

# O USO DOS CONCEITOS DE ELEMENTO E SUBSTÂNCIA POR ESTUDANTES DA 7ª SÉRIE DO ENSINO FUNDAMENTAL NUMA PERSPECTIVA DE ANÁLISE SÓCIO - CULTURAL<sup>1</sup>

## THE USE OF THE CONCEPTS OF ELEMENT AND SUBSTANCE FOR YEAR SEVEN STUDENTS ON THE BASIC LEVEL EDUCATION: A SOCIO-CULTURAL APPROACH

Nilma Soares da Silva<sup>1</sup>  
Orlando Gomes de Aguiar Junior<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Minas Gerais/Faculdade de Educação, nilmasoares@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Universidade Federal de Minas Gerais/Faculdade de Educação, orlando@fae.ufmg.br

### Resumo

Esse artigo apresenta uma discussão sobre o uso dos conceitos de elemento e substância por estudantes de 7ª série do nível fundamental de uma escola da rede particular de ensino. Serão comparadas duas aulas de uma seqüência de ensino gravadas em vídeo. A importância desta pesquisa se dá mediante a constatação do uso indiscriminado dos conceitos de elemento e substância pelos estudantes. Como conceitos estruturadores do pensamento químico, elemento e substância são de difícil definição a nível elementar, pois qualquer tentativa em definir tais conceitos é carregada de uma teoria que compartilha a compreensão de significados abstratos. Por outro lado, esses significados são essenciais para falar sobre o mundo de materiais e são iniciadores para os estudantes nos modos de pensar da química. Apoiamo-nos em Vygotsky e Bakhtin e examinamos esse processo de construção e uso de conceitos enquanto produção mediada de sentidos.

**Palavras-chave:** uso de conceitos – teoria sócio cultural – ensino de química

### Abstract

This paper presents a discussion on the use of the concepts of element and substance for year seven students on the basic level education. The student's and teacher's discourse in two video recorded lessons will be compared. Our teaching experience shows that students generally use concepts of element and substance in an indiscriminate way. These two concepts are central on the chemical knowledge, but they have hard definitions for students on the elementary level. Any attempt in defining such concepts is loaded of a theory that shares their meanings with another abstract concepts. These concepts are essential to speaking and thinking on the materials world. We will use Vygotsky's and Bakhtin's theories to examine the process of meaning making sense of these two concepts on the classroom setting.

**Keywords:** use of concepts – socio-cultural theory - education of chemistry

---

<sup>1</sup> Apoio FAPEMIG

## **INTRODUÇÃO**

O uso indiscriminado dos termos elemento e substância pelos estudantes do ensino médio tem mostrado que a compreensão destes sobre as substâncias e os materiais não tem se desenvolvido de maneira adequada na educação básica.

Como conceitos estruturadores do pensamento químico (Lima e Silva, 2005), elemento e substância são de difícil definição a nível elementar, pois qualquer tentativa em definir tais conceitos é carregada de uma teoria que compartilha a compreensão de significados abstratos. Desenvolver a compreensão a respeito de materiais não envolve apenas tomar consciência da ampla gama de diferentes materiais, mas também tomar consciência da matéria comum subjacente a todos os materiais e da qual todos são formados.

As questões centrais que orientam esta pesquisa são: Como as interações professor aluno, baseadas na teoria sócio-cultural, desenvolvidas em uma sala de aula de ciências, podem contribuir para a formação e uso dos conceitos de substância e elemento químico? Como evoluem os conceitos de elemento e substância entre os estudantes de 7<sup>a</sup> série do ensino fundamental?

## **REFERENCIAL TEÓRICO**

Partimos da distinção entre a apresentação de uma definição e o processo, mais rico e complexo, de conceituação. Estudos sobre formação de conceitos científicos (Oliveira, 2005; Driver et al, 1994; Lima, Aguiar e Martins, 2005), indicam que as definições constituem uma etapa tardia no desenvolvimento de conceitos e que o desenvolvimento de conceitos científicos envolve o reconhecimento, pelos estudantes, dos contextos que demandam seu uso para o entendimento do mundo. Considera-se finalmente, que o processo de formação de conceitos científicos consiste no desenvolvimento de formas específicas de falar sobre e com o mundo, modos de dizer que carregam significados e relações com outros conceitos.

Compartilhamos com Vygotsky (1991), a idéia de que o desenvolvimento do significado das palavras exige o desenvolvimento de funções mentais superiores, tais como atenção voluntária, memória lógica, abstração e capacidade para comparar e diferenciar. Dessa forma, argumenta Vygotsky, o significado das palavras é socialmente construído. Como consequência para o ensino parece ser importante propiciar interações sociais que favoreçam a discussão dos conceitos e a inserção dos mesmos em sistemas mais amplos de relações (Furlani, 2003). Apoiamos-nos também nas contribuições de Bakhtin (1997) sobre o uso da linguagem em ambientes sócio-culturalmente instituídos que oferecem uma ampliação dessas idéias na medida em que enfoca o entendimento da produção discursiva como função direta dos contextos sociais, imediatos ou mais distantes. Dessa forma, o uso da linguagem cotidiana e científica na sala de aula nos coloca diante dessas diferentes “vozes”, expressando diferentes linguagens sociais.

Vygotsky (1991) inaugura uma tradição de pesquisa sócio-interacionista na psicologia da aprendizagem e do desenvolvimento com fortes implicações para a educação. Segundo esta tradição, o entendimento e o conhecimento científico são construídos quando os indivíduos se engajam socialmente em conversações e atividades sobre problemas e tarefas comuns, num processo dialógico. O desafio, portanto, está em ajudar os estudantes a se apropriarem dos modelos da ciência, reconhecendo os seus domínios de aplicabilidade e o modo de usá-los (Driver et al, 1994). Para esses autores, uma maneira importante de introduzir os estudantes em uma comunidade de conhecimentos é através do discurso no contexto de tarefas relevantes.

## **METODOLOGIA**

É nesse contexto, de construção social de significados que se situa essa pesquisa, na qual se pretende examinar o uso dos conceitos de substância e elemento químico entre estudantes da 7ª série do ensino fundamental enquanto construção mediada de sentidos. Numa perspectiva histórico-cultural do desenvolvimento humano, consideramos o processo de conceitualização como uma prática social mediada pela palavra e pelo outro (Fontana,2000). Dessa forma, procuramos identificar como a prática educativa escolar mediatiza as elaborações conceituais dos estudantes e o seu desenvolvimento. Para isso, adotamos como referencial teórico metodológico as idéias defendidas, principalmente por Vygotsky e Bakhtin.

### **Caracterização da amostra**

Escolhemos uma escola da rede particular de ensino que utiliza a coleção Construindo Consciências de 5ª a 8ª séries. A escola adota a coleção desde 2004, sendo que a turma de 7ª série escolhida para a coleta de dados a utiliza desde a 5ª série. A escola já mantém estreitos vínculos com a universidade na medida em que permitiu anteriormente a entrada de outros pesquisadores em sala de aula e tem atendido com frequência estagiários de cursos de licenciatura e pedagogia. A participação da pesquisadora é intencionalmente uma parceria que pretende auxiliar o professor e ao mesmo tempo obter dados para a pesquisa. Além disso, o professor está em sintonia com a proposta teórico metodológica desta pesquisa e apresenta um estilo de ensino que favorece as discussões propostas nas atividades. O livro didático adotado é uma coleção inovadora no campo da educação em ciências e o professor faz um uso refletido e comprometido das inúmeras atividades que apresenta, além da mediação nas leituras em sala de aula.

A escolha em acompanhar, nesta pesquisa, a sala de aula de uma turma de 7ª série se deu devido à concentração de atividades que lidam com os conceitos de substância e elemento químico na coleção didática adotada. Acompanhamos a unidade “As transformações dos materiais” composta de dois capítulos, “Os Minerais e a Vida” e “Compreendendo as reações químicas”. O estudo dos minerais na nutrição serve como contexto para a introdução do conceito de elemento químico e das relações entre elementos químicos e substâncias. Para tanto, discute-se a presença de alguns elementos químicos no nosso corpo e como passam a fazer parte dele, introduzindo o ciclo do cálcio e de outros elementos químicos. Por sua vez, o estudo das reações químicas oferece rico contexto de aplicação e desenvolvimento desses conceitos, além da discussão sobre ocorrência e caracterização de reações químicas.

## **DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS**

A coleta de dados ocorreu durante três meses com a frequência de três aulas de ciências por semana. Ao todo foram filmadas trinta e seis aulas referentes à unidade 1 da coleção didática Construindo Consciências.

Para esse artigo, escolhemos duas passagens de aulas diferentes. As aulas 4 e 5, iniciando o capítulo 1 e as aulas 18 e 19, nas quais o professor retoma as idéias do capítulo e corrige uma prova. Nestas aulas o mesmo estudante, Rafael, expõe suas idéias acerca da possibilidade da ingestão de ferro metálico (pé de uma cadeira) para suprir as necessidades desse mineral no nosso organismo. Nas aulas 1, 2 e 3 o professor abriu o capítulo discutindo com os estudantes o ciclo do fósforo, representado através de um esquema ilustrado indicando as

variadas ocorrências desse elemento químico. Na primeira aula aqui analisada (quarta aula da sequência), os estudantes levaram os resultados de uma pesquisa solicitada pelo professor em que deveriam verificar, nos rótulos dos alimentos que eles normalmente consomem, a presença dos componentes listados nas questões propostas. Na aula anterior o professor levou vários rótulos de alimentos e os estudantes foram solicitados a analisá-los buscando dados para responder às mesmas questões propostas. Os estudantes, em grupos, fizeram parte da atividade em sala e a concluíram em classe. O episódio analisado refere-se à discussão coletiva dessa mesma atividade.

As questões propostas na tarefa foram:

1. Anote a composição do produto indicada no rótulo.
2. Verifique se o rótulo indica a presença de carboidratos, proteínas, gorduras e vitaminas.
3. Verifique se o rótulo indica a presença de sais minerais, tais como cálcio, ferro, fósforo, sódio e potássio.
4. Discuta com seus colegas: quais seriam as funções dos sais minerais em nosso organismo?

### **O primeiro episódio: o ferro do pé da cadeira**

Esta aula foi gravada em vídeo e a seguir analisamos parte da transcrição, na qual alunos e professor participam de uma discussão sobre o ferro presente nos alimentos. Algumas questões envolvem a discussão sobre a origem do ferro dos alimentos e em qual forma ele é ingerido e absorvido pelo nosso organismo.

**1.Rafael:** Professor, eu acho que se comer ferro faz bem.

**2.P:** Vamos explorar essa idéia. Eu acho que na aula passada eu devo ter falado alguma coisa assim, sais minerais compõem o solo, não falei?

**3.Al:** Falou!

**4.P:** Gente, então a idéia do Rafael não é tão ruim assim, será que se a gente comer terra resolve a nossa necessidade de sai minerais?

**5.Al:** Eu já comi terra...

**6.P:** Vocês estão falando dos micro-organismos que estão no solo, eles podem fazer mal? Mas será que é só isso então, que se eu só comesse terra resolveria meu problema de sais minerais?

**7.Al:** (inaudível)

**8.P:** Mas a planta tem essa capacidade, e a gente não tem não?

**9.Al:** Temos só que menor, eu acho que tipo.

**10.P:** Mas olha só o Geraldo está falando o seguinte: A planta tem a capacidade de pegar os sais minerais do solo e pegar o que ela precisa e não precisa, eu tô perguntando para ele, será que nós temos essa capacidade de comer terra e aproveitar...?

**11.Al:** Não, comer terra não.

**12.P:** Calma, vou ouvir todos, primeiro a Luana;

**13.Luana:** Mas a planta pega só o que precisa, a gente não teria essa capacidade, de pegar as coisas boas. (...)

**14.P:** Mas isso é uma coisa que tem que ser analisada, vocês sabem que o pé dessa mesa é feito de ferro, e o ferro é um dos sais minerais que a gente listou no alimento?

**15.Al:** É.

**16.P:** Será que se eu comer um pedacinho de pé de mesa eu resolvo meu problema de ferro?

- 17.AI:** Não!!! Tem que estar de forma comestível.
- 18.P:** De forma comestível? Explica isso.
- 19.Rafael:** Se você fizer poeirinha com isso e comer aí não vai ser tão duro.
- 20.P:** Ahhh! Se eu raspasse esse pé aqui e comesse esse pé raspado... Como é que é? Esse pé aqui da mesa não saiu do solo não?
- 21.A:** Acho que não.
- 22.P:** O que vocês acham? Esse ferro aqui não saiu da terra?
- 23.AI:** Saiu sim! Saiu da onde então?
- 24.AI:** É uma coisa que a gente já está adaptado a comer.
- 25.P:** Você está falando que o organismo está adaptado a algumas substâncias e a outras não. Então o ferro, esse ferro de pé de mesa não? Mas e o ferro que estava lá na torrada, desculpa, onde você achou ferro?
- 26.A:** Pipoca de microondas.
- 27.P:** Pipoca de microondas? Feijão preto? Mas será que este ferro que está no feijão ou na pipoca é diferente desse ferro aqui?
- 28.AI:** (inaudível)
- 29.P:** Vocês acham que é o mesmo ferro?
- 30.Rafael:** É, mas eu acho que é em menor quantidade.
- 31.P:** Ok, está em menor quantidade. Muita pergunta e pouca resposta.
- 32.Luana:** De onde vem o ferro daqui? O ferro dos alimentos.
- 33.P:** Vamos tentar responder a pergunta da Luana.
- 34.Samuel:** Do milho
- 35.Luana:** Não tô falando só da pipoca, porque tem outros alimentos com ferro.
- 36.A:** Ué, do solo.
- 37.Samuel:** O milho nasceu da terra...
- 38.Luana:** Como é que o ferro ia nascer assim do chão, sei lá
- 39.Samuel:** Vem do animal morto que cai na terra.
- 40.AI:** Risos.
- 41.P:** O ferro tem um ciclo semelhante aquele do fósforo. Você está lembrada? Então ele está presente no solo, então a planta acaba absorvendo esse ferro que vai parar lá no milho, e então a Luana vai comer a pipoca. Aí o ferro passa a fazer parte da Luana.
- 42.A:** Aí a Luana vira defunto e...
- 43.AI:** Risos.
- 44.P:** É um jeito de o ferro voltar para o solo.
- 45.Luana:** Então ferro é o que? É um pozinho?

O discurso do professor é dialógico e a participação dos estudantes marca um modo de conduzir a aula próprio do professor. Muitas perguntas e poucas respostas são uma característica da aula, propositalmente conduzida desta forma, pelo fato de ser uma aula de início do capítulo e na qual o professor pretendia buscar, nas falas dos estudantes, idéias e tipos de pensamentos a respeito do assunto que seria foco das aulas posteriores.

Uma breve análise do discurso pode caracterizar a aula do professor dentro do conceito de abordagem comunicativa que indica a perspectiva de como o professor trabalha com os estudantes para desenvolver as idéias na sala de aula. De acordo com Mortimer e Scott (2003), quando esse trabalho é desenvolvido, a abordagem do professor pode ser caracterizada ao longo de duas dimensões. A primeira pode ser caracterizada como um contínuo entre dois pólos extremos: o professor considera o que os estudantes têm a dizer do ponto de vista do próprio estudante; ou o professor considerada o que o estudante tem a dizer apenas do ponto de vista da ciência escolar. A primeira dessas posições é chamada de abordagem comunicativa dialógica – mais de um ponto de vista é

considerado e idéias são exploradas – e a segunda, abordagem comunicativa de autoridade – apenas um ponto de vista é considerado.

Nesse contexto, o professor participante desta pesquisa está melhor caracterizado na abordagem dialógica (turnos 1 a 12), pois durante os dois episódios analisados é aberto a diferentes perspectivas. São consideradas diferentes idéias apresentadas pelos estudantes numa interação constante, envolvendo a participação dos estudantes. Para esses autores, esse tipo de abordagem comunicativa pode ser codificada em interativa e dialógica.

São característicos nesse primeiro episódio aspectos apontados por Scott et al (Scott, Mortimer e Aguiar, 2006) e por Mortimer e Scott (2003), como representativos da abordagem comunicativa interativa e dialógica com alto grau de interação de idéias como, o debate livre na sala de aula, espaço aberto para a exposição de idéias, o trabalho cooperativo, iniciações e perguntas feitas por estudantes, relações mais simétricas entre os participantes e a inexistência de comentários avaliativos por parte do professor.

Algumas idéias são desenvolvidas nesse trecho da aula, dentre as quais se destaca a idéia de ciclo. Inicialmente, a participação do aluno Rafael é marcante, pois inicia a discussão sobre a forma com que o ferro, identificado como um sal mineral importante para o nosso organismo, passa a fazer parte da constituição do nosso corpo. O professor dá voz ao aluno, considerando a importância da discussão, pois o conceito de elemento químico e de substância poderia começar a fazer parte do vocabulário dos estudantes.

Além da idéia de ciclo os estudantes questionam sobre a forma de absorção do ferro pelas plantas e pelo homem. Alguns acreditam na capacidade que as plantas têm de absorver do solo somente o que é necessário para a sua nutrição, mas não conseguem estabelecer uma comparação com o modo de nutrição humano. Acreditam também que tudo que está no solo é sal mineral e que comer solo poderia fazer bem, pois esse seria fonte de ferro, o mineral em questão.

No turno 16, o professor introduz a questão sobre a possível diferença entre o ferro que constitui o pé da mesa e o ferro presente no solo. Esta é uma importante discussão que fundamenta a compreensão sobre a natureza da matéria e as propriedades apresentadas por ela quando formada por diferentes substâncias. A pergunta do professor é intencional para promover a discussão sobre as diferentes formas de se encontrar o ferro, ou seja, a questão proposta aos estudantes é: o ferro metálico é o mesmo ferro presente no solo? A intenção é de que os estudantes compreendam que o elemento químico é o mesmo, mas difere-se na forma metálica ou combinado a outros elementos formando as substâncias presentes nos alimentos.

O estudante Rafael manifesta-se (turno 19), mostrando a sua idéia sobre a forma comestível para o ferro, antes indicada pelos estudantes como adequada para a ingestão. Para Rafael, o ferro presente no pé da cadeira só será comestível se for feito dele “poeirinha”, considerada por ele mais fácil de ser ingerida. Mais uma vez o professor questiona sobre a forma em que se encontra o ferro nos alimentos (turno 20) contrapondo com o ferro do pé da mesa e os estudantes participam da discussão (turnos 21 a 30) buscando respostas e mostrando as suas idéias.

No turno 30, após a insistente pergunta do professor sobre a comparação entre o ferro do pé da cadeira, metálico, e o ferro presente nos alimentos, o estudante Rafael retoma a sua idéia de igualdade, mas acrescenta que nos alimentos o ferro se encontra em menor quantidade.

O episódio termina com a discussão sobre ciclo e com a insistente busca por respostas pela estudante Luana, que, nesta aula, ainda não se deu por satisfeita apesar da tentativa do professor em respondê-la (turno 41). O professor retoma a idéia de ciclo discutida inicialmente, buscando se ancorar nas respostas dos estudantes e conferir legitimidade e autoridade à discussão. Embora predominantemente dialógica, vemos ao final do episódio a tentativa do professor em legitimar uma linha de raciocínio e um certo ponto de vista dentre aqueles que foram apresentados pelos estudantes ou introduzidos pelo ensino (como o ciclo do fósforo, citado por ele).

Os conceitos de elemento e substância não aparecem explicitamente neste episódio. O fato de ser uma aula introdutória, cujo propósito principal era de promover a discussão das idéias dos estudantes sobre os minerais presentes nos alimentos no contexto de análise de rótulos explica, por parte do professor, a ausência de definições previamente estabelecidas e, ainda, a ausência de um fechamento dos temas tratados nesta aula.

### **Segundo episódio: revisão e correção da prova**

Este episódio foi extraído das aulas 18 e 19. Nestas aulas o professor faz uma revisão do conteúdo trabalhado até então. A decisão pela revisão se deu devido à identificação das dificuldades apresentadas pelos estudantes ao responderem às questões da prova aplicada. O professor preparou slides com modelos de partículas para mostrar a constituição de diferentes substâncias. O propósito desta aula era sistematizar a diferença entre elemento, substância e mistura considerada insatisfatória pelo professor nas respostas dadas pelos estudantes às questões da prova.

**1.P:** A coisa do ferro Geraldo. E as substâncias metálicas? O que eu estou chamando de substâncias metálicas, ferro metálico, cobre metálico, zinco metálico, aço, latão, etc., nestas substâncias um ou mais elementos estão ilustrados em figuras como eu vou mostrar a seguir: Olha como os cientistas imaginam que é o pé da cadeira de vocês, diversos átomos de ferro empilhados e organizados. Vamos fazer uma diferenciação aqui, lá tem substâncias que chamamos de substâncias moleculares. Eu pegava, um oxigênio, outro oxigênio e formava uma molécula, mas tem uma diferença para o pé da cadeira, não tem uma estrutura que eu possa chamar de molécula, é um tanto de átomos do mesmo tipo todos enfileirados, organizados, formando o ferro.

**2.Rafael:** Mas professor...

**3.P:** Aí não tem jeito de eu falar molécula de ferro, molécula do pé da cadeira, não tem molécula, os átomos estão todos empilhados.

**4.Rafael:** Você não vai poder falar que esta molécula tem tantos de ferro, tantos e tantos de negócio, agora tem um tanto de átomos.

**5.P:** Certo, agora o que pode acontecer é como o aço, o aço é uma mistura de átomos de ferro com átomos de carbono, então o desenho não seria muito diferente não, mas entre um átomo de ferro teria um átomo de carbono, isso é o aço. Deu para entender? Muito bem.

**6.P:** Então, Geraldo e o resto da turma, na prova tinha uma questão assim: podemos suprir nossas necessidades nutricionais diárias de ferro comendo um pedaço do pé da cadeira onde você está sentado?

**7.Al:** iii, já erreí.

**8.P:** O nosso organismo, e o texto falava sobre isso, consegue absorver o ferro presente nas substâncias, mas se eu comer um pedaço de ferro ele não vai conseguir absorver esse ferro, esse ferro metálico, ou esse ferro organizado desta maneira.

**9.Valéria:** Deixa eu ler?

**10.P:** Deixo, espera só um pouquinho Valéria, atenção a Valéria vai ler a questão dois e a gente vai conversar um pouquinho sobre a questão, Valéria pode ler:

**11.Luana:** ((*lê a questão da prova*)) É possível meu organismo obter um elemento que eu não obtive na minha alimentação?

**12.Al:** Não

**13.P:** Por que não?

**14.AI:** Porque elementos formam substâncias.

**15.P:** Porque elementos formam substâncias, mas onde eu consigo elementos?

**16.AI:** Na natureza.

**17.P:** Na natureza, explica melhor.

**18.AI:** (Todos falam - inaudível)

**19.P:** Peraí, Geraldo leia a sua resposta.

**20.AI:** ((*Geraldo começa a ler, em voz alta, sua resposta à questão*)): os elementos não podem ser criados em outros que não foram absorvidos pelo organismo, cada elemento tem seu ciclo e pode se misturar com outros elementos, mas não formam outros elementos.

**20.P:** Ótimo, me empresta aqui Geraldo.

**21.P:** Resposta 2. ((*o professor lê novamente a resposta do Geraldo*)): Os elementos químicos - resposta do Geraldo: os elementos não podem ser criados em outros que não foram absorvidos pelo organismo, cada elemento tem seu ciclo.

**22.P:** No livro a gente viu isso, no livro tinha o ciclo do fósforo, o cálcio também tem no livro, então cada elemento tem seu ciclo, então o organismo não pode criar esse elemento do nada, ele tem que conseguir na alimentação. Eu tenho que pegar esse elemento em algum outro ciclo de elemento, tudo bem?

**23.P:** Vamos para a questão 3: É possível o organismo produzir novas substâncias a partir de elementos presentes nas substâncias que compõem os alimentos?

**24.P:** Vamos deixar a Luana tentar Geraldo. Muito bem, o organismo não pode produzir elementos, ele tem que adquirir em outro lugar, da alimentação, mas e substâncias? O organismo pode criar novas substâncias? Sim? Não?

**25.AI:** Pode.

**26.P:** Pode? Quem dá um exemplo? Tem muitos exemplo aí escritos, é só vocês lerem o que está aí. Olha, se eu quebro um osso do meu braço, esse osso depois de um tempo não vai crescer novamente? E fechar a fratura?

**27.AI:** Vai.

**28.P:** Vai né? Então eu não formei mais osso? Então eu formei uma nova substância a partir do cálcio que eu peguei no leite. Então pronto, o organismo consegue formar substâncias para formar osso.

**29.AI:** Depende do quebrado, se você deslocar muito ele não vai conseguir voltar mais.

**30.P:** É claro, nem precisa quebrar o osso, a gente não nasce deste tamanho e hoje não estou deste tamanho? Meus ossos cresceram, e onde meu organismo conseguiu mais cálcio para fazer mais osso?

**31.AI:** No cálcio

**32.P:** Nos elementos que eu comi. Não só no cálcio, mas também em outros.

**33.AI:** O ferro, zinco e o cobre são encontrados na natureza de forma apropriada para construir ferramentas? Justifique sua resposta.

**34.P:** Então se sair por aí, eu vou achar pedacinhos de ferro, zinco ou cobre, prontinho para fazer martelo ou fio elétrico?

**35.AI:** Não.

**36.P:** Não, muito bem André, o que que eu acho na natureza então?

**37.AI:** Minério.

**38.P:** Isso, eu acho minério de ferro, minério com cobre, minério com alumínio, e assim por diante, então eu tenho que pegar esse minério e fazer o material metálico. Tenho que pegar esse minério de ferro e fazer ferro metálico. Como é que está o ferro metálico? É só voltar no slide aqui, olha. Estão lembrados do

átomo de ferro né? Eu não acho átomos de ferro organizadinhos assim, eu tenho o minério de ferro, por exemplo:  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , é o minério de ferro, está vendo que eu falei uma fórmula? Então eu estou me remetendo a uma substância, que substância é essa? Não é um elemento. Que substância é essa? Então tem ferro e oxigênio, lá na indústria metalúrgica o que eles vão fazer é pegar só o ferro do  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  e fazer isto aqui para fazer o pé da cadeira, deu para entender?

**39.Rafael:** Professor, faço idéia de quantos  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  são necessários para fazer o pé da cadeira.

**40.P:** Não é, quantas substâncias de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  existem para fazer tanta cadeira.

**41.P:** É... bom, leia a B, que a gente vai responder.

**42.Samuel:** Podemos suprir nossas necessidades de ferro comendo um pedaço da cadeira?

**43.P:** O que você respondeu?

**44.Samuel:** Não, pois nosso organismo não precisa de tanto ferro.

**45.P:** Não é bem isso que eu queria.

**46.Samuel:** Não é totalmente certo, mas a idéia era essa.

**47.P:** Não é por isso que eu não posso comer um pedaço de ferro.

**48.Rafael:** Não, da maneira que o ferro está ((*no pé da cadeira*)) não permite que nosso organismo absorva ele.

**49.P:** Exato. No finalzinho do texto tinha uma frase assim: O organismo não absorve o ferro metálico, o organismo só consegue absorver outras substâncias que contêm ferro, substâncias que estão presentes na nossa alimentação. Então se meu organismo não consegue absorver o ferro metálico, não adianta eu comer o ferro metálico.

Neste episódio o uso dos termos átomo, molécula, elemento e substância é bastante explorado pelo professor. Esse uso intensificou-se a partir do primeiro episódio descrito nesse artigo, o que representa a intenção do professor em fazer com que os estudantes utilizem esses conceitos adequada e progressivamente.

O aluno Rafael participa da aula e mostra um outro nível de compreensão em relação ao primeiro episódio enquanto que outros alunos ainda apresentam dificuldades em relacionar a constituição do material com a presença de átomos, elementos, substâncias ou moléculas. No turno 4, Rafael acompanha o professor e a sua fala indica a compreensão sobre a diferença entre de um material constituído por moléculas e outro, como o ferro metálico, constituído por átomos.

No turno 11 o professor corrige uma questão da prova sobre a possibilidade do nosso organismo obter um elemento que não existe em nossa alimentação. Os estudantes afirmam que não é possível, pois os elementos formam as substâncias que passam a fazer parte do nosso organismo, mas o professor dá continuidade e pergunta de onde vêm os elementos. Os estudantes afirmam que vem da natureza. A idéia de ciclo aparece novamente, fato que indica uma boa utilização do conceito. O professor retoma a resposta dada por um estudante (turno 21) e a repassa para a turma considerando-a uma boa resposta.

No turno 22 o professor dá um fechamento lembrando os ciclos já estudados e passa para a próxima questão na qual a discussão gira em torno da possibilidade do organismo produzir novas substâncias a partir de elementos presentes nas substâncias que compõem os alimentos. O professor reforça a idéia que ele pretende explorar retomando a discussão anterior na qual os estudantes já haviam concordado que não podemos criar novos elementos, mas, agora, a questão se refere às substâncias (turno 24). Os estudantes respondem e concordam com a possibilidade de formar novas substâncias e o professor prossegue (turnos 26 a 32) pedindo exemplos, voltando ao ciclo do cálcio e comentando sobre a reconstituição de fraturas e o crescimento de ossos.

Uma outra questão é discutida (turno 33) sendo o contexto sobre como se encontram os elementos químicos ferro, zinco ou cobre na natureza. “*Eles já estão prontos para fazer fios elétricos ou martelo?*” Os alunos consideram que não é possível encontrar pedaços de metais prontos para a confecção de objetos. A discussão prossegue com a identificação da origem desses metais a partir do minério, presente na natureza (turno 37). O aluno Rafael faz um comentário a partir da explicação do professor considerando o quanto seria necessário usar de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  para fazer o pé da cadeira. Ressaltamos aqui a participação desse aluno, interessado desde o primeiro episódio na constituição do pé da cadeira. Percebemos que há um avanço na compreensão que ele faz da constituição do pé da cadeira e também da origem do ferro metálico (turno 39).

A pergunta final nos remete ao início do primeiro episódio, e novamente os alunos são questionados sobre a possibilidade de o organismo suprir as necessidades de ferro com a ingestão do ferro do pé da cadeira. O aluno Samuel lê a sua resposta (turnos 42 a 47) na qual considera que não é possível porque o nosso organismo não precisa de tanto ferro. Esta resposta indica a não compreensão da diferença entre o ferro metálico e aquele que faz parte das substâncias ingeridas a partir da alimentação. O professor indica que a resposta não é satisfatória e o aluno Rafael, mais uma vez responde indicando que da maneira que o ferro está no pé da cadeira, não é possível que o nosso organismo o absorva (turno 48).

Ao contrário do primeiro episódio, o professor assume um tom mais assertivo, centrado na perspectiva científica que foi desenvolvida nas aulas anteriores. Assim, além de oferecer estímulos para que os alunos apresentem seus argumentos (turnos 13 e 17) o professor organiza o debate propondo questões, marca idéias chave (turnos 1, 22, 26, 38 e 49) e avalia sistematicamente a correção dos estudantes segundo a perspectiva científica (turnos 5, 20, 32, 36, 38, 40, 45 e 49). Trata-se, portanto, de uma abordagem comunicativa interativa e de autoridade (mas não autoritária).

## CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

Retomando as questões que orientam esta pesquisa podemos refletir sobre a abordagem característica dos dois episódios apresentados e o desenvolvimento e a evolução do uso dos conceitos de elemento e substância pelos estudantes da sétima série do nível fundamental investigados.

Os conceitos de elemento e substância fazem parte de um grande número de conceitos que apresentam sentidos variados no uso diário e até mesmo no uso científico. Dessa forma não se espera que a construção de sentidos únicos e inequívocos possa ser um ponto de partida do ensino aprendizagem em ciências. A concepção de aprendizagem que ignora essa realidade está associada a um modelo de ensino por transmissão que se assenta na lógica da explicação acabada e que procura transferir conhecimentos prontos e cristalizados por meio de definições.

No processo de ensino e aprendizagem é comum a memorização de definições, o que não garante a compreensão dos conceitos nelas envolvidos e muito menos de suas relações. Na verdade os estudantes utilizam operacionalmente as definições introduzidas precocemente e não utilizam os conceitos de modo adequado. A definição, que deveria ser uma síntese, geralmente se torna o ponto de partida, o que compromete a aprendizagem dos conceitos.

Para Vygotsky, a palavra é o instrumento direto da formação de conceitos. A linguagem é o meio fundamental do pensamento e é indissociável da forma mais elaborada de pensamento: o pensamento verbal. Desse modo, de acordo com Vygotsky, estamos considerando que a construção de sentidos se dá na relação com os outros em ambientes sociais.

Acreditamos que a constituição de um ambiente de sala de aula caracterizado pelo espaço de socialização de idéias, característico da teoria sócio cultural (Mortimer, 2000), contribui para as atitudes dos estudantes diante do conhecimento escolar. Novos conceitos e

idéias científicas estão em constante conexão com os interesses, experiências e conhecimentos dos estudantes. O professor busca foco nas perguntas e falas dos estudantes no lugar de apenas respondê-los o que pode auxiliá-los no desenvolvimento da idéia de ciência como parte da história humana.

Diante desse contexto o papel do professor torna-se determinante. Ao interagir com o educador, o estudante vai, aos poucos, internalizando o que é construído nas relações, de forma ativa, utilizando o seu próprio referencial. Inicialmente, palavras são repetidas, para mais tarde tornarem-se palavras próprias, o seu próprio ponto de vista (Bakhtin, 1997). Para compreendermos essas relações, lançamos mão do conceito de mediação e da relação dialética entre linguagem e pensamento, discutidos por Vygotsky.

Nos episódios analisados são característicos dois contextos, no primeiro episódio, uma aula introdutória com a intenção, por parte do professor, de buscar nas respostas dos estudantes idéias representativas da presença de sais minerais nos alimentos e sobre a forma com que esses sais se apresentam e são absorvidos pelo organismo. Para o professor, as manifestações dos estudantes foram ativadoras para as discussões que predominaram nas próximas aulas. Já o segundo episódio, depois de algumas aulas com as mesmas características de abordagem das primeiras, é caracterizado pelo uso dos conceitos em um contexto em que as idéias científicas começam a fazer parte da linguagem dos estudantes.

Muitos estudantes continuam com as idéias iniciais, onde acreditavam que o ferro metálico presente no pé da mesa não seria adequado para a ingestão devido à grande quantidade do elemento químico. Já outros, como o Rafael, desenvolvem uma compreensão mais sofisticada da constituição desse material e da impossibilidade de o organismo absorver o ferro na forma metálica.

Esta pesquisa ganha importância na medida em que pode auxiliar os professores no entendimento da dinâmica discursiva e as alternâncias entre discurso dialógico e de autoridade, evidenciados nos dois episódios examinados. O fato da questão introduzida pelo aluno na 4ª aula em vários outros momentos da seqüência de ensino mostra o potencial desse tipo de participação na construção de sentidos no ensino de ciências (Aguiar e Mortimer, 2006) e, particularmente, na construção e uso de conceitos estruturadores, como elemento e substância.

O referencial teórico metodológico utilizado nesta pesquisa caracteriza os episódios analisados dentro de uma dinâmica que considera a construção dos conceitos como um processo sociocultural, e, portanto histórico, ou seja, um processo interativo em que o professor atua como mediador no desenvolvimento do estudante na medida em que constrói com ele os conhecimentos científicos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, O. G. ; MORTIMER, E. F. . *As perguntas dos estudantes e seus desdobramentos no discurso das salas de aula de ciências*. In: X Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2006, Londrina. Anais do X EPEF. v. 1.
- BAKHTIN, M. *Estética da criação verbal*. São Paulo: Martins Fontes, 1997.
- DRIVER, ASOKO, LEACH, MORTIMER e SCOTT. *Constructing scientific knowledge in the classroom*. Educational Researcher, v.23,n.7,p.5-12, 1994.
- FONTANA, ROSELI CAÇÃO. *Mediação pedagógica na sala de aula*. Campinas, SP: Autores associados,2000.
- FURLANI, J. M. S. *A apropriação de um novo currículo de química na prática de sala de aula*. Belo Horizonte: UFMG/ FaE, 2003.
- LIMA, M E C. C., SILVA, N. S. *A química no ensino fundamental: uma proposta em ação*. 28 RASBQ: *Propostas atuais de ensino de química na Educação Básica do Brasil*. Workshop da Divisão de Ensino da SBQ. Poços de Caldas, 2005.
- LIMA, M.E.C.C.L., AGUIAR, MARTINS, C.M.D.C O. *O processo de formação de conceitos no ensino de ciências: reflexões a partir da concepção e elaboração de uma coleção de livros didáticos*. Anais do V Encontro Nacional de Educação e Pesquisa em Ciências,2005.
- MORTIMER, E.F. and SCOTT, P.H. *Meaning making in secondary science classrooms*. Maidenhead: Open University Press, 2003.
- MORTIMER, E.F. *Linguagem e Formação de Conceitos no Ensino de Ciências*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2000.
- SCOTT, P.H. and MORTIMER, E.F. and AGUIAR, O.G. (2006). *The tension between authoritative and dialogic discourse: A fundamental characteristic of meaning making interactions in high school science lessons*. *Science Education*, 90: 605-631.
- VYGOTSKY, L. S. *Pensamento e linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 1991.