; SILVA; AMARAL, 2006). Consideramos que o modelo do perfil conceitual, além de uma ferramenta metodológica para analisar a evolução conceitual em sala de aula (MORTIMER; SCOTT; EL-HANI, 2009), pode explicar a resistência das ideias prévias. Com esta ferramenta, podemos estruturar a diversidade de formas de pensar um conceito, que coexistem em um mesmo indivíduo, e dentre outras coisas, podemos situar aquelas concepções prévias que encontram sentido em determinados contextos.

No processo de ensino aprendizagem, a construção de significados para conceitos científicos pode ser vista como uma incorporação de novas formas de pensar a um perfil conceitual do aluno que já existia. Nessa perspectiva, a aprendizagem do aluno pode estar relacionada com a tomada de consciência de que o uso de determinadas concepções pode ser limitado em alguns contextos. Dessa forma, o aluno pode apresentar uma forma de pensar não-científica em seu dia-a-dia, sabendo que, em um contexto científico, aquela concepção é insuficiente. Além disso, ele terá consciência de que determinadas situações cotidianas podem ser explicadas de forma diferente pela ciência. Desse modo, a aprendizagem de ciências em sala de aula pode “ser descrita como uma mudança de perfil conceitual do estudante, cujo novo perfil inclui também, mas não exclusivamente, as novas idéias científicas” (MORTIMER, 2000, p. 27).

Um passo seguinte na discussão proposta para este trabalho é refletir sobre a ideia de que essas concepções, vinculadas às zonas do perfil, emergem em determinados contextos, que estão relacionados com domínios genéticos específicos (WERTSCH, 1985). Para a proposição do perfil conceitual, as concepções levantadas a partir da pesquisa em diversas fontes são situadas, nos termos propostos por Vigotski, em determinados domínios, tais como: sociocultural, ontogenético e microgenético. Neste trabalho, o levantamento de ideias nos diversos domínios genéticos mostra a pluralidade de concepções associadas ao conceito de substância. A pluralidade de significados atribuídos a um único conceito não é uma ideia nova, sendo discutida já por diversos autores, como Bachelard (1984/1996) e Schutz (1967). A ideia de pluralidade filosófica associada a um único conceito, que usamos neste trabalho a

partir da noção de perfil conceitual foi inspirada nas ideias de Bachelard (1984) quando propôs o perfil epistemológico.

Ao levantarmos diversas concepções sobre o conceito de substância, verificamos que algumas delas apresentavam significações muito diversas com relação ao universo da sala de aula de ciências e/ou de Química e, dessa forma, não se enquadravam na categorização feita neste trabalho com vistas à proposição de zonas para o perfil conceitual. Consideramos que algumas dessas concepções não influenciam de forma direta no processo de ensino aprendizagem do conceito de substância. Diante disso, para compor as zonas do perfil conceitual, escolhemos concepções com um sentido pragmático para o ensino e aprendizagem de ciências, tomando por base ideias propostas por William James. Segundo James (1974), as ideias só têm sentido se apresentarem alguma utilidade, e o autor sustenta que os significados das idéias só se encontram no plano das conseqüências. Em outras palavras, se não há efeitos, é porque estas idéias não têm sentido (JAMES, 1974).

Em síntese, neste trabalho tivemos como objetivo geral, propor um perfil conceitual para o conceito de substância estruturando diferentes formas de pensar o conceito em zonas, observando os compromissos epistemológicos e ontológicos entre elas. Para isso, buscamos: levantar concepções sobre substância que surgiram no desenvolvimento histórico deste conceito, na literatura em ensino de ciências e em sala de aula; identificar concepções sobre substância com valor pragmático para o ensino deste conceito, de forma que possam constituir as zonas do perfil; e propor um perfil conceitual a partir de zonas constituídas por concepções que implicam em compromissos epistemológicos e ontológicos diferentes. Dessa forma, este trabalho contribui para o fortalecimento da pesquisa sobre perfis conceituais, tendo o perfil de substância relações diretas com outros perfis propostos na área de Química, como: átomo e estados físicos da matéria (MORTIMER, 1995/2000), molécula (MORTIMER, 1997) e calor (AMARAL; MORTIMER, 2001).

Para propor o perfil conceitual de substância, buscamos tomar por base aspectos epistemológicos e ontológicos presentes em perfis conceituais publicados na literatura (MORTIMER, 1995/2000; MORTIMER, 1997; AMARAL; MORTIMER, 2001), considerando que em algumas zonas desses perfis têm implicada a ideia de substância. Além disso, levamos em conta a discussão dos aspectos metodológicos para a proposição de perfis conceituais que são apresentadas nesses e em outros trabalhos que versam sobre este tema.

## **Metodologia**

Para propor o perfil conceitual de substância, adotamos uma metodologia que vem sendo discutida em vários trabalhos sobre proposição de perfis conceituais (MORTIMER, 2000; AMARAL; MORTIMER, 2001; AMARAL; MORTIMER, 2004; COUTINHO, 2005; SEPULVEDA; MORTIMER; EL-HANI, 2007; entre outros). Para este trabalho, adaptamos algumas etapas e instrumentos de pesquisa propostos por Coutinho (2005), Amaral e Mortimer (2006) e Viggiano e Mattos (2007). Os dados foram coletados a partir de uma busca de concepções dentro de determinados domínios genéticos (WERTSCH, 1985), como propõem Amaral e Mortimer (2006). Essa busca de concepções compreendeu uma pesquisa bibliográfica e empírica, contemplando os domínios ontogenético, sociocultural e microgenético.

A pesquisa bibliográfica contemplou o levantamento de ideias presentes em fontes secundárias sobre História da Química e na literatura em Ensino de Ciências. Já na pesquisa empírica, buscamos identificar concepções com a aplicação de um questionário de nove

questões, adaptado da proposta de Viggiano e Mattos (2007). O questionário foi aplicado a 72 alunos do ensino médio - 22 alunos do 2º ano de uma escola da rede estadual de ensino e 50 alunos do Colégio de Aplicação/UFPE, sendo 25 alunos do 2º ano e 25 alunos do 3º ano. Além disso, aplicamos o mesmo questionário a 17 licenciandos em Química da UFRPE. Complementamos os dados a partir de uma entrevista realizada com 10 alunos do Colégio de Aplicação/UFPE, selecionados pela professora da turma, os quais, segundo a professora, eram mais participativos no dia-a-dia das aulas. A entrevista possibilitou a ratificação de algumas concepções já apresentadas bem como a emergência de outras concepções.

A análise dos dados consistiu na estruturação das diferentes concepções levantadas acerca do conceito de substância em zonas de um perfil conceitual. Para isso, consideramos aquelas concepções que de alguma forma guardam relação com o processo de ensino-aprendizagem (James, 1974), considerando os diferentes significados que podem ser atribuídos a um conceito coexistindo em um mesmo indivíduo, mas cada qual pragmaticamente mais poderoso para lidar com determinados tipos de problemas (MORTIMER; SCOTT; EL-HANI, 2009). Uma vez selecionadas as concepções com forte valor pragmático, estruturamos as zonas a partir de compromissos epistemológicos e ontológicos que essas concepções apresentavam como é comum em toda proposta de perfil conceitual. Para a identificação de compromissos epistemológicos e ontológicos nas concepções analisadas, consideramos algumas correntes epistemológicas propostas por Bachelard (1984), a discussão essencialista de Lakoff (1987) e a ontologia de Chi (1992).

## Resultados e discussão

A partir do levantamento bibliográfico e da pesquisa empírica, com aplicação dos questionários e entrevista, propusemos as seguintes zonas do perfil conceitual para o conceito de substância: zona essencialista; zona generalista; zona substancialista; zona racionalista e zona relacional. Para constituição dessas zonas, primeiramente fizemos a análise das respostas dadas ao questionário. Agrupando respostas semelhantes, dividimos as respostas dos alunos em diferentes modos de falar sobre substância. Do ponto de vista quantitativo, consideramos um total de 801 respostas (relativas aos 89 sujeitos de pesquisa respondendo 09 questões cada) e obtivemos 29 modos de falar. A segunda etapa da análise foi agrupar esses modos de falar em categorias que expressassem visões mais amplas sobre o conceito de substância. Diante disso, a partir dos 29 modos de falar identificados, chegamos a 06 categorias. Para o estabelecimento dessas categorias também foram levadas em conta as concepções levantadas na literatura em Ensino de Química e na História da Química, e buscamos identificar compromissos epistemológicos e ontológicos para as mesmas. Finalmente, a partir das 06 categorias, constituímos as 05 zonas do perfil conceitual, apresentadas anteriormente. No quadro 1 a seguir, apresentaremos alguns modos de falar identificados, ilustrados com algumas respostas dos alunos, por meio das quais propomos as categorias.

**Quadro 1.** Respostas dos alunos ao questionário, representativas de modos de falar

<b>MODOS DE FALAR</b>	<b>RESPOSTAS DOS ALUNOS</b>
<b>Apresenta as substâncias como sendo formadas por elementos químicos</b>	“Substância é um agregado de elementos químicos” (aluno do 3º ano – Colégio de Aplicação UFPE)
<b>Define substância a partir da diferenciação entre substância, elemento químico e mistura</b>	“Substância pode ser entendida como um composto formado por um único elemento ou por mais de um elemento (...)” (aluno do 2º ano – Colégio de Aplicação UFPE)

<b>Define substância pura a partir da definição formal da química</b>	“Substância pura é aquela que possui características físicas e químicas bem definidas” (Licenciando)
<b>Tem consciência de que os elementos aristotélicos não são os mesmos elementos estudados na química</b>	“A visão de elemento da filosofia não é semelhante com a visão que temos hoje. Mas, consideramos que a Terra possui os mais diversos elementos químicos, em conjunto com a água e o ar (...)” (aluno do 2º ano – Colégio de Aplicação UFPE)

A partir do agrupamento de modos de falar semelhantes, a análise nos levou à constituição das zonas do perfil como mostrado no quadro 2.

**Quadro 2.** Categorias propostas a partir dos modos de falar e zonas do perfil conceitual

<b>CATEGORIAS</b>	<b>ZONAS DO PERFIL CONCEITUAL</b>
<b>Visão essencialista da substância</b>	Zona essencialista
<b>Visão generalizada da substância</b>	Zona generalista
<b>Visão substancialista da substância</b>	Zona substancialista
<b>Visão microscópica da substância</b>	Zona racionalista
<b>Visão macroscópica da substância</b>	
<b>Visão relacional da substância</b>	Zona relacional

Cada zona do perfil conceitual foi constituída considerando aspectos epistemológicos e ontológicos implicados nas ideias que ele abrange. Esses compromissos serão apresentados a seguir.

### **Zona Essencialista**

Para fundamentar a zona essencialista, consideramos algumas ideias propostas por Lakoff (1987) sobre metafísica objetiva essencialista. Um compromisso essencialista está associado à conceitualização feita pela dependência do objeto a certas propriedades, o que na categorização de Lakoff (1987) implica na visão padrão das definições, que ele denomina de modelo clássico. Considerando essa perspectiva, na zona essencialista, as propriedades e as substâncias são abstratas e constituem a essência e o motivo principal da existência ou funcionamento das coisas. Isso caracteriza uma concepção de substância que se enquadra na categoria ontológica de abstração, como proposta por Chi (1992).

Nos seus escritos, Aristóteles se refere tanto à substância material (física) como imaterial (metafísica) como a base de todas as coisas da natureza. Para o filósofo, a alma seria a substância do ser humano e a terra uma das substâncias primordiais que compõe o mundo físico (ARISTÓTELES, 2006). Além disso, a substância guarda a essência dos objetos que ela compõe. Essa essência é uma entidade primária, que se conserva, mesmo após todas as mudanças e transformações. Associadas a essa ideia, encontramos concepções filosóficas acerca da substância ou elemento primordial, como o “aiperon” e de Tales de Mileto sobre a “água” (PARTINGTON, 1989). Na Idade Média, era dada grande importância às substâncias metálicas pelos alquimistas, por exemplo, atribuindo às mesmas a capacidade de gerar e manter a vida (LEICESTER, 1967; PARTINGTON, 1989). Segundo os autores, a partir da essência dos materiais, os alquimistas buscavam gerar substâncias que poderiam alongar a vida do ser humano, como o elixir da longa vida.

Na literatura em Educação em Ciências, alguns autores identificaram concepções de alunos que também classificamos como essencialistas. Araújo, Silva e Tunes (1994), por exemplo, verificaram que os alunos expressavam concepções de que a substância está presente e é a essência de cada uma das coisas que existe. Além dessa concepção, os autores verificaram que alguns alunos associavam as substâncias com os impactos diretos que elas causam em nossas vidas e na Natureza, como por exemplo, a poluição dos rios. Concepções semelhantes foram encontradas por Salloum e BouJaoude (2007), Johnson (2000) e Stavridou e Solomonidou (1998). Apesar de haver indícios de que a ideia de substância identificada pelos autores seja relacionada a algum constituinte dos materiais, a associação feita a fenômenos mais globais é muito ampla e nos leva a crer que a concepção de substância tem natureza abstrata e essencialista.

### **Zona generalista**

Para a constituição desta zona, consideramos aquelas concepções em que o indivíduo generaliza o conceito, admitindo que qualquer tipo de material seja uma substância. Não há uma reflexão sobre as diversidades de substâncias que podem compor um mesmo material. As substâncias são compreendidas de forma ingênua e sob um ponto de vista unicamente macroscópico e com pouca definição. Com essas características, podemos considerar que as concepções que fazem parte desta zona possuem um forte compromisso realista (BACHELARD, 1940/1984). As ideias generalistas se assemelham com as da zona essencialista, visto que não há uma classificação formal sobre substância como temos hoje. Porém, o que difere uma zona da outra é o aspecto ontológico, enquanto na zona essencialista a substância se enquadra numa categoria ontológica de abstração, na zona generalista ela está vinculada a uma categoria material (CHI, 1992).

Na Grécia Antiga, por muito tempo foi aceita a teoria dos “quatro elementos”, proposta por Empédocles (LEICESTER, 1967; PARTINGTON, 1989). O elemento aqui tratado é o elemento filosófico, que segundo Aristóteles, é aquilo que compõe todas as coisas e não pode ser decomposto. Trata-se de uma ideia de elemento constituinte que se concretiza em substâncias ou materiais como a água, o fogo, a terra e o ar e, dessa forma, se distancia das ideias de elemento, substância e materiais que são cientificamente aceitas nos dias atuais. Na História da Química, as ideias semelhantes tiveram aceitação até os séculos XVII – XVIII, quando os trabalhos de Boyle, Stahl, Black, Cavendish, Lavoisier, entre outros, mostraram que a matéria, na verdade, é formada por diversas substâncias, que por sua vez são formadas por corpos mais simples: os elementos.

Na literatura em Educação em Ciências, encontramos diversas concepções que classificamos como generalistas. Vogelezang (1987), por exemplo, foi um dos autores que identificou entre os alunos uma visão de que “coisa” e “substância” possuíam o mesmo significado. Além disso, o autor observou que alguns alunos não conseguiam conceituar “substância pura”, o que pode ser um indício de que não percebem a constituição dos materiais em diferentes níveis. Araújo, Silva e Tunes (1994) identificaram sistemas conceituais entre os alunos, nos quais alguns deles usam a palavra “substância” como sinônimo de “coisa”, “material” ou “elemento”. Silva, Barbosa e Amaral (2000) também perceberam que os alunos usavam o termo “substância” como sinônimo de coisa, material e elemento. Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Papageorgio e Sakka (2000), Vogelezang (1987), Johnson (2000), Solomonidou e Stavridivou, (2000), Salloum e BouJaoude (2007), Soares e Aguiar (2008) e Håland (2008).

### **Zona substancialista**

A zona substancialista foi constituída por concepções que de alguma forma apresentam uma noção sobre a composição da matéria por substâncias, ainda que não haja uma compreensão mais profunda sobre isso. Dessa forma, não são feitas distinções precisas com relação a átomos, moléculas e elementos, que em geral são considerados como constituintes que possuem as mesmas propriedades das substâncias às quais estão relacionados. Por exemplo, os átomos de carbono possuem as qualidades/propriedades da substância carbono (carvão). Além disso, muitas vezes processos e ideias abstratas são caracterizados como substâncias, ou seja, são substancializados. Para a constituição desta zona, consideramos a discussão de Bachelard com relação ao substancialismo, nas suas diferentes representações. De acordo com a discussão de Oliveira (1995) e Bachelard (1996), em um dos tipos de substancialismo, a substância mantém em todas as suas propriedades e na definição predicativa da substância - isso quer dizer que a substância não apresenta propriedades, mas ela é a própria propriedade dos materiais.

Na História da Química, a ideia do flogisto, proposta por Stahl, em 1703 ganhou força, sendo defendidas por muitos químicos, mas depois foi desacreditada. Partington (1989) afirma que o flogisto às vezes era considerado como um material; às vezes como matéria de fogo; ou substância terrosa (fuligem); princípio gorduroso (no enxofre, óleo, sebo e resinas). A ideia do flogisto foi abandonada, principalmente depois dos trabalhos de Lavoisier, porém, a concepção substancialista continuou presente na ideia do calórico, desta vez, defendida por Lavoisier (PARTINGTON, 1989).

Na literatura, encontramos em três trabalhos ideias substancialistas acerca do conceito de substância. Johnson (2000), por exemplo, percebeu que alguns alunos substancializavam algumas propriedades organolépticas das substâncias, como cor, cheiro e doçura. Loverude (2002), ao investigar a relação que alguns alunos fazem entre matéria e energia, percebeu que alguns alunos materializavam a energia, imaginando que ela é uma substância material. Håland (2008) também encontrou ideias substancialistas, quando licenciandos consideravam que a cera da vela, quando queimada, era convertida em calor.

### **Zona racionalista**

Para esta zona, consideramos concepções que se enquadram em um nível racional de compreensão do conceito, ou seja, um compromisso racionalista como colocado por Bachelard, quando a ideia faz parte de uma noção ou modelo mais complexo. Dessa forma, nesta zona estão as ideias que circulam no contexto da química, seja em nível macroscópico

ou microscópico. Portanto, nessa zona enquadraremos concepções em que são diferenciadas as ideias de substância pura (tendo consciência dos limites empíricos que esta definição química encerra), de substância elementar (associada aos elementos químicos), de composto (substância) e de material (mistura de substâncias). Além disso, são consideradas ideias que possibilitem representar ou definir as substâncias em nível microscópico e explicá-las a partir de suas propriedades físicas e químicas.

Na História da Química, encontramos concepções racionalistas nos primeiros estudos acerca dos elementos e substâncias químicas, a partir de Boyle no século XVII. Naquele momento, parece ser percebida a formação de um limite entre os conceitos de substância, elemento e mistura dentro do contexto da Química. Isso faz com que tenhamos uma hierarquia na forma de pensar o conceito, partindo do mais abstrato, (elemento) para o mais concreto (misturas), visto que, de uma forma geral, podemos considerar que elementos e substâncias não existem no mundo real. Os trabalhos de Boyle, Cavendish, Lavoisier, Cannizzaro entre outros, contribuíram para o fortalecimento do conceito de substância química e a identificação de diversas substâncias que compõem os materiais. Por exemplo, o ar atmosférico, que até o século XVII era considerado uma substância única, foi classificado como uma mistura composta por diversos gases (LEICESTER, 1967; PARTINGTON, 1989).

Na zona racionalista, as propriedades são vistas como o ponto mais importante na identificação e diferenciação das substâncias, e estas propriedades são vistas como inalteráveis. Quando essas propriedades são vistas de forma relacional, ou seja, não são o único critério para identificação das substâncias, pois variam com o meio (sejam as condições do ambiente sejam as interações com outras substâncias), as concepções são incluídas em outra zona do perfil.

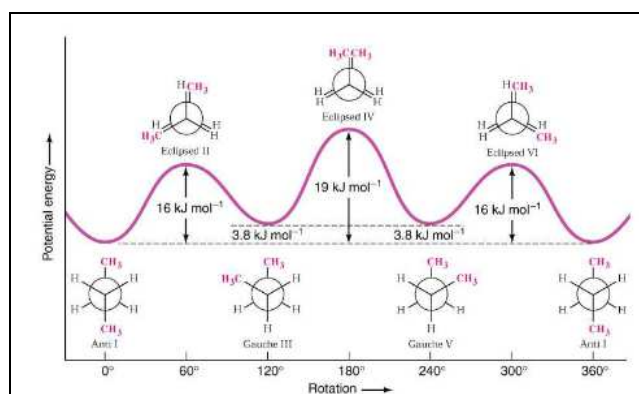
Na literatura, dentre os artigos revisados, encontramos o trabalho de Vogelezang (1987), por exemplo, que identificou concepções em nível macroscópico em sua pesquisa com alunos na Alemanha. O autor percebeu que alguns alunos classificaram um material como substância quando ele apresentava “propriedades bem definidas”. Resultado semelhante ao encontrado por Papageorgio e Sakka (2000), quando alguns professores classificaram uma substância como aquilo que é encontrado na natureza com propriedades bem definidas. Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Araújo, Silva e Tunes (1994), Salloun e BouJaoude (2007) e Håland (2008).

### **Zona relacional**

Nesta zona, consideramos concepções sobre substância que tomam por base um jogo dialético das ideias presentes na zona racionalista, que são levadas a um nível mais complexo de compreensão do conceito. Para constituir esta zona, tomamos por base a categoria epistemológica que Bachelard chama de “ultra-racionalismo”. As concepções que fazem parte desta zona possuem uma natureza problematizadora com relação às outras, o que faz com que elas sejam consideradas absurdas para as demais zonas (BACHELARD, 1940/1984). Para um químico do século XVIII, por exemplo, a concepção de que uma substância com propriedades ácidas pode se comportar como uma base, em determinadas condições, seria considerada totalmente errada.

Na zona relacional, as relações entre matéria e energia são usadas para explicar uma série de fenômenos, como as reações químicas e a síntese de substâncias. Além disso, a substância química não é considerada como algo estático que não interage com o meio ou outras substâncias. Um exemplo disso são as diversas conformações que uma molécula de uma

substância orgânica pode apresentar. Na análise conformacional, percebemos que a molécula se altera de acordo com a variação de energia (figura 1).



**Figura 1.** Variações de energia que surgem das rotações em torno da ligação C2 – C3 do butano (<http://www.scribd.com/doc/2974434/Quimica-Conformacao-Alcanos>). As variações energéticas determinam as conformações das moléculas da substância.

Pensando deste modo, deixamos de lado a visão em que seja possível identificar e isolar uma substância com 100% de pureza, que apresenta propriedades bem definidas, já que isso é muito difícil de concretizar na prática. No pensamento dialético, a substância deve ser considerada como algo que está sempre interagindo com o meio, o que torna impossível isolá-la, pois ela não existe isoladamente. Além disso, vemos que as propriedades não são absolutas - como um ácido pode apresentar acidez se não estiver dissolvido em água? - só se pode conceber a valência de um elemento se ele estiver interagindo com outro; o ponto de ebulição da água não é o mesmo em todo lugar do globo terrestre; e tantos outros exemplos. Nesse sentido, percebemos que as propriedades são relacionais e estão sempre variando (MORTIMER, 1997).

Na História da Ciência, as concepções dialéticas acerca do conceito de substância surgem entre os séculos XIX e XX. Diante disso, outros estudos começam a surgir, como, por exemplo, a radioatividade. O conhecimento acerca da estrutura do núcleo atômico nos mostra que uma substância pode se converter em outra, por meio da radiação natural ou artificial. Outro avanço que os estudos sobre radioatividade possibilitaram a associação da energia com a matéria. Como sabemos, quando dois núcleos se fundem há uma enorme liberação de energia. Assim, Becquerel forneceu as primeiras pistas para origem da imensa energia do Sol (BRODY; BRODY, 2006). Anos mais tarde, Einstein propôs a relação matéria-energia de forma matemática, em sua famosa equação  $E = mc^2$ . Diante disso, percebemos que a substância não é somente um corpo com massa e que ocupa lugar no espaço, mas há uma energia associada a este corpo.

Essa energia, que é intrínseca à matéria, não tem origem somente no núcleo. Podemos pensar em termos de energia interna (U), como sendo o somatório das energias cinética e potencial, provenientes de movimentos rotacionais, translacionais e vibracionais de uma molécula. Atkins e De Paula (2006, p. 28) apontam para a influência dessa energia nas substâncias: “muitas propriedades físicas e químicas dependem da energia associada com cada um desses movimentos”. A energia associada à substância faz com que abandonemos, ao menos nesse contexto, a ideia de substância estática e com propriedades bem definidas. As moléculas estão em movimento no espaço. Alguns desses movimentos são relacionados com a energia

potencial de cada molécula, o que faz com que ela tenha diversas conformações, como coloca Solomons e Fryhle (2005), explicando este fenômeno através do conceito de hiperconjugação, surgido no século XXI (POPHRISTIC; GOODMAN, 2001). Mas não é somente a forma da substância que muda. Como afirmamos antes, pelas palavras de Atkins e De Paula (2006), as suas propriedades também mudam de acordo com a energia, e isso faz com que tenhamos uma visão relacional sobre elas.

Na literatura, apenas um trabalho, o qual tinha por objetivo estudar as concepções de alunos sobre a relação matéria – energia identificou esse tipo de concepção: Loverude (2002) percebeu que alguns alunos relacionavam de forma coerente matéria-energia usando a relação de Einstein.

## Considerações finais

Neste trabalho, a discussão dos dados coletados nos diversos contextos e a análise das concepções levantadas resultaram na proposição de um perfil conceitual para o conceito de substância. A análise de concepções encontradas no desenvolvimento histórico do conceito e concepções informais apontadas na literatura em Ensino de Ciências orientou a investigação dos modos de falar que poderiam emergir na pesquisa em sala de aula. Com a triangulação dos dados, a partir das respostas aos questionários e entrevistas, levantamento nas da história e na literatura, propusemos categorias como uma etapa preliminar para a constituição das zonas do perfil. Considerando compromissos epistemológicos e/ou ontológicos que estavam implicados nas ideias analisadas finalmente foram propostas e caracterizadas as zonas do perfil conceitual. Cada zona do perfil conceitual de substância aqui proposto representa modos de pensar que são específicos de determinados contextos. Temos modos de pensar mais ingênuos, como aqueles encontrados na zona essencialista ou generalista, que são comumente usados no dia-a-dia e podemos considerar que fazem parte do senso comum. Modos de pensar mais sofisticados, como aqueles que constituem a zona racionalista, que em geral estão presentes no contexto acadêmico e/ou escolar, em situações de ensino-aprendizagem de Química.

Consideramos que o conhecimento da existência de um perfil de concepções no aluno pode ajudar o professor no planejamento de ensino do conceito de substância. Dessa forma, ele saberá quais possíveis concepções podem emergir durante a aula e saber situá-las em contextos adequados. Assim, acreditamos que haverá uma melhoria no ensino do conceito, visto que é um dos mais importantes na Química, fazendo com que o aluno tenha consciência da variedade de formas de pensar que este e outros conceitos podem apresentar.

## REFERÊNCIAS

AMARAL, E.M.R.; MORTIMER, E. F. **A pesquisa em ensino de ciências no brasil e suas Metodologias**, In. Flávia Maria Teixeira dos Santos e Ileana Greca. Ijuí: Ed. Unijuí, p.239-296, 2006.

\_\_\_\_\_. Uma proposta de perfil conceitual para o conceito de calor. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. Belo horizonte. v. 1 n. 3 p. 1-16. 2001.

ARAÚJO, D. X; SILVA, R.R; TUNES E. O conceito de substância química apreendido por alunos do ensino médio. **Química Nova**, v.01, n18. 80-90. 1994.

ARISTÓTELES. **Metafísica**. São Paulo: Edipro Editora, 363p. 2006.

ATKINS, P.; DE PAULA, J. **Atkins Físico – Química**. 8ª ed. Rio de Janeiro: LTC. 589 p. 2006.

BACHELARD, G. **A formação do Espírito Científico**. Rio de Janeiro Contraponto editora. 314p.1996.

\_\_\_\_\_. **A Filosofia do Não**. In: **Os pensadores**. São Paulo: Abril Cultural, p. 01-87. 1984.

BRODY, D., E.; BRODY, A. R. **As sete maiores descobertas científicas da História**. 7ª Ed. São Paulo: Cia. Das Letras, 436p. 2006.

CHI, M.T.H. **Conceptual change within and across ontological categories: Examples from learning and discovery in science**.1992 In: R. Giere (Ed.). *Cognitive models of Science: Minnesota Studies in the philosophy of Science*. Minnesota: University of Minnesota Press.

COUTINHO, F. **Construção de um perfil conceitual de vida**. Tese de Doutorado – Faculdade Educação da UFMG. 209 p. 2005.

ERICKSON, G. **Heat and Temperature – part A: Na overview of pupil's ideas**. In: *Children's Ideas in Science*. Philadelphia. 1985

HÅLAND, B. Teacher-training students' conception of matter and substances, - some results from 31 interviews. **The Proceedings of the 9th Nordic Research Symposium on Science Education**.[http://mennta.hi.is/malthing\\_radstefnur/symposium9/synopsis/nfsun9\\_submission\\_14.doc](http://mennta.hi.is/malthing_radstefnur/symposium9/synopsis/nfsun9_submission_14.doc).2008. Acessado em 24/05/2010.

JAMES, W. **Pragmatismo – Textos Selecionados**. SP: Abril Cultural, 1974. Col Os Pensadores, vol 40. 1974.

JOHNSON, P. **Children's understanding of substances, part 1: recognizing chemical change**. *International Journal of Science Education*, 22: 7, 719 — 737. 2000.

LAKOFF, G. **Women, Fire, and Dangerous Things**. Chicago: The University of Chicago Press, 632p. 1987.

LEICESTER, H. M. **Panorama Historico de la Quimica**,Madrid, Alhambra, 313p. 1967.

LOVERUDE, M. Do students conceptualize energy as a material substance? **Physics Education Research Conference 2002**. Part of the PER Conference series Biose, Idaho. 2002 .

MORTIMER, E. F. **Conceptual Change or Conceptual Profile Change?** *Science & Education*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers. p. 268-283. 1995.

\_\_\_\_\_. **Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? Investigações em Ensino de Ciências**. v. 1, p.20-39, 1996

MORTIMER, E. F. Para além das fronteiras da química: relações entre filosofia, psicologia e ensino de química. **Química Nova**, 20(2): 200-207, 1997.

\_\_\_\_\_. **Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências**. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 382p. 2000.

MORTIMER, E. F; SCOTT, P; EL-HANI, C. N. **Bases teóricas e epistemológicas da abordagem dos perfis conceituais**. In Atas do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências. Florianópolis: ABRAPEC, 2009.

OLIVEIRA, R. J., O Mito da Substância. **Química Nova na Escola** São Paulo v. 1 n 1, . p. 8 – 11. 1995.

- PAPAGEORGIU, G.; SAKKA, D. Primary school teachers' views on fundamental chemical concepts. **Chemistry education: research and practice in Europe**. V. 1, N. 2, pp. 237-247. 2000.
- PARTINGTON, J. R.; **A Short History of Chemistry**, 3rd ed., New York: Dover Publications, 415p.1989.
- POPHRISTIC, V.; L. GOODMAN. Hyperconjugation not steric repulsion leads to the staggered structure of ethane. **Nature**. 2001. In: ATKINS, P.; DE PAULA, J. **Atkins Físico – Química**. 8ª ed. Rio de Janeiro: LTC. 589 p. 2006.
- POSNER, G.J.; STRIKE, K.A.; HEWSON, P.W.; GERTZOG, W.A **Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change**. *Science Education*. n.66, v.2 p.211-227. 1982.
- POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **Aprender y enseñar ciencia**. – Madrid: Ediciones Morata, 1998.
- SALLOUM, S. L.; BOUJAOUDE, S. '**Careful! It is H<sub>2</sub>O? Teachers' Conceptions of Chemicals**', *International Journal of Science Education*, 30: 1, 33 — 64, 2007.
- SCHUTZ, A. **The phenomenology of the social world**. New York: Northwestern University Press, 1967 In: MORTIMER, E.F. **Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências**. Ed. UFMG, Belo Horizonte, 2000.
- SEPULVEDA, C; MORTIMER, E. F.; EL-HANI, C. Construção de um perfil para o conceito de adaptação evolutiva. **Anais do VI ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências**. Florianópolis – SC ( - ). 2007.
- SILVA, D. **Estudo das trajetórias cognitivas de alunos no ensino da diferenciação dos conceitos de calor e temperatura**. Tese de doutorado (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação – USP, São Paulo. 1995.
- SILVA, J.R.R.T; AMARAL, E.M.R. **Proposta de abordagem para o ensino de reações químicas a partir da noção de perfil conceitual**. In: ALBUQUERQUE, U.P.; VERAS, A.S.C.; FREIRE, F.J.; LIRA JÚNIOR, M.A. (Org.). *Caminhos da Ciência*. 1 ed. Recife: EDUFRPE, vol.1, p.259-273, 2006.
- SOARES A. G; MATOS S. A.; COUTINHO, F. Â.; MORTIMER E. F. **Estudos preliminares sobre o perfil conceitual de espécie**. **Anais do VI ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências**. Florianópolis: ABRAPEC. 2007.
- SOLOMONIDOU, C. ; STAVRITOU, H. **From Inert Object to Chemical Substance: Students' Initial Conceptions and Conceptual Development during an Introductory Experimental Chemistry Sequence**, *Science Education*, 84, p. 382-400, 2000.
- SOLOMONS, T., W.,G.; FRYHLE, C.,B. **Química Orgânica**. Vol. 1, 8ª Ed. São Paulo: LTC, 766p. 2005.
- STAVRIDOU, H.; SOLOMONIDOU, C. **Physical phenomena - chemical phenomena: do pupils make the distinction?** *International Journal of Science Education*, 11 (1), 83-92. 1998. In: JOHNSON, P. **Children's understanding of substances, part 1: recognizing chemical change**. *International Journal of Science Education*, 22: 7, 719 — 737. 2000.
- VIGGIANO, E.; MATTOS, C. R. **É possível definir contextos de uso de zonas de perfil conceitual com um questionário?** In: Atas do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências. Bauru: ABRAPEC, 2007.

VOGELEZANG, M. J. **Development of the concept 'chemical substance' - some thoughts and arguments.** International Journal of Science Education, 9: 5, 519 — 528. 1987.

WERTSCH, J.V. **Vigotski and the social formation of mind.** Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 262p. 1985.