

Estudantes que aprendem para ensinar: Uma experiência de educação dialógica em uma aula de Química

Kênia Basto Damascena¹(IC)* keniaquimica21@yahoo.com.br, Sheila Alves de Almeida¹(PQ), Ângela Leão Andrade¹(PQ).

Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP – Endereço: Campus Universitário - Morro do Cruzeiro - CEP: 35400-000.

Palavras-Chave: experimentação, dialogia

RESUMO:

Alunas do ensino médio participaram de uma experiência educativa em que aprenderam conceitos importantes de um tópico da Química para ensinar. Para isso, estudaram, discutiram e propuseram uma abordagem para tratar sobre a constituição da matéria. Assim, as bolsistas se tornaram protagonistas, assumindo o papel de líderes frente à preparação dos materiais, ou de monitores frente à aplicação das atividades, numa abordagem de ensino mais interativa e dialógica com alunos de outra série. O enriquecimento foi mútuo, das bolsistas e dos alunos a quem elas apresentaram o trabalho. Neste trabalho são apresentados aspectos importantes que fundamentaram essa estratégia de ensino e alguns dos resultados da investigação sobre a aprendizagem dos alunos. A participação ativa e consciente das bolsistas mostrou aos sujeitos envolvidos que esse tipo de experiência de ensino leva a bons resultados de aprendizagem, em virtude da horizontalidade das relações, identidade e linguagem comum das bolsistas e dos alunos.

Introdução

O modelo tradicional de ensino trata o conhecimento como um conjunto de informações que são transmitidas pelos professores aos estudantes. Com isso, as aulas tornam-se monótonas e não há espaço para a participação ativa dos alunos. Normalmente, os conteúdos ensinados em sala de aula não os fazem refletir sobre os fenômenos vivenciados no dia a dia nem conseguem desenvolver o senso crítico de investigação.

Para fugir desse método, diversos autores falam sobre a relevância da experimentação. Todos concordam que esse recurso é importante para fomentar o debate e auxiliar na construção de conceitos. Entretanto, o que normalmente ocorre é que os roteiros já determinam o quê e como fazer, ou seja, para executar tais roteiros não é preciso que o aluno raciocine e nem questione o que está sendo ensinado, empobrecendo a atividade científica (Gil-Pérez e cols., 1999). Ao contrário, no uso da experimentação com uma abordagem dialógica, os alunos perguntam, debatem, levantam hipóteses, realizam pesquisas e percebem a importância dos conceitos para a construção do conhecimento (Pozo, 1998). Isso os ajuda a desenvolver habilidades de investigação, manipulação e comunicação (Pro, 1998), além de estimular a realização de trabalho científico em grupos cooperativos e a interação entre esses grupos e a “comunidade científica”, representada por outros alunos, o professor e o livro didático, o que também ajuda na construção do conhecimento (Gil-Pérez, 1996). No entanto, apenas a presença das atividades práticas não é garantia do sucesso da aprendizagem, sendo necessário, também aprender a ouvir o aluno e falar como ele, pois, se não aprendemos como ouvi-lo, não aprendemos realmente como falar com ele. Diante disso, as atividades práticas devem ser pensadas para que as interações discursivas em sala de aula possibilitem a aprendizagem da linguagem científica.

Nessa perspectiva, o respeito ao conhecimento prévio e ao diálogo é de fundamental importância para que se possa propor e não impor em sala de aula.

De acordo com Freire (2004), a educação como prática da liberdade ocorre numa relação horizontal onde educador e educando estabelecem constante diálogo. Mortimer (2010) também critica as atividades em sala de aula que priorizam apenas a aquisição de conceitos e não uma interação entre os alunos, ideias e linguagem. Para esse autor, o letramento científico só é possível quando há confrontos entre vozes.

Assim, ao planejar aulas que tem por objetivo a participação ativa dos alunos, é preciso pensar nesses aspectos e em uma metodologia que promova o engajamento e que consiga envolver os sujeitos de um grande grupo, pois é esse o ambiente encontrado na sala de aula.

Com essa mesma ideia de um ensino diferente do tradicional, Zuanon e Diniz (2004) propuseram que os alunos devam participar do processo de ensino-aprendizagem por meio da atividade de docência, na qual os alunos das séries avançadas ministram aulas para os alunos de níveis menos avançados.

Inspiradas nessa teoria, de participação dos estudantes em atividades de docência, alunas do terceiro ano do ensino médio de um colégio técnico pesquisaram, testaram e escolheram um tema para ensinar para alunos do primeiro ano do ensino médio, com o auxílio de professoras da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Nesse modelo educacional, a relação educador-educando se faz de maneira onde todos são capazes de aprender para ensinar. Assim, quando o ensino ocorre em uma abordagem em que um aluno ensina para outro, o diálogo entre os pares amplia os limites da discussão de conteúdo, haja vista que os estudantes partilham de interesses comuns, têm afinidades afetivas e culturais. Além disso, há a crença de que as bolsistas tenham mais facilidade em perceber as dificuldades do aprendizado, além de usar uma linguagem mais compreensível para outro da mesma idade, tentando, dessa forma, facilitar o estabelecimento de uma rede de significados para os estudantes. Essa experiência não é, definitivamente, a negação do lugar do professor, mas a afirmação do lugar do estudante enquanto sujeito que sabe e ensina.

Metodologia

Tendo em vista o referencial teórico adotado, três alunas do terceiro ano do ensino médio foram selecionadas para ensinar um tópico de uma aula de Química, para o primeiro ano do ensino médio de uma escola pública de Antônio Pereira, distrito de Ouro Preto.

Esse trabalho teve dois objetivos: (1) Observar a experiência educativa de um grupo de estudantes que aprendem para ensinar e (2) Ensinar a alunos do ensino médio de uma forma dialógica. Era esperado que todos os estudantes se tornassem sujeitos do processo e de seu discurso a partir da interação com as bolsistas e da problematização apresentada.

As bolsistas, sob a supervisão de professoras da universidade, tiveram como atividade, em um primeiro momento, procurar, selecionar e modificar experimentos e, depois, planejar e apresentar a aula. Para desempenhar essa função, elas sentiram a necessidade e a responsabilidade de aprender para ensinar. Essas atividades foram importantes para as bolsistas libertarem-se da passividade de serem meras executoras de instruções, pois elas precisaram buscar entender, relacionar, decidir, planejar, propor, discutir, relatar etc., ao contrário do que ocorre no cotidiano da sala de aula (Hofstein e Lunetta, 2003; Borges, 2002; Zuanon e Diniz, 2004).

Para o planejamento das atividades foram realizados encontros periódicos na universidade entre as bolsistas e as professoras. O apoio das professoras universitárias às bolsistas no desenvolvimento da aula, como na discussão de possíveis adaptações, nas abordagens conceituais e na discussão de uma metodologia para a aula com atividades práticas, entre outras, foi de grande valia para a realização do trabalho. Além disso, esses encontros representaram um espaço de diálogo em que as bolsistas eram incentivadas a tomar suas decisões quanto às atividades a serem realizadas, envolvendo aspectos importantes do processo de ensino-aprendizagem como o interesse, o conteúdo didático, a motivação, as dúvidas e a linguagem empregada. Portanto, a construção e reconstrução do conhecimento ocorreram com as bolsistas e com seus alunos.

O assunto escolhido para ser apresentado aos alunos do primeiro ano foi a constituição da matéria. Esse tema foi escolhido em virtude do debate que pode promover e de ser um conteúdo previsto no currículo. As ideias que os alunos do ensino médio têm sobre a constituição da matéria, geralmente, são muito diferentes das aceitas cientificamente. Matéria é um termo usado com diversos significados na linguagem coloquial, com diferentes interpretações por parte dos alunos.

A turma, onde foi realizado o trabalho, era formada por cerca de 30 alunos, com idade média de 16 anos. Os alunos foram divididos em cinco grupos, por afinidade. As atividades foram desenvolvidas no terceiro bimestre.

Na primeira etapa da atividade, os alunos receberam folhas contendo os seguintes questionamentos:

Represente, com um modelo de partículas, cada situação abaixo:

Quadro 1: Dilatação da bolinha de ferro:

| ANTES | DEPOIS |
|-------|--------|
| | |

Quadro 2: Fusão de um brinco de prata:

| ANTES | DEPOIS |
|-------|--------|
| | |

Quadro 3: Aquecimento da água em uma panela fechada:

| ANTES | DEPOIS |
|-------|--------|
| | |

Quadro 4: Abertura da válvula de um botijão de gás:

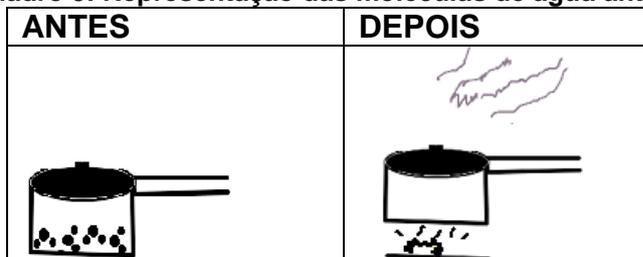
| ANTES | DEPOIS |
|-------|--------|
| | |

Esses quadros foram separados e entregues um de cada vez. Os alunos tiveram alguns minutos para preenchê-los. Ao final do tempo de preenchimento de cada quadro, um representante de cada grupo ia ao quadro negro, desenhava seu modelo e explicava o motivo daquele desenho. Depois de todos os grupos terem apresentado, uma bolsista dialogava com os alunos sobre suas representações. Após esse primeiro momento, as bolsistas passaram para outra tarefa. Elas faziam perguntas sobre o conceito de constituição da matéria em situações diferentes daquelas anteriormente apresentadas. A ideia era a de que os alunos pudessem reconhecer o conceito em outro contexto, já que o aluno só é capaz de compreender um conceito quando consegue reconhecê-lo por meio de suas próprias palavras e em outras situações do cotidiano (Mortimer, 2010). Essa tarefa está mostrada a seguir.

A panela com água e ar:

Na primeira imagem – *antes* - que apresenta uma panela totalmente fechada, o desenho ●● representava cada molécula de água, H₂O. A imagem seguinte – *depois* – representava a panela aquecida com a água no estado gasoso. O estudante deveria representar essa situação.

Quadro 5: Representação das moléculas de água antes e depois do aquecimento.



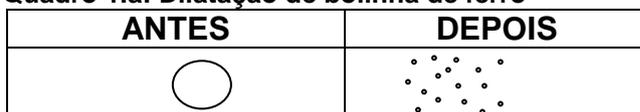
Essa atividade permitiu avaliar a compreensão que os estudantes construíram sobre o conceito da constituição da matéria.

Resultados e discussão

A aula, propriamente dita, começou de uma forma muito interessante. Para cumprimentar os alunos, uma das bolsistas disse: “Oi galera!” - fala que as colocaram próximas aos estudantes.

Na primeira solicitação para representação, os alunos desenharam a dilatação da bolinha de ferro da seguinte maneira:

Quadro 1.a: Dilatação de bolinha de ferro



Nesse caso, eles representaram uma bolinha de ferro como uma única partícula, sem vazios. Quando a bolinha dilatou, eles a representaram como muitas bolinhas pequenas. Quando convidados a explicar porque representaram daquele jeito, eles responderam que dilatar é “separar”. As bolsistas explicaram que dilatar é expandir e eles responderam: “então, separar”. Logo, separaram a bolinha desenhando várias bolinhas pequenas. As bolsistas problematizaram o significado das palavras dilatar e separar para que os alunos pudessem avançar em suas concepções, uma vez que essas concepções alternativas podem dificultar o aprendizado. É importante observar que os estudantes falaram sem receio das bolsistas. Usaram palavras do cotidiano para se referir às explicações científicas. O fato dos alunos falarem, explicitarem suas concepções e confrontarem com as bolsistas os auxiliam na construção de novas ideias. Essa dialogia geralmente não é observado entre professor e aluno em função das relações de poder que permeiam o discurso de sala de aula. Foi perguntado a esses alunos o que eram os espaços vazios entre as partículas pequenas e eles disseram que era o espaço que resultava quando elas se separavam. De acordo com Mortimer (1995), esse conceito da dilatação das partículas é muito comum nos modelos intuitivos elaborados pelos estudantes. De acordo com esse modelo, os

átomos ou moléculas dilatam-se quando uma substância é submetida ao aquecimento e entendem isso a partir de intuições sensoriais). As crianças e adolescentes o elaboram a partir, por exemplo, da percepção dos cristais de açúcar, visíveis, mas cada vez menores, no momento da dissolução.

A seguir, as bolsistas compararam suas representações com as dos estudantes, como no quadro a seguir:

Quadro 1.b: Dilatação de bolinha de ferro

| ANTES | DEPOIS |
|---|---|
|  |  |

As bolsistas, baseadas nessa representação, explicaram que o aumento do volume de um sólido submetido ao aquecimento é consequência do aumento da energia cinética média das moléculas do sólido, o que aumenta a distância média entre elas. Com isso, a quantidade e o tamanho de cada partícula, antes e depois da dilatação, não se alteram. Nesse momento, essas diferentes representações foram contrastadas.

A representação seguinte foi elaborada com o objetivo dos alunos extrapolar o modelo para o estado líquido.

Quadro 2.a: Fusão de um brinco de prata

| ANTES | DEPOIS |
|--|---|
|  |  |

Nesse caso, a maioria dos grupos respondeu que as partículas eram sólidas e ficaram líquidas, mas um grupo disse que, com a fusão, as partículas começaram a se separar. Um aluno disse: “Mas vai ficar igual ao que você fez anteriormente”.

Entretanto, foi perguntado aos alunos porque as partículas estavam mais distantes no estado líquido e eles não responderam. O silêncio dos estudantes parece evidenciar que o discurso das bolsistas foi mais próximo aquele de sala de aula já conhecido pelos estudantes do que aquele que permite dialogia. As bolsistas explicaram que, devido à força intermolecular no estado sólido ser maior que no líquido, as partículas do sólido estão mais próximas do que as do líquido (como no desenho que eles fizeram). Isso faz com que os sólidos tenham forma e volume definidos, enquanto os líquidos só têm volume definido.

No momento posterior, solicitado para os alunos desenharem o aquecimento da água em uma panela fechada, eles fizeram as seguintes representações:

Quadro 3.a: Aquecimento da água em uma panela fechada

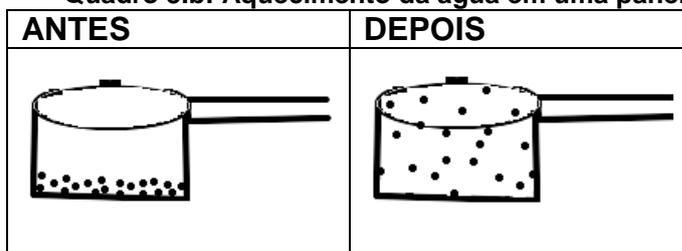
| ANTES | DEPOIS |
|---|---|
|  |  |

Nesse caso, apenas dois grupos responderam. Eles disseram que a água estava no estado líquido e, depois, no estado gasoso. Que o risco no desenho é “para representar melhor a água” e que o vapor saindo da panela, depois do aquecimento, “é a água no estado gasoso”. As bolsistas dialogaram com os alunos dizendo que, se na

representação anterior, eles tinham feito desenhos representando as partículas antes (estado sólido) e depois (estado líquido) da fusão de um brinco de prata como as partículas como esferas, então, porque agora eles haviam desenhado o estado líquido como traços contínuos e não como esferas? Eles responderam novamente: “é para representar melhor a água”. Diante dessa afirmação, as bolsistas disseram que a fluidez da água é devido às ligações que ocorrem entre as partículas.

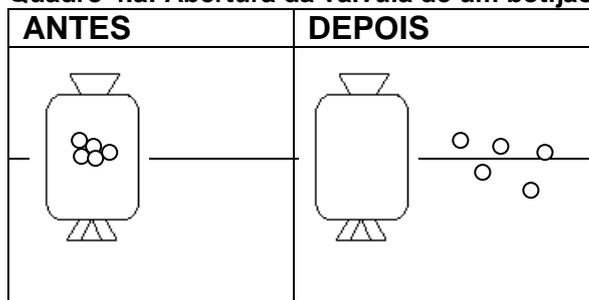
Novamente, depois dos representantes terem desenhado no quadro negro e explicado seu desenho, as bolsistas explicaram que no estado líquido as partículas também podem ser representadas como esferas, mas, devido à menor interação entre elas, elas ficam mais afastadas, umas das outras, do que no estado sólido. Quando são aquecidas, o aumento da energia cinética faz com que elas fiquem mais afastadas ainda, passando para o estado gasoso, onde não há mais ligação intermolecular. Portanto, nesse caso, era para os alunos terem desenhado da seguinte forma:

Quadro 3.b: Aquecimento da água em uma panela fechada



Na abertura da válvula de um botijão de gás, apenas três grupos responderam conforme desenho:

Quadro 4.a: Abertura da válvula de um botijão de gás

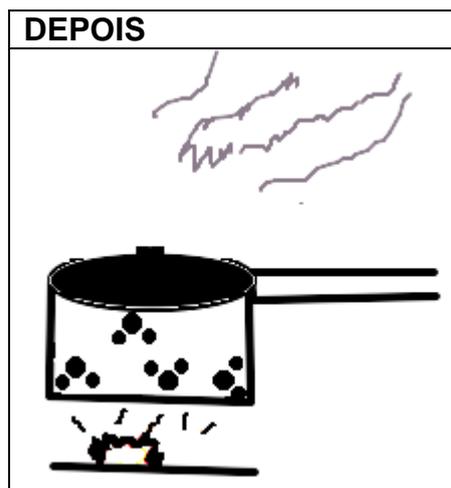
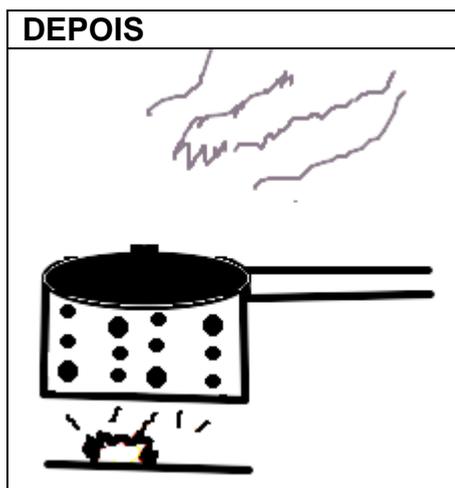


Nesse caso, como a pergunta foi semelhante à anterior, todos os grupos foram capazes de perceber o conceito nessa situação. Eles disseram que antes da abertura da válvula as partículas estavam muito próximas, mas que depois que a válvula foi aberta, as partículas saíram.

O próximo passo, na panela com água, a intenção era ver se os alunos, depois de terem discutido o modelo das partículas e as mudanças de fase da matéria, conseguiam entender um modelo de partícula um pouco diferente: uma molécula constituída por três átomos, representada por três partículas ligadas.

Os resultados foram os seguintes:

Quando foi pedido para os alunos representarem a água, , em estado gasoso, dentro de uma panela, dois grupos desenharam conforme o esquema à esquerda e três grupos, conforme o esquema à direita, mostrado a seguir:



Panela fechada contendo água no estado gasoso

Pode ser visto que, no desenho à esquerda, os átomos se separaram e, no desenho à direita, as moléculas se separaram. Ou seja, a maioria da turma conseguiu extrapolar o que as bolsistas haviam ensinado. As bolsistas perguntaram porque os alunos haviam feito o desenho da esquerda e eles disseram que: “quando a água entra no estado gasoso as partículas se separam”. As bolsistas explicaram que o desenho à direita é que estava correto, que a mudança de líquido para gasoso é uma mudança de estado físico e não uma mudança química, ou seja, a água é H_2O independente do estado físico. Os estudantes disseram que agora haviam entendido que nunca tinham pensado na diferença de mudança de estado físico para mudança química, “que, da forma como o professor fala não dá para entender essa diferença”.

As atividades propostas ultrapassaram as expectativas, pois os alunos ficaram muito interessados com a aula da forma que foi ministrada e construíram conhecimentos, conforme o objetivo do trabalho. Além disso, foi percebido o total envolvimento deles, pois, durante o desenvolvimento do trabalho, o sinal para o recreio foi tocado e, apesar disso, todos continuaram em seus lugares fazendo o trabalho.

Portanto, o ensino nessa perspectiva é muito mais que uma estratégia para ensinar mais e melhor a Química. É, sobretudo, uma postura permanente em buscar significados do conhecimento científico a partir da problematização e do diálogo entre pares.

Como foi discutido nesse trabalho, em princípio, os alunos têm conceitos do senso comum muito diferentes dos conceitos científicos, mesmo quando eles já estudaram o tema trabalhado. Talvez, isso ocorra em função da forma como os modelos são ensinados. Conforme discutido por Mortimer (1995), em geral, o primeiro modelo estudado é o modelo de Dalton, que considera a matéria constituída por átomos indivisíveis e indestrutíveis. Nesse modelo, os átomos são representados por esferas, mas não discute o fato de a matéria ser constituída por partículas que se movimentam em espaços vazios, o que pode explicar vários fenômenos do dia a dia, como a dilatação. Esse detalhe normalmente não é explicado para os alunos. Dessa forma, os alunos “aprendem” modelos mais sofisticados para a matéria, mas não são capazes de entender as diferenças entre sólidos, líquidos e gases, por exemplo, em relação à organização, distância, força de interação e movimento das partículas, através de um modelo atomista elementar.

Independente das inquietudes que o estudo dessa temática traz à tona, algo que não se pode contestar é o fato da matéria ser um conceito abstrato e que os

professores parecem não conhecer um modelo curricular adequado para a explicação desse tema. Essa dificuldade é bastante compreensível se levarmos em conta a sua complexidade. O problema é que, normalmente, esse tipo de estudo é feito de forma pragmática, o que pode contribuir para que os alunos reforcem suas ideias intuitivas em relação aos diferentes conteúdos estudados, apresentando dificuldades na construção/aceitação da ideia científica. Outro fator que pode dificultar essa aprendizagem é que os professores, muitas vezes, não valorizam o diálogo com os alunos, importantíssimo para se conhecer as ideias do senso comum que os alunos trazem.

Em relação às bolsistas, o que mais chamou a atenção dos professores universitários foi a responsabilidade que elas tiveram em todas as etapas do projeto. Assim, participaram de todas as reuniões, trouxeram livros e materiais obtidos em pesquisas na Internet contendo experimentos; ajudaram na escolha do tema a ser discutido e deram sugestões sobre como ele deveria ser abordado. Elas discutiram como dariam explicações e como envolver os alunos numa participação ativa.

O processo de ensino-aprendizagem por meio da troca de conhecimentos, sendo este desenvolvido entre os pares sob orientação das professoras, foi significativo para as professoras, mas muito mais para as bolsistas como mostram os relatos descritos a seguir.

“Quando você se dispõe a dar aula, você aprende mais do que só ficar ouvindo.”

“Apesar de já ter estudado aquela matéria, tive que estudar muito para poder ensinar.”

“A aula foi dada de uma forma criativa, por exemplo, a panela já estava desenhada.”

“Achei legal a experiência de dar aula. Achava que seria muito difícil ficar na frente da sala, mas foi tranqüilo.”

Considerações finais

Com base no que foi citado, emerge a necessidade de rever a forma com que essa temática é ensinada e buscar novas metodologias mais eficazes na compreensão conceitual da Ciência para favorecer o desenvolvimento do conhecimento teórico e prático relativo ao tema matéria. Acreditamos que o ensino fundamentado em interações mais dialógicas pode favorecer tal articulação. Nesse contexto, temos como pressuposto que aprender se relaciona ao processo de construir significados. Ensinar, por sua vez, seria oportunizar essa construção por meio de atividades que alicercessem essa dinâmica.

Vários autores (Barab e cols., 2000; Barbosa, 2003; Buty e Mortimer, 2008; Collins e Gentner, 1987; Maia e Justi, 2009; Mendonça e Justi, 2009; Nersessian, 1999; Souza e Justi, 2010; Vosniadou, 2002) corroborados pelas diretrizes apresentadas nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCN) (BRASIL, 2000), têm mostrado que a utilização de modelagem no ensino de Ciências, na perspectiva de promover a construção do conhecimento, contribui de modo relevante para o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa. Nesse contexto, a introdução dos alunos em atividades de elaboração de modelos pode permitir que eles desenvolvam conhecimentos específicos através dos seus modelos e, acima de tudo, da interação proporcionada pelos debates com o grupo. Além disso, a avaliação dos modelos ajuda a desenvolver um potencial crítico que vai além da memorização de fatos e informações, que pode ser aplicado e transferido para diferentes situações e problemas (Justi e Gilbert, 2002).

O planejamento das aulas permitiu às bolsistas exporem suas ideias e representações prévias a respeito dos conceitos que seriam abordados posteriormente, possibilitando aos professores identificar erros conceituais. Nesse processo, a mediação das professoras foi muito importante, pois, por meio de questionamentos, pedidos de explicações e fornecimento de alguma informação, ajudaram as bolsistas a elaborarem suas próprias explicações que dariam aos demais alunos. Esse tipo de estratégia didática, alternativa à tradicional transmissão de informação, propiciou às bolsistas aulas relevantes e aprendizagens significativas.

Pôde-se verificar, também, que as bolsistas apropriaram-se da linguagem empregada durante a preparação, na universidade, e fizeram uso dela ao apresentarem para seus pares, não como mera repetição, mas sim procurando aproximar a química escolar e o cotidiano dos alunos.

Como já percebido por Zuanon e Diniz (2004), ficou claro para os professores universitários que esse tipo de ensino, que faz com que a participação do aluno seja mais ativa e consciente, produz melhores resultados de aprendizagem do que as aulas expositivas convencionais.

Esse trabalho criou situações em que as bolsistas precisaram ampliar sua compreensão a respeito do que seria abordado na aula, elaborar explicações e construir conhecimentos a partir das reflexões realizadas individualmente ou em grupo, indo além da cópia de respostas prontas retiradas do livro. Isso as ajudou na construção/reconstrução do conhecimento. Além disso, apresentando aos alunos uma visão diferente da matéria, os ajudou na elaboração dos seus conhecimentos. Também é importante ressaltar que essa situação didática em que estudantes bolsistas aprendem para ensinar implica em uma relação dialógica e dialética entre educadores e educandos em que ambos aprendem e ensinam juntos. Por fim, o aspecto dialógico, tão importante nesse trabalho, ajuda os alunos aprenderem e os professores ensinarem, tornando o aprendizado algo maior, de formação de cidadãos conscientes e críticos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARAB, S.A, HAY, K.E.; BARNETT, M. E KEATING, T. **Virtual Solar System Project: Building Understanding through Model Building**. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 37, n. 7, p. 719-756, 2000.
- BARBOSA, J.P.V. **Evolução dos modelos mentais de energia**. 2003. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2003.
- BORGES, A.T. Novos rumos para o laboratório escolar de Ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 9, n. 3, p. 291-313, 2002.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio Parte III – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: Ministério da Educação e Cultura, 2000.
- BUTY, C. E MORTIMER, E.F. Dialogical/Authoritative Discourse and Modelling in High School Teaching Sequence on Optics. *International Journal of Science Education*, v. 30, n. 12, p. 1635-1660, 2008.
- COLLINS, A. E GENTNER, D. **How people construct mental models**. In D, Hollan; N, Quinn (Eds.), *Cultural models in language and thought*. Cambridge: Cambridge University Press, 1987. p. 243-265.
- FREIRE, P. *Pedagogia do Oprimido*. 39a. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2004.
- GIL-PÉREZ, D. **Newtrends in science education**. *International Journal of Science Education*, v. 18, n. 8, p. 888-901, 1996.
- GIL-PÉREZ, D, et al. **Tiene sentido seguir distinguendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lapis y papel y realización de prácticas de laboratorio?** *Enseñanza de las Ciencias*, v. 17, n. 2, p. 311-320, 1999.
- HOFSTEIN, A.P. E LUNETTA, V. **The laboratory science education: Foundation for the twenty-first century**. *Science Education*, v. 88, p. 28-54, 2003.

JUSTI, R. E GILBERT, J.K. **Modelling, teachers' views on the nature of modelling, implications for the education of modellers.** *International Journal of Science Education*, v. 24, n. 4, p. 369-387, 2002.

MAIA, P.F. E JUSTI, R. **Learning of Chemical Equilibrium through Modelling-Based Teaching.** *International Journal of Science Education*, v. 31, n. 5, p. 603-630, 2009.

MENDONÇA, P.C.C. E JUSTI, R. **Favorecendo o aprendizado do modelo eletrostático: análise de um processo de ensino de ligação iônica fundamentado em modelagem – Parte 2.** *Educación Química*, v. 20, n. 3, p. 373-382, 2009.

MORTIMER, E.F E VIEIRA, A.C.F.R. **Letramento científico em aulas de química para o ensino médio: diálogo entre a linguagem científica e a linguagem cotidiana.** In: Cunha, A.M.O (Org) **Convergências e tensões no campo da formação e do trabalho docente.** Belo Horizonte, Autêntica, 2010.

NERSESSIAN, N.J. **Model-Based Reasoning in Conceptual Change.** In MAGNANI, L.; NERSESSIAN N.J.; THAGARD, P. (Eds.), *Model-Based Reasoning in Scientific Discovery.* New York: Kluwer and Plenum Publishers, 1999. p. 5-22.

POZO, J.I. (Org.). **A solução de problemas.** Porto Alegre: Artmed, 1998.

PRO, A. **Se pueden enseñar contenidos procedimentales en las clases de ciencias? Enseñanza de las Ciencias**, v. 16, n. 1, p. 21-41, 1998.

SOUZA, V.C.A E JUSTI, R. **Estudo da utilização de modelagem como estratégia para fundamentar uma proposta de ensino relacionada à energia envolvida nas transformações químicas.** *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 10, n. 2, p. 1-26, 2010.

VOSNIADOU, S. **Mental Models in Conceptual Development.** In MAGNANI, L; NERSESSIAN, N.J; THAGARD, P. (Eds.), *Model-based Reasoning in Scientific Discovery.* New York: Kluwer and Plenum Publishers, 2002. p. 353-368.

ZUANON, A.C.A. E DINIZ, R.E. da S. **O ensino de biologia e a participação dos alunos em 'atividades de docência'.** In: NARDI, R.; BASTOS, F. e DINIZ, R.E. da S. (Orgs.). *Pesquisa em ensino de ciências: contribuições para a formação de professores.* São Paulo: Escrituras, 2004.