

Ensino por temas: analisando a aprendizagem dos estudantes a partir de aulas com a temática água

Tâmara Samantha F. Coelho (IC), Isabela Simone Silva Lélis (IC), Daniela Martins Buccini (IC), Anderson Cezar Lobato (FM), Cassio Alexani Louredo (FM), Mariana Luiza de Freitas (IC), Aloisio José Ferreira (FM), Naira Helena Simoes do Carmo (IC) e Ana Luiza de Quadros (PQ).
marianalf@ufmg.br

Departamento de Química – ICEX – Universidade Federal de Minas Gerais. Av. Antônio Carlos, 6627, Pampulha, Belo Horizonte - MG.

Palavras-Chave: Aprendizagem em Química, Ensino por temas, Concepções.

RESUMO: O modelo de ensino por transmissão de informações tem sofrido inúmeras críticas e precisa ser superado. Com aulas desenvolvidas a partir de temas de interesse dos estudantes e da Química, investigamos a capacidade dos estudantes em explicar situações do contexto social. Para tal aplicamos um instrumento de coleta de dados antes e após o desenvolvimento das aulas. Observamos que, quando o estudante tem concepções alternativas e elas são amplamente discutidas no espaço da sala de aula, há evolução conceitual. Porém, quando introduzimos conceitos novos, que não são familiares ao estudante, a apropriação dos mesmos não se dá tão facilmente e novas estratégias devem ser implementadas.

INTRODUÇÃO

A partir da promulgação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação – LDB, ocorrida em 1996, e da necessidade de explicitar os novos rumos para a educação, principalmente o Ensino Médio, o Ministério da Educação criou as condições para que os parâmetros da educação fossem redefinidos. Por meio de comissões especialmente criadas, surgiu, em 1999, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Nesse documento está enfatizada a formação para a cidadania.

Passadas mais de duas décadas não podemos afirmar que esteja claro, entre a comunidade de educadores, o que seja formar para cidadania. Porém, temos a convicção de que, com uma abordagem pautada pela transmissão/recepção de informações, grande parte dos estudantes continuará tendo dificuldades de exercer sua cidadania de forma plena, pela pouca aprendizagem que o ensino tem proporcionado.

No ensino chamado tradicional, o professor organiza o maior número possível de informações. Para transmiti-las é necessário que use quase com exclusividade o tempo/espaço da sala de aula. No caso da Química – que não deve ser diferente de outras áreas do saber – o aluno tem pouca oportunidade de fazer relações entre os diferentes conceitos e destes com o contexto social. Quando a ênfase do professor recai sobre a quantidade de conteúdo em detrimento da qualidade, as relações entre os conceitos, entre as diferentes áreas do saber e com o contexto social ficam prejudicadas. Isso pode estar auxiliando ao estudante construir um entendimento de que a ciência está longe do seu cotidiano, de sua realidade. Segundo Leal (2005), *o número de conceitos químicos a serem abordados deve diminuir e eles deverão ser tratados sempre em relação a contextos de aplicação.*

No estado de Minas Gerais, a Secretaria Estadual de Educação implementou um programa nas escolas da rede estadual de ensino, chamado de Conteúdos Básicos Comuns – CBC (SEE/MG, 2006 e 2007). Na parte da Química, trata-se de uma construção curricular que engloba conteúdos comuns a todas as escolas no primeiro

ano do Ensino Médio, respeitando as características locais e uma flexibilização maior para os anos seguintes. Na proposição deste programa entende-se que:

[...] o enfoque contextual sugerido nesta proposta curricular pretende privilegiar a resolução de problemas abertos, nos quais o aluno deverá considerar não só aspectos técnicos, como também sociais, econômicos e ambientais, o que resulta numa demanda por abordagens interdisciplinares no ensino médio. A preocupação, ao ressaltar esses aspectos, não é formar mini cientistas, mas cidadãos. A Química pode fornecer ao aluno instrumentos de leitura do mundo e, ao mesmo tempo, desenvolver certas habilidades básicas para ele viver em sociedade. (MORTIMER, MACHADO E ROMANELLI, 2000, p. 277).

Tanto os PCNEM quanto o CBC trazem à tona a importância da Química e do seu ensino para que o estudante possa viver melhor na sociedade em que está inserido e explicar o mundo sob o ponto de vista dessa ciência. Neste estudo, analisamos como os estudantes entendem alguns aspectos básicos do mundo em que estão inseridos, antes e após desenvolvermos um conjunto de aulas contextualizadas. O tema usado para desenvolver as aulas foi a água, nos aspectos mais diretamente relacionados ao seu ciclo.

REFERENCIAL TEÓRICO

Este estudo envolve a construção e aplicação de aulas temáticas em escolas de Ensino Médio e a análise da capacidade dos estudantes em explicarem situações do contexto social usando os conceitos desenvolvidos nestas aulas. Para isso, dividimos nosso olhar à literatura da área em: Contextualização ou Ensino por temas, Vygotsky e o sóciointeracionismo e Aprendizagem na escola.

a) Contextualizar a Química

A Química é uma ciência que estuda o mundo em seu sentido material. Isso significa que esta ciência volta sua atenção para as propriedades dos materiais, a constituição destes e em como eles se transformam ou são transformados. O conhecimento químico é uma ferramenta para entendimento do mundo material e dos fenômenos que nele ocorrem.

Para que o estudante possa reelaborar a leitura que faz das “coisas” do mundo, o ensino de química poderia partir de situações/fatos/fenômenos do contexto social e explicá-los sob o ponto de vista da ciência. Segundo consta nos PCNEM (BRASIL, 1999), ao ensinar química a partir de temas, o ensino desloca-se do tratamento usual que procura esgotar um a um os diversos “tópicos” da Química, de forma compartimentada, para o tratamento de uma situação-problema, em que os aspectos pertinentes do conhecimento químico, necessários para a compreensão e a tentativa de solução, sejam evidenciados.

Em alguns livros didáticos de Química mais antigos (muitos ainda são bastante usados), a Química é apresentada de forma fragmentada e sobrecarregada de definições, classificações e representações. A partir da ampliação do debate em torno da contextualização, esses livros introduziram, geralmente ao final do capítulo, caixas de texto fazendo alusão a produtos químicos presentes no dia a dia, que tenham alguma relação com o conteúdo desenvolvido no capítulo. Esse certamente representa um entendimento diferente daquele contido nos PCNEM, que evidencia o estudo de uma situação/fato/fenômeno, usando os conceitos químicos necessários.

Discutir, em sala de aula, situações/fatos/fenômenos presentes no contexto social e buscar na Química os conceitos necessários para o entendimento, nos parece

mais adequado para que o estudante perceba a importância da Química e da sua aprendizagem e saiba fazer as relações dos conceitos trabalhados em sala de aula com o contexto social.

Na revista Química Nova na Escola, que publica artigos sobre o ensino de Química, podemos encontrar várias propostas de ensino a partir de temas de interesse da Química. Há, por exemplo, conteúdos de solubilidade, funções orgânicas, grupos funcionais etc. sendo desenvolvidos a partir do tema Feromônio (QUADROS, 1998). Em outro tema, o consumo e a produção de sabões e detergentes aparece como uma proposta para que o aluno trabalhe algumas questões sobre o meio ambiente e, assim, investigue se durante o processo de produção ou descarte houve geração de resíduos e se tais resíduos agredem o ambiente. Outro aspecto abordado nessa temática é o de que os alunos poderiam identificar diferentes materiais e tecnologias usadas na produção de sabões e detergentes (RIBEIRO, MAIA e WARTHA, 2010). Os saberes populares sobre a produção de Vinho de Laranja são explorados para aprender Química em sala de aula (RESENDE, CASTRO E PINHEIRO, 2010). A água como tema gerador de conhecimentos é explorada em artigo para o ensino de Química no primeiro ano do Ensino Médio (QUADROS, 2004). Além destes há vários outros que só não são aqui citados por economia de espaço.

Apenas olhando para a QNEsc já podemos perceber que, a partir da publicação dos PCNEM, o desenvolvimento do conhecimento químico a partir de temas de interesse da Química e dos estudantes passou a ser mais valorizado e as propostas e seus resultados são facilmente encontradas nos periódicos especializados, como é o caso da QNEsc.

Freire (1974), um educador brasileiro de destaque internacional, também trata do ensino a partir do que é familiar ao estudante. Para ele, entre o educador e o educando não há mais uma relação de verticalidade, em que um é o sujeito e o outro objeto. Para Freire, a pedagogia é dialógica, pois ambos são sujeitos da ação de conhecer, de refletir, de analisar. Este educador se refere constantemente ao “aprender ensinando e o ensinar aprendendo”. O diálogo, em Freire, exige um pensar verdadeiro, um pensar crítico, em que homens e mundo estão em contínua interação. Como seres inacabados, os homens se fazem e refazem na interação com mundo. A prática pedagógica passa a ser uma ação política de troca e também de transformação. Freire critica a relação professor e aluno ao compará-la com a concepção bancária, na qual o professor (como num banco) deposita conhecimentos através da transmissão. Mais tarde esse conhecimento é “sacado” nas temidas provas. Para ele, é possível desenvolver uma concepção libertadora na relação professor e aluno, onde ambos aprendem.

b) Um olhar para Vygotsky e o sóciointeracionismo

Para Vygotsky a sala de aula é um espaço/tempo privilegiado para a construção de significados. À luz da psicologia de Vygotsky e da filosofia de Bakhtin, a sala de aula é percebida como um ambiente onde se desenvolvem processos essencialmente dialógicos, na articulação de múltiplas vozes: primeiro no plano social (interpsicológico) e, em seguida, no plano individual (intrapicológico). 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. Através desta 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 e polifônicos, criados na interação social e, então, internalizados pelos indivíduos.

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

O sociointeracionismo está relacionado com a interação que ocorre entre os sujeitos, em sala de aula. Portanto, a aprendizagem é um fato social, mas que depende do querer de cada um. Por isso, as aulas dialógicas são consideradas como uma estratégia favorável à construção de aprendizagens significativas. Consideramos que uma aula mais dialogada, associada à contextualização do conhecimento, poderia ajudar no processo de ensino/aprendizagem, partindo-se do pressuposto de que os conteúdos, quando ligados a questões sociais e discutidos em termos de ideias, podem promover uma melhor assimilação ou apropriação.

Vygotsky formula o conceito de "Zona de Desenvolvimento Proximal" (ZDP), por entender que a aprendizagem acontece a partir dos conhecimentos que o sujeito traz consigo e em como esses conhecimentos evoluem. Assim, a ZDP é definida como sendo a distância entre o nível de desenvolvimento real e aquilo que o sujeito pode vir a fazer quando auxiliado por alguém mais experiente. Como NDR entende-se aquilo que o sujeito sabe fazer ou explicar sozinho. O nível de desenvolvimento potencial é determinado através 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, 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, a palavra contém em seu significado a possibilidade de analisar as relações entre pensamento e linguagem. A "ligação" entre o pensamento e a linguagem está no significado da palavra, ou seja, 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. Ela facilita a percepção do nível de desenvolvimento real do estudante, a tomada de consciência do próprio estudante sobre o que ele sabe e a evolução das concepções, quando as explicações dos estudantes forem devidamente questionadas.

c) A aprendizagem na Escola

Diante do que conhecemos sobre a teoria sociointeracionista, podemos tratar a aprendizagem como sinônimo de evolução conceitual. Isso significa que as concepções prévias dos estudantes devem ser consideradas pelo professor, que sempre que necessário, vai mostrar as suas inadequações ou limitações, fazendo com que o estudante busque novas explicações para um fato ou fenômeno em discussão. Ao se apropriar de uma nova explicação, o estudante estará evoluindo intelectualmente. Se eles souberem usar essa nova explicação em outro contexto, Vygotsky argumenta que este sujeito construiu novas estruturas mentais e, portanto, novas aprendizagens.

O professor terá um papel de estimular uma série de processos internos e trabalhar com funções e processos ainda não amadurecidos pelos alunos. Nessa relação, o conceito cotidiano que o estudante traz para a sala de aula pode ser questionado pelo professor ou por outros colegas da turma, criando um processo de discussão e de construção de significados.

O desenvolvimento do pensamento conceitual é função da escola e contribui para a consciência do aluno para que ele possa viver em uma democracia como sujeito ativo, ou seja, como um cidadão mais crítico. Quando, por exemplo, o aluno passar a usar um conceito que aprendeu na escola, isso significa que ele internalizou o novo significado e evoluiu intelectualmente.

Para tratar da evolução conceitual, Mortimer (2000) desenvolveu a noção de perfil conceitual. Para ele, o processo de aprendizagem não é visto como substituição das velhas concepções que o indivíduo possui antes do processo de ensino pelos novos conceitos científicos, mas como uma negociação de novos significados em um espaço comunicativo, no qual há o encontro entre diferentes perspectivas culturais. Segundo Mortimer (2002), o sujeito aprendiz cria zonas de perfis conceituais e usará cada um deles na situação adequada. Este autor afirma que, ao tratar do perfil conceitual, haverá o alargamento desse perfil do aluno a partir do momento em que ele incorpora novos significados, que passarão a conviver com os anteriores.

METODOLOGIA

Para o entendimento de como esse trabalho se configurou fazemos, inicialmente, um breve relato do projeto no qual ele se desenvolveu, as aulas que foram ministradas nas escolas e, finalmente, os passos do estudo.

a) Projeto Práticas Motivadoras para o Ensino de Química nas Escolas Públicas

O projeto em questão está sendo desenvolvido pela UFMG e tem uma estrutura semelhante ao projeto PIBID. Porém, neste projeto, são ministrados cursos de aprofundamento em escolas públicas parceiras, no turno inverso das aulas, para estudantes que, voluntariamente, desejem participar.

O projeto tem financiamento da CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – e conta 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 atuam como voluntários.

O curso foi organizado através de temas de interesse da Química, buscando os conceitos químicos necessários ao seu entendimento. A organização dos temas foi realizada em conjunto entre a coordenação, os professores de Química da Educação Básica e os monitores, em encontros semanais que ocorreram/ocorrem no Departamento de Química da UFMG. O curso foi dividido em dois módulos, sendo o Módulo I de Química Ambiental e o Módulo II de Tecnologias Químicas. As turmas de estudantes da educação básica foram organizadas pelas próprias escolas e as aulas 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 monitores.

b) As aulas ministradas

No projeto, construímos um planejamento de aulas temáticas, voltadas a problematizar, investigar e interpretar situações/fatos significativos para os estudantes, mostrando que os conhecimentos químicos auxiliam na compreensão dos fatos e fenômenos do mundo.

As aulas temáticas do Módulo I, que são objeto deste estudo, trataram do ciclo da água, da água na natureza (doce, salgada, destilada, deionizada, etc.), da água nas plantas, do solo e do ar (ênfatisando o entendimento da chuva ácida e da camada de ozônio). Cada um desses temas usou 4 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 no entendimento dos fatores que fazem com que a água evapore, condense e precipite. Para o entendimento desses fatores, buscamos conceitos de estado físico e as mudanças que ocorrem, Temperatura de Ebulição e Fusão, Pressão atmosférica e Pressão de Vapor, Diagrama de Fases, Ponto tríplice, entre outros.

O segundo tema iniciou 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 tratar da proteína, os demais nutrientes que a planta absorve precisaram ser trazidos para o contexto de 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 tratarmos os nutrientes presentes, a adsorção de nutrientes e os fatores que interferem na liberação dos mesmos para serem utilizados pelas plantas. O quinto tema buscou tratar dos mesmos elementos químicos que compõe os principais nutrientes das plantas e o que acontece com eles quando são retirados do seu ciclo normal. A presença de óxidos de enxofre, óxidos de nitrogênio, ozônio, monóxido de carbono no ar, com dados trazidos da FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente de Minas Gerais, potencializaram 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.

c) Os passos do trabalho

Construímos um questionário com cinco questões envolvendo perguntas sobre assuntos relacionados com o cotidiano do aluno, como a formação das nuvens, chuva de granizo, neblina etc. Esse questionário tinha o intuito de identificar o alcance das aulas ministradas aos estudantes.

Aplicamos este questionário antes de iniciarmos as aulas acima descritas e o reaplicamos ao término do Módulo I. 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. O tempo utilizado pelos estudantes, tanto no pré-teste quanto no pós-teste foi de, aproximadamente, 30 minutos.

Analizamos cerca de 10% das respostas e construímos categorias para respostas semelhantes. Em seguida, avaliamos cada um dos questionários classificando as respostas de acordo com as categorias de análises. Após feita esta etapa, analisamos os resultados em conjunto.

RESULTADO E DISCUSSÕES

Tanto para validarmos nossa proposta de trabalho quanto para analisar a aprendizagem dos estudantes a partir de um conjunto de aulas nas quais discutimos temas relacionados à água, faremos a discussão do resultado a partir do questionário aplicado antes e após o desenvolvimento das aulas.

A primeira questão enfocava a formação de nuvens. Consideramos uma explicação adequada sobre a formação das nuvens na atmosfera aquela feita a partir do entendimento de alguns processos envolvidos no ciclo da água, principalmente a evaporação e a condensação. Ao evaporar, a água líquida passa a vapor de água. Talvez devido a menor densidade em relação ao ar ou a uma temperatura levemente maior que o ar, o vapor vai para altitudes mais elevadas. Uma parte desse vapor de água, ao encontrar regiões mais frias da atmosfera, condensa, formando minúsculas gotinhas de água, que são suportadas por uma grande quantidade de vapor de água que não condensou, originando as nuvens.

Ao explicarem a formação das nuvens, dividimos as respostas dos estudantes por semelhança, categorizando-as. Além de categorizá-las, dividimo-as em explicações elaboradas, que não necessariamente são corretas do ponto de vista da ciência, mas que podem ser um indício de que o estudante está em processo de entendimento do fato; em explicações simplistas, que ao serem questionadas, facilmente poderiam ser derrubadas; e em erro, quando o estudante não tem ideia do fato. As categorias e o número de respostas no pré e no pós teste aparecem no Quadro 1, abaixo:

Quadro 1: Explicação dos estudantes sobre a formação de nuvens

Cod.	Categorias	Pré teste	Pós teste
Explicação elaborada	Resultante da evaporação e condensação da água, existindo água líquida e gasosa.	12	26
	Resultante da evaporação, condensação e solidificação da água (3 estados físicos)	6	10
Explicação simplista	A partir da evaporação da água	42	25
	Pequenas partículas de água condensada	12	8
	A partir da ebulição da água	2	1
Erro	Relação do vapor com outros gases da atmosfera	5	2
	Não explica – resposta desconexa	9	2
	Em branco	3	0

Ao observarmos o Quadro 1, no que concerne ao resultado do pré-teste, podemos notar que as explicações simplistas prevalecem entre os estudantes, quando vão explicar a formação de nuvens. Mais da metade dos estudantes investigados tem este tipo de explicação. Todos eles, 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 parar em determinada altitude. Outros 17 estudantes não souberam responder ou construíram respostas erradas ou incoerentes. Apenas 18 estudantes, entre os investigados, tinham uma explicação mais elaborada sobre essa formação. 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.

No pós-teste vimos que um grupo maior de estudantes foi capaz de elaborar uma explicação mais consistente. Passamos para 36 estudantes cujas respostas podem ser classificadas como uma explicação mais elaborada, o que significa o dobro do número de estudantes antes de as aulas temáticas serem aplicadas. Outros 34 construíram explicações simplistas para a formação de nuvens. Porém, dos 17 estudantes com explicações erradas ou em branco, apenas 4 se mantiveram nessa classificação.

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 questão seguinte questionava sobre a formação da chuva de granizo. Em um primeiro momento esperávamos que o estudante identificasse a formação de gelo nas nuvens. Como uma explicação mais completa, consideramos o entendimento que a chuva de granizo se forma quando a massa de ar quente, por ser menos densa que a massa de ar frio, “empurra” as nuvens para cima, onde a temperatura é ainda menor. Ao atingirem temperaturas negativas em altitudes elevadas, acima? do ponto de congelamento, essas gotículas congelam e formam pequenos cristais de gelo. Como a quantidade de vapor de água não consegue mais suportar esses cristais ocorre a chuva de granizo.

Assim 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 aparecem no Quadro 2, abaixo:

Quadro 2 – Explicação dos estudantes sobre a formação da chuva de granizo

Categoria de resposta	Pré-teste	Pós-teste
O gelo forma na nuvem	13	33
Choque térmico	34	13
O gelo forma ao cair a chuva	5	14
Não explica – resposta desconexa	15	10
Em branco	27	8

Ao observarmos o Quadro 2 é possível perceber que o conhecimento sobre a chuva de granizo advém, principalmente, dos meios de comunicação e não da escola. O fato de cair granizo é relacionado a choques térmicos que ocorrem na região das nuvens. No entanto, para “chover” granizo é necessário, antes, que ele se forme. No pré-teste a categoria com mais respostas (34) foi a que relaciona a chuva de granizo apenas a um choque térmico. É possível que estes estudantes estejam considerando que o gelo também seja formado a partir do choque térmico. Outros cinco estudantes explicaram que o gelo se forma depois que a água líquida deixa a nuvem, durante os

segundos em que a água cai em direção ao solo. Do total, 15 alunos não souberam responder ou responderam de forma desconexa e 27 deixaram em branco. Apenas 13 destes estudantes responderam que o gelo se forma na nuvem, onde pode ser capaz de coexistir os três estados físicos da água.

Já no pós-teste observamos uma evolução nesta concepção, pois o número de respostas cuja explicação mostrava o gelo sendo formado na nuvem passou de 13 para 33. A quantidade de respostas afirmando ser o choque térmico responsável pela formação do gelo passou de 34 para 13, diminuindo mais que a metade. No entanto, dez estudantes continuaram não conseguindo explicar a formação do gelo e oito ainda deixaram a questão em branco. Novamente podemos argumentar, ao observar os resultados do pré e do pós-teste, que houve uma evolução conceitual, pois constatamos um aumento significativo no número de respostas argumentando que o gelo é formado na nuvem.

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 e que toda vez que a água evaporada é submetida a uma queda da temperatura, a tendência é de 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, 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. No entanto, não foram citados.

A partir das explicações dadas ao processo de formação da neblina, dividimos as respostas dos estudantes por semelhança, categorizando-as. Além de categorizá-las, divimo-as também em explicações elaboradas, em explicações simplistas, e em erro, conforme feito para as questões anteriores. As categorias e o número de respostas no pré-teste e no pós-teste aparecem no Quadro 3, abaixo:

Quadro 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, formada em dias frios, perto da superfície.	2	16
Explicação simplista	Relacionado à Temperatura	13	11
	A umidade é muito alta	22	6
	Apenas mudança de estado físico	16	20
Erro	A água condensa no ar	14	5
	A partir da nuvem	1	7
	Não explica – resposta desconexa	15	8
	Em branco	20	3

Para o pré-teste, podemos notar, ao observarmos o Quadro 3, que cerca de 82% (65) respostas continham explicações simplistas para a formação da neblina. Eles citaram ocorrências relacionadas ao fenômeno da formação da neblina, mas que isoladamente não foram consideradas suficientes para explicar. Em relação às respostas indicadas como erro, notou-se que 36 estudantes não souberam responder

ou construíram respostas erradas ou incoerentes. Apenas dois estudantes, entre os investigados, tinham uma explicação mais elaborada e coerente sobre essa formação, pois falaram da presença simultânea de água nos estados líquido e vapor, causada pela diminuição da temperatura na região próxima ao solo.

No pós-teste observamos que um grupo maior de estudantes elaborou explicações que se aproximavam mais do ponto de vista da ciência. Passamos para 16 estudantes cujas respostas podem ser classificadas como uma explicação mais elaborada, o que representa um aumento significativo ao compararmos com os dois estudantes que no pré-teste também deram esse tipo de explicação. Com este 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 dados.

A quarta questão questionava a formação de um sistema de duas fases, quando óleo e água são misturados. Como resposta adequada, consideramos o entendimento de que água e o óleo são 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. A água é uma substância polar e o óleo é uma substância apolar, o que torna uma não é miscível na outra, formando duas fases quando misturadas. Assim, se os estudantes identificassem os dois líquidos como imiscíveis, já consideraríamos como uma explicação viável.

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 no Quadro 4.

Quadro 4 – Explicação dos estudantes sobre a formação de duas fases quando água e óleo são misturados

Cod.	Resposta	Pré-teste	Pós-teste
Explicação elaborada	Usam o conceito de Polaridade	3	4
Explicação simplista	Usam o conceito de Solubilidade	48	4
	Usam o conceito de Densidade	37	58
Erro	Usam o conceito de Massa	1	0
	Não explica – resposta desconexa	3	10
	Em branco	9	0

Considerando o Quadro 4, no que se refere aos resultados tanto do pré-teste como do pós-teste, observamos que as explicações simplistas prevalecem entre os estudantes, quando vão explicar a formação de duas fases ao misturar-se óleo e água.

A grande maioria dos estudantes investigados tem este tipo de explicação, indício de que existe uma visão geral das propriedades envolvidas nesse processo, mas que os conceitos não estão aplicados corretamente. A solubilidade apareceu como o conceito mais citado na pré-teste. Ressaltamos que a solubilidade seria um conceito adequado se o soluto fosse um sólido iônico. No entanto, trata-se de soluto líquido, para o qual o conceito mais adequado seria de miscibilidade. Ao ministrarmos a aula que tratava deste tema, percebemos que “miscível” era completamente estranho aos estudantes. No pós-teste podemos verificar que eles não se apropriaram do conceito.

Vimos, ainda, um aumento considerável do conceito de densidade, com explicação para a formação de duas fases. Acreditamos que esse aumento se deve ao fato de termos trabalhado o conceito de densidade quando fizemos um experimento de café com leite, no qual a mistura ficou em duas fases. Por se tratarem de líquidos miscíveis, argumentamos, em sala de aula, que a melhor explicação estava relacionada à diferença de densidade entre as duas 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 e no café e a diferença que elas fornecem à substância, em massa, considerando um mesmo volume. Acreditamos que a ênfase dada à densidade fez com que o conceito de miscibilidade, completamente novo quando tratado em aula, fosse menos valorizado pelos estudantes, que encontraram, na densidade, uma explicação que lhes pareceu mais familiar.

O QUE APRENDEMOS COM ISSO?

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 dados percebemos que 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 e o desenvolvimento de aulas interativas e o uso de algumas tendências contemporâneas de ensino, fez com que os estudantes da educação básica se mostrassem motivados para o estudo da Química e dispostos a seguir o curso.

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 tiveram a participação ativa de cada um. O resultado dessa participação foi percebido no teste aplicado após as aulas, no qual eles mostraram ser 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 melhoria na explicação. Acreditamos que o conceito proposto “miscibilidade” era completamente estranho a eles e, portanto, ainda não fazia parte do que Vygotsky 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 e outros – 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 essas discussões é que o ponto de vista da ciência e do estudante foram valorizados, em um processo de negociação e 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 ele, 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 em que transformavam as aulas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL/MEC. **Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN)** – Ensino Médio; Ministério da Educação, 1999.

CAVALCANTI, L. S. Cotidiano, mediação pedagógica e formação de conceitos: uma contribuição de Vygotsky ao ensino de geografia. **Cad. Cedes**, Campinas, V. 25, n. 66, p. 185-207, 2005.

FREIRE, Paulo. **Educação como prática da liberdade**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1974.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I.. A proposta curricular de Química do Estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. **Química Nova**, São Paulo, v.23, nº. 02, p. 273-283, 2000.

OLIVEIRA, S. R.; GOUVEIA, V. P. e QUADROS, A. L. Uma Reflexão sobre Aprendizagem Escolar e o Uso do Conceito de Solubilidade/Miscibilidade em Situações do Cotidiano: Concepções dos Estudantes. **Química Nova na Escola**, V. 31, Nº1, p. 23-30, fev.2009

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

QUADROS, Ana Luiza de. *Os feromônios e o Ensino de Química*. **Química Nova na Escola**, Nº 7, p. 7-10, maio1998.

RIBEIRO, E. M. F.; MAIA, J. O. e WARTHA, E. J.; As Questões Ambientais e a Química dos Sabões e Detergentes. **Química Nova na Escola**, Vol. 32, Nº 3, p.169-175, 2010.

SANTOS, W. L. P; MOL, G. S., SILVA, R. R.; CASTRO, E. N. F.; SILVA, G. S. S.; MATSUNAGA, R. T.; FARIAS, S. B.; SANTOS, S. M. O. e DIB, S. M. F. Química e Sociedade: uma experiência de abordagem temática para o desenvolvimento de atitudes e valores. **Química Nova na Escola**. Nº 20, p.11-14, nov.2004.

SEE/MG. Secretaria de Estado da Educação. **Novo Plano Curricular** – Ensino Médio. Belo Horizonte, 2006. Disponível em: <<http://crv.educacao.mg.gov.br>>. Acesso em: 04/04/2012.

SEE/MG. Secretaria de Estado da Educação. **Química: proposta curricular**. Educação Básica. Belo Horizonte, 2007. Disponível em: <<http://crv.educacao.mg.gov.br>>. Acesso em: 04/04/2012.

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