



Ensino de Química sob enfoque ambiental da Geologia

P.W. Gonçalves¹ & N.A.L. Sicca²

1 Instituto de Geociências. Universidade Estadual de Campinas. Cx. p. 6152 Barão Geraldo. 13083-970 Campinas, SP. E.mail: pedrog@ige.unicamp.br

2 Mestrado em Educação. Centro Universitário Moura Lacerda. E.mail: nalsicca@bol.com.br

ABSTRACT Program for teacher education propitiates good conditions to improvement of teachers of different disciplines. That tries new arrangements of the scientific knowledge. That is the result of the interaction inside a Group of Studies. This group is composed by secondary teachers, experts of State Department of Education and researchers of the university. All are worried to study water cycle upon geologic approach. This group congregates teachers in collaborative research. The group studies the water cycle inside the city together with educational questions. This work tells the experience carried through for teachers of Chemistry which participate of the group. This text compares a traditional teaching done by Chemistry on watery solutions and that one carried through under the guideline from geologic time. This way finds for a guideline which follows: geological approach, theory of systems, local and city. It tells the steps given by teachers in their trajectory to build a curricular innovation for secondary education. It defends that Geology is a positive alternative to situated learning of Chemistry education.

Palavras-chave: ensino de Química, ensino de Geologia, currículo, ciclo da água.

Keywords: teaching of chemistry, teaching of geology, curriculum, water cycle.

INTRODUÇÃO No quadro institucional da educação brasileira, na qual inexistia disciplina específica de conteúdo geológico no ensino básico, como tratar o conhecimento ambiental de forma clara, profunda e integrada? Como montar nexos entre Geologia e outras disciplinas de modo a inovar o currículo dessas disciplinas? Como capacitar professores que receberam poucas ou nenhuma formação geológica para que possam compreender como funciona o planeta e possam veicular esse conhecimento com seus alunos dos níveis iniciais de ensino?

Esse conjunto de perguntas preside uma experiência atualmente em curso que envolve capacitar professores do ensino básico para desenvolver o conteúdo geológico com seus alunos.

Trata-se de pesquisa colaborativa que reúne professores de disciplinas distintas, todos eles preocupados com seu próprio aperfeiçoamento profissional e com a melhora da qualidade de ensino. Certo conjunto de diretrizes orienta essa formação continuada e uma delas é o conteúdo geológico vinculado ao entendimento ambiental da cidade.

O presente trabalho expõe uma parcela dessa interação entre professores e pesquisadores da universidade. Trata-se de atividade desenvolvida para o ensino de Química na qual a Geologia desempenha papel crucial no entendimento da dinâmica do ciclo hidrológico.

OBJETIVOS Este trabalho pretende apresentar uma proposta de inovação curricular no ensino médio de

Química formulada a partir da perspectiva de tratar o ciclo da água com enfoque geológico.

A água constitui conhecimento crucial na formação dos estudantes. Seu papel ambiental e geopolítico não necessita ser demonstrado, mas estudar a água tem, ainda, significativa importância cognitiva pela necessidade de compreender características de transformações físicas, bem como suas múltiplas inter-relações.

Apesar disso, muitos estudos revelam que o ensino do tema é excessivamente simplificado, fragmentado e que conduz a uma idéia distorcida que pouco contribui para os alunos compreenderem a dinâmica natural e o ambiente. Ensinar o ciclo da água favorece modelos excessivamente simplificados, reduzidos e que pouco contribui para formar capacidade científica nos alunos, tão pouco ajudam a entender processos naturais (ver, p.ex.: Ben-Zvi-Assarf & Orion 2005).

Este texto situa-se nesse campo semântico, teórico e prático que investiga alternativas para propiciar um entendimento dos processos relativos ao ambiente.

CONTEXTO INSTITUCIONAL Essa proposta foi formulada como parte da pesquisa curricular conduzida pelo Grupo de Estudos *Ensino de Ciência do sistema Terra e a formação continuada de professores* (pesquisa colaborativa que reúne professores do ensino médio, assistentes técnicos da Secretaria de Educação e pesquisadores da universidade).

O grupo de estudos estabeleceu eixos curriculares a serem desenvolvidos por todos os professores



participantes (Geografia, Biologia, Química, Física, Matemática e História): ciclo da água, teoria de sistemas, local e cidade, tempo geológico. A combinação desses eixos funcionaria como o contexto ambiental para tratar tópicos específicos de cada uma das disciplinas. A realização prática desse plano depende da reformulação curricular realizada por cada professor apoiado nos debates e orientações coletivas do grupo de estudos mencionado.

DELIMITAÇÃO TEMÁTICA EM QUÍMICA

Inovações curriculares no ensino de Química têm sido marcadas pelo cruzamento com problemas ambientais (poluição atmosférica, contaminação da água, acidentes tecnológicos). Frequentemente interpreta-se esse esforço como parte de um movimento denominado *ciência, tecnologia e sociedade* (Membiela 2002).

Colocar a água e seu ciclo no centro de um ensino de ciências que explore os problemas ambientais é o cerne da proposta de Edwards *et al.* (2004).

Izquierdo (2005) assinala que a didática precisa tratar do conteúdo do ensino de ciências e isso implica considerar as dimensões social, humanística, política, ética e econômica vinculadas aos problemas tratados pelas ciências.

Essas reflexões cruzadas às diretrizes do grupo de estudos conduziram a selecionar um tópico especialmente frutífero para contextualizar o ensino de Química por meio do ambiente. Os professores dessa disciplina elegeram o tópico *estudo das soluções aquosas* para estabelecer pontes conceituais e metodológicas com a Geologia.

BASE TEÓRICA QUE SUSTENTA AS OPÇÕES TOMADAS Alguns textos foram particularmente relevantes durante o processo de tomada de decisão dentro do grupo de estudos, bem como, para orientar procedimentos dos professores de Química.

A idéia de constituir um espaço e tempo no currículo para elaborar uma proposta que fosse o resultado do trabalho coletivo de professores acha-se em Beane (2003). A **integração curricular** se caracterizou como uma dimensão nuclear na defesa de interesses de alunos e professores para definir o currículo. Isso se manifestou ao definir enfoques mais sensíveis aos interesses dos alunos que pudessem aclarar problemas relevantes para compreender a cidade. A integração funcionou como modo de unificar o conhecimento e torná-lo mais acessível aos estudantes. Foi uma forma de diminuir sua fragmentação e revelar mais nexos de conhecimentos de distintas ciências. Ao mesmo tempo, os professores participaram mais ativamente do planejamento de seu

próprio trabalho, ou seja, aumentou a autonomia do professor para definir o que ensinar.

A integração curricular acha-se vinculada à perspectiva de conduzir os trabalhos para uma escola democrática (Beane & Apple 1997). O esforço para constituir currículos defende a capacidade individual e coletiva para resolver problemas e criar um ambiente favorável para manter alunos e professores bem informados.

Todo o trabalho perseguiu uma colaboração entre pesquisadores, assistentes técnicos da Secretaria da Educação e professores. Isso propiciou um fluxo de conhecimento que interconectou distintas fontes de conhecimento: técnicos de órgãos públicos e privados foram articulados para disponibilizar conhecimento sobre a cidade. Tanto essas formas de organização, quanto o conhecimento que é acionado são aspectos preconizados nos relatos feitos por Rodriguez & Garzón (2003).

O grupo de estudos optou por tratar os problemas micro-curriculares, pois, dessa maneira, os professores adquirem papel central na determinação do currículo em ação (conforme é demonstrado por Gimeno 2000).

Privilegiar essa dimensão do currículo implica assinalar os aspectos que compõem a autonomia do professor, descrita por Contreras (1997). Esse autor delimita os valores que regem a atividade do professor, desde a obrigação moral com os alunos, os compromissos com a comunidade, a competência profissional e domínio técnico de instrumentos vinculados ao ensino.

No campo das pesquisas sobre ensino de Ciências e de Geologia há inúmeras contribuições que convergem para os mesmos valores. Compiani (2006) assinala o papel do *lugar* para construir noções de ciência, tecnologia, sociedade e ambiente no ensino. Carneiro *et al.* (2004) dão continuidade e abrangência para o importante papel da Geologia no ensino básico. Guimarães (2004) mostra como o ensino de Geologia pode articular as noções de tempo, espaço e transformação para construir uma idéia cidadã e integrada de planeta. O trabalho inaugural de Cuello (1988) privilegia a adoção de projetos e problemas geológicos para fornecer uma idéia integrada de ensino de ciências.

A fundamentação do trabalho passa, portanto, pelo campo que cruza ensino de Geologia e de Ciências, estudos de currículo e formação de professores.

RELATO DA TRAJETÓRIA DE CONSTRUÇÃO DE UM CURRÍCULO AUTÔNOMO

Os professores precisaram, após realizar sua inovação curricular, preparar relatórios individuais e coletivo que examinassem a experiência realizada. Trata-se de abordagem que persegue fórmulas sugeridas em



propostas que valorizam a prática dos professores e a reflexão feita pelos próprios práticos (ver Cochran-Smith & Lyttle 1999, Zeichner 1998):

Podemos dizer que a produção da inovação teve início no decorrer das reuniões do grupo interdisciplinar, seja na participação das reuniões semanais sobre os temas pertinentes ao conhecimento geológico, seja por meio da participação nas palestras promovidas por geólogos convidados. Foram analisados pelo grupo filmes, programas de computador com dados obtidos por satélite, foram levantados documentos sobre dados da água na cidade contendo análise de poços artesianos, EIA-RIMAs, trabalhos de campo, nos quais foram coletadas amostras de rochas e fotografadas paisagens com afloramentos, mapa com a localização dos poços artesianos da cidade de Ribeirão Preto, fotos de rochas. Foi procedido um levantamento bibliográfico e um levantamento de materiais didáticos (Sicca, Massaro & Santos 2005).

Além dos estudos feitos sobre a cidade para transformar o local em alvo pedagógico, os professores conduziram levantamentos que aclaram o problema educacional:

Foram analisados os documentos oficiais voltados para o ensino médio: os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL 1999); Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL 1998); Matrizes de Competências do ENEM. Nesses foram focadas as questões relativas a contextualização e interdisciplinaridade, a área de ciências da natureza, matemática e suas tecnologias (Sicca, Massaro & Santos 2005).

As professoras esmiuçaram a análise de como o tópico *soluções aquosas* aparece nos livros didáticos que elas mesmas utilizam e tomaram como parâmetro de análise o aspecto focal da experiência que estavam desenvolvendo, ou seja, a tentativa de contextualizar o assunto por meio do estudo da natureza:

Três dos livros analisados organizam o conhecimento de modo tradicional, apresentando um caráter enciclopédico. Apresentam definições seguidas de exemplos e formulações matemáticas. A sequência é a mesma utilizada em livros didáticos para esse 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 essas 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 (Santos & Sicca 2005).

Todos esses elementos reunidos permitiram um planejamento inovador para um conjunto de aulas para alunos da segunda série de nível médio de duas escolas estaduais do interior paulista. Foram previstas aulas teóricas e práticas para propiciar o desenvolvimento de raciocínios e aspectos metodológicos típicos da Química, bem como houve a incorporação de tópicos, linguagens e raciocínios empregados pela ciência geológica. O nexo dessas ciências foi firmado por meio do entendimento do ciclo da água na cidade, o que implicou compreender e explicar a produção de água e seus problemas correlatos (o local é totalmente abastecido por água subterrânea obtida de poços públicos e privados).

TRATAMENTO USUAL DO TÓPICO SOLUÇÕES AQUOSAS NO ENSINO DE QUÍMICA Inúmeros autores reiteram que o livro didático é a principal fonte para selecionar e organizar os conteúdos ensinados. É preciso, entretanto, ter cautela em relação a esses elementos.

Shulman (1987) investiga quais são as fontes que sustentam as práticas dos professores e indica um quadro mais amplo: estudos de graduação, materiais e processos institucionais, pesquisas sobre escolas e escolarização e organizações sociais, sabedoria prática constituem pontos cruciais para o trabalho do professor (o que é coerente com a influência do professor na determinação final do currículo em ação, revelada por Gimeno 2000).

A pesquisa colaborativa tenta enfatizar justamente esse aspecto que reforça a autonomia do professor. Isso é incentivado de diversas formas, uma delas é refletir sobre as características curriculares do ensino que ele pratica e qual é a influência do livro didático na determinação do conhecimento ensinado.

Seguindo tal procedimento, as próprias professoras assinalam que livros didáticos comuns de Química



utilizam abordagens classificatórias. O tópico soluções aquosas é exposto ao diferenciar soluções de dispersões. As obras enfatizam diferentes tipos de soluções e a concentração de soluções.

O estudo da concentração de soluções é o mais enfatizado em todos os livros, reduzido muitas vezes a um conjunto de fórmulas a serem memorizadas e precedidos de cálculos numéricos.

Os livros utilizados pelas professoras não relacionam soluções e processos naturais.

Pode-se dizer que se trata de uma abordagem tradicional com exemplos de produtos do cotidiano para ilustrar o texto.

Um livro examinado introduz o estudo de processos naturais, mas a visão sistêmica (aspecto fundamental para uma perspectiva ambiental) acha-se ausente. Quando os livros tratam de exemplos ligados ao consumo deixam de estabelecer uma discussão crítica sobre o mesmo (Santos & Sicca 2005).

Esses são os traços essenciais do conhecimento veiculado pelos livros de Química no tópico *soluções aquosas*. Compreender e refletir sobre os limites e precariedade curriculares ajudou a formular a inovação curricular exposta neste trabalho.

INOVAÇÃO CURRICULAR NO ENSINO DE QUÍMICA: CICLO DA ÁGUA E TEMPO GEOLÓGICO A articulação de conhecimento, descrita neste item, acha-se apoiada no relatório elaborado pelas professoras (Sicca, Massaro & Silva 2005), em depoimentos e debates gravados no grupo de estudos no ano de aplicação do material didático produzido pelas professoras (2005).

Para as aulas iniciais foram elaborados textos contendo figuras, tabelas, gráficos para os alunos refletirem sobre o ciclo da água e sobre a solubilidade das soluções aquosas. Desse modo, foi introduzida uma perspectiva ambiental. Depois disso, houve discussão dos alunos com a professora.

Todo o processo de ensino foi acompanhado por um *protocolo* respondido pelos alunos. Isso serviu para coletar dados que propiciaram informes para as professoras refletirem sobre a inovação praticada.

Além de aulas ilustrativas, houve visita técnica ao laboratório de análises do Departamento de Águas e Esgotos do município.

Os alunos identificaram os poços tubulares do abastecimento público de água e examinaram a composição da água de diferentes regiões da cidade (com influência de distintos aquíferos nos íons e óxidos dissolvidos). Buscou-se comparar distintas composições das águas naturais aos tipos de rochas que prevalecem em cada área (arenitos ou basaltos) e as paisagens correlatas (tipo de relevo e patamar altimétrico).

Todo o trabalho desenvolvido perseguiu uma hipótese parcialmente comprovada. As professoras acreditavam que ao partir do contexto local para, posteriormente, introduzir conceitos mais abstratos da Química e de Ciência do sistema Terra os alunos teriam maior motivação e possibilidade de compreensão.

Isso foi parcialmente atingido pelo uso mais intenso de atividades experimentais incentivadas pela inovação curricular, pela multiplicidade de linguagens e raciocínios empregados nas aulas (ligados ao uso de mapas, amostras de distintas rochas, fotografias da cidade, etc.) e pelo próprio interesse dos alunos sobre a procedência da água utilizada nas residências.

As aulas incluíram tópicos diretamente vinculados ao ciclo da água: como as nuvens são formadas, balanço hídrico, lei de Lavoisier, quantidade de água que entra e sai no ciclo. Esses temas foram essenciais para compreender o que ocorre durante a infiltração e acúmulo de água no aquífero e que nexos podem ser estabelecidos com substâncias dissolvidas e distintas composições da água.

DISCUSSÃO O tratamento do ciclo da água no contexto ambiental, do *ponto de vista do tempo geológico* significa *procurar entender fluxos e balanços envolvidos nas transformações da água tanto no presente, quanto a partir de marcas deixadas na crosta terrestre* (Gonçalves *et al.* 2005). Nesse sentido, implica superar uma tradição nas escolas que resume o estudo do ciclo da água ao estudo das mudanças de estado físico e também abre espaço para se discutir características e qualidade da água de uma cidade. Significa, ainda, chamar a atenção para a conservação da massa ao discutir os balanços hídricos. Toda uma teia de aspectos complexos envolvem transformações, matéria e energia que dependem de certo entendimento hidroquímico para obter uma compreensão mais integrada e sistêmica dos caminhos da água.

Essa complexa teia está ausente nos livros didáticos utilizados pelas professoras. Os livros não enfatizam a introdução de dados, tão pouco conduzem alunos a refletir sobre os mesmos e, a partir daí, construírem os conceitos.

Além disso, o caráter comercial do livro implica excluir dados locais. Por outro lado, a inovação curricular necessita de dados do ciclo da água da cidade. Tal trajetória educacional propicia aos alunos a leitura de gráficos, tabelas e figuras.

A prática das professoras indica que os alunos têm dificuldade para ler e interpretar gráficos, tabelas e figuras. Por outro lado, as professoras pretendem desenvolver competências e habilidades voltadas para



a linguagem científica (pedidas nas Matrizes de Competências do ENEM).

O encontro dessas preocupações propicia um ensino de Química contextualizado pelas características e entendimento cultural e político do local. Nesse movimento, o conhecimento geológico é a pedra de toque que exhibe as características do

ambiente, seu funcionamento e abre possibilidades para enfrentar os problemas ambientais (super exploração de águas subterrâneas, contaminação, etc.).

De fato, coube à Geologia fornecer uma abordagem para o ensino que possibilita um olhar para a cidade capaz de ultrapassar o senso comum.

Referências

- BEANE J.A. & APPLE M.W. 1997. O argumento por escolas democráticas. In: APPLE, M.W. & BEANE, J.A. orgs. *Escolas democráticas*. São Paulo, Cortez. p.9-43.
- BEANE J.A. 2003. Integração curricular: a essência de uma escola democrática. *Currículo sem Fronteiras*, **3**(2):91-110.
- BEN-ZVI-ASSARF O. & ORION N. 2005. A study of junior high students' perceptions of water cycle. *Jour. Geosc. Educ.*, **53**(4):366-373.
- CARNEIRO C.D.R. *et al.* 2004. Dez motivos para a inclusão de temas de geologia na educação básica. *Rev. Brasil. Geoc.*, **34**:553-560.
- COCHRAN-SMITH M. & LYTLE S.L. 1999. The teacher research movement: a decade later. *Educational Researcher*, **28**(7):15-25.
- COMPIANI M. 2006. La dimensión horizontal y vertical del lugar, en los trabajos prácticos geológicos. *Alambique (Didáctica de las Ciencias Experimentales)*, **47**:38-47.
- CONTRERAS DOMINGO J. 1997. *A autonomía do profesorado*. Madrid, Ediciones Morata. 231p.
- CUELLO GIJÓN, A. 1988. Geología como área interdisciplinar. *Henares Rev. Geo.*, **2**:367-387.
- EDWARDS M. *et al.* 2004. La atención a la situación del mundo en la educación científica. *Enseñanza de las Ciencias*, **22**(1):47-64.
- GIMENO SACRISTÁN J. 2000. *O currículo e a reflexão sobre a prática*. Porto Alegre, Artmed. 352p.
- GONÇALVES P.W. *et al.* 2005. Formulação de modelos de estudos da Terra em trajetória de reformulação curricular do ensino médio: o exemplo do ciclo da água. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5. Bauru, 2005. *Atas...* Bauru, ABRAPEC. No prelo.
- GUIMARÃES E.M. 2004. A contribuição da Geologia na construção de um padrão de referência do mundo físico na educação básica. *Rev. Brasil. Geoc.*, **34**(1):87-94.
- IZQUIERDO AYMERICH M. 2005. Hacia una teoría de los contenidos escolares. *Enseñanza de las Ciencias*, **23**(1):111-122.
- MEMBIELA P. 2002. Investigación-acción en el desarrollo de proyectos curriculares innovadores de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, **20**(3):443-450.
- RODRIGUEZ J.G. & GARZÓN J.C. 2003. Cooperação escola-universidade e construção de currículo. In: GARCIA R.L. & MOREIRA A.F.B. ed. *Currículo na contemporaneidade: incertezas e desafios*. São Paulo, Cortez. p.209-253.
- SANTOS M.J. & SICCA N.A.L. 2005. O contexto ambiental em livros didáticos de Química. In: COLÓQUIO INTERNACIONAL POLÍTICAS E PRÁTICAS CURRICULARES: IMPASSES, TENDÊNCIAS E PERSPECTIVAS, 2. João Pessoa, 2005. *Atas...* p. 1-6.
- SHULMAN, L.S. 1987. Knowledge and teaching: foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, **57**(1):1-22.
- SICCA N.A.L., MASSARO D.L.C. & SANTOS M.J. 2005. Processo curricular no ensino médio: a contextualização como princípio organizador do currículo. In: GONÇALVES P.W. *Relatório parcial do Projeto Ensino de Ciência do sistema Terra e formação de professores em efetivo exercício*. Campinas. p.76-109.
- ZEICHNER K.M. 1998. Para além da divisão entre professor-pesquisador e pesquisador acadêmico. In: GERALDI C.M.G. *et al.* (org.) *Cartografias do trabalho decente: professor(a)-pesquisador(a)*. Campinas, Mercado das Letras. p.207-236.