

O Projeto Água em Foco como Uma Proposta de Formação no PIBID

Penha Souza Silva e Eduardo Fleury Mortimer

Este artigo apresenta uma experiência desenvolvida pelo grupo PIBID-Química/Biologia na Faculdade de Educação da UFMG. O objetivo é focar as ações executadas durante o projeto Água em foco: qualidade de vida e cidadania, que vem sendo desenvolvido em escolas das redes pública e particular de Minas Gerais desde 2004. Esse projeto discute conteúdos científicos a partir de uma abordagem que leva em consideração as relações entre ciência, tecnologia e sociedade (CTS) e tem como objetivo a investigação de um problema real, relacionado à qualidade da água, a partir dos conhecimentos adquiridos em sala de aula.

► formação de professores, abordagem CTS, PIBID, qualidade da água ◀

240

Recebido em 11/06/2012, aceito em 18/09/2012

Este artigo refere-se às atividades desenvolvidas pelo grupo PIBID-Química/Biologia-UFMG, enfocando principalmente as ações executadas durante o projeto *Água em foco: qualidade de vida e cidadania*, que vem sendo desenvolvido em escolas das redes pública e particular de Minas Gerais desde 2004. Inicialmente, esse projeto foi desenvolvido com os alunos da disciplina Prática de Ensino de Química do Curso de Licenciatura em Química, ministrada pelo Prof. Eduardo Fleury Mortimer na Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Na versão inicial do projeto, os licenciandos planejavam todas as atividades com o professor dessa disciplina e, em dupla, ministravam as aulas nas escolas onde realizavam o estágio obrigatório da disciplina. Essas aulas eram filmadas e posteriormente analisadas, possibilitando discussões sobre as estratégias desenvolvidas pelos licenciandos. De 2004 a 2008, o projeto foi desenvolvido com cinco turmas diferentes, sendo que, no primeiro semestre, realizavam-se as discussões teóricas que embasam o projeto e, no segundo, ele era desenvolvido nas escolas. Com isso, o projeto ia proporcionando oportunidades de formação aos licenciandos ao mesmo tempo em que era aprimorado, de modo que a cada ano tínhamos uma nova versão.

Em 2008, o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) surgiu como uma oportunidade de integração dos professores de química do ensino médio e os licenciandos em um espaço de discussão que consideramos bastante rico para a formação de todos os envolvidos. É

nesse contexto que apresentaremos esse projeto como uma atividade de formação que envolve também os estudantes do ensino médio.

O grupo PIBID-Química/Biologia é constituído por três professores supervisores de química e quatro de biologia, atuando em cinco escolas da rede estadual de Belo Horizonte. Também fazem parte do grupo 15 licenciados em química e 20 em biologia, todos da UFMG, além de 2 coordenadores, professores da Faculdade de Educação nas áreas de Química e Biologia. Desde outubro de 2008, o grupo se fortaleceu por meio de encontros semanais de todos os envolvidos e de encontros por escola. As atividades do grupo PIBID-Química/Biologia dividem-se em encontros semanais entre coordenadores, supervisores e estudantes, encontros por grupos de escola e estudos individuais.

Atividades desenvolvidas no PIBID

No biênio 2008-2010, buscou-se desenvolver atividades com os participantes do PIBID que não perdessem de vista os resultados das pesquisas em ensino de ciências e que também considerassem os objetivos próprios do PIBID, entre os quais vale destacar a melhoria da formação inicial dos futuros professores por meio de sua inserção no cotidiano de escolas da rede pública de educação e a sua participação em experiências metodológicas e práticas docentes de caráter inovador e interdisciplinar.

Considerando o exposto, a atuação do PIBID-Química/

Biologia consiste em inserir professores e licenciandos nas práticas docentes inovadoras e que são informadas pela pesquisa na área, favorecendo a vivência de propostas que possibilitem a reflexão coletiva do processo ensino-aprendizagem.

Nesse sentido, as primeiras atividades propostas consideram a importância da valorização do pensamento dos alunos, entendendo que aprender química implica a elaboração de novas formas de pensar (Machado e Mortimer, 2007). Inicialmente os licenciandos assistem às aulas dos supervisores, identificando os tipos de discursos usados pelo professor, o engajamento dos estudantes nas aulas, entre outros. As observações fundamentam as discussões na reunião semanal do grupo.

Em um segundo momento, os licenciandos preparam uma intervenção levando em consideração o papel da experimentação no ensino de química, que é um tema importante que norteia pesquisas e também é um dos aspectos que os professores consideram mais deficiente nas escolas. A proposta de intervenção faz com que os licenciandos preparem experimentos para postagem na página da internet do projeto Ponto Ciência. Além disso, os licenciandos preparam e discutem com o grupo um experimento já existente no site www.pontociencia.org.br para ser desenvolvido nas salas de aula do ensino médio.

Essas aulas são filmadas e posteriormente discutidas com todo o grupo. A atuação em duplas ou trios durante a filmagem deixa os licenciandos mais seguros e, apesar do receio inicial, a filmagem e posterior análise das aulas têm se transformado em rotina do grupo. As análises das aulas gravadas têm sido realizadas em conjunto com o grupo a partir da seleção de episódios pelos licenciandos. Essa seleção tem como critério contemplar a diversidade de situações vivenciadas na sala de aula como, por exemplo, diferentes organizações da sala de aula, tipos de interação com os alunos, abordagens comunicativas (Mortimer e Scott, 2003) etc. Consideramos que a filmagem e a análise conjunta das atividades experimentais desenvolvidas em sala de aula “contribuem efetivamente para a tomada de consciência sobre as questões de ensinar e aprender” (Moraes; Ramos e Galiuzzi, 2004, p. 95).

A análise das aulas é realizada utilizando a ferramenta analítica de Mortimer e Scott (2002; 2003). A principal implicação de trabalhar, no grupo PIBID-Química/Biologia, com essa ferramenta é o fato de ser desejável que, em qualquer sequência de ensino, haja variações nas classes de abordagem comunicativa, num ritmo tal que todas sejam contempladas. O conceito de abordagem comunicativa é central na estrutura analítica, fornecendo a perspectiva sobre como o professor trabalha as intenções e o conteúdo do

ensino por meio das diferentes intervenções pedagógicas que resultam em diferentes padrões de interação. Na abordagem analítica desenvolvida por Mortimer e Scott (2002; 2003), são previstas quatro classes de abordagens comunicativas, que são definidas por meio da caracterização do discurso entre professor e alunos ou entre alunos em termos de duas dimensões: discurso dialógico ou de autoridade; discurso interativo ou não interativo. Quando um professor interage com os estudantes numa sala de aula de ciências, a natureza das intervenções pode ser caracterizada em termos de dois extremos. No primeiro deles, o professor considera o que o estudante tem a dizer do ponto de vista do próprio estudante, mais de uma voz é considerada e há uma interanimação de ideias, que constitui uma abordagem comunicativa dialógica. No outro extremo, o professor considera o que o estudante tem a dizer apenas do ponto de vista do discurso científico escolar que está sendo construído. Esse segundo tipo de interação constitui uma abordagem comunicativa de autoridade, na qual apenas uma voz é ouvida e não há interanimação de ideias. Uma característica importante da distinção entre as abordagens dialógicas e de autoridade, para a comunicação em sala de aula, é que uma sequência discursiva pode ser

Quando um professor interage com os estudantes numa sala de aula de ciências, a natureza das intervenções pode ser caracterizada em termos de dois extremos. No primeiro deles, o professor considera o que o estudante tem a dizer do ponto de vista do próprio estudante, mais de uma voz é considerada e há uma interanimação de ideias, que constitui uma abordagem comunicativa dialógica. No outro extremo, o professor considera o que o estudante tem a dizer apenas do ponto de vista do discurso científico escolar que está sendo construído.

identificada como dialógica ou de autoridade independentemente de ter sido enunciada por um único indivíduo ou interativamente. O que torna o discurso funcionalmente dialógico é o fato de que ele expressa mais de um ponto de vista – mais de uma voz (Bakhtin, 1981) é ouvida e considerada – e não que ele seja produzido por um grupo de pessoas ou por um indivíduo solitário. Esse último aspecto está relacionado à segunda dimensão da abordagem comunicativa, que distingue entre o discurso interativo, aquele que ocorre com a participação de mais

de uma pessoa, e o discurso não interativo, que ocorre com a participação de uma única pessoa. Essas duas dimensões podem ser combinadas para gerar quatro classes de abordagem comunicativa, que são explicitadas a seguir, junto com exemplos de sua ocorrência em sala de aula:

- Interativo/dialógico: professor e estudantes exploram ideias, formulam perguntas autênticas e oferecem, consideram e trabalham diferentes pontos de vista.
- Não interativo/dialógico: professor reconsidera, na sua fala, vários pontos de vista, destacando similaridades e diferenças.
- Interativo/de autoridade: professor geralmente conduz os estudantes por meio de uma sequência de perguntas e respostas com o objetivo de chegar a um ponto de vista específico.
- Não interativo/de autoridade: professor apresenta um ponto de vista específico.

Depois desse conjunto de atividades, é realizada uma intervenção conjunta em todas as escolas nas disciplinas de Química e Biologia, utilizando o projeto *Água em foco*. Com o desenvolvimento desse projeto, temos oportunidade de avaliar como os licenciados estão contemplando, na condução das aulas, as diferentes abordagens discutidas no PIBID. Passaremos, a seguir, a descrever esse projeto, pois ele é a base da intervenção do PIBID-Química/Biologia nas escolas.

Projeto *Água em foco*

Como um projeto pode favorecer a formação dos licenciados? Para responder a essa questão, é necessário entender como o projeto se desenvolve e como acontece a participação dos envolvidos. O projeto *Água em foco* tem como objetivo a investigação de um problema real, relacionado à qualidade da água, a partir dos conhecimentos adquiridos em sala de aula (Mortimer, 2007, p. 3). A discussão central do projeto é a qualidade da água nos ambientes urbanos, partindo de uma situação local que é a água da Lagoa da Pampulha, cartão postal da cidade de Belo Horizonte. As atividades desse projeto fornecem subsídios para que os estudantes do ensino médio respondam a um problema real relativo à qualidade da água na Lagoa da Pampulha e ao consumo dos peixes. Contrapondo-se aos tradicionais problemas escolares que, na maioria das vezes, não se referem a contextos específicos, os problemas abertos ou autênticos admitem respostas múltiplas que envolvem não só o conhecimento científico, mas também a análise da dimensão social do problema. Segundo Jiménez (2007), os problemas autênticos são aqueles que não têm uma solução óbvia nem única. Esses problemas surgem em um contexto real e analisá-los envolve utilizar dados para justificar as possíveis soluções.

Essa é a primeira questão a ser discutida com os licenciandos e supervisores. Ainda que o problema apresentado para os estudantes seja aberto, os procedimentos para resolvê-los seguem um roteiro prévio que determina como os licenciandos conduzirão as aulas. Assim, esse roteiro prévio determina, por exemplo, quais parâmetros de qualidade da água serão analisados durante o projeto. No entanto, para se responder às duas questões fundamentais formuladas pelo projeto – 1) Pode-se ter contato primário com a água da Lagoa?; e 2) Pode-se comer o peixe aí pescado? –, os estudantes de ensino médio são levados a utilizar formas múltiplas de raciocínio, análises de custos e benefícios, enfim, uma série de procedimentos que também envolvem valores. É importante apontar que a escola normalmente trabalha com problemas fechados, bem definidos e delimitados que, na maioria das vezes, apresenta uma resposta única. Além disso, para resolvê-los, o estudante tem que seguir um raciocínio algorítmico. Tudo isso faz parte da cultura da escola e, ao aplicar o projeto, os licenciandos estarão ao mesmo tempo quebrando certas regras implícitas do funcionamento escolar.

Além disso, há ainda a tensão entre seguir uma lista de conteúdos previamente definidos no programa da disciplina

ou realizar uma atividade que tem várias características que contrariam essa lógica: é interdisciplinar por excelência; os conteúdos não estão na sequência do programa; os estudantes devem realizar uma série de atividades experimentais; e devem fazer algumas atividades com bastante autonomia. Outro aspecto que consideramos importante é que o projeto explicita as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), utilizando ferramentas do conhecimento químico e biológico no encaminhamento das possíveis soluções para o problema da qualidade da água em ambientes urbanos e os usos da água.

O projeto inicia com as duas questões que foram citadas. É importante ressaltar que muitas pessoas da região metropolitana de Belo Horizonte já realizam esse tipo de atividade (ter contato primário com a água, pescar e comer o peixe) na Lagoa. Partindo dessas questões, discute-se em sala de aula temas relativos à importância da água para a sobrevivência humana e os parâmetros físico-químicos e biológicos que são importantes para a determinação da qualidade da água. Para discutir a qualidade da água, os alunos utilizam a resolução 357/2005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), que estabelece classes de água de acordo com os usos que estas têm ou podem ter. Discute-se com os licenciandos e supervisores sobre como abordar a questão ambiental relacionada ao ensino de química e biologia.

O projeto *Água em foco* discute conteúdos científicos a partir de uma abordagem que leva em consideração as relações CTS. Nessa abordagem, o ensino deve ter uma função social, desenvolvendo a capacidade de tomada de decisão, o que implica a necessidade de vinculação do conteúdo trabalhado com o contexto social no qual o aluno está inserido (Santos e Schnetzler, 1997).

Abordagem CTS e o projeto *Água em foco*

O projeto *Água em foco* foi estruturado de modo a articular alguns dos pressupostos apresentados pela abordagem CTS.

O estudo de temas em currículos CTS permite a introdução de problemas sociais, cujas possíveis soluções são propostas em sala de aula a partir do estudo de conteúdo científico, suas aplicações tecnológicas e consequências sociais.

O projeto introduz o conteúdo a partir de uma questão sociocientífica que apresenta um tema socialmente relevante para os habitantes de Belo Horizonte. Esse tema é problematizado e se estabelecem relações com determinados conceitos que são necessários para a sua abordagem. Os conceitos químicos e biológicos são apresentados ao aluno como uma informação necessária para a resolução das questões propostas inicialmente.

O conhecimento produzido nas aulas é utilizado para analisar a relação entre a qualidade das águas e a qualidade de vida. Procura-se desenvolver tanto valores para a preservação da saúde individual – alertando para o perigo de contato com águas contaminadas – como aqueles envolvidos em ações coletivas de forma a subsidiar propostas de

melhoria da qualidade das águas analisadas. Essas propostas poderão gerar ações políticas como cartas e abaixo-assinados às autoridades, manifestações como passeatas ou abraço da Lagoa, produção de panfletos para ser distribuído para a população etc.

É possível perceber que o *Água em foco* fomenta o desenvolvimento de diversas atividades que são consideradas na literatura como atividades de ensino CTS. Por exemplo, Hofstein, Aikenhead e Riquarts (1988) apontam as seguintes estratégias utilizadas em CTS: palestras, demonstrações, sessões de discussão, fóruns e debates, projetos individuais e de grupo, redação de cartas a autoridades, pesquisa de campo e ação comunitária.

Outras atividades – como solução de problema, simulações, atividades de tomada de decisão, controvérsias, debates – são sugeridas por Aikenhead (1994) e Solomon (1993). Byrne e Johnstone (1988), Heath (1992), Laeter e Lunetta (1982) sugerem ainda o estudo de caso de um problema real da comunidade, além de pesquisas, apresentações orais e relatórios escritos.

O projeto favorece a oportunidade de que tanto as informações buscadas pelos estudantes em fontes variadas quanto às obtidas durante as aulas possam ser discutidas e socializadas. No entanto, a forma de desenvolver essa estratégia depende muito do estilo de ensinar do professor, que está associada à forma como ele pensa o ensino de ciências. Assim, nos encontros do grupo, licenciandos, supervisores e coordenadores têm a oportunidade de explicitar e discutir as suas concepções sobre ensino, aprendizagem, conhecimento científico e outras questões da sala de aula.

O modo como o ensino de ciências tem sido desenvolvido nas escolas brasileiras privilegia os conteúdos específicos de cada disciplina, desconsiderando os acontecimentos presentes na sociedade. Esse ensino é, em geral, marcado pelo conteudismo, excessiva exigência de memorização de fórmulas e regras, descontextualização e ausência de articulação com as demais disciplinas do currículo. Nesse contexto, o projeto *Água em foco* é uma alternativa para se introduzir o ensino de química e biologia em uma perspectiva da abordagem CTS. Ele tem se constituído em uma forma de abordar alguns conceitos químicos e biológicos a partir de uma questão social relevante. É importante ressaltar que os professores, de forma geral, não têm sido preparados para discutir os conteúdos de forma interdisciplinar nem numa abordagem CTS. Nesse sentido, essa proposta pode ser uma forma de dar início a uma mudança no modo de atuar na sala de aula. O desenvolvimento desse projeto não pretende direcionar o olhar dos supervisores e futuros professores para apenas uma forma de ensinar, mas, a partir dessa forma de ensinar por meio de projeto, favorecer a discussão de um conjunto de estratégias, discutindo os limites e as potencialidades de cada uma.

Uma característica geralmente associada a projetos de ensino na perspectiva CTS é o grau de abertura das atividades propostas aos estudantes e de autonomia que eles usufruem durante as atividades. A esse respeito, é importante ressaltar

que, apesar de as atividades do *Água em foco* serem, em geral, estruturadas e direcionadas para a resolução das questões iniciais, há um grau de autonomia que permite aos estudantes participarem efetivamente, pois muitas das informações que serão discutidas surgem a partir das pesquisas realizadas por eles. Mesmo que as atividades sejam estruturadas ou semiestruturadas, acreditamos que isso não diminui o seu caráter investigativo nem a possibilidade de participação dos estudantes como sujeitos.

Além disso, o projeto também apresenta como sugestão que haja interdisciplinaridade principalmente entre os professores de química, geografia, biologia e português. O que temos percebido é que existe muita dificuldade em buscar essa interdisciplinaridade nas escolas. Assim, o PIBID tem sido um programa que tem favorecido essas discussões entre licenciandos e professores de uma mesma escola. Dessa maneira e ainda que lentamente, estamos caminhando para ações mais interdisciplinares. Desde a versão do PIBID 2011, as turmas de química e biologia estão discutindo e modificando as atividades desenvolvidas no projeto de forma a discutir os parâmetros físico-químicos e biológicos da qualidade da água.

Acreditamos que o projeto *Água em foco* constitui uma forma de abordagem factível do conhecimento científico num contexto social e que possibilita a inclusão, no currículo, de conhecimentos, habilidades e compreensão relativos ao ambiente, aspectos de investigação científica que inclui tomada de decisão, enfim, um meio de incorporação de questões CTS dentro dos programas de ciência existentes.

Ao trabalharmos o projeto *Água em foco* no PIBID, possibilitamos a integração entre universidade, instituição formadora de professores, professores em serviço e licenciandos. Isso pode contribuir para mudanças necessárias no currículo de química e biologia no ensino médio. Devemos ressaltar o papel do supervisor no desenvolvimento de todas as atividades desenvolvidas no PIBID e especialmente nesse projeto. Comparando o desenvolvimento do projeto pelos alunos da licenciatura, quando na maioria das vezes o professor não conhecia o projeto e, atualmente, quando as discussões são realizadas entre os licenciandos e os supervisores, podemos afirmar que as discussões são muito mais profícuas e os licenciandos se sentem muito mais seguros nas intervenções realizadas na sala de aula.

Estruturação das atividades do projeto *Água em foco* em sala de aula

Considerando o referencial teórico CTS presente no projeto *Água em foco*, apresentamos o desenvolvimento do projeto em sala de aula. Os bolsistas cumprem um papel fundamental no desenvolvimento do projeto, responsabilizando-se, juntamente com os supervisores, por aplicarem as atividades. Esse é um momento importante que permite uma reflexão sobre a prática de maneira coletiva nas reuniões do PIBID.

Os estudantes do ensino médio que participam do projeto recebem uma apostila com todas as atividades propostas.

É importante ressaltar que, desde 2004, nenhuma apostila é igual à outra. Como todas as atividades são discutidas e desenvolvidas durante os encontros do grupo, normalmente os textos são modificados, são sugeridas novas atividades e ainda temos que adequar o trabalho à realidade de cada escola. Ainda que sejam mantidos os pressupostos iniciais do projeto, a forma de desenvolvê-lo tem mudado a cada ano.

O projeto inicia-se com a aplicação de um pré-teste cujo objetivo é detectar as concepções dos alunos sobre questões relativas à qualidade da água. As questões apresentam algumas situações-problema relativas ao uso da água de ambientes poluídos ou contaminados, além de questões relativas à avaliação da qualidade da água para usos diversos. Aqui temos oportunidade de discutir com licenciandos e formadores as questões do pré-teste e também a aplicação desse instrumento para coleta de dados para as pesquisas na educação.

Em seguida, apresentamos aos alunos o problema a ser investigado no projeto: a qualidade da água da Lagoa da Pampulha, considerada cartão postal da cidade de Belo Horizonte (MG). O projeto propõe um problema real que parte de uma abordagem local para discutir problemas globais. São propostas duas questões a serem investigadas pelos alunos: Pode-se ter contato primário com as águas da Lagoa da Pampulha? Pode-se comer o peixe ali pescado? É importante ressaltar que muitas pessoas já realizam atividades de pesca e de contato primário com a água na Lagoa da Pampulha. Nesse momento, retomamos as discussões dos seguintes temas: o uso de projetos temáticos no ensino de química e biologia, a abordagem CTS, o letramento científico, o engajamento disciplinar dos alunos e como favorecer aulas mais dialógicas.

Para investigar a qualidade da água da Lagoa da Pampulha, os estudantes coletarão amostras de água e analisarão alguns parâmetros que possibilitam tirar algumas conclusões sobre a sua qualidade. O conhecimento prévio das atividades permite que o estudante se envolva com o projeto e conheça as intenções do professor, que nem sempre são claras. É importante que o futuro professor aprenda a dizer para os alunos o que ele espera deles com uma determinada atividade. Quais os critérios de sucesso e fracasso para a atividade?

Para investigar os problemas da Lagoa da Pampulha, os alunos utilizam tanto os conhecimentos adquiridos nas aulas de química e biologia, quanto os oriundos de outras fontes de pesquisa. Assim, o projeto tem uma estrutura na qual uma parte é desenvolvida com toda a turma enquanto a outra parte é diversificada, ficando a cargo de cada grupo de estudantes um problema de pesquisa diferente. A parte comum envolve discussão e determinação de parâmetros físico-químicos e biológicos da água para que os estudantes possam analisar esses parâmetros na água da lagoa. Na parte diversificada, cada grupo recebe um problema para ser aprofundado pela pesquisa, que pode empregar metodologias diferentes. Assim, por exemplo, o grupo que pesquisa sobre os pescadores da lagoa utiliza uma metodologia de entrevistas com esses pescadores no sentido de determinar

onde moram, se pescam por lazer ou por necessidade, que destino dão ao peixe pescado etc. Outro grupo vai à internet pesquisar sobre programas bem-sucedidos de despoluição de rios e lagos: por exemplo, o rio Tâmis e o Lago Paranoá. A ideia é que uma sala de aula é heterogênea e nem todos os estudantes amam química ou biologia. Assim, uma forma de motivar os estudantes é fazer com que se engajem em estratégias com as quais se identifiquem.

A primeira discussão do projeto refere-se ao uso da água. Para falar em qualidade de água, é preciso definir o destino que se deseja dar a ela. Os diversos usos da água e a necessidade de parâmetros que, ao serem avaliados, inferem sobre a qualidade desta são discutidos. Por meio dessa atividade, são introduzidas as resoluções do CONAMA, especificamente a resolução 357/2005 que discute classificação e enquadramento da água.

Outra atividade importante é a produção de gráficos e tabelas a partir de dados provenientes da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) e da Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Belo Horizonte. Esses dados se referem à água coletada em diferentes pontos da lagoa com frequência trimestral. Os grupos trabalham com dados relativos a alguns parâmetros importantes para avaliar a qualidade da água e apresentam os resultados para que os outros grupos também avaliem. Os dados utilizados referem-se aos seguintes parâmetros: oxigênio dissolvido; pH; nitrogênio amoniacal; turbidez; fósforo total; condutividade elétrica; metais pesados – mercúrio (Hg), cádmio (Cd), manganês (Mn), chumbo (Pb), arsênio (As) e ferro (Fe) –; coliformes; demanda bioquímica de oxigênio (DBO).

Os gráficos, juntamente com as informações que os alunos obtêm na parte diversificada do projeto e no trabalho de campo, subsidiam a discussão do problema.

O projeto apresenta atividades que buscam integrar o conhecimento prático e teórico, que consideramos de caráter investigativo. Para Sandoval (2005), o ensino por investigação caracteriza-se por atividades nas quais os estudantes conduzem uma investigação sobre alguma questão. Assim, estes não precisam gerar questões a serem investigadas, mas tornam-se responsáveis pela busca de respostas, coletando e interpretando dados, além de construir algum tipo de resposta. Nas atividades do projeto, eles têm que responder a questões preliminares relacionadas ao conteúdo que será estudado, realizar experiências, anotar dados, comparar os resultados obtidos com o que se esperava obter e com outros resultados encontrados na literatura, discutir os resultados e as questões nos grupos, apresentar as conclusões obtidas para o resto da classe etc. É importante ressaltar que as questões propostas ao longo do projeto dão subsídios para que o estudante possa apresentar uma conclusão sobre a qualidade da água da Lagoa.

O primeiro parâmetro físico-químico para determinar a qualidade de água, no contexto do projeto, é o oxigênio dissolvido. Aborda-se o conteúdo ambiental relacionado à importância do oxigênio para manutenção da vida nos ambientes aquáticos, bem como a concentração de

oxigênio dissolvido para cada tipo de água, especificada pelo CONAMA. Além disso, discute-se o conteúdo químico de dissolução dos gases em água e como essa dissolução é afetada pela temperatura, pressão atmosférica e presença de matéria orgânica. Esse tópico favorece também a discussão dos seguintes conteúdos: evidências de reações químicas, representação das reações químicas, solubilidade, interpretação de gráficos sobre solubilidade, conceito de titulação, preparo de soluções e cuidado no manuseio de reagentes químicos.

Na aula experimental, os alunos analisam o oxigênio dissolvido em uma amostra de água. Após a prática, discutem os resultados obtidos e as questões propostas no final do experimento.

Outro parâmetro determinado no projeto é o pH. Introduce-se o conceito de equilíbrio químico e pH, relacionando-o com a acidez e a basicidade. O uso de indicadores ácido-base, a influência do pH na qualidade das águas e as consequências das variações bruscas de pH na sobrevivência de seres aquáticos são aspectos discutidos nas aulas.

A parte experimental consiste na construção, pelos estudantes, de uma escala de pH que utiliza o repolho roxo como indicador. Após a construção da escala, os estudantes determinam o pH da água da torneira e de outras amostras. Após a realização da atividade prática, eles respondem às questões propostas no material e, depois, o professor discute os resultados com toda a classe.

Os seguintes conteúdos são discutidos na atividade de pH: evidências de reações químicas, representação das reações químicas, reações de neutralização ácido-base, uso de indicadores ácido-base, reversibilidade das reações químicas, teorias de ácido e base de Arrhenius, ionização, preparo de soluções, diluição de soluções, medidas de volumes e deslocamento de equilíbrio.

Outro parâmetro determinado no projeto é a turbidez. Discute-se o que é e os conteúdos envolvidos: processos químicos utilizados na clarificação da água; misturas; processos físicos e químicos; diferença entre contaminação e poluição; processos biológicos como presença de microrganismos na água, fotossíntese etc.; e físicos, como absorção e reflexão da luz. Para medi-la, os estudantes constroem um turbidímetro e, em grupo, realizam a medida da turbidez da água.

A quantidade de metais pesados presente na água e nos peixes é outro parâmetro fundamental para discutir

a qualidade da água da Lagoa da Pampulha. Inicia-se a discussão pelas fontes de metais pesados na água e consequências da contaminação por metais para os seres humanos. Conceitos como bioacumulação e cadeia trófica também são discutidos.

Outros dois parâmetros são abordados no projeto: a condutividade elétrica e os coliformes. Além da parte teórica, discutida na condutividade elétrica, também há uma atividade experimental. Em relação aos coliformes, a parte experimental tem sido feita com testes padronizados que, apesar de não apresentarem resultados quantitativos, acusam a presença dos coliformes fecais na amostra de água analisada. A presença de quantidades acima do permitido pela legislação também é um parâmetro importante para definição dos usos da água e da possibilidade de ingestão dos peixes.

Para o trabalho de campo, discute-se a importância dos procedimentos de coleta de amostras de água. Nessa aula, os estudantes são instruídos sobre a forma adequada de se fazer a coleta da água e também orientados a observar que a confiabilidade e a interpretação adequada dos resultados analíticos dependem da correta execução dos procedimentos.

O trabalho de campo é realizado na Lagoa da Pampulha. Os alunos se organizam em grupos e a coleta é feita em mais de um ponto da Lagoa. Além da coleta, os alunos analisam alguns parâmetros físico-químicos na própria orla. As análises são feitas com aparelhos para se evitar o descarte de resíduos na Lagoa. É importante destacar que, hoje, não se usa normalmente processos químicos para determinar parâmetros como oxigênio dissolvido e pH. No entanto, optamos por usar as determinações químicas no laboratório da escola: o método de Winkler para o oxigênio dissolvido e o indicador de repolho roxo para o pH. Isso se justifica tendo em vista que os métodos eletrônicos, que empregamos na saída ao campo, são automáticos e escondem a química que está por trás da metodologia. Sendo assim, funcionam como caixas pretas, nos quais os estudantes não necessariamente pensam na química envolvida nos processos. Ao fazer as determinações em laboratório, o aluno utilizará uma série de procedimentos, que contribuirá para a discussão de vários conteúdos químicos e ajudará a abrir as caixas pretas que serão usadas na determinação realizada no campo.



Figuras 1 e 2: Coleta de água na Lagoa da Pampulha e determinação da turbidez.

Então, para determinação no campo do oxigênio dissolvido e do pH, utilizam-se, respectivamente, um oxímetro e um pHgâmetro. Para análise da condutividade elétrica, usa-se um condutivímetro, e para a análise dos coliformes, as amostras são levadas para escola, pois é necessário aguardar cinco dias para interpretar os resultados. Os alunos recebem uma ficha de campo na qual devem anotar as observações efetuadas durante o trabalho de campo.



Figura 3: Determinação da condutividade elétrica.

Os dados obtidos na análise realizada no campo são usados para escrever o relatório final do projeto e também para subsidiar a apresentação que os alunos farão na Câmara Municipal.

Para discutir a dimensão social do problema da Lagoa da Pampulha, os estudantes participam de uma atividade na Câmara Municipal de Belo Horizonte. Geralmente nessa atividade estão presentes, além da presidente da Câmara, o Administrador Regional da Pampulha, representando a prefeitura, o presidente da comissão de Meio Ambiente da Câmara Municipal e alguns vereadores. Na atividade, os estudantes apresentam os resultados das investigações desenvolvidas no projeto, discutem possíveis soluções e cobram medidas do poder público para resolver o problema da qualidade da água da Lagoa.



Figura 4: Audiência pública na câmara municipal de Belo Horizonte.

Com o objetivo de se avaliar as possíveis mudanças nas concepções dos alunos sobre o tema *Qualidade da água e qualidade de vida*, após a execução do projeto *Água em foco*, no final das atividades, aplica-se o pós-teste com as mesmas questões do pré-teste, aplicadas no início do projeto.

Considerações finais

De modo geral, os alunos do ensino médio, os licenciandos de química e biologia e os supervisores têm demonstrado entusiasmo na implementação do projeto *Água em foco* nas escolas. Já foram realizadas três pesquisas envolvendo esse projeto. Rodrigues (2010), em sua dissertação de mestrado, procurou verificar a apropriação da linguagem científica e os níveis de letramento científico alcançados pelos alunos de uma das escolas participantes do projeto. Essa pesquisa surgiu como desdobramento de outra, realizada como pesquisa de iniciação científica por Ana Clara Vieira (Mortimer; Vieira e Araújo, 2010). Silva (2009), por outro lado, investigou como uma professora implementou e desenvolveu o projeto em uma sala do 1º ano do ensino médio de uma escola da rede pública estadual do estado de Minas Gerais. Nessa investigação, buscou-se responder à seguinte questão: como é que a aplicação do projeto *Água em foco: qualidade de vida e cidadania* altera a dinâmica das aulas de química?

Além dessas pesquisas, temos relatórios dos licenciandos e dos supervisores que demonstram envolvimento e entusiasmo com o desenvolvimento das atividades do projeto.

Em muitas escolas, o projeto tem se tornado uma atividade de tão valorizada que é dedicado um dia para os alunos apresentarem para a comunidade escolar os resultados obtidos.



Figura 5: Apresentação do projeto para a comunidade escolar.

Acreditamos que essa experiência de desenvolver o projeto *Água em foco* como uma das atividades do PIBID potencializa a ação do projeto. Antes do PIBID, só tínhamos condições de planejarmos as ações do projeto com os licenciandos que iriam para as escolas. Com os professores do PIBID atuando juntos com os licenciandos desde a preparação até o desenvolvimento do projeto em sala de aula, foi possível perceber várias modificações no projeto, entre as quais destacamos algumas: 1) Tanto o professor como o licenciando tomam o projeto como sua responsabilidade. Vale ressaltar que, antes do PIBID, os alunos eram estagiários na sala de aula e o professor mero expectador das aulas que o estagiário desenvolvia. Muitas vezes, não conhecíamos o professor que supervisionaria o nosso aluno. Durante a

preparação das atividades nos encontros do PIBID, o professor supervisor e seus licenciandos ficavam responsáveis pela preparação e apresentação de uma das atividades do projeto e, no final, era realizada uma discussão no sentido de todos os outros participantes apresentarem os pontos fortes e fracos da atividade desenvolvida. Foi relevante observar que as contribuições apareciam tanto em relação à atividade proposta como à forma que esta era apresentada. Com isso, foi possível discutir as estratégias pedagógicas utilizadas para desenvolver as atividades, alterar algumas atividades e acrescentar outras. Atualmente temos um material pedagógico, constituído de um kit de análise, uma apostila e um conjunto de apresentações em *power point*, bastante diferente daquele que iniciamos o projeto; 2) Comparando os nossos licenciandos que atuavam como estagiários nas escolas com os que estão no PIBID, observamos que estes parecem ter mais segurança no desenvolvimento do projeto em sala de aula. Acreditamos que agora o licenciando tem o supervisor como parceiro, em vez de simples observador; 3) Sendo o professor da escola um supervisor do PIBID, ele tem se empenhado mais em fazer o projeto acontecer.

Por exemplo, o projeto entra na agenda da escola fazendo parte das atividades do professor. O projeto não é mais do estagiário, passa a fazer parte do planejamento da disciplina; 4) Só a partir do PIBID foi possível desenvolver o projeto *Água em foco* com os professores de química e biologia atuando na mesma escola e realizando todas as atividades nos encontros semanais.

A presença da escola na universidade e do licenciando na escola, em um processo de intercâmbio, muito tem contribuído para as nossas ações de formação. É importante ressaltar que todas as atividades desenvolvidas têm favorecido trabalhar vários aspectos que consideramos importantes na formação de um futuro professor: produção de material didático, o uso da experimentação no ensino de ciências, as abordagens comunicativas, ensino por investigação, dentre outros.

Penha Souza Silva (penhadss@ig.com.br), doutorado em Educação, é professora adjunta II da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais UFMG. Belo Horizonte, MG – BR. **Eduardo Fleury Mortimer** (mortimer@ufmg.br) é professor titular da Faculdade de Educação da UFMG. Belo Horizonte, MG – BR.

Referências

AIKENHEAD, G.S. What is STS science teaching? In: SOLOMON, J. e AIKENHEAD, G. *STS education: International perspectives on reform*. New York: Teachers College Press, 1994, p. 47-59.

BYRNE, M.S. e JOHNSTONE, A.H. How to make science relevant. *School Science Review*, v. 70, n. 251, p. 43-46, 1988.

HEATH, P.A. Organising for STS teaching and learning: the doing of STS. *Theory into Practice*, v. 31, n. 1, p. 52-58, 1992.

HOFSTEIN, A.; AIKENHEAD, G. e RIQUARTS, K. Discussions over STS at the fourth IOSTE symposium. *International Journal of Science Education*, v. 10, n. 4, p. 357-366, 1988.

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M.P. A argumentação sobre questões sócio-científicas: processos de construção e justificação do conhecimento na aula. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS. 5, 2007. *Anais...* Florianópolis, 2007.

LAETER, J.R. e LUNETTA, V.N. Environmental issues: a responsibility of science teachers. *The Australia Science Teachers Journal*, v. 28, n. 3, p. 5-10, 1982.

MACHADO, A.H. e MORTIMER, E.F. Química para o ensino médio: fundamentos, pressupostos e o fazer cotidiano. In: ZANON, L.B. e MALDANER, O.A. (Orgs.). *Fundamentos e propostas de ensino de química para a educação básica do Brasil*. Ijuí: Ed. Ijuí, 2007. p. 21-41.

MORAES R.; RAMOS M.G. e GALIAZZI, M.C. A epistemologia do aprender no educar pela pesquisa em ciências: alguns pressupostos teóricos. In: MORAES R. e MANCUSO, R. (Orgs.). *Fundamentos e propostas de ensino de química para a educação*

básica do Brasil. Ijuí: Ed. Ijuí, 2004, p. 85-108.

MORTIMER, E.F. *Projeto água em foco: qualidade de vida e cidadania*. 2007. 57 p. Belo Horizonte: Faculdade Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, 2007.

MORTIMER, E.F. e SCOTT, P.H. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sócio-cultural para analisar e planejar o ensino. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 7, n. 3, p. 283-306, 2002.

_____. *Meaning making in secondary science classrooms*. Maidenhead: Open University Press, 2003.

MORTIMER, E.F.; VIEIRA, A.C.F.R. e ARAÚJO, A.O. Letramento científico em aulas de química. In: MARINHO, M. e CARVALHO, G.T. (Orgs.). *Cultura escrita e letramento*. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2010, p. 234-253.

RODRIGUES, C. *Abordagem CTS e possibilidades de letramento científico no projeto Água em foco: tipos textuais e linguagem científica*. 2010. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

SANTOS, W.L.P. e SCHNETZLER, R.P. Ensino de química e cidadania. *Química Nova na Escola*, n. 4, p. 28-34, 1997.

SILVA, P.S. *O projeto temático na sala de aula: mudanças nas interações discursivas*. 2009. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

SOLOMON, J. Methods of teaching STS. In: McCORMICK, R.; MURPHY, P. e HARRISON, M. (Eds.). *Teaching and learning technology*. Workingham: Addison-Wesley; The Open University, 1993. p. 243-250.

Abstract: *The Water in Focus Project as a Suggestion for Professional Development of PIBID*. This paper presents an experiment developed by the group PIBID - Chemistry and Biology at the School of Education of UFMG. The goal is to focus on the actions taken during the Water in Focus Project: Quality of Life and Citizenship, which has been developed in public and private schools of Minas Gerais since 2004. This project discusses issues from a scientific approach that takes into account the relationships between science, technology and society (STS) and aims at investigating a real problem related to water quality departing from the knowledge acquired in the classroom.

Key words: Professional development of teachers – CTS Approach – PIBID – Water quality