

## **DIDÁTICA E CURRÍCULO: O LOCAL COMO PROBLEMA DE ENSINO**

**SICCA**, Natalina A.L. – Mestrado em Educação, Centro Universitário Moura Lacerda – [nalsicca@bol.com.br](mailto:nalsicca@bol.com.br)

**GONÇALVES**, Pedro W. – Geociências – Unicamp – [pedrog@ige.unicamp.br](mailto:pedrog@ige.unicamp.br)

**GT**: Didática / n.04

**Agência Financiadora**: FAPESP Ensino Público, CNPq

### **Introdução**

O presente trabalho investiga como ensinar a partir do local pode interferir no currículo de duas professoras de química do ensino médio.

A inovação curricular implementada pelas duas professoras ocorre no contexto de atividades colaborativas que reúnem professores do ensino público, assistentes técnicos de secretaria da educação e pesquisadores. Neste âmbito foi estabelecido um programa de formação continuada presidido por eixos temáticos: ciclo da água, teoria de sistemas, tempo geológico e local.

Nos limites deste trabalho procura-se responder: como dados de um local ajudam a construir o currículo de química do ensino médio? Como o local traz elementos para reflexão dos professores, aumento da autonomia e mudanças na prática de ensino?

### **Orientação teórica**

Beane (2003) revela que certo conjunto de iniciativas mais voltadas aos interesses de alunos busca construir propostas que interconectam assuntos de disciplinas distintas. Esses esforços foram chamados pelo autor de **integração curricular**.

A integração curricular parece próxima de iniciativas de inovação do currículo que propiciam engajar os alunos em atividades de investigação sobre problemas considerados socialmente relevantes para a comunidade. Experiências relatadas por Beane & Apple (1997) mostram certa simultaneidade e persistência do ensino disciplinar e de iniciativas que constituem o que foi denominado *escolas democráticas*.

Programa relatado por Rodriguez & Garzón (2003) demonstra que a educação deve ser fator de apropriação da cultura e do desenvolvimento humano dos indivíduos. Os autores preconizam algumas dimensões de estudo: a primeira possibilita desenvolvimentos em cada disciplina bem como no âmbito interdisciplinar; a segunda tem como objetivo compreender fenômenos complexos de relações de sujeitos dentro da cultura escolar. A **produção de conhecimento local**, o **trabalho interdisciplinar** e a lógica de trabalho por **projetos** implicam que a escola e a universidade se relacionem a

partir da lógica do conhecimento. O trabalho entre escola e universidade **organiza o currículo a partir de fatos da vida real dos atores escolares.**

Esse apanhado de elementos apóia o esforço de inovar o currículo buscando tópicos relevantes na perspectiva dos professores e dos alunos. Ao mesmo tempo, assinala que a integração curricular pode se dar por meio de projetos dedicados ao local.

Pedrinaci (2002) indica que o ensino de geociências deve tratar: processos que desenvolvessem nos alunos idéias dinâmicas; produtos (sedimentos, rochas, etc.) precisam ser estudados junto a processos; processos geológicos complexos devem ser estudados a partir dos aspectos mais perceptíveis para os mais abstratos; deve-se alcançar a idéia de como a Terra funciona.

Carneiro et al. (2004) alinham certo conjunto de argumentos que complementam e reforçam a relevância das geociências para o ensino básico. Para os autores as geociências tratam de aspectos relevantes do conhecimento científico e estabelecem nexos entre ciências naturais e humanas; formam uma idéia integrada e histórica do planeta que situa o problema ambiental no âmbito da necessidade de considerar a sustentabilidade e diversidade dos ecossistemas. Trata-se de contribuir para formar o pensamento crítico.

Esses elementos justificam a implementação do ensino de geociências nos níveis fundamental e médio. Neste trabalho, defendemos um motivo adicional que complementa os já mencionados. Estudar o local (a cidade, o bairro, o distrito) é construir um conteúdo complexo, abstrato a partir de aspectos perceptivos que facilitam o ensino.

### **Arranjo metodológico**

Schalock et al. (2006) delimita diversos aspectos teóricos e metodológicos que deveriam ser considerados na pesquisa educacional para que ela atingisse rigor, indicadores mensuráveis e potencialidade para generalização. Pesquisa colaborativa deve permanecer restrita a estudos de casos em escolas de áreas pobres e, ou, de minorias étnicas.

Warfield et al. (2005) contribuem para esmiuçar a terminologia de pesquisa educacional vinculada à formação continuada de professores de matemática ao investigar possíveis nexos de crenças dos professores (nos alunos, no ensino e na matemática) e mudanças na prática de ensino.

Cochran-Smith & Lytle (1999) já haviam feito um levantamento das tendências existentes sobre professor pesquisador na década de 1980 e notado as dificuldades para generalizar pesquisas conduzidas pelos professores práticos. Para as autoras o movimento em torno do professor pesquisador acha-se associado à valorização da prática e do prático como capaz de refletir e gerar conhecimento. Pimenta (2002) examina e discute os problemas de pesquisa relativos ao professor reflexivo. Contextualiza o conceito de professor reflexivo e indica que o termo pode ser tratado de forma meramente técnica e, dessa forma, pouco contribuir para a democracia dos sistemas escolares. Um ponto é comum aos dois estudos: não há muitas dúvidas quanto à contribuição de pesquisas feitas por professores para sua própria formação. As observações de Schalock et al. (2006) pretendem delimitar um rigor que aproxime a pesquisa educacional dos modelos das ciências físicas e exatas e, dessa forma, limita a importância de pesquisas feitas por professores.

Pesquisas abstratas conduzidas somente pelo rigor formal trazem poucos elementos que possam aperfeiçoar a prática de ensino dos professores. Isso já foi intensamente apresentado por diversos autores (p.ex., Zeichner, 1998; Bartels, 2003). Ao mesmo tempo, Warfield et al. (2005) expõe um arranjo que conduziu a maior autonomia do professor a medida que a reflexão individual e coletiva foi propiciada. Por fim, chegamos a um dilema e um desafio: como relacionar formação de professores, reflexão sobre a prática e rigor metodológico? Como melhorar a prática de ensino dos professores se a delimitação da pesquisa mais restrita não alcançará o professor? Como preparar professores para lidar com sua prática, dela extrair elementos que possam servir ao seu trabalho e tenham consistência metodológica, ética e política?

A discussão sobre delimitação da pesquisa educacional não pode ser examinada sem considerar as disputas políticas e acadêmicas do campo social onde atuam os pesquisadores. Nesse espaço acham-se cruzadas disputas por prestígio e problemas epistemológicos que clivam as ciências sociais.

Maxwell (2004) reivindica a contribuição científica das abordagens qualitativas em educação. Fixa o campo da pesquisa qualitativa dentro da escola de pensamento realista. Dessa forma, menos importância é atribuída a métodos quantitativos para descobrir regularidades e mais valor é dado a métodos qualitativos, a objetos sociais e a relações causais.

Berger et al. (2005) assinalam que professores pesquisadores relatam aprendizagem vinculada aos seus estudantes, suas escolas e, sobre si mesmos. Usam seu

conhecimento para mudar a prática, para sentirem-se mais profissionais, para se engajar de modo mais autêntico na profissão de ensinar. As autoras consideram que há forças hostis ao professor pesquisador no clima político atual de sobrecarga individual, responsabilidade pessoal e aumento da automação no ensino. Nesse contexto, abordagens colaborativas são politicamente importantes para os professores.

Evidentemente não podemos perder de vista considerações como as de Elliott (1998) de que pesquisas feitas por professores não envolviam qualquer reconstrução conceitual teórica da prática. Nem a ênfase de Pimenta (2002): é preciso incluir a dimensão política na apreensão, análise e interpretação dos dados.

Para diminuir a subjetividade dos professores, foi perseguido o modelo apresentado por Burbank & Kauchak (2003) em que a estrutura colaborativa acha-se apoiada na parceria de professores. Estes planejam, discutem e durante a aplicação um é observador da aula do outro. Observações e anotações de aula são alvo de discussões posteriores da dupla de professores e servem como mecanismo reflexivo sobre a prática de ensino de ambos.

Adotando essa perspectiva metodológica, constrói-se uma pesquisa apoiada em conjunto diversificado de dados que possibilita aferir os passos dos professores dentro do ambiente específico gerado pelo Grupo de Estudos *Ensino de Ciência do sistema Terra e a formação continuada de professores*.

Um caminho que vincula a prática e a formação do professor profundamente ao conteúdo e à inovação curricular acha-se dentro do campo conceitual de Shulman (2002) pois reconhece o objeto de estudo da disciplina do professor na preparação e prática docente.

Haywood & Page (2002) assinalam, ainda, a contraposição de estudos que dedicam-se a aspectos abstratos *versus* uma literatura sobre a prática educacional feita por professores. Pesquisas abstratas sobre professores e escolas trazem poucas discussões sobre condições e necessidades de adaptação na dimensão da escola. O registro cuidadoso de como os professores desenvolvem sua prática pode ser muito útil. Se esse registro for desenvolvido coletivamente, pode estabelecer uma autêntica colaboração entre professores. Esta colaboração foi perseguida nos debates e registros de atividades do Grupo de Estudos.

## Contexto do Grupo de Estudos

Na Diretoria de Ensino (órgão da Secretaria Estadual de Educação) de região do interior paulista foi formado, no início de 2003, o Grupo de Estudos *Ensino de Ciência do sistema Terra e a formação continuada de professores*.

Uma das primeiras iniciativas foi fazer o levantamento *Perfil do Professor do Ensino Médio da Região de Ribeirão Preto*: um diagnóstico exploratório das características dos professores. Mediante questionário foi feito estudo semi-quantitativo organizado por perguntas relativas a: recursos humanos disponíveis; formação acadêmica dos professores; condições de ensino; expectativas dos professores sobre educação, ensino médio e alunos; adequação da formação de licenciatura à prática do ensino médio; expectativas de formação continuada.

Um dos universos pesquisados foi o dos professores de Química. Uma amostra não aleatória de professores foi montada com o cuidado de buscar pelo menos um professor de cada unidade escolar do sistema estadual de educação da região. Cento e sessenta e nove docentes responderam extenso questionário, dentre esses 35 eram de Química, de universo estimado de 55 professores. Dentro do questionário, variáveis específicas trataram de contextualização, interdisciplinaridade, procedimentos didáticos adotados pelos professores em suas aulas e à percepção dos professores sobre o aprendizado de seus alunos. Para obter controle das respostas, foi adicionado certo conjunto de perguntas que trataram de problemas ambientais. Nos limites deste trabalho, interessa mostrar que os professores de Química procuram contextualizar suas aulas por meio de acidentes tecnológicos divulgados pela imprensa e, dessa forma, trocam o livro didático pelo tratamento banal que a imprensa dá aos problemas ambientais.

Ao mesmo tempo, o Grupo de Estudos *Ensino de Ciência do sistema Terra e a formação continuada de professores* constituiu um espaço interdisciplinar composto por professores do ensino público, assistentes técnicos da Oficina Pedagógica e pesquisadores da universidade. Reúne professores de química, matemática, física, biologia, história e geografia. O debate coletivo expôs a dificuldade dos professores para aprofundar assuntos de sala de aula sem usar o livro didático. Para superar esse desafio foi constituído o subgrupo *Contextualização curricular do ensino de química a partir do ciclo da água* que pretendeu investigar como tratar o tópico solubilidade a partir da natureza e da cidade.

A opção pela abordagem temática da inovação curricular está vinculada a três eixos que foram definidos pelo Grupo de Estudos: tratar o ciclo da água a partir da perspectiva da teoria de sistemas, tempo geológico e características da cidade.

### ***Metodologia e arranjo institucional da pesquisa***

**Características do subgrupo *Contextualização curricular do ensino de química*.** Os professores que decidiram planejar, implementar e avaliar a unidade temática do ensino médio foram coordenados por pesquisadora da universidade com mais de 30 anos de experiência no ensino de química acompanhada por duas professoras do ensino médio, uma com mais de 20 anos de experiência e outra com mais de 10 anos de atividades em sala de aula.

**Características do programa e currículo da formação continuada.** O Grupo de Estudos *Ensino de Ciência do sistema Terra e a formação continuada de professores* constitui seu currículo de formação de professores a partir de problemas e desafios expostos por seus membros (professores, assistentes técnicos e pesquisadores). Desde o início dos trabalhos pretende investigar metodologia de formação de professores para a área de geociências. A interação gerada entre 2003 e 2005 definiu eixos para a intervenção didática de cada disciplina na unidade escolar. O currículo em ação construído cruzou políticas de currículo, pesquisa em educação e conteúdos geológicos. Estes foram concentrados em torno do entendimento de como o ciclo da água funciona na cidade.

Isso conduziu a planejar projetos de inovação curricular coletivamente. Houve projetos que reuniram professores da mesma escola, professores de escolas e disciplinas distintas e professores da mesma disciplina. Em comum a todos os projetos havia o alvo de transformar o local e a cidade em assunto de ensino. Ao mesmo tempo, cada professor precisava adaptar o local para tratar tópicos de sua disciplina. O Grupo de Estudos, portanto, constitui-se como um espaço interativo e interdisciplinar para definir que locais e aspectos da cidade mereceriam tornar-se assunto de ensino. O ambiente coletivo contribui para indicar diretrizes e cada professor individualmente necessita fazer planejamento detalhado da inovação curricular.

Tais elementos caracterizam a abordagem que propiciou a formação dos professores investigados. Parcela da preparação ocorreu antes da inovação curricular mas a última parte foi simultânea à implementação da proposta. A inovação curricular

de química foi implementada em classes da 2ª. série do ensino médio em 2 escolas estaduais situadas na malha urbana durante 2005.

**Oportunidades para os professores refletirem sobre o ensino.** O início da reflexão foi planejar detalhadamente como desenvolver a *Contextualização curricular do ensino de química a partir do ciclo da água*. A partir do tema *Ciclo da água em cidade do interior paulista*, decidido nas reuniões semanais do Grupo de Estudos, o subgrupo de química optou por organizar uma inovação curricular com o tema geral: *o estudo das soluções aquosas*. Justifica-se tal escolha por ser um conteúdo que possibilita, primeiro, promover uma intersecção entre conhecimento da química e as geociências, segundo, permite a contextualização a partir do ambiente.

Ao aprofundar a questão que emergiu de estudo interdisciplinar o subgrupo de química compreendeu que se tratava de um olhar mais aprofundado para as políticas curriculares. O planejamento detalhado foi o primeiro momento para refletir coletivamente sobre como o tópico era tradicionalmente ensinado. Passo seguinte foi formular um *protocolo* que tivesse dupla função: servisse para organizar aulas e coletar informações da percepção dos alunos diante do currículo novo.

Cada uma das professoras buscou implementar o planejamento detalhado. O esquema de Burbank & Kauchak (2003), pesquisa colaborativa feita em duplas de professores nas quais um professor observa o trabalho do outro (como já foi mencionado), foi implementado. A discussão da aula observada com o professor que a aplicou devia gerar uma outra dimensão de reflexão de cada professor.

Finalizadas todas as atividades didáticas, cada professor e a orientadora (pesquisadora da universidade) prepararam relatório individual de atividades realizadas. A preparação do relatório foi um momento de reflexão individual que necessitou comparar o planejamento detalhado e o que de fato foi possível desenvolver nas atividades didáticas.

**Fonte de dados.** Para investigar como o local foi incorporado à inovação curricular realizada pelos professores foi necessário esmiuçar os desafios identificados pelos próprios professores em sua trajetória. Uma parte dos dados foi obtida a partir dos passos dados para preparar o planejamento detalhado sem recorrer aos livros didáticos para preparar suas aulas.

Os cadernos de campo das observações de aula serviram para revelar a prática de ensino de cada uma das duas professoras. Foi registrada a metodologia de ensino empregada. Relatórios individuais das atividades didáticas examinaram avanços e

dificuldades dos alunos e identificaram a interferência dos agentes envolvidos na inovação curricular (do próprio professor, bem como dos demais membros do Grupo de Estudos).

As reuniões do Grupo de Estudos, momento de exposição pública de dúvidas e relatos de experiência, foram gravadas. Em momentos diferentes da trajetória houve gravação de depoimentos dados pelas professoras de química aos pesquisadores.

Professores do ensino público apresentaram levantamentos propiciados pelas discussões do Grupo de Estudos em eventos técnico-científicos (8º. Congresso Estadual Paulista de Formação de Educadores e 2º. Colóquio Internacional Políticas e Práticas Curriculares). Tais textos revelam preocupações e indicam influência da interação na mudança da prática de ensino e do currículo em ação dos professores.

A pesquisa, portanto, acha-se caracterizada pelo emprego de abordagem qualitativa apoiada em dados obtidos em momentos distintos e a partir de mais de uma técnica de investigação.

**Papel dos pesquisadores.** Os pesquisadores da universidade foram responsáveis por animar o debate e contribuir para que perguntas e problemas levantados no Grupo de Estudos pudessem ser aprofundados. No momento em que o local e a cidade tornaram-se o foco de atenção para construir propostas didáticas, os pesquisadores desempenharam papel crucial no levantamento e sistematização de informações tanto do meio físico, quanto da sociedade e sua história. Parte das reflexões de professores foram questionadas e desafiadas para propiciar seu aprofundamento.

## **Resultados**

As professoras de química examinadas possuem significativa experiência didática mas consideraram a participação no Grupo de Estudos uma experiência positiva para sua formação. Por outro lado, a colaboração em parceria (uma professora observando a aula da outra) não mereceu qualquer menção nos relatórios individuais das professoras; um forte sinal que elas não aceitaram o intercâmbio que foi definido pelo próprio Grupo de Estudos. Isso conduz a imaginar que as duas professoras têm muita segurança e clara delimitação *do que* e *do como* ensinar química a seus alunos e, a princípio, sua disposição para mudar conteúdos e abordagens é pequena.

O relatório da Professora de Química 1 indica como o assunto era tratado nas aulas:



“Desde o início de minha prática docente, o tópico *Soluções* faz parte de conteúdos químicos que introduzo no currículo do ensino médio. Para planejar minhas aulas, sempre me apóio em vários livros didáticos do ensino médio, observando a seqüência dos conceitos, os exemplos e os tipos de exercícios, embora adote um deles para que os alunos tenham um livro didático para estudar. O livro didático influenciava significativamente o currículo por mim planejado.

Para o ensino sobre as soluções partia do estudo da solubilidade, prosseguia discutindo a classificação de soluções (soluções saturadas, insaturadas etc.), coeficiente de solubilidade, tipos de concentração de soluções (mol/L, concentração em g/L, porcentagem em massa e volume, ppm), diluições. Os tipos de concentração de soluções eram escolhidos principalmente tendo em vista a aplicação na vida diária.” (Professora de Química 1, Relatório Individual).

Nota-se no relato que há um esforço para contextualizar os assuntos tratados, como o levantamento *Perfil do Professor do Ensino Médio da Região de Ribeirão Preto* já havia sugerido.

A Professora de Química 2 examina o tópico solubilidade nos livros didáticos usados por ela:

“Três dos livros analisados organizam o conhecimento de modo tradicional, apresentando um caráter enciclopédico. Apresentam definições seguidas de exemplos e formulações matemáticas. A seqüência é a mesma utilizada em livros didáticos para este nível de ensino, desde meados dos anos de 1940. Nota-se algumas pretensas inovações no sentido de se aproximar da vivência do aluno. O livro A ilustra os conceitos tratados por meio da apresentação de rótulos de produtos alimentares, entretanto não os problematiza. O livro B introduz fotos e caixas de textos para chamar a atenção do aluno para diferentes contextos. Uma informação sobre o profissional da enfermagem, por exemplo, é ponto de relação com o contexto do trabalho. O contexto ambiental é introduzido por meio de um texto sobre as substâncias tóxicas presentes na água potável e fotos de ambientes poluídos. Entretanto no decorrer do texto estas figuras não são problematizadas, nos levando a deduzir que o autor teve a preocupação de modernizar apenas a apresentação gráfica. O livro C, não apresenta contexto algum e, todo o capítulo é desenvolvido de forma tradicional. O livro D apresenta uma organização diferente das anteriores. O estudo das soluções está inserido no capítulo denominado: Materiais – classificação, concentração e composição. A contextualização é feita a partir de aspectos como saúde e cuidados com o corpo. O contexto da cidadania está presente salientando os aspectos: social e pessoal. Os autores estabelecem relações com a vida do aluno a partir da utilização de produtos de limpeza, cosméticos, perfumes. Entretanto, neste capítulo o contexto ambiental não é tratado. O que chama atenção neste livro é o cuidado com as imagens. O livro E, no capítulo sobre soluções aquosas prioriza os contextos: ambiental e da cidadania. O estudo das soluções se dá a partir do estudo da água.” (Professora de Química 2, trabalho exposto em evento técnico-científico).

Para montar o planejamento detalhado, as professoras examinaram as alternativas disponíveis em livros didáticos que articulavam solubilidade e contexto. Notaram que os livros buscaram certa adaptação aos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (Brasil, 1998), mas evidentemente tais materiais pouco ajudariam a selecionar conteúdos e organizar as aulas que adotassem o local como foco pedagógico.

“Distribuimos o *Protocolo* (...) Alguns alunos não perceberam o reservatório de água subterrânea, outros identificaram as geleiras que nós [professoras] não havíamos previamente identificado. Algumas coisas que a gente acha que o aluno sabe, quando a gente faz essas perguntas... descobre que eles não sabem. A gente se surpreende.

“Outra coisa foram os volumes dos reservatórios, o tempo de permanência... descobrimos que os alunos têm dificuldade de ver. Esperávamos que os alunos perguntassem mais sobre a tabela [de dados dos reservatórios do ciclo da água], mas precisamos explicar muita coisa. Essa foi uma das dificuldades inesperadas que encontramos. (...)”

“O que chamou mais atenção dos alunos foi o mapa com todos os poços de água [da cidade]. Eles quiseram saber qual é o poço mais perto da casa de cada um, poço perto da escola... despertou muito a curiosidade dos alunos.” (Professora de Química 1, depoimento em discussão do Grupo de Estudos após terminar todas as atividades didáticas. Nas citações das professoras, os termos entre colchetes representam acréscimos ou mudanças dos autores).

Tratar o currículo de química a partir das questões locais introduziu mudanças relevantes na atividade das professoras:

“Decidimos também que não utilizaríamos os livros didáticos e que produziríamos um material instrucional que privilegiaria o estudo do ciclo da água [na cidade] com dados locais. Partiríamos do estudo local, pois, tínhamos a hipótese de que assim os alunos teriam maior motivação e possibilidade de compreensão. Em outras palavras, partiríamos do contexto local para posteriormente introduzirmos os conceitos mais abstratos da química e das ciências do sistema Terra.” (Professora de Química 1, Relatório Individual).

O local não é apenas o ponto de partida ou fonte de dados empíricos mais próximos do pensamento dos alunos. De fato, abre-se a possibilidade de aprofundar conteúdos e construir modelos e formulações abstratas e teóricas em torno de temas relevantes para entender o ambiente. O Relatório da Professora de Química 1 defende:

“(...) Parti da conceituação do ciclo da água por meio de perguntas, tais como: *como as nuvens são formadas? O que são soluções?* Para possibilitar a compreensão do balanço hídrico, relembrei a lei de Lavoisier e questionei os alunos quanto ao tipo de fenômenos que prevalecia no ciclo da água. Durante as atividades propostas foram esclarecidas algumas dúvidas. *O que é precipitar? A*

*quantidade de água que entra e sai, no ciclo, não é igual?”* (Professora de Química 1, Relatório Individual).

A professora soube levar para aula elementos que são nucleares na teoria de sistemas. A conservação da massa e o balanço dos fluxos de matéria e energia constituem idéias chaves para construir o entendimento do sistema.

Na cidade existe uma percepção genérica de que a água do abastecimento público é contaminada. Rigorosamente há poucos dados disponíveis que comprovem essa idéia, apesar da imprensa local continuamente explorar tal noção. Essa percepção foi enfrentada nas aulas seguintes:

“Chamei a atenção dos alunos, para o fato da água ser o principal solvente e formador do relevo. Destaquei a qualidade da água [da cidade] (uma das melhores do mundo) relacionando com o solo da cidade.” (Professora de Química 1, Relatório Individual).

O exame das condições da água e de seus caminhos pela cidade conduzem a assunto social e ambientalmente relevante. Abre-se a possibilidade de repensar a própria noção de cidade e de seus vínculos com a natureza. Um conceito é central para entrecruzar esses nexos, trata-se da idéia de tempo geológico: a cidade é tomada como resultado de processos históricos de milhares de milênios. A distribuição espacial de objetos na cidade (rochas, solos e poços de exploração de água) interliga eventos históricos de duração muito diferentes e a química, ajuda, ainda, a aclarar como a composição da água transforma-se na passagem da atmosfera até ser acumulada nas rochas.

Partindo da “hipótese de que a localização dos poços artesianos da cidade e principalmente os que servem a escola motivaria os alunos coloquei na frente da classe um mapa da cidade com os poços artesianos, o que despertou muita curiosidade nos mesmos.

“Em seguida, apresentei fotos de vários pontos da cidade com destaque para afloramentos de basalto e arenito, para dar uma idéia da aparência das rochas na paisagem. Para complementar levei amostras de basalto e arenito, o que chamou muita a atenção dos alunos. (...)” (Professora de Química 1, Relatório Individual).

O estudo do local permitiu o uso de múltiplas linguagens para desenvolver os assuntos. Ao ensino de química, as professoras incorporaram materiais pouco usuais (mapas e fotografias), bem como intensificaram outros procedimentos didáticos (visita a laboratório de análise bacteriológica do departamento municipal de águas, atividades

experimentais relativas às variáveis que determinam a solubilidade e identificam solutos, levantamentos feitos por alunos).

O tratamento geológico da água além de salientar o caminho subterrâneo da água, implica tratar a distribuição da água espacialmente. De um lado, isso diz respeito à mencionada distribuição de objetos na cidade e, de outro, acha-se associada ao uso de representações visuais para expor os fenômenos.

As descrições relatadas pela Professora de Química 1 assinalam certa ampliação do escopo do que é tratado no ensino de química quando comparado às formas utilizadas anteriormente pelas duas professoras. A terminologia e linguagem eminentemente classificatórias, analíticas e algébricas tornam-se parte do entendimento do fenômeno químico, ao lado dessas reúnem-se linguagem visual e tratamento espacial dos fenômenos.

Assinalamos as dificuldades cognitivas relativas ao entendimento do ciclo da água estudadas por Ben-Zvi-Assarf & Orion (2005). Os autores defendem que tópicos ambientais relacionados à hidrosfera devem ser tratados junto a outros componentes do sistema Terra. O ciclo da água é um sistema complexo que conduz os alunos a nexos entre as esferas terrestres: a) hidrosfera e geosfera (via intemperismo, dissolução e precipitação de minerais na água do mar); b) hidrosfera e atmosfera (evaporação e condensação); c) hidrosfera, biosfera e atmosfera (transpiração). Dados empíricos expostos revelam que crianças formaram simultaneamente as noções de evaporação e condensação (parte atmosférica do ciclo) e as maiores dificuldades para conceber o sistema foram identificar as águas subterrâneas e seu movimento (caminho do ciclo pela geosfera).

A inovação curricular implementada pelas duas professoras contribui para chamar atenção dos alunos para as diferenças químicas entre água atmosférica e subterrânea. A avaliação feita pelas professoras, por outro lado, mostrou resultados semelhantes aos achados por Ben-Zvi-Assarf & Orion (2005): os alunos tiveram dificuldade de compreender o sistema devido a erros relativos ao comportamento da água subterrânea e a superação da deficiência deve passar por procedimentos de ensino mais cautelosos para explorar o conteúdo. O ponto é mais claramente exposto pela Professora de Química 1:

“(...) os alunos analisaram relatórios contendo dados sobre a análise de água de poços artesianos em duas regiões diferentes da cidade, um localizado no terreno

com arenito e outro com basalto. Os relatórios continham tipos de substâncias dissolvidas e as respectivas concentrações.

“É importante destacar, que a maioria dos alunos não conseguiu identificar a origem das substâncias dissolvidas na água, não conseguindo assim relacionar os dados dos poços artesianos da cidade com o tipo de rocha presente no local de captação.” (Professora de Química 1, Relatório Individual).

Apesar da dificuldade dos alunos de relacionar fenômenos químicos e sua distribuição associada aos tipos de rochas da cidade, problema diagnosticado pelas duas professoras (a Professora de Química 2 chega a resultado semelhante com seus alunos) isso serviu para uma reflexão das professoras sobre os limites da aprendizagem e sobre as principais dificuldades dos estudantes. Na avaliação das atividades, encontramos:

“No início do projeto notamos que a maioria dos alunos não percebia as águas subterrâneas como parte do ciclo da água, o que confirma os resultados de Ben-Zvi-Assarf & Orion (2005). Foi feita uma tentativa de fazer emergir a questão da água subterrânea que normalmente é inexistente na maioria da população.

“Um dos avanços que notamos é que na avaliação posterior a aplicação do projeto grande parte dos alunos (27) passaram a notar a infiltração como um dos caminhos da água na natureza (...)

“Devo salientar que os alunos perceberam os fluxos da água, porém nenhum aluno indicou o balanço hídrico, ou seja, a conservação da massa no processo, o que eu tinha salientado na sala de aula.” (Professora de Química 1, Relatório Individual).

A mudança de foco para o local e a construção da abordagem curricular abriu diversas possibilidades de reflexão individual e coletiva dos professores. Situou de forma mais clara a interferência do livro didático na seleção e organização dos conteúdos, mas foi além disso ao indicar às professoras o tratamento generalizante, superficial e fragmentário que os livros dão aos conteúdos.

A tarefa de planejar detalhadamente certo conjunto de atividades e posteriormente aplicar, acompanhar e avaliar o andamento trouxe uma reflexão sobre a distância entre o previsto e o que foi possível desenvolver. Tópicos previstos não puderam ser alcançados no tempo previamente definido, respostas inesperadas dos alunos trouxeram dúvidas sobre o andamento do ensino. Isso é decorrência de um esforço mais sistemático de mudar a prática de ensino e ter elementos que forneçam dados dos alunos sobre o aprendizado. Há um processo de reflexão individual sobre o próprio trabalho e a inovação, esta, por sua vez, tem na reflexão coletiva um momento

para interagir e avançar o próprio trabalho tanto em termos de conteúdo, quanto de segurança em torno do estudo sobre o local.

### **Discussão**

Nos limites desta pesquisa, o termo *local* significa a região próxima da moradia de alunos e professores. No estudo realizado, local é sinônimo de município. Trata-se em larga medida de um conceito pragmático que emergiu de interesses e preocupações dos professores do Grupo de Estudos.

Quando o local é transformado em problema de ensino sob o enfoque da teoria de sistemas e do tempo geológico é possível construir com os alunos uma concepção ambiental. Esta possui uma dimensão temporal da história da natureza. Trata-se de uma abordagem sintética que conduz os alunos a compreender certo campo da ciência (química), bem como achar nexos deste com outras áreas de conhecimento.

A dimensão do local é marcada pelo cotidiano, pelo imperceptível, pelo que está incorporado e invisível aos olhos do dia-a-dia. Para que o local possa ser estudado é preciso transformá-lo em algo estranho, surpreendente, inusitado portanto é preciso construir um problema que está escondido sob o véu do ritmo rápido e impensado. Há uma tarefa crucial nesse processo, o professor precisa montar um problema junto com seus alunos para construir um arranjo curricular.

O resultado do desenvolvimento interativo põem no centro do debate as estratégias para sala de aula. Estas não acham-se limitadas somente ao *como fazer*, mas tratam *do que* ensinar. O ponto pode ser compreendido no âmbito do ensino de ciências conforme Izquierdo (2005) assinala: é preciso incluir dimensões de conteúdo na didática, ou seja, relevância social, humanista, econômica e política precisa estar presente na seleção de conteúdos. Do ponto de vista da didática, Cochran-Smith & Lytle (1999), bem como Pimenta (2002), reivindicam a necessidade da reflexão do professor ultrapassar os limites técnicos e incluir a dimensão política.

Várias alternativas para inovar o ensino de química referem-se a reformular conteúdos apoiando-se nos nexos de ciência, tecnologia e sociedade. Isso muitas vezes tem conduzido ao estudo de aspectos da crise ambiental (acidentes, contaminação do ar e da água, contaminação nos ambientes de trabalho, p.ex.: Fadini & Fadini, 2001). A abordagem perseguida conduziu a um currículo voltado para o esclarecimento de como contaminantes podem chegar às águas subterrâneas e imediatamente rejeita-se e denuncia-se o sensacionalismo da imprensa. Esse ponto não é banal. Trata-se de um

modo positivo de incorporar preocupações de ciência, tecnologia e sociedade rejeitando a idéia de que água e contaminação são assuntos intrinsecamente vinculados (como implicitamente foi tratado por Edwards et al., 2004).

### **Conclusões**

Resultados obtidos a partir de duas professoras de química evidentemente não possuem representatividade para estabelecer generalizações. Mesmo que os elementos obtidos pelos demais professores do Grupo de Estudos *Ensino de Ciência do sistema Terra e a formação continuada de professores* fossem acrescentados, ainda assim não há condições para validar os resultados. Apesar disso, as implicações educacionais observadas a partir da escolha do local como foco de atividades didáticas sugerem que o tópico merece estudos adicionais.

### **Referências bibliográficas**

- BARTELS, N. How teachers and researchers read academic articles. **Teaching and Teacher Education**, v. 19, p.737-753, 2003.
- BEANE, J.A. Integração curricular: a essência de uma escola democrática. **Currículo sem Fronteiras**, v.3, n.2, p.91-110, jul./dez. 2003.
- BEANE, J.A.; APPLE, M.W. O argumento por escolas democráticas. In: APPLE, M.W.; BEANE, J.A. (Orgs.). **Escolas democráticas**. Tradução por Dinah de Abreu Azevedo. São Paulo: Cortez, 1997. p.9-43.
- BEN-ZVI-ASSARF, O.; ORION, N. A study of junior high students' perceptions of water cycle. **Journal of Geoscience Education**, v. 53, n. 4, p. 366-373, Sep., 2005.
- BERGER, J.G.; BOLES, K.C.; TROEN, V. Teacher research and school change: paradoxes, problems, and possibilities. **Teaching and Teacher Education**, v. 21, p.93-105, 2005.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. SECRETARIA DE EDUCAÇÃO MÉDIA E TECNOLÓGICA. **Parâmetros Curriculares Nacionais - Ensino Médio**. MEC/SENTEC, Brasília: 1998. 360p.
- BURBANK, M.D.; KAUCHAK, D. An alternative model for professional development: investigations into effective collaboration. **Teaching and Teacher Education**, v. 19, n. 5, p. 499-514, Jul. 2003.
- CARNEIRO, C. D. Ré; TOLEDO, M.C.M. de; ALMEIDA, F.F.M. de. Dez motivos para a inclusão de temas de geologia na educação básica. **Revista Brasileira de Geociências**, v.34, p.553-560, 2004.
- COCHRAN-SMITH, M.; LYTLE, S.L. The teacher research movement: a decade later. **Educational Researcher**, v.28, n.7, p.15-25, oct. 1999.
- EDWARDS, M. et al. La atención a la situación del mundo en la educación científica. **Enseñanza de las Ciencias**, v.22, n.1, p.47-64, mar. 2004.

- ELLIOTT, J. Recolocando a pesquisa-ação em seu lugar original e próprio. In: GERALDI, C.M.G.; FIORENTINI, D.; PEREIRA, E.M. de A. (Org.). **Cartografias do trabalho decente: professor(a)-pesquisador(a)**. Campinas: Mercado das Letras, 1998. p. 137-152.
- HAYWOOD, M.; PAGE, R.N. The uses of practitioner research and status issues in educational research: reply to Gary Anderson. **Educational Researcher**, v.31, n.7, p.26-27, Oct. 2002.
- IZQUIERDO AYMERICH, M. Hacia una teoría de los contenidos escolares. **Enseñanza de las Ciencias**, v.23, n.1, p.111-122, 2005.
- MAXWELL, J.A. Causal explanation, qualitative research, and scientific inquiry in education. **Educational Researcher**, v.33, n.2, p.3-11, Mar. 2004.
- FADINI, P.S.; FADINI, A.A.B. Lixo: desafios e compromissos. **Química Nova na Escola**, (Cadernos Temáticos de Química Ambiental), p.9-18, mai., 2001.
- PEDRINACI, E. La geología en el bachillerato: un análisis del nuevo curriculum. **Enseñanza de las Ciencias de la Tierra**, v.10, n.2, p.125-133, 2002.
- PIMENTA, S.G. Professor reflexivo: construindo uma crítica. In: PIMENTA, S.G.; GHEDIN, E.. **Professor reflexivo no Brasil: gênese e crítica de um conceito**. 2 e. São Paulo: Cortez, 2002. p.17-52.
- RODRIGUEZ, J.G.; GARZÓN, J.C. Cooperação escola-universidade e construção de currículo. In: GARCIA, R.L.; MOREIRA, A.F.B. **Currículo na contemporaneidade: incertezas e desafios**. São Paulo: Cortez, 2003. p.209-253.
- SCHALOCK, H.D.; SCHALOCK, M.D.; AYERES, R. Scaling up research in teacher education: new demands on theory, measurement, and design. **Journal of Teacher Education**, v.57, n.2, p.102-119, Mar-Apr. 2006.
- SHULMAN, L.S. Truth and consequences? Inquiry and policy in research on teacher education. **Journal of Teacher Education**, v. 53, n. 3, p. 248-253, Jun. 2002.
- WARFIELD, J.; WOOD, T.; LEHMAN, J.D. Autonomy, beliefs and the learning of elementary mathematics teachers. **Teaching and Teacher Education**, v.21, p.439-456, 2005.
- ZEICHNER, K.M. **A formação de professores: ideias e práticas**. Lisboa: Educa, 1993. 131p.

### **Agradecimentos**

Os autores agradecem a colaboração dos professores do Grupo de Estudos *Ensino de Ciência do sistema Terra e a formação continuada de professores*, especialmente os colegas Denise Lourenço Curval Massaro, Jesus Aparecido Ribeiro, Maria Ângela Garófalo, Maria José dos Santos e Maurílio Antonio Ribeiro Alves, bem como a auxiliar de pesquisa Ana Paula Mestre.