

# Uma análise sobre concepções de alunos e professores de química relativas ao conceito de substância

João Roberto Ratis Tenório da Silva<sup>1</sup> (PG)\*, Edenia Maria Ribeiro do Amaral<sup>2</sup> (PQ).

jone\_ratis@yahoo.com.br

<sup>1,2</sup> UFRPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco – Dep. de Educação. R. Dom Manoel de Medeiros, S/N, Dois Irmãos, Recife - PE

*Palavras-Chave: substância, concepções, ensino*

**RESUMO:** este trabalho tem o objetivo de analisar diversos modos de pensar o conceito de substância considerando a natureza e contextos associados a concepções apresentadas por alunos e professores de química. Foi aplicado um questionário a 25 alunos de uma escola de ensino médio da Rede Particular do Grande Recife e a 7 professores de química que cursavam o mestrado no Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências da UFRPE. Fizemos uma análise quantitativa e qualitativa dos dados, e constatamos que a maioria dos sujeitos de pesquisa (alunos e professores) apresenta concepções alternativas à visão científica do conceito, sendo a frequência maior entre os alunos. Além disso, constatamos, a partir da discussão apresentada por Pozo e Crespo (1998), que a maioria das concepções informais identificadas apresenta relação com os contextos cotidiano e escolar.

## INTRODUÇÃO

Segundo alguns autores (SILVEIRA, 2003; SILVA; FIRME; AMARAL, 2009 e outros), o conceito de substância é considerado um dos conceitos chave da química e de grande importância para a compreensão de muitos fenômenos. Ressaltamos o cuidado que devemos ter ao trabalhar com este conceito em sala de aula. Silveira (2003, p. 79) afirma que “o conceito de substância em química é muito importante para o desenvolvimento de uma série de conceitos básicos”. Assim, justificamos a relevância deste trabalho, que é um recorte de uma pesquisa mais ampla sobre compromissos epistemológicos e ontológicos implicados nas diversas formas de compreensão do conceito de substância, buscando uma estruturação de idéias que contribua para o ensino-aprendizagem do mesmo. Dessa forma, aqui, temos como objetivo apresentar uma análise sobre a natureza e origem de algumas formas de pensar o conceito de substância, associadas a contextos de emergência, que alunos e professores expressam e/ou representam.

Para isso, fizemos um levantamento de concepções de alunos e professores acerca do conceito em questão para uma análise qualitativa e também quantitativa. As categorias utilizadas na análise foram inspiradas na discussão apresentada por Pozo e Crespo (1998), quando os autores discutem amplamente o tema das concepções informais. Com isso, pretendemos identificar como essas categorias podem contribuir para a constituição de zonas de um perfil conceitual (MORTIMER, 2000), a partir de uma análise dos possíveis contextos em que essas concepções emergem. Assim, em trabalhos futuros, identificar compromissos epistemológicos e ontológicos que essas concepções possam apresentar.

## CONCEPÇÕES PRÉVIAS: CARACTERÍSTICAS GERAIS

Na literatura em Educação em Ciências é consenso que um aluno quando chega à sala de aula, traz consigo uma variedade de concepções sobre os fenômenos,

constituída nas experiências pessoais do seu dia-a-dia. Essas concepções prévias, alternativas ou informais, influenciam diretamente no processo de ensino-aprendizagem. Segundo Pozo e Crespo (1998) as concepções prévias não são simples informações que o aluno adquire no seu cotidiano, mas representações da realidade, fundamentadas em suas experiências mais diretas.

Considerando que essas concepções influenciam no processo de ensino-aprendizagem, no âmbito da pesquisa, foram propostas várias metodologias de ensino que levassem em conta as concepções prévias dos alunos. Dentre outros, o modelo de mudança conceitual, o qual partia do pressuposto de que as concepções informais se constituíam como obstáculo à aprendizagem dos conceitos científicos. Diante disso, elas deveriam ser suprimidas e substituídas pelo novo saber a ser ensinado. Assim, no processo de ensino-aprendizagem se pressupunha a substituição das ideias anteriores dos alunos por aquelas apresentadas no ensino formal (CARVALHO et al, 2004; CACHAPUZ, 2005; MORTIMER, 1996). Diferentemente do que se pressupunha no modelo de mudança conceitual, podemos considerar que o aluno aprende determinado conceito científico quando ele estabelece relações entre este e os conhecimentos anteriores (POZO; CRESPO, 1998). Ou seja, o processo de aprendizagem acontece a partir do momento em que o aluno toma consciência da sua ideia prévia frente ao conhecimento novo. Pozo e Crespo (1998) colocam que concepções prévias não devem ser consideradas como um problema ou obstáculo à aprendizagem. Afinal, um possível insucesso na aprendizagem pode ser relacionado à falta de articulação entre o conceito científico e as concepções prévias, uma vez que isso pode representar uma desconexão entre a realidade do aluno e o conhecimento científico.

Apoiando-se na teoria de Ausubel, Pozo e Crespo (1998) afirmam que os alunos precisam das concepções prévias para aprender o novo conhecimento e assim, dessa forma, migrar de uma aprendizagem por memorização para uma aprendizagem significativa. Os alunos devem se apoiar nas ideias que já tem antes, para construir sentidos para os novos conhecimentos. O problema está no modo como pode haver essa articulação entre conhecimento prévio e novo, pois, muitas vezes, o conhecimento do cotidiano é distante daquele científico. A perspectiva proposta por Pozo e Crespo (1998) nos remete a uma atenção especial a essas concepções no processo de ensino, quando reconhecemos que não se trata de algo arbitrário ou casual. Elas podem resultar em erro ou irregularidade, se aplicadas em um contexto inadequado (como o científico), mas devemos considerá-las como resultado de uma aprendizagem informal ou implícita, que ocorre a partir das relações entre os indivíduos e/ou destes com o contexto cultural (POZO; CRESPO, 1998). Segundo os autores, algumas considerações podem ser feitas a respeito dessas concepções:

- a. Em geral, assume-se que são concepções muito persistentes, ou seja, elas se mantêm mesmo depois de anos de instrução.
- b. Podem ser generalizadas, ou seja, são compartilhadas por pessoas de diversas culturas, idades e níveis educativos.
- c. Apresentam um caráter mais implícito do que explícito: muitas vezes, os alunos tomam as mesmas como base para desenvolver as suas ideias, mas não conseguem verbalizá-las.
- d. São relativamente coerentes e, em alguns casos, guardam uma notável similaridade com concepções já superadas na própria história das disciplinas científicas (POZO; CRESPO, 1998, p.96).

Podemos encontrar na literatura outras discussões sobre concepções prévias de estudantes. Cachapuz, Praia e Jorge (2002), compartilham a ideia de que tais concepções não são simples afirmações sobre a realidade. Para os autores (p. 155):

As concepções alternativas não devem, pois, ser confundidas como interpretações momentâneas ou localizadas, simples artefactos de um dado contexto situacional, resultando de simples distrações, lapsos de memória ou erros de cálculos, mas sim como potenciais modelos explicativos podendo unificar mais do que um tipo de fenômeno e resultando de um esforço consciente de teorização.

Eles também ressaltam a importância de o professor saber da existência dessas concepções e que elas não podem ser ignoradas. Para Cachapuz, Praia e Jorge (2002), essas concepções devem deixar de ser consideradas como uma barreira para aprendizagem ressaltando a necessidade de melhor conhecer os seus significados. Assim, o professor pode tratar adequadamente as ideias dos estudantes quando emergem no processo de ensino-aprendizagem.

A investigação sobre concepções prévias tem sido objeto de pesquisa desde a década de 1970 e ganhou força nos anos de 1980, com o movimento das concepções alternativas. Em geral, esses estudos revelam que crianças, adolescentes e professores possuem diversas idéias que são inconsistentes com o conhecimento científico. Tais ideias têm recebido várias denominações, como apresenta Coutinho (2005): “concepções equivocadas” (LAWSON; THOMPSON, 1988), “concepções alternativas” (GILBERT; SWIFT, 1985), “estruturas alternativas” (DRIVER; EASLEY, 1978), “pré-concepções” (HASHWEH, 1988) e “concepções pré-científicas” (GOOD, 1991). Segundo Coutinho (2005) a identificação de concepções alternativas é um passo importante no processo de ensino–aprendizagem, pois possibilita a construção de estratégias instrucionais que promovam a construção de significados para os conceitos científicos.

Yip (1998 apud COUTINHO, 2005) apresenta uma categorização relativa à natureza e origem dessas concepções: 1) idéias informais que são adquiridas pelos alunos na experiência cotidiana e que são trazidas para o espaço da sala de aula; 2) visões incompletas ou impróprias desenvolvidas pelos alunos durante o processo instrucional; 3) conceitos errôneos propagados por professores e por livros textos (COUTINHO, 2005).

Pozo e Crespo (1998) também apresentam uma discussão acerca da natureza e origem das concepções alternativas. Na discussão, eles propõem algumas origens para o surgimento dessas concepções: sensorial, escolar e cultural. Veremos a seguir quais são as características de cada grupo de concepções, que irão se constituir como critérios de categorização das formas de pensar que identificamos entre os sujeitos de pesquisa, em relação ao contexto, neste trabalho.

#### **- Origem sensorial – concepções espontâneas**

Segundo Pozo e Crespo (1998), boa parte de nossas concepções se forma de modo espontâneo, na tentativa de dar significados às atividades cotidianas. Existem cinco regras que demonstram que concepções são de origem sensorial. São regras associativas que exprimem o nosso pensamento causal sobre o cotidiano. Essas regras são:

- Semelhança entre causa e efeito ou entre a realidade e o modelo;
- Proximidade espacial – o contato físico entre causa e efeito;

- Proximidade temporal entre causa e efeito – deve suceder de modo próximo, não só espacial, mas temporal;
- Covariação qualitativa entre causa e efeito. As variáveis relevantes serão aquelas que se produzam sempre que se produz o efeito;
- Covariação quantitativa entre causa e efeito. Um incremento na causa produz um aumento proporcional de efeito e vice-versa.

#### **- Origem cultural – representações sociais**

Os autores definem ideias alternativas de origem cultural como aquelas que se firmam nos alunos a partir da interação não somente com o mundo material mas em torno do mundo social e cultural. Normalmente são concepções compartilhadas por um grande número de pessoas e já estão arraigadas na sociedade, o que as tornam verdadeiras crenças sociais. Geralmente, essas ideias de origem cultural são difundidas pela mídia, pois “em nossa cultura, a informação flui de modo muito mais dinâmico, mas também menos organizado. O aluno é bombardeado por diversos canais de comunicação que proporcionam, sem filtro, conhecimentos supostamente científicos” (p. 102).

#### **- Origem escolar: as concepções analógicas**

Segundo Pozo e Crespo (1998) representações deformadas ou simplificadas de certos conceitos conduzem a uma compreensão errônea, desviada, por parte dos alunos que não refletem a informação ou interpretação recebida. Os autores ainda colocam que ao não apresentar o conhecimento científico diferente daquele que os alunos já têm, os alunos tendem assimilar esses conhecimentos escolares de forma analógica. A consequência disso é que os alunos ao invés de analisarem os fenômenos do dia-a-dia com o saber científico, eles fazem o caminho inverso e usam suas idéias prévias para interpretar fenômenos no contexto da ciência.

Podemos nos perguntar: como a escola pode favorecer o estabelecimento de concepções alternativas? Ora, a visão deformada de alguns professores acerca da ciência contribui para que erros conceituais sejam reproduzidos pelos alunos e, a escola, ao invés de tentar estabelecer relações entre o conhecimento prévio do aluno e o mundo científico acaba por reforçar algumas das concepções trazidas pelos alunos à sala de aula (SILVA; AMARAL, 2006).

A classificação proposta por Pozo e Crespo (1998) nos remete a uma análise sobre o contexto no qual algumas concepções informais ganham sentido. Em outras palavras, consideramos que a existência de algumas dessas concepções se deve ao sentido dado a elas em contextos específicos. Dessa forma, no processo de ensino-aprendizagem a apresentação das idéias científicas ocorre como a ampliação de um perfil de concepções já existentes e a aprendizagem pode ser considerada como uma tomada de consciência sobre essas idéias, considerando os seus diversos sentidos e os contextos no quais esses sentidos se estabelecem. É nessa perspectiva que a análise das concepções foi feita neste trabalho, visando posteriormente a proposição de um perfil conceitual do conceito de substância.

#### **METODOLOGIA EMPREGADA NA COLETA DE DADOS**

Para a coleta de dados, elaboramos e aplicamos um questionário a 7 professores de química (estudantes do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências da UFRPE) e a 25 alunos do 1º ano do ensino médio de uma escola da rede particular de ensino do Grande Recife. As 06 questões foram elaboradas de forma a

suscitar um esforço de definição da substância química e a interpretação de situações com o uso desse conceito, além de exercícios de exemplificação e identificação de substâncias em alguns textos.

Os questionários aplicados para os professores e alunos foram analisados separadamente. Eles foram analisados considerando a resposta a cada questão e a emergência das concepções nas diferentes respostas colocadas por cada sujeito participante. Desse modo, identificamos sete categorias (formas de pensar) para os alunos e cinco para os professores. Em seguida, separamos as respostas em duas grandes categorias: “concepções científicas” e “concepções alternativas”. A partir daí, focamos a análise nas concepções alternativas, tomando por base a categorização proposta por Pozo e Crespo (1998). Assim, identificamos concepções de origem sensorial, origem cultural e origem escolar e as relações destas categorias com os contextos de emergência das mesmas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir, apresentaremos a análise das respostas dos alunos e dos professores aos questionários e uma discussão geral sobre as mesmas. Em seguida, apresentaremos a análise das concepções alternativas que estas respostas trazem, buscando relacioná-las a um contexto no qual eles podem ser significativas.

### Respostas dos alunos

As respostas dos alunos mostraram diferentes formas de pensar o conceito de substância, que classificamos em sete categorias, como mostrado e ilustrado abaixo:

1. Relaciona substância a elementos químicos – visão microscópica. “*Substância é formada pelo conjunto de elementos químicos*”;
2. Não faz distinção entre substância e elemento químico ou material. “*Detergente líquido é uma substância porque possui mistura de elementos*”;
3. Aponta a utilidade ou importância das substâncias. “*Substância é o que está presente, durante nossa vida, como comprimidos, venenos e etc.*”;
4. Associa substância com suas propriedades. “*Substância é um líquido que possui propriedades químicas diferentes*”.
5. Define substância a partir dos estados físicos. “*O<sub>2</sub> é uma substância porque é uma substância gasosa. H<sub>2</sub>O, água, porque é um líquido*”.
6. Relaciona substância como a ocorrência de fenômenos químicos. “*São substâncias químicas porque reagem com substância e sofrem combustão algumas [sic]*;
7. Generaliza a percepção de substância (está presente em tudo): “*Substâncias são compostos que estão presente em tudo*”;

Um percentual de alunos não respondeu ou apresentou resposta que não foi passível da análise pretendida neste trabalho: “*substâncias são compostos utilizados*” ou “*substância é uma particularidade da matéria*”. Todos os alunos deixaram de responder ao menos uma questão ou nos forneceram este tipo de resposta.

Para avaliar a frequência encontrada nas respostas dos alunos, foram construídos dois quadros - o quadro 1 apresenta o percentual de respostas com relação à quantidade total de alunos e, o quadro 2 apresenta as frequências das respostas com relação ao número total de questões respondidas. No último quadro, a frequência representa quantas vezes os alunos apresentaram uma determinada forma

de pensar, considerando todas as questões do questionário, ou seja, a frequência de uma forma de pensar com relação às outras.

**Quadro 1: frequência das formas de pensar em relação ao número de alunos**

Nº da categoria	Tipo de concepção	Percentual de alunos
1	Relaciona substância a elementos químicos – visão microscópica	52%
2	Não faz distinção entre substância e elemento químico ou material	60%
3	Aponta a utilidade ou importância das substâncias	20%
4	Associa substância com suas propriedades	4%
5	Define substância a partir dos estados físicos	4%
6	Relaciona substância como a ocorrência de fenômenos químicos	12%
7	Generaliza a percepção de substância (está presente em tudo)	4%

O quadro seguinte mostra os percentuais relativos à frequência de formas de pensar considerando todas as possibilidades de expressão favorecidas em todas as questões propostas. Assim, vemos a predominância de algumas formas de pensar sobre outras, independentemente da quantidade de alunos. Como no questionário havia 6 perguntas e tivemos 25 alunos, contabilizamos 150 questões. Neste quadro, podemos ter noção do número de respostas que expressavam uma determinada forma de pensar.

**Quadro 2: frequência das formas de pensar em relação ao número de questões (todos os alunos)**

Nº da categoria	Tipo de concepção	Percentual de respostas (150 questões)
1	Relaciona substância a elementos químicos – visão microscópica	12,66%
2	Não faz distinção entre substância e elemento químico ou material	19,33%
3	Aponta a utilidade ou importância das substâncias	5,33%
4	Associa substância com suas propriedades	0,66%
5	Define substância a partir dos estados físicos	3,33%
6	Relaciona substância como a ocorrência de fenômenos químicos	2,66%
7	Generaliza a percepção de substância (está presente em tudo)	0,66%
	Não respondeu ou forneceu uma resposta que não permitiu a análise	55,33%

Esses quadros demonstram a heterogeneidade de formas de pensar sobre o conceito de substância que podemos encontrar em alunos do ensino médio. Constatamos que um só aluno pode apresentar mais de uma forma de pensar. Foi comum encontrarmos definições demonstrando a forma de pensar da categoria “1”, por exemplo, e quando o mesmo aluno tentou exemplificar ou representar alguma substância, apresentou a visão representada pela categoria “2”. Consideramos que isso se deve ao fato de que grande parte deles não compreende o conceito, e parece reproduzir o discurso do professor e/ou o texto dos livros didáticos. Dessa forma, diante de uma situação ilustrativa (exemplo), eles recorrem à respostas mais próximas da visão de senso comum. Devemos considerar também a dificuldade de se expressar

que alguns alunos demonstravam em suas respostas. Ressaltamos ainda que apenas um aluno apresentou a forma de pensar das categorias “5” e “7”, o que nos leva a não considerar como tipos de visões comuns entre esses alunos.

Um ponto que dificultou nossa análise foi o grande número de ausências de respostas e/ou respostas incoerentes que não nos possibilitaram algum tipo de interpretação, por falta de coerência ou concisão nas idéias. Esses percentuais foram elevados: no quadro 2, pudemos constatar que mais da metade das questões (55,33%) ou não foram respondidas ou tiveram respostas que dificultaram a categorização. Na análise desses dois quadros, também observamos que a maioria dos alunos (60%) forneceram respostas em que expressavam dificuldades em diferenciar substância de elemento ou matéria. No quadro 2, vemos que 19,33% das respostas refletem este problema. Algumas justificativas para esses resultados podem ser colocadas, como a grande dificuldade dos alunos em: compreender o conceito de substância química, diferenciando-o de outros conceitos como de elemento e matéria; em expressar idéias mais abstratas (visão microscópica) e, finalmente em conceitualizar a idéia de substância formalmente.

### Respostas dos professores

Nos questionários aplicados aos professores, encontramos algumas formas de pensar semelhantes àquelas que encontramos nas respostas dos alunos. Abaixo seguem as categorias que propomos para estruturar as concepções dos professores:

1. Relaciona substância a elementos químicos – visão microscópica: “*Substâncias são formadas por elementos químicos, podendo ser simples ou compostas*”.
2. Faz distinção entre substância e materiais (misturas): “*Água – substância, argila – material*”
3. Define substância a partir da sua classificação (simples e composta): “*H<sub>2</sub>O – substância composta, O<sub>2</sub> – substância simples*”.
4. Não faz distinção entre substância e materiais (mistura). Exemplos de substâncias químicas: “*Veneno para baratas Baygon®, plástico, comprimido de Dorflex®, detergente líquido*”.
5. Relaciona substância com propriedades macroscópicas: “*Substância é a combinação de moléculas (átomos combinados), de propriedades bem definidas*”.

Assim como ocorreu para os alunos, alguns professores não responderam algumas questões, porém, não encontramos respostas que não nos permitissem analisar como nos questionários dos alunos.

Também fizemos uma análise quantitativa com esses dados, seguindo os mesmos critérios de análise dos questionários aplicados aos alunos. Diante disso, obtivemos os seguintes resultados, mostrados nos quadros 3 e 4:

**Quadro 3: frequência das formas de pensar em relação ao número de professores**

Nº da categoria	Tipo de concepção	Percentual de professores
1	Relaciona substância a elementos químicos – visão microscópica	71,42%
2	Faz distinção entre substância e materiais (misturas)	57,14%
3	Define substância a partir da sua classificação (simples e composta)	14,28%
4	Não faz distinção entre substância e materiais (mistura)	85,71%

5	Relaciona substância com propriedades macroscópicas	57,14%
---	---	--------

Os resultados encontrados aqui não diferem muito daqueles encontrados na análise anterior, no que se refere aos tipos de respostas, mas apresentam percentuais diferentes. Percebemos a predominância da idéia da categoria “4”, o que deve servir de alerta. Porém, essa foi a única forma de pensar que poderíamos classificar como “alternativa” que encontramos entre os professores, pois as outras são concepções que circulam no meio escolar e, portanto, classificamos como visões científicas.

Agora, vejamos a frequência das formas de pensar em relação ao número de questões:

**Quadro 4: frequência das formas de pensar em relação ao número de questões (professores)**

Nº da categoria	Tipo de concepção	Percentual de respostas (42 questões)
1	Relaciona substância a elementos químicos – visão microscópica	16,66%
2	Faz distinção entre substância e materiais (misturas)	19,04%
3	Define substância a partir da sua classificação (simples e composta)	7,14%
4	Não faz distinção entre substância e materiais (mistura)	23,80%
5	Relaciona substância com propriedades macroscópicas	16,66%
	Questões não respondidas	21,42%

No quadro 4, mais uma vez, observamos um ponto preocupante, visto que a maioria das respostas (23,80%) exprimiram uma forma de pensar distante daquela científica. Este quadro nos permite analisar melhor este dado, considerando que todas as outras formas de pensar representam uma visão científica (ou próxima disso). Diante disso, percebemos que obtivemos uma maior quantidade de respostas de natureza próxima da científica (fazendo o somatório do percentual) do que ideias “alternativas”. De forma análoga aos alunos, tivemos dois professores que exprimiram mais de uma forma de pensar em uma mesma questão. Porém foram formas científicas. Em uma questão ele exprimia a visão da categoria “1” e em outra expressava a categoria “5”, o que pode ser indício de uma compreensão mais ampla do conceito, diferentemente da idéia de dispersão de idéias que constatamos nas respostas dos alunos. Também destacamos o número de questões que não foram respondidas, as quais alcançaram um índice de 21,42%.

Em seguida, as concepções mostradas e discutidas acima serão analisadas a partir das origens e contextos que evocam.

### **Origens e contextos associados à concepções alternativas dos professores e alunos**

Em primeiro lugar, dividimos as concepções encontradas nas respostas dos professores e alunos em duas novas categorias – concepções científicas e concepções alternativas ao conhecimento científico. Em seguida, focamos a análise nas concepções alternativas, classificando-as quanto à origem - em sensorial, cultural e escolar. No quadro 5, abaixo, mostramos como as categorias anteriores foram enquadradas nas duas novas categorias, apontando o percentual que cada nova categoria representa com relação ao número de sujeitos investigados (alunos e professores):

**Quadro 5: Novas categorias para as concepções: científicas x alternativas**

Concepções científicas (59,37%)	Concepções alternativas (40,63%)
Relaciona substância a elementos químicos – visão microscópica	Não faz distinção entre substância e elemento químico ou material
Define substância a partir da sua classificação (simples e composta)	Aponta a utilidade ou importância das substâncias
Relaciona substância com propriedades macroscópicas - associa substância com suas propriedades	Define substância a partir dos estados físicos
Faz distinção entre substância e materiais (misturas)	Relaciona substância como a ocorrência de fenômenos químicos
	Generaliza a percepção de substância (está presente em tudo)

Consideramos como concepções científicas aquelas que circulam no contexto escolar e são compartilhadas, de alguma forma, pela comunidade científica, sem nos adentrarmos em uma discussão ontológica ou epistemológica. As outras concepções diferentes daquelas do primeiro grupo, classificamos como alternativas ao conhecimento científico.

Nosso foco de análise então, se voltou para a categoria de “concepções alternativas”, que contém tanto concepções de alunos como de professores. Categorizamos as concepções desta categoria quanto a origem, segundo a discussão de Pozo e Crespo (1998) apresentada neste trabalho. Abaixo, no quadro 6, apresentamos essa classificação.

**Quadro 6: Categorização das concepções alternativas**

Concepções alternativas		
Origem sensorial	Origem cultural	Origem escolar
Relaciona substância como a ocorrência de fenômenos químicos	Generaliza a percepção de substância (está presente em tudo)	Não faz distinção entre substância e elemento químico ou material
Aponta a utilidade ou importância das substâncias		Define substância a partir dos estados físicos

A seguir, justificaremos a categorização acima, com base nos critérios já discutidos neste trabalho.

#### **- Origem sensorial**

Para classificar concepções nesta categoria verificamos se os modos de pensar apresentados se enquadram em alguns dos aspectos que caracterizam este tipo de origem, como proposto por Pozo e Crespo (1998). Consideramos que os dois tipos de concepções que colocamos nesta classe atendem à regra: “semelhança entre causa e efeito”. Nesta regra, uma conclusão é tirada a partir da proximidade entre a causa e o efeito de um fenômeno. Por exemplo, em um dos tipos de concepções, vemos que uma substância é definida como tal se sofre algum tipo de transformação química. Esta seria uma condição essencial para identificarmos uma substância, segundo esse modo de pensar. Ou, como na segunda concepção, são classificados os objetos que nos rodeiam e que apresentam utilidade e tem alguma consequência direta em nossas vidas, a partir do efeito que nos causam. Por exemplo, um remédio é uma substância química porque ele diminui a nossa dor de cabeça. Aqui, também

observamos uma proximidade entre causa e efeito o que faz com que classifiquemos esse modo de pensar como de origem sensorial.

### **- Origem cultural**

Apesar de termos a consciência que as concepções alternativas, de uma forma geral, são formadas com alguma influência do contexto cultural, neste tipo de origem, procuramos incluir uma concepção que tivesse relação mais estreita com idéias de senso comum. Classificamos apenas um modo de pensar como de origem cultural: a ideia muito comum e generalizada de que a substância está presente em tudo. Associada a essa concepção é comum vir a idéia de que algo rotulado como “químico” tem alguma consequência em nossa vida (geralmente, maléfica). Este é um tipo de ideia que encontra eco em diferentes situações do cotidiano e em outros contextos sociais, por exemplo, quando as pessoas muitas vezes preferem consumir produtos naturais a industrializados, justificando que os últimos “têm química” e podem nos fazer mal. Outra possibilidade de identificação desse tipo de concepção pode estar associada à uma idéia que encontra suas origens em períodos mais remotos e na filosofia, de que cada coisa ou material tem a sua essência, a sua substância própria, aquilo que justifica a sua finalidade.

### **- Origem escolar**

Este foi o único tipo de origem constituído por respostas tanto de professores como de alunos. Acreditamos que, como já discutimos anteriormente, a questão pode advir de diferentes situações do processo de ensino-aprendizagem, por exemplo, com a reprodução e/ou má compreensão do que é discutido na sala de aula e/ou veiculado pelos livros didáticos. Por exemplo, na primeira concepção apontada, pode ser verificada uma dificuldade em reconhecer diferenças entre substância, material e elemento químico. Isso pode ser devido à limitada discussão sobre o conceito de substância em sala de aula e a abordagem resumida apresentada pelo livro didático, o que não possibilita a articulação deste conceito químico com situações concretas e/ou fenômenos reais, de forma a ampliar a significação da idéia de substância química, como contraponto a concepções prévias dos alunos. Em consequência, os alunos não situam as idéias mais gerais encontradas em outros contextos com relação àquelas apresentadas na sala de aula de química. Com relação à segunda concepção incluída nesse tipo de origem, surge a ideia de que substância é aquela que sofre mudanças de estado físico, o que também reflete uma concepção alternativa ao conceito científico, visto que materiais (misturas) podem sofrer mudanças de estado físico, não sendo esta uma característica exclusiva das substâncias puras. É importante ressaltar o fato de que alguns professores apresentam esse tipo de concepção devido à pouca reflexão feita sobre o seu próprio conhecimento químico, muitas vezes, pela ausência de uma abordagem apropriada a esse conceito ao longo de toda a sua formação, inclusive acadêmica.

## **CONCLUSÕES**

A análise das concepções neste trabalho possibilitou a confirmação de que o conceito de substância comporta vários modos de pensar tanto para alunos como para professores. Verificamos que esses vários modos de pensar o conceito de substância aparecem nas respostas de um mesmo aluno, ratificando a heterogeneidade do pensamento para um único indivíduo. Porém, a falta de consciência sobre essa diversidade de concepções faz com que, nas situações de aprendizagem, o aluno não

saiba situar as idéias com relação aos contextos específicos nos quais elas encontram significação. Por fim, percebemos que as ideias alternativas expressas pelo aluno, muitas vezes, são provenientes de uma discussão limitada na sala de aula, ou seja, como parte de um processo de reprodução de um conhecimento distorcido que se legitima no contexto escolar.

Finalmente, acreditamos que um estudo sobre os aspectos epistemológicos e ontológicos relativos a concepções encontradas para o conceito de substância poderá culminar em uma análise mais fina e na proposição de um perfil conceitual (MORTIMER, 2000) para este conceito.

## AGRADECIMENTOS

À CAPES, pela bolsa concedida, ao Departamento de Educação da UFRPE pela permissão em aplicar nossos questionários aos mestrandos e à professora Flávia Vasconcelos, pela disponibilidade em nos oferecer sua sala de aula para trabalharmos com seus alunos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CACHAPUZ, A.; PRAIA, J.; JORGE, M., **Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências**, Edição do Instituto de Inovação Educacional. Lisboa: Ministério da Educação. 2002. 350 p.

\_\_\_\_\_ et al. (Org.). **A necessária renovação do ensino das Ciências**. São Paulo: Cortez. 2005. 264p.

CARVALHO, A. M. P.. **Critérios Estruturantes para o Ensino das Ciências**. In: \_\_\_\_\_ (org.) **Ensino de ciências – Unindo a Pesquisa e a Prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning. 2004 p. 1 – 17

COLOVAN, S.C.T; SILVA, D. A entropia no ensino médio: utilizando concepções prévias dos estudantes e aspectos da evolução do conceito. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 1, p. 98-117, 2005.

COUTINHO, F. A. **Construção de um perfil conceitual de vida**. Tese (Doutorado em Educação) Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2005.

DRIVER, R.; EASLEY, J. 1978. Pupils and paradigms: a review of the literature related to concept development in adolescent science students. **Studies in Science Education**, 5, 61-84. In: COUTINHO, F. A. **Construção de um perfil conceitual de vida**. Tese (Doutorado em Educação) Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2005.

GILBERT, J.; SWIFT, D. 1985. Towards a Lakatosian analysis of the Piagetian and alternative conceptions research programs. **Science Education**, 69, 681-696. In: COUTINHO, F. A. **Construção de um perfil conceitual de vida**. Tese (Doutorado em Educação) Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2005.

GOOD, R. 1991. **Journal of Research In Science Teaching**, 28, 387. In: COUTINHO, F. A. **Construção de um perfil conceitual de vida**. Tese (Doutorado em Educação) Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2005.

HASHWEH, M. Z. 1988. Descriptive studies of students' conceptions in science. **Journal of Research In Science Teaching**, 25, 121-134. In: COUTINHO, F. A. **Construção de um perfil conceitual de vida**. Tese (Doutorado em Educação) Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2005.

LAWSON, A. E.; THOMPSON, L. D. 1988. Formal reasoning ability and misconceptions concerning genetics and natural selection. **Journal of Research In Science Teaching**, 25, 733-746. In: COUTINHO,

F. A. **Construção de um perfil conceitual de vida**. Tese (Doutorado em Educação) Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2005.

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

\_\_\_\_\_. **Linguagem e Formação de Conceitos no Ensino de Ciências**. Belo Horizonte: Editora UFMG. 2000. 383p.

POZO, J. I. M; CRESPO, M. A. G. **Aprender y enseñar ciencia**: Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico. Madrid: Ediciones Morata. 1998. 330p.

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, 2006. p.259-273.

SILVA, J. R. R. T.; FIRME, R. N.; AMARAL, E. M. R. Identificando diferentes formas de pensar sobre substância associadas a diferentes contextos In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências (ENPEC). 2009. **Anais do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências (ENPEC)** . Florianópolis. 2009.

SILVEIRA, M. P. **Uma análise epistemológica do conceito de substância em livros didáticos de 5ª a 8ª séries do ensino fundamental**. 2003. Dissertação de mestrado. Faculdade de Educação. Universidade de São Paulo, São Paulo.

SOARES, N; AGUIAR, O. 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**. V. 8 n. 2, 2008.

VEER, R. V. D.; VALSINER, J. **Vygotsky**: Uma Síntese. São Paulo: Loyola. 1999.

YIP, D. Y. 1998. Teachers' misconceptions on the circulatory system. **Journal of Biological Education**, 32, 1. In: COUTINHO, F. A. **Construção de um perfil conceitual de vida**. Tese (Doutorado em Educação) Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2005.