

## Explicando Fenômenos a Partir de Aulas com a Temática Água: A Evolução Conceitual dos Estudantes

**Tâmara Samantha F. Coelho, Isabela Simone Silva Lélis, André Correa Ferreira, Tiago de Miranda Piuzana e Ana Luiza de Quadros**

A partir da perspectiva sociohistórica, consideramos que, por meio da interação de múltiplas vozes e ideias que se manifestam no plano social, o sujeito internaliza novas ideias em um processo de construção de significados. No ambiente dialógico da sala de aula, o professor tem a tarefa de levar o estudante a se apropriar das ideias convencionais da ciência. Para identificar a evolução conceitual de estudantes, a partir de um conjunto de aulas temáticas, desenvolvemos este trabalho. Percebemos que a construção de significados é favorecida quando as explicações científicas têm relação com o contexto do estudante e a linguagem é usada como mediadora.

► fenômenos químicos, ensino por temas, concepções ◀

Recebido em 08/11/2012, aceito em 02/09/2013

**A**o propor a água como tema gerador do conhecimento químico, Quadros (2004) defende que o pensamento químico se constitui pela reflexão sobre o mundo material. A autora afirma ainda que os eixos temáticos têm sido propostos como uma alternativa que contempla o conteúdo mínimo da disciplina de química por meio da reflexão sobre os materiais, tais como ar, água, planta e outros que tenham relação com a vivência dos estudantes. Para entender esses temas, o estudante é levado a perceber a necessidade e a importância do conhecimento químico, aumentando a possibilidade de gostar dessa ciência.

A QNEsc tem publicado artigos que descrevem o desenvolvimento de um conjunto de aulas a partir de um tema gerador. Entre os mais recentes, os temas propostos para gerar conhecimento químico foram:

**Neste trabalho, analisamos as explicações dadas pelos estudantes a alguns fenômenos, antes e depois desse conjunto de aulas, no qual ressignificamos a contextualização e nos apropriamos do discurso interativo e, sempre que possível, do discurso dialógico. O debate centrou-se em aspectos presentes no contexto dos estudantes, nem sempre considerados foco de estudo. Nesta análise, estamos considerando a evolução das ideias dos estudantes sobre alguns fenômenos presentes no cotidiano.**

processamento de alimentos (Mello; Costallat, 2011), sabões e detergentes relacionados a questões ambientais (Ribeiro; Maia; Wartha, 2010), agrotóxicos (Cavalcante et al., 2010), maresia (Sanjuan et al., 2009), mineralogia (Samrsla et al., 2007).

Baseados na proposta temática apresentada por Quadros (2004), construímos um conjunto de aulas para aplicação em turmas de estudantes de escolas estaduais de Belo Horizonte e região metropolitana. Ao mesmo tempo em que aplicávamos a proposta, também a avaliávamos, em um processo de reflexão sobre a ação, que tinha o intuito de melhorar a prática docente de cada um dos envolvidos, além

de acompanhar a capacidade dos estudantes em explicar fenômenos usando os conceitos químicos.

Neste trabalho, analisamos as explicações dadas pelos estudantes a alguns fenômenos, antes e depois desse conjunto de aulas, no qual ressignificamos a contextualização e nos apropriamos do discurso interativo e, sempre que possível, do discurso dialógico. O debate centrou-se em aspectos

A seção "O aluno em foco" traz resultados de pesquisas sobre ideias informais dos estudantes, sugerindo formas de levar essas ideias em consideração no ensino-aprendizagem de conceitos científicos.

presentes no contexto dos estudantes, nem sempre considerados foco de estudo. Nesta análise, estamos considerando a evolução das ideias dos estudantes sobre alguns fenômenos presentes no cotidiano.

## Referencial teórico

Partindo principalmente dos estudos de Vygotsky (1984; 1993), a psicologia sociohistórica concebe o desenvolvimento humano a partir das relações sociais que o sujeito estabelece no decorrer da vida. Nesse referencial, o processo de ensino-aprendizagem se constitui por meio das interações que acontecem nos diversos contextos sociais, ou seja, o aprendiz constrói significados por meio das interanimações de ideias que afloram entre os sujeitos ali presentes. Os significados são, portanto, construções históricas e sociais e se referem aos conteúdos apropriados pelos sujeitos a partir de suas próprias subjetividades.

A partir da perspectiva sociohistórica, a aprendizagem e o desenvolvimento passaram a ser vistos como produto da interação social dos sujeitos que se introduzem ou são introduzidos em um mundo simbólico. Wertsch (1998), usando os estudos oriundos da psicologia de Vygotsky e da filosofia de Bakhtin, argumenta que a sala de aula é um ambiente onde se desenvolve um processo essencialmente dialógico, em que múltiplas vozes são articuladas: primeiro no plano social (interpsicológico) e, em seguida, no plano individual (intrapsicológico). O sujeito em formação entra em contato, no plano social, com um conjunto de pontos de vista, de opiniões e de explicações que são, muitas vezes, contraditórias entre si. Por meio dessa interação e utilizando-se de um amplo conjunto de ferramentas culturais – dentre as quais, a linguagem –, o sujeito negocia significados e os internaliza, agora no plano individual. Os significados são vistos como polissêmicos (múltiplos significados) e polifônicos (formado por várias vozes ou ideias), criados na interação social e, então, internalizados pelos indivíduos.

Driver e colaboradores (1999, p. 34) afirmam que

*A partir dessa perspectiva, o conhecimento e o entendimento, inclusive o entendimento científico, são construídos quando os indivíduos se engajam socialmente em conversações e atividades sobre problemas e tarefas comuns. Conferir significado é, portanto, um processo dialógico que envolve pessoas em conversação e a aprendizagem é vista como o processo pelo qual os indivíduos são introduzidos em uma cultura por seus membros mais experientes.*

O professor, diante dessa perspectiva, é desafiado a auxiliar os estudantes a se apropriarem dos modelos da ciência,

a aplicarem esse modelo para a situação que estão buscando entender e, principalmente, a aplicar o modelo em questão em outro contexto, caracterizando, assim, a aprendizagem. Para Driver e colaboradores (1999), ensinar é levar o estudante a se apropriar das ideias convencionais da ciência. Para isso, a intervenção do professor é fundamental, tanto para oferecer evidências experimentais apropriadas quanto para disponibilizar aos aprendizes as ferramentas culturais da ciência.

Apesar de importante, passou-se a perceber que a atenção exclusiva à elaboração adequada de atividades de ensino poderia não ser suficiente para garantir a aprendizagem. Segundo Mortimer e Scott (2002), a pesquisa em torno do que acontece nas aulas de ciências tornou evidente que tão importante quanto as atividades planejadas é o discurso que circula em torno delas.

As pesquisas em ensino de ciências, que se dirigiram para as concepções dos estudantes – tanto para as que estes levam para a escola como para as que constroem dentro dela –, auxiliaram no entendimento de que essas concepções precisam ser exaustivamente trabalhadas para que eles se apropriem das ideias científicas. Mortimer e Scott

(2002) argumentam que, embora as ideias prévias devam ser amplamente trabalhadas em sala de aula, a construção de novas ideias pode acontecer independente das anteriores, havendo a possibilidade de uma pessoa usar diferentes formas de pensar em diferentes domínios. Em trabalho posterior, Mortimer e Scott (2011) afirmam que a apropriação de um discurso científico pelos estudantes é facilitada quando eles se engajam em um processo dialógico e desenvolvem a consciência da relação existente entre o ponto de vista da ciência e o raciocínio cotidiano.

No caso do ensino de ciências, o estudante será inserido em uma nova forma de pensar sobre os fatos e fenômenos do mundo e de explicá-los. Esse processo envolve, no plano social, a introdução de conceitos e de símbolos próprios da comunidade científica que possibilitam ao estudante entrar nessa nova cultura. O professor é a autoridade em termos de conhecimento e pode auxiliar na mediação entre o mundo cotidiano e o mundo da ciência. Nessa perspectiva, o docente tem um papel fundamental na construção de significados em sala de aula e na formação dos sujeitos que lá estão.

A formação de um espaço comunicativo em sala de aula propicia o encontro entre diferentes perspectivas culturais, podendo resultar em crescimento intelectual mútuo. Segundo Vygotsky (1993), aquilo que se formou na convivência ou no meio social é, aos poucos, internalizado e passa a formar as novas estruturas mentais do sujeito.

A aprendizagem é um fato social que depende do querer de cada um. Por isso, a inserção de um discurso interativo e dialógico nas aulas de ciências pode representar uma estratégia favorável à construção de significados em sala de

**As pesquisas em ensino de ciências, que se dirigiram para as concepções dos estudantes – tanto para as que estes levam para a escola como para as que constroem dentro dela –, auxiliaram no entendimento de que essas concepções precisam ser exaustivamente trabalhadas para que eles se apropriem das ideias científicas.**

aula. Consideramos que o desenvolvimento desse ambiente dialógico é facilitado quando o ensino parte de um tema de interesse dos estudantes e da ciência. Quando a aula é interativa e o conteúdo é fortemente ligado a questões sociais, mais facilmente este expõe suas ideias. Ao considerar as ideias apresentadas por eles, o professor implementa o discurso dialógico, permitindo que os estudantes façam relações entre as diferentes ideias, em um ambiente que Mortimer e Scott (2011) chamaram de “interanimação de ideias”.

Vygotsky (1993) formula o conceito de zona de desenvolvimento proximal (ZDP), por entender que a aprendizagem acontece a partir dos conhecimentos que o sujeito traz consigo. Assim, a ZDP é definida como sendo a distância entre o nível de desenvolvimento real (NDR) e aquilo que o sujeito pode vir a fazer quando auxiliado por alguém mais experiente, chamado de nível de desenvolvimento potencial (NDP). Como NDR, entende-se aquilo que o sujeito sabe fazer ou explicar sozinho. O NDP é determinado por meio da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes.

Para tal, o papel da linguagem é fundamental para o desenvolvimento do pensamento e dos processos intelectuais superiores, nos quais se encontra a capacidade de formação de conceitos. Conforme Vygotsky (1993, p. 50),

*A formação de conceitos é o resultado de uma atividade complexa em que todas as funções intelectuais básicas tomam parte. No entanto, o processo não pode ser reduzido à associação, à atenção, à formação de imagens, à inferência ou às tendências determinantes. Todas são indispensáveis, porém insuficientes sem o uso do signo, ou palavra, como o meio pelo qual conduzimos as nossas operações mentais, controlamos o seu curso e as canalizamos em direção à solução do problema que enfrentamos.*

Para Vygotsky (1993), a palavra contém em seu significado a possibilidade de analisar as relações entre pensamento e linguagem. É no significado que o pensamento e a fala se unem, criando condições para o desenvolvimento do pensamento intelectual. A linguagem, na perspectiva vygotskyana, assume um papel preponderante, facilitando tanto a percepção do nível de desenvolvimento real do estudante, quanto a tomada de consciência do próprio aprendiz sobre o que ele sabe, bem como a evolução das concepções, quando as explicações deste forem devidamente questionadas.

Com o intuito de promover e avaliar a evolução conceitual dos estudantes, preparamos um conjunto de aulas que usou

a água como tema gerador e que foi dividido em três temas: a) ciclo da água; b) água doce e água salgada; c) água e plantas. Descrevemos brevemente essa temática para oferecer uma ideia mais clara de como se desenvolveram as aulas.

### **O contexto em que este trabalho se desenvolveu**

Para o entendimento de como este trabalho se configurou, fazemos inicialmente um breve relato do projeto no qual ele se desenvolveu e das aulas que foram ministradas nas escolas.

#### **a) Projeto práticas motivadoras para o ensino de química nas escolas públicas**

O projeto em questão foi desenvolvido pelo Departamento de Química da UFMG e tem uma organização semelhante ao projeto PIBID. No entanto, nesse projeto, foram ministrados cursos de aprofundamento em escolas públicas parceiras, no turno inverso das aulas, para estudantes de ensino médio. Os estudantes foram convidados a participar do curso e, após a inscrição totalmente voluntária, foram formadas turmas multisseriadas. O número de estudantes participantes foi acima do esperado e tanto as escolas quanto estes se mostraram motivados com a realização do curso. Vale salientar que o curso não teve qualquer relação com a avaliação formal da disciplina de química da escola, embora o envolvimento dos estudantes com a química possa ter favorecido a aprendizagem em sala de aula.

O projeto teve financiamento da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e contou com a participação de um coordenador, quinze estudantes do curso de licenciatura em química e três professores de química da educação básica, todos bolsistas, e outros três estudantes de licenciatura em química que atuaram como voluntários. Os professores da educação básica pertenciam às escolas públicas parceiras, que receberam bem a ideia do curso e forneceram a infraestrutura necessária para que ele acontecesse.

O curso foi organizado por meio de temas de interesse da química, com os quais buscamos os conceitos químicos necessários para o entendimento destes. A organização dos temas foi realizada em trabalho conjunto, envolvendo a coordenação, os professores de

química da educação básica e os licenciandos em encontros semanais que ocorreram no Departamento de Química da UFMG. O curso foi dividido em dois módulos, cada um deles com 20 horas-aula. No primeiro módulo, foram abordados cinco temas: ciclo da água; água na natureza (doce, salgada, destilada, deionizada etc.); água nas plantas; solo; e ar. O tema ar enfatizou o entendimento da chuva ácida e da

**O projeto em questão foi desenvolvido pelo Departamento de Química da UFMG e tem uma organização semelhante ao projeto PIBID. No entanto, nesse projeto, foram ministrados cursos de aprofundamento em escolas públicas parceiras, no turno inverso das aulas, para estudantes de ensino médio. Os estudantes foram convidados a participar do curso e, após a inscrição totalmente voluntária, foram formadas turmas multisseriadas. O número de estudantes participantes foi acima do esperado e tanto as escolas quanto estes se mostraram motivados com a realização do curso.**

camada de ozônio. O módulo II incluiu os temas feromônio e cosméticos; tratamento da água; energia; plásticos; e efeito estufa. As turmas de estudantes da educação básica que assistiram às aulas foram organizadas pelas próprias escolas e as aulas do projeto foram ministradas semanalmente em turno inverso ao das aulas da escola. Um conjunto de aulas foi gravado em vídeo, cumpridos os trâmites legais para tal, e posteriormente analisadas pelo conjunto coordenador, supervisores e licenciandos.

#### b) As aulas ministradas

No projeto, planejamos aulas temáticas voltadas a problematizar, investigar e interpretar situações/fatos significativos para os estudantes, mostrando que os conhecimentos químicos auxiliam na compreensão destes. Para isso, a orientação sempre se dirigiu para aulas interativas e dialógicas com o intuito de discutir amplamente as ideias dos estudantes e fazê-las evoluir.

Os temas tratados nas aulas temáticas, objeto deste estudo, foram o ciclo da água, a água na natureza (doce, salgada, destilada, deionizada, etc.) e a água nas plantas, todos do módulo I. Cada um desses temas usou quatro horas-aula para o seu desenvolvimento.

No primeiro tema – ciclo da água –, construímos um terrário que serviu de modelo para podermos observar o ciclo acontecer. A discussão centrou-se no entendimento dos fatores que fazem com que a água evapore, se condense e se precipite. Para o entendimento desses fatores, buscamos conceitos de estado físico, temperatura de ebulição e fusão, pressão atmosférica e de vapor, diagrama de fases, ponto tríplice, entre outros.

O segundo tema teve início com a discussão sobre as propriedades de densidade e solubilidade. Após isso, fizemos a análise de sais dissolvidos em água doce e em água salgada. Os conceitos de íons e de ligação química precisaram ser buscados para esse entendimento. Usamos a condutividade elétrica para evidenciar diferenças entre essas águas (doce e salgada) e das águas destilada e deionizada. Ao final, retomamos o terrário para discutir as características da água em precipitação.

O tema seguinte – água e plantas – tratou principalmente dos fenômenos de fotossíntese e respiração, além da nutrição da planta. A formação do amido, da celulose e dos açúcares presentes na planta foi amplamente explorada a partir da formação da glicose. Para entender a formação da proteína, os demais nutrientes que a planta absorve precisaram ser abordados em sala de aula. Aproveitamos para discutir o ciclo do nitrogênio e alguns conceitos relativos à produção ecológica.

Tendo em vista que o tema anterior tratou de nutrientes que as plantas utilizam, o quarto tema foi o estudo do solo,

com o intuito principal de reconhecer os nutrientes ali presentes, a adsorção de nutrientes e os fatores que interferem na liberação destes para serem utilizados pelas plantas. O quinto tema buscou tratar dos mesmos elementos químicos que compõem os principais nutrientes das plantas e do que acontece com eles quando são retirados do seu ciclo normal. Com base em dados obtidos na Fundação Estadual do Meio Ambiente de Minas Gerais (FEAM), foi demonstrada a presença de óxidos de enxofre, óxidos de nitrogênio, ozônio e monóxido de carbono no ar, estimulando a discussão e o entendimento dos estudantes.

O terrário, construído no início do curso, foi usado em todas as aulas, já que os temas sempre estavam relacionados com o ciclo da água.

#### Metodologia

Construímos um questionário com cinco perguntas sobre assuntos relacionados com o cotidiano do aluno como a formação das nuvens, a chuva de granizo, a neblina e a função da água nas plantas. Esse questionário tinha o intuito de avaliar a proposta de ensino desenvolvida por meio do progresso dos estudantes em explicar situações ou fatos do cotidiano, usando o conhecimento científico.

Aplicamos esse questionário antes de iniciarmos as aulas acima descritas, chamando-o de pré-teste e o reaplicamos ao término do Módulo I, constituído por um conjunto de 20 horas-aula. Nesse segundo momento, o questionário foi chamado de pós-teste. As questões versaram sobre assuntos desenvolvidos principalmente nos

três temas iniciais, ou seja, ciclo da água; água doce e água salgada; e água e plantas. Embora não possamos argumentar sobre a aprendizagem dos estudantes a partir do pré-teste e do pós-teste, analisamos a evolução destes em explicar certos fenômenos que foram explorados no questionário. O tempo utilizado pelos estudantes, tanto no pré-teste quanto no pós-teste, foi de aproximadamente 30 minutos.

Para este estudo, selecionamos os questionários que envolviam os alunos que participaram dos dois instrumentos aplicados. Assim sendo, o estudo envolveu as respostas de 134 estudantes nas duas vezes em que o instrumento foi aplicado. Analisamos cerca de 10% das respostas e construímos categorias, agrupando respostas semelhantes. Em seguida, avaliamos cada um dos questionários, classificando as respostas de acordo com as categorias de análise. Depois de concluída essa etapa, analisamos os resultados em conjunto.

#### Resultado e discussões

Tanto para validarmos nossa proposta de trabalho quanto para avaliar a evolução da capacidade dos estudantes em

Construímos um questionário com cinco perguntas sobre assuntos relacionados com o cotidiano do aluno como a formação das nuvens, a chuva de granizo, a neblina e a função da água nas plantas. Esse questionário tinha o intuito de avaliar a proposta de ensino desenvolvida por meio do progresso dos estudantes em explicar situações ou fatos do cotidiano, usando o conhecimento científico.

explicar certos fenômenos, fizemos a análise das respostas dos estudantes a um questionário aplicado antes e após o conjunto de aulas nas quais discutimos temas relacionados à água.

Na primeira questão, solicitamos que os estudantes construíssem uma explicação consistente para a formação das nuvens na atmosfera. Sabemos que essa explicação envolve uma gama de conhecimentos ligados principalmente à evaporação e à condensação da água, incluindo a composição do ar e o entendimento de como a água está presente nele.

A umidade relativa do ar (UR) é um termo ao qual os estudantes têm amplo acesso, mas nem sempre entendem o seu significado. Trata-se da relação entre o conteúdo de vapor real existente na atmosfera com o conteúdo presente na condição de saturação para uma determinada temperatura. Assim, a UR indica o quanto o ar está próximo da condição de saturação e não a quantidade real de vapor d'água na atmosfera.

Considerando o conhecimento sobre dilatação térmica dos gases, sabemos que quanto maior a temperatura do ar, maior é a sua capacidade de reter vapor d'água. Ao longo de um dia, à medida que a temperatura aumenta, a UR tende a diminuir, já que a expansão faz aumentar a distância do seu ponto de saturação. Nesse sentido, podemos afirmar que o ar aquecido consegue conter mais vapor d'água do que o ar frio.

O ar, ao ser aquecido pelo sol, tende a se deslocar para regiões de maior altitude na atmosfera. O vapor d'água presente se desloca junto com o ar. Ao migrar para essas regiões, onde a temperatura é mais baixa, parte desse vapor se condensa, formando pequenas gotículas de água. Assim, se o ar aquecido pelo sol está próximo de seu ponto de saturação, à medida que sobe na atmosfera e encontra temperaturas mais baixas, o vapor presente nele se condensa.

Para a questão proposta – formação das nuvens –, consideramos adequadas as explicações feitas a partir do entendimento tanto de processos envolvidos no ciclo da água, principalmente a evaporação e a condensação, quanto da presença do vapor de água na atmosfera e da variação de temperatura à medida que a altitude aumenta. A diminuição da temperatura associada à diminuição da pressão atmosférica faz com que parte desse

vapor se condense, formando as minúsculas gotinhas de água, que se mantém na atmosfera graças à grande quantidade de vapor de água que não se condensou. Em alguns casos, pode ocorrer também a solidificação da água, formando pequenas pedras de gelo. A concentração de gotículas de água e vapor dá origem às nuvens.

Ao analisarmos as explicações construídas pelos estudantes para a formação das nuvens, dividimos as respostas destes por semelhança, categorizando-as a partir dos dados. Além de categorizá-las, dividimo-las em explicações elaborada, simplista e erro. Consideramos explicações elaboradas aquelas que não necessariamente estavam corretas do ponto de vista da ciência, mas que se aproximavam muito da explicação científica. As explicações simplistas envolveram o conhecimento trazido da cultura do cotidiano e que, em alguns casos, poderiam ser um indício de que o estudante está em processo de entendimento do fato. Classificamos como erro as situações em que o estudante não tinha ideia do fato e construiu uma explicação confusa ou incoerente. Essa divisão foi usada para todas as questões.

O número de respostas categorizadas é maior do que o número de estudantes que responderam ao questionário, já que alguns forneceram mais de uma explicação. As categorias e o número de respostas no pré e no pós-teste aparecem na Tabela 1.

Ao observarmos a Tabela 1, no que concerne ao resultado do pré-teste, apenas 23 respostas, entre os 135 estudantes investigados, tinham uma explicação mais elaborada sobre a formação das nuvens. Consideramos como explicação mais elaborada a construção de respostas que consideravam a evaporação da água e a nuvem sendo formada por vapor e água líquida ou vapor, água líquida e gelo, mesmo que o estudante não tenha se referido à temperatura e à pressão atmosférica. No pós-teste, o número de explicações coerentes aumentou significativamente, passando para 62.

Isso é um forte indício de que a atividade temática permitiu a esses estudantes evoluírem conceitualmente, mesmo que muitas explicações ainda tenham algumas inconsistências. A seguir transcrevemos a resposta de dois estudantes no pré e no pós-teste.

Tabela 1: Explicação dos estudantes sobre a formação de nuvens.

Cód.	Categorias	Pré-teste	Pós-teste
Explicação elaborada	Resultante da evaporação e condensação da água, coexistindo água líquida e gasosa	14	41
	Resultante da evaporação, condensação e solidificação da água, coexistindo os três estados físicos	9	21
Explicação simplista	A partir da evaporação da água	79	39
	Pequenas partículas de água condensada	21	19
	A partir da ebulição da água	2	1
Erro	Relação do vapor com outros gases da atmosfera	15	6
	Não explica – resposta desconexa	17	17
	Em branco	7	1

“*Elas se formam pela interação do hidrogênio com outros elementos, juntamente com a umidade do ar*” (Aluno 1 – pré-teste – Erro)

“*Com a evaporação da água, há condensação dessas gotículas formando as nuvens.*” (Aluno 1 - pós-teste. Elaborada)

“*A água evapora, assim formando as nuvens.*” (Aluno 2 – pré-teste – Simplista)

“*A água que está na terra evapora ficando em estado gasoso. Quando ela chega em certo ponto onde a temperatura e pressão diminuem, fica em um estado intermediário, representado por gás + líquido.*” (Aluno 2 – pós-teste – Elaborada)

Para o aluno 1, ficou evidente que não havia uma explicação estruturada para a formação da nuvem durante o pré-teste. No entanto, apesar de ainda ser limitada, a explicação construída no pós-teste foi bem mais coerente. Para o aluno 2, a explicação inicial, classificada como simplista, passou a ser mais elaborada à medida que o aluno se apropriou dos conceitos trabalhados em sala de aula. Ao falar do estado físico da água nas nuvens, citou um estado físico intermediário. No entanto, afirmou que esse estado intermediário é uma mistura contendo água no estado líquido (gotículas) e de água no estado gasoso (vapor d’água).

No pré-teste, as explicações simplistas prevaleceram entre os estudantes, quando explicaram a formação das nuvens. Mais da metade dos estudantes investigados construiu explicações baseadas em informações trazidas do cotidiano ou que usam o conceito de evaporação sem fornecer informações mais consistentes. Isso acontece quando afirmam que a água evapora, formando nuvens. Ao evaporar, a água passa para o estado físico de gás, convencionalmente chamado de vapor. Sendo um gás, mesmo que estivesse concentrado em determinada região da atmosfera, não seria visível. Assim, a explicação é simplista, já que o estudante não a elaborou devidamente ou não refletiu sobre a limitação de sua própria explicação.

Os estudantes, cujas explicações foram classificadas como simplistas, de certa forma, consideram a evaporação da água, mas não foram capazes de pensar em um motivo ou causa que levaria a água evaporada a migrar para uma região de maior altitude nem nas mudanças que ela sofre até se tornar visível na forma de nuvem. Essas explicações simplistas, que foram 102 no pré-teste, diminuíram para 59

no pós-teste. Outras 39 respostas foram classificadas como erro por estarem incoerentes, confusas ou em branco. No pós-teste, o número de explicações dessa categoria diminuiu para 24.

A questão seguinte (Questão 2) abordava a formação da chuva de granizo, para a qual solicitamos uma explicação coerente, envolvendo a formação do gelo e a ocorrência desse tipo de chuva. Para essa questão, a explicação está diretamente relacionada aos fenômenos já descritos na primeira questão. Ao se deslocar para altitudes maiores, a umidade presente no ar se condensa, formando as gotículas de água. Dependendo das condições climáticas, podem se formar pedrinhas de gelo que, ao caírem, têm sua fusão acelerada pelo aumento crescente da temperatura e pelo atrito com o ar. No caso de serem pedrinhas de gelo com tamanho um pouco maior, é possível que não consigam se fundir e cheguem ao solo na forma de chuva de granizo.

Como uma explicação mais elaborada, consideramos o entendimento de que o granizo é formado nas nuvens que estão em uma região em que as condições de pressão e temperatura coincidem com o ponto tríplice da água, o que pode justificar a coexistência, na nuvem, dos três estados físicos da água. Assim, uma grande quantidade de vapor de água, gotículas de água líquida e pequenos aglomerados de gelo podem coexistir na nuvem em determinadas condições climáticas.

Como feito na questão anterior, dividimos as respostas dos estudantes por semelhança, categorizando-as. As categorias e o número de respostas no pré e no pós-teste para essa questão aparecem na Tabela 2.

Apenas 27 dos 134 estudantes investigados nesse estudo tinham o entendimento de que a formação do gelo ocorre na nuvem, ocasionando a chuva de granizo. A discussão realizada nas aulas, envolvendo o diagrama de fases, o ponto tríplice da água e, principalmente, a estimativa de tempo que a água da chuva leva para se deslocar da região das nuvens até o solo, provavelmente, auxiliou no entendimento dessa formação do gelo nas nuvens.

Várias explicações envolveram a formação de gelo quando a chuva (água líquida) passava por uma frente fria. Nesse caso, os estudantes acreditavam que o gelo se formava durante a queda. A frase abaixo representa essa crença.

“*A chuva passa por uma frente fria fazendo com que a temperatura da água caia e, com isso, ela se transforma em gelo.*” (Aluno 3 – pré-teste – Erro)

Tabela 2: Explicação dos estudantes sobre a formação da chuva de granizo.

Cod.	Categoria de resposta	Pré-teste	Pós-teste
Explicação elaborada	O gelo se forma na nuvem	27	85
Explicação simplista	Choque térmico	49	15
	O gelo se forma ao cair a chuva	13	16
Erro	Não explica – resposta desconexa	26	19
	Em branco	50	10

Desconsiderando as respostas em branco, a categoria que obteve maior número de respostas foi a do choque térmico. É possível que esses estudantes estivessem considerando que o gelo também seja formado a partir do choque térmico. As explicações dadas pelo Aluno 4 podem ser representativas dessa categoria.

*“Provavelmente teve um encontro de ar quente com uma corrente fria, criando um choque térmico que provoca o congelamento da água, propagando o gelo.”* (Aluno 4 – pré-teste – Erro)

*“A chuva de granizo acontece quando os cristais de gelo presentes na nuvem precipitam antes que possam passar para o estado líquido. Eles precipitam antes, principalmente pelo seu peso.”* (Aluno 4 – pós-teste – simplista)

Acreditamos que a inserção desse estudante em uma nova forma de pensar sobre os fatos e fenômenos do mundo auxiliou-o a construir uma explicação mais coerente, embora ainda seja simplista. Para esse estudante, assim como para outros, o entendimento acontecerá quando os conceitos envolvidos forem exaustivamente trabalhados. Ele já aceitou a ideia de que o gelo se forma na nuvem, embora não tenha clareza sobre a sua fusão.

Provavelmente o grande uso do termo choque térmico advém dos meios de comunicação, que noticiam frentes frias e ondas de calor ao tratarem do clima. É possível que esses fatores climáticos provoquem a ocorrência de chuvas e da chuva de granizo. No entanto, para chover granizo, é necessário, antes, que ele se forme. No pós-teste, percebemos que muitos alunos deixaram de explicar a formação da chuva de granizo a partir de choques térmicos como foi o caso do Aluno 4.

No pré-teste, 26 alunos não souberam responder ou responderam de forma desconexa e 50 deixaram essa questão sem resposta, totalizando 76 estudantes. Esses valores foram bem diferentes no pós-teste com 29 respostas se mantendo nessa categoria.

Podemos concluir, ao observar os resultados do pré e do pós-teste, que houve evolução conceitual, pois há um aumento significativo no número de respostas argumentando

que o gelo se forma na nuvem. Para explicitar a evolução conceitual, selecionamos a explicação construída por um dos estudantes investigados.

*“O encontro das nuvens com cargas positivas se choca com as negativas, solidificando  $H_2O$  e forma o granizo.”* (Aluno 5 – pré-teste – Erro)

*“O vapor da água atmosférico fica sólido em uma determinada altitude, do ponto tríplice, onde se formam as camadas de nuvens.”* (Aluno 5 – pós-teste – Elaborada)

Esse estudante, além de construir uma explicação mais elaborada durante o pós-teste, também desenhou o diagrama de fases e identificou, nesse desenho, o ponto tríplice. Apesar de a resposta posterior às aulas ainda conter equívocos, percebemos que o estudante já se apropriou de parte da explicação científica e reconheceu algumas das condições que propiciam o ponto tríplice.

A terceira questão abordava o processo de formação da neblina. Consideramos como resposta apropriada a essa questão explicações feitas a partir da compreensão de que a neblina geralmente ocorre em regiões muito úmidas e frias, onde o ar saturado de vapor, submetido a uma queda de temperatura no ambiente, contribui para que ocorra o processo de condensação, ou seja, formação de pequenas gotículas de água. Nem todo o vapor de água, entretanto, se condensa, fazendo com que a neblina seja formada pela suspensão de minúsculas gotículas de água, provavelmente sustentadas pelo próprio vapor de água. É claro que outros fatores poderiam ser considerados, caso fossem relatados pelos estudantes, tais como a topografia do terreno. Não os consideramos porque não foram citados.

A partir das explicações dadas ao processo de formação da neblina, dividimos as respostas dos estudantes por semelhança, categorizando-as tal como fizemos para as questões anteriores. As categorias e o número de respostas no pré-teste e no pós-teste aparecem na Tabela 3.

Como resposta mais elaborada, o estudante deveria considerar que a formação da neblina depende principalmente

Tabela 3: Explicação dos estudantes sobre a formação da neblina.

Cod.	Categoria de Resposta	Pré-teste	Pós-teste
Explicação elaborada	Partículas de água líquida e gasosa, formadas em dias frios, próximos da superfície.	5	30
	Relacionado apenas à temperatura	28	26
Explicação simplista	Relacionado apenas à alta umidade	25	12
	Relacionada apenas à mudança de estado físico	17	29
	Relacionada apenas à condensação da água no ar	25	9
Erro	A partir da nuvem	1	8
	Não explica – resposta desconexa	31	19
	Em branco	49	12

da relação entre os fatores temperatura e umidade. Na nossa análise, foi considerado como explicação simplista quando o estudante citou apenas um desses fatores, não se referindo ao outro.

No pré-teste, podemos notar, ao observarmos a Tabela 3, que apenas cinco explicações foram classificadas como elaboradas para a formação da neblina. Estas citaram a presença simultânea de água nos estados líquido e vapor, causada pela diminuição da temperatura na região próxima ao solo. No pós-teste, um grupo maior de estudantes utilizou explicações que se aproximavam mais do ponto de vista da ciência, totalizando 30 explicações. Isso indica um aumento significativo se comparados aos cinco estudantes que, no pré-teste, deram uma explicação mais elaborada.

Por outro lado, no pré-teste, um grande número de explicações estava na categoria de erro. Isso significa que os estudantes, apesar de conhecerem o fenômeno de neblina, não eram capazes de elaborar uma explicação consistente para a sua formação. No pós-teste, as explicações erradas ou em branco diminuíram consideravelmente. Uma quantidade também grande de explicações foi classificada como simplista no pré-teste. Essas explicações contemplam ocorrências relacionadas ao fenômeno da formação da neblina, mas que, isoladamente, não foram consideradas suficientes para sua explicação. No pós-teste, esse número não variou muito, mas podemos perceber que alunos, cujas explicações eram errôneas no pré-teste, passaram a fornecer explicações simplistas no pós-teste.

Para explicitar a evolução conceitual, selecionamos a explicação construída por um dos estudantes investigados.

*“A densidade da nuvem fica diferente da convencional, então, ela desce da atmosfera.” (Aluno 6 – pré-teste – Erro)*

*“As partículas de água presentes no ar, no estado gasoso, passam para o líquido com a diminuição de temperatura. Porém, continuam suspensas envoltas por água no estado gasoso.” (Aluno 6 – pós-teste – Elaborada)*

Na resposta fornecida pelo aluno 6, antes do desenvolvimento das aulas, observamos uma explicação errônea para a

formação da neblina. Inicialmente, o estudante afirmava que a nuvem descia da atmosfera por uma diferença de densidade e, assim, formava a neblina. Com o desenvolvimento da sequência de aulas envolvendo o ciclo da água, percebemos claramente um enriquecimento na resposta do estudante, que se apropriou de parte da explicação científica e, dessa forma, apresentou uma evolução conceitual.

A quarta questão envolveu a formação de um sistema de duas fases, quando óleo e água são misturados. Os estudantes deveriam justificar a formação das duas fases. Entendemos a água e o óleo como substâncias moleculares, em que os átomos são ligados por ligações covalentes, nas quais as cargas podem não estar distribuídas homogeneamente nos compartimentos de elétrons. As moléculas que possuem cargas elétricas deslocadas são denominadas polares (possuem pequenos polos elétricos positivos e negativos) e as que não possuem são denominadas apolares. Uma regra geral quanto à dissolução das substâncias moleculares prevê que solventes polares dissolvem substâncias polares, enquanto solventes apolares dissolvem as substâncias apolares. No entanto, algumas substâncias são solúveis ou miscíveis tanto em solventes polares quanto em apolares, como é o caso do álcool etílico. Nesse caso, é necessário considerar a interação entre o solvente e o soluto em termos de menor ou maior polaridade.

Essa questão foi proposta pelo fato de termos percebido, em nossa experiência com ensinar química, que o conceito de miscibilidade causa estranhamento aos estudantes, parecendo ser completamente desconhecido. Durante o desenvolvimento do curso, assim que a palavra miscível foi introduzida em sala de aula, os estudantes afirmaram desconhecê-la. Queríamos identificar se eles se apropriaram do conceito após o conjunto de aulas ministradas. No caso proposto, a água é uma substância polar e o óleo é uma substância apolar, não miscíveis, portanto, uma na outra, formando duas fases quando misturadas. Assim, se os estudantes identificassem os dois líquidos como imiscíveis já consideraríamos como uma explicação elaborada.

Ao explicarem a formação de duas fases, quando água e óleo são misturados, dividimos as respostas dos estudantes por semelhança, categorizando-as. As categorias e o número de respostas no pré e no pós-teste aparecem na Tabela 4.

Tabela 4: Explicação dos estudantes sobre a formação de duas fases, quando água e óleo são misturados.

Cód.	Resposta	Pré-teste	Pós-teste
Explicação elaborada	Usam o conceito de miscibilidade	4	23
	Usam o conceito de polaridade	26	22
Explicação simplista	Usam o conceito de solubilidade	8	4
	Usam o conceito de densidade	30	25
Erro	Usam o conceito de massa	1	0
	Não explica – resposta desconexa	9	5
	Em branco	3	1

Considerando os dados obtidos, representados na Tabela 4, podemos observar que as explicações elaboradas, que foram 30 no pré-teste, passaram para 45 no pós-teste, o que representa uma melhoria em termos do entendimento do fato proposto. Dos 134 estudantes participantes desse estudo, apenas quatro deles usaram espontaneamente o conceito de miscibilidade para explicar as duas fases da mistura. Após as aulas, esse número passou para 23. Se considerarmos que o conceito foi ouvido pela primeira vez por muitos deles, essa apropriação já foi significativa. Segundo nosso entendimento sobre a ZDP proposta por Vygotsky (1993), o significado de uma palavra é constantemente negociado na interação entre os sujeitos na sala de aula. Portanto, ao ouvir uma palavra pela primeira vez, o significado que cada um dos estudantes confere a essa palavra certamente não é o mesmo significado que o professor pretende que seja apropriado. A palavra vai, aos poucos, tornando-se familiar e o significado sendo construído, mediado pela linguagem.

No que se refere à categoria explicação simplista, podemos ver que a diferença nos dados dos dois instrumentos de coleta de informação não foi significativa. Durante as aulas, quando introduzimos o conceito de miscibilidade, desenvolvemos o experimento com café, leite e água, formando três fases. Nosso objetivo na aula era de discutir o conceito de densidade como sendo a melhor explicação para o fato de líquidos miscíveis formarem três fases. Por se tratarem de líquidos miscíveis, argumentamos, em sala de aula, que a melhor explicação estava relacionada à diferença de densidade entre as três substâncias. Como os estudantes haviam identificado o leite como o mais denso, repetimos o experimento usando café adoçado. Nesse caso, o café foi identificado como mais denso. Esse experimento foi usado para tratar da quantidade de partículas dissolvidas no leite, no café e na água e da massa dessas partículas, considerando um mesmo volume. Acreditamos que a ênfase dada à densidade fez com que alguns estudantes encontrassem nesse conceito uma explicação que lhes pareceu mais familiar.

Ressaltamos que, na categoria simplista, a resposta solubilidade seria um conceito adequado se o soluto fosse um sólido iônico. No entanto, tratava-se de soluto líquido para o qual o conceito mais adequado seria de miscibilidade.

Para explicitar a evolução conceitual, selecionamos as explicações construídas por dois dos estudantes investigados.

*“Porque o óleo não é solúvel em água, sendo a água mais densa”.* (Aluno 7 – pré-teste – simplista)

*“Porque são dois líquidos imiscíveis, compostos por moléculas polares e apolares.”* (Aluno 7 – pós-teste - Elaborada)

*“Trata-se de um sistema heterogêneo. A água, substância polar, não se dissolve em substância apolar (óleo).”* (Aluno 8 – pré-teste – Elaborada)

*“A água, substância polar, não é miscível no óleo, o qual é apolar.”* (Aluno 8 – pós-teste – Elaborada)

Chamamos a atenção para a resposta elaborada pelo aluno 8. Ele já tinha uma explicação elaborada no pré-teste. No entanto, no segundo instrumento de coleta de dados, melhorou sua explicação, apropriando-se do conceito de miscibilidade. Podemos perceber que ele está se apropriando da linguagem científica e, assim, adentrando na cultura da ciência.

Na quinta questão, foi solicitado aos estudantes que descrevessem as funções da água nas plantas ou o que as plantas fazem com a água ao absorvê-la. Quando as plantas absorvem água do solo, também absorvem os sais minerais solúveis em água presentes no solo. A união de água e sais minerais forma a chamada seiva bruta. Esses minerais são utilizados pelas plantas como nutrientes e se constituem em importantes elementos na sua sobrevivência.

Outra função importante da água nas plantas é participar da fotossíntese. Para que esta ocorra, é fundamental a presença de água, energia luminosa e gás carbônico. A fotossíntese ocorre nas células clorofiladas, produzindo compostos orgânicos energéticos. Tais reações químicas, que se realizam no interior das células, necessitam de uma energia, captada do Sol por meio de compostos fotorreceptores, as clorofilas. Assim sendo, a água participa diretamente do metabolismo de fotossíntese, fazendo parte da equação química que representa a reação global. Para classificarmos uma resposta como elaborada, pelo menos uma das duas funções citadas – a atuação como solvente transportando os íons pelas plantas e a participação na fotossíntese – deveria aparecer. As respostas estão agrupadas na Tabela 5.

Tabela 5: Função da água nas plantas, segundo os estudantes investigados.

Cod.	Categoria de Resposta	Pré-teste	Pós-teste
Explicação elaborada	Fotossíntese	47	69
	Transporte de nutrientes	19	70
Explicação simplista	Nutrição	51	39
	Proteção/Hidratação	21	5
	Crescimento e fortalecimento	8	11
Erro	Não explica ou resposta desconexa	15	2
	Em branco	38	7

Os dados obtidos mostram que parte do grupo participante deste estudo já tinha um conhecimento mínimo sobre a função da água nas plantas, o que lhes permitiu produzir uma explicação que consideramos elaborada já no pré-teste. No entanto, esse número aumentou significativamente após o conjunto de aulas ministradas, passando de 66 para 139. Percebemos que a melhora mais significativa nas respostas foi em relação ao transporte de nutrientes nas plantas. No pré-teste, apenas 19 alunos apontaram essa função da água, enquanto no pós-teste 70 alunos descreveram esta como uma das principais funções da água na planta. Esse resultado deve-se tanto ao fato de termos trabalhado com os alunos a função de cada substância absorvida pelas plantas quanto ao tema desenvolvido sobre a constituição das plantas e do solo.

Pela Tabela 5, podemos perceber que a categoria que teve maior número de respostas simplistas no pré-teste foi de nutrição das plantas. No entanto, os estudantes usavam frequentemente a palavra alimento, considerando que a água conduz as substâncias que alimentariam as plantas. Em nenhum caso, os nutrientes foram relacionados a íons.

Entre as respostas que classificamos como erro, envolvendo explicações desconexas e/ou em branco, observamos uma diferença significativa nos dois instrumentos de coleta de informações. Passou de 53 no pré-teste para 9 no pós-teste. A resposta do Aluno 9, transcrita a seguir, pode dar uma ideia do erro cometido e da melhora apresentada no pós-teste.

Para explicitar a evolução conceitual, selecionamos a explicação construída por dois dos estudantes investigados.

*“A água ajuda na troca de gases.”* (Aluno 9 - pré-teste- Erro).

*“Ajuda no processo da fotossíntese, e ajuda no transporte de substâncias que nutrem a planta.”* (Aluno 9 - pós-teste - Elaborada)

*“Ao absorver a água, a planta a utiliza para o seu desenvolvimento, ela retira da água sais minerais e oxigênio que são essenciais para se desenvolver”.* (Aluno 10 – pré-teste – Erro)

*“A planta absorve água para seu interior, ela retira minerais da água, além de ser importante para o processo de fotossíntese.”* (Aluno 10 – pós-teste – Elaborada)

Em relação à fotossíntese, notamos, durante o pré-teste, uma concepção limitada sobre o esse conceito, considerando-a como uma troca gasosa entre o gás carbônico (consumido)

e o gás oxigênio (formado). A água não era considerada nesse processo e, talvez por isso, muitos estudantes não definiram a fotossíntese como uma das funções da água nas plantas. No pós-teste, aumentou o número de alunos que citaram a fotossíntese como função da água nas plantas, mas essa não foi a resposta da maior parte deles, mostrando que a negociação do conceito de fotossíntese precisa continuar sendo feita e que esse conceito precisa ser retomado.

### O que aprendemos com isso?

Com esse resultado, argumentamos que o tema discutido em sala de aula possibilitou a esses estudantes a evolução

em termos de explicação das situações do contexto social, solicitada no instrumento de coleta de informações, mesmo que essa apropriação ainda não tenha sido a esperada por nós.

Havíamos argumentado a favor da discussão, em sala de aula, de situações/fatos/fenômenos presentes no contexto social, buscando na química os conceitos necessários para o entendimento. Pelos resultados obtidos nos instrumentos de coleta de informações, percebemos que os estudantes

foram capazes de construir explicações mais coerentes para situações do contexto. Para reforçar nossa percepção, no que se refere à importância de aprender química, não temos dúvida de que o ensino por temas fez com que os estudantes da educação básica se mostrassem motivados para o estudo da química. A reflexão sobre o mundo material certamente auxiliou na construção de um pensamento químico como defendido por Quadros (2004). Associado ao ensino a partir de temas, o desenvolvimento de aulas interativas e o uso de algumas outras tendências contemporâneas de ensino propiciou o engajamento do estudante nas aulas, o que é um forte indício de que eles se interessaram por essa ciência.

Ao colocarmos o estudante em uma situação mais ativa na sala de aula, as atividades propostas foram assumidas por eles e as discussões criadas a partir das atividades propostas tiveram a participação efetiva de cada um. O resultado dessa participação foi percebido no teste aplicado após as aulas, no qual eles se mostraram capazes de fazer relações dos conceitos trabalhados em sala de aula com as situações que lhes foram colocadas.

Apenas em uma das questões não percebemos evolução conceitual significativa, apesar de haver melhora na explicação. Acreditamos que o conceito proposto de miscibilidade era completamente estranho a eles e, portanto, ainda não fazia parte do que Vygotsky (1993) chama de ZDP. Assim, na continuidade do curso, programamos um novo momento em que esse conceito foi retomado em um processo de negociação de significados.

*Para nós, ficou nítido, durante as aulas e comprovado pelas análises dos dados obtidos, que o uso de atividades variadas – experimentos, textos, discussões, exercícios –, desenvolvidas com o uso de um discurso dialógico, pode ser uma ferramenta importante tanto para motivar os estudantes quanto para a produção de aprendizagens. A experimentação foi usada, na maior parte dos casos, para construir um fenômeno que foi amplamente discutido e explicado.*

Para nós, ficou nítido, durante as aulas e comprovado pelas análises dos dados obtidos, que o uso de atividades variadas – experimentos, textos, discussões, exercícios –, desenvolvidas com o uso de um discurso dialógico, pode ser uma ferramenta importante tanto para motivar os estudantes quanto para a produção de aprendizagens. A experimentação foi usada, na maior parte dos casos, para construir um fenômeno que foi amplamente discutido e explicado. Nessas discussões é que o ponto de vista da ciência e do estudante foram valorizados em um processo de negociação de significados.

Enfim, podemos afirmar que a aprendizagem é favorecida quando o professor desenvolve um tema que seja do interesse da química e dos estudantes e, com esse tema, busca os conceitos químicos necessários para o entendimento. Tanto os estudantes da educação básica quanto os licenciandos que

assumiram a função docente foram transformados à medida que transformavam as aulas.

**Agradecimento:** Os autores agradecem à CAPES, à FAPEMIG e ao CNPq pelo apoio financeiro.

## Referências

CAVALCANTI, J. A.; FREITAS, J. C. R.; MELO, A. C. N.; FREITAS FILHO, J. R. Agrotóxicos: uma temática para o ensino de Química. *Química Nova na Escola*, v. 32, n. 1, p. 31-36, 2010.

DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J.; MORTIMER, E.; SCOTT, P. Construindo conhecimento científico em sala de aula. *Química Nova na Escola*, n. 9, p. 31-40, 1999.

MELLO, L. D.; COSTALLAT, G. Práticas de processamento de alimentos: alternativas para o ensino de química em escola do campo. *Química Nova na Escola*, v. 33, n. 4, p. 223-229, 2011.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. H. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sócio-cultural para analisar e planejar o ensino. *Investigação em Ensino de Ciências*, v. 7, n. 3, 2002.

\_\_\_\_\_. Entering and exiting turning points in science classroom. In: ESERA Conference - European Science Education Research Association, 2011, Lyon. *Proceedings of ESERA Conference*. Lyon: ESERA Conference, 2011.

QUADROS, A. L. A água como tema gerador do conhecimento químico. *Química Nova na Escola*, n. 20, p. 26-31, 2004.

PEDRO SOBRINHO, W. *Um estudo feito por meio de gráficos do ar que respiramos em Belo Horizonte*. 2009. Monografia (Faculdade de Educação) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

RIBEIRO, E. M. F.; MAIA, J. O.; WARTHA, E. J.; As questões

ambientais e a química dos sabões e detergentes. *Química Nova na Escola*, v. 32, n. 3, p.169-175, 2010.

SAMRSLA, V. E. E.; GUTERRES, J. O.; EICHLER, M. L.; DEL PINO, J. C. Da mineralogia à química: uma proposta curricular para o primeiro ano do ensino médio. *Química Nova na Escola*, n. 25, p. 20-26, 2007.

SANJUAN, M. E. C.; SANTOS, C. V.; MAIA, J. O.; SILVA, A. F. A.; WARTHA, E. J. Maresia: uma proposta para o ensino de eletroquímica. *Química Nova na Escola*, v. 31, n. 3, 2009.

VYGOTSKY, L.S. *Formação social da mente*. São Paulo: Martins Fontes, 1984.

\_\_\_\_\_. *Pensamento e linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 1993.

WERTSCH, J. V. *Mind as action*. Nova York: Oxford University Press, 1998.

## Para saber mais

FEAM. Qualidade do Ar. <http://www.feam.br/qualidade-do-ar>. PEIXOTO, J. P. *O ciclo da água em escala global*. Lisboa: Secretaria de Estado do Ambiente, 1977.

SANTOS, L. M. M. *Modelação de sistemas experimentais em ToonTalk para ambientes educativos: ciclo da água*. 2009. Dissertação (Mestrado em Matemática e Ciências da Natureza) - Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), Vila Real, Portugal, 2009.

**Abstract:** Explaining phenomena from water-themed lessons: the conceptual evolution of students. From a sociohistorical perspective, we consider that, through the interaction of multiple voices and ideas that take place in the social realm, the student incorporates new ideas in a process of meanings construction. Within the dialogic environment of the classroom, the teacher has the task of leading the student in his acquisition of science's conventional ideas. We have developed this work in order to identify the conceptual evolution of students who attended a series of thematic lessons. We could realize that the construction of meanings is favored when scientific explanations are related with students' personal contexts and when the language is used as a mediator.

**Keywords:** Chemistry phenomena, Teaching by themes, Concepts.