

O Emprego de Parâmetros Físicos e Químicos para a Avaliação da Qualidade de Águas Naturais: Uma Proposta para a Educação Química e Ambiental na Perspectiva CTSA

Vânia Gomes Zuin, Maria Célia S. Ioriatti e Carlos Eduardo Matheus

Este artigo apresenta resultados obtidos a partir da determinação de alguns parâmetros físicos e químicos de águas naturais que, articulados com questões referentes à realidade social, geográfica e histórica levantadas em um estudo da bacia hidrográfica do córrego do Paraíso, São Carlos (SP), por estudantes do Ensino Fundamental e Médio da E. E. Prof. Sebastião de Oliveira Rocha, permitiram abordar a relação entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), constituindo-se como uma proposta educativa de grande potencial para o campo da Educação Química e Ambiental.

▶ parâmetros físicos e químicos de águas naturais; relações Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA); Educação Química e Ambiental ◀

Recebido em 01/11/07, aceito em 25/08/08

A inclusão de temas relativos às questões científicas, tecnológicas, sociais e ambientais (enfoque CTSA) no conteúdo programático do Ensino Fundamental e Médio pode colaborar sobremaneira para o desenvolvimento de conceitos químicos, pedagógicos e das condições e habilidades básicas concernentes à cidadania (Santos e Schnetzler, 2000; Silva e Andrade, 2003). Como salientado por Pitombo e Lisbôa (2001), o ambiente natural e o construído são sistemas complexos, fornecedores de tópicos muito propícios para o processo de formação educacional, principalmente quando são utilizados exemplos de relevância local. Esses princípios nortearam a realização de uma atividade de investigação de alguns pa-

A inclusão de temas relativos às questões científicas, tecnológicas, sociais e ambientais no conteúdo programático do Ensino Fundamental e Médio pode colaborar para o desenvolvimento de conceitos químicos, pedagógicos e das condições e habilidades básicas concernentes à cidadania.

râmetros físicos e químicos de águas naturais em associação a observações da realidade social, geográfica e histórica. A atividade foi desenvolvida com a participação de 19 estudantes do Ensino Fundamental e Médio da E. E. Prof. Sebastião de Oliveira Rocha no decorrer de um ano letivo – nas aulas de Ciências e de Biologia e em horários extraescolares – para a avaliação da qualidade da água de um córrego localizado na cidade de São Carlos (SP) e, conseqüentemente, de sua bacia hidrográfica (Figura 1). É importante ressaltar que esse trabalho foi realizado durante o curso de Especialização em Educação Ambiental intitulado “Educação Ambiental e Recursos Hídricos” em 2002, do CRHEA-USP, para a formação de professores e profissionais da área

de Ciências, Química, Biologia e demais disciplinas correlatas (<http://www.shs.eesc.usp.br/posgraduacao/eduambiental/>). Cabe destacar que, dada a característica deste trabalho, quatro parâmetros relevantes para a caracterização da qualidade da água foram selecionados (Moraes, 2001), a saber: temperatura, pH, oxigênio dissolvido (OD) e condutividade elétrica. Exceto esse último, todos os outros são utilizados – juntamente com parâmetros para coliformes fecais, demanda bioquímica de oxigênio, nitrato total, fosfato total, turbidez e sólidos totais – para o cálculo do índice de qualidade das águas (IQA), utilizado por agências brasileiras de monitoramento/regulamentação ambiental, caso da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), tendo como objetivo principal a utilização das águas para o abastecimento público (CETESB, 2007). Além do IQA, há outros índices específicos para os principais usos do recurso hídrico, que possuem vantagens como o maior *status* com relação aos parâmetros individuais e o fato de representar uma média de muitas variáveis em um só número,

A seção “Química e sociedade” apresenta artigos que focalizam diferentes inter-relações entre Ciência e sociedade, procurando analisar o potencial e as limitações da Ciência na tentativa de compreender e solucionar problemas sociais.



Figura 1: Microbacia hidrográfica do córrego do Paraiso, município de São Carlos - SP (CDCC, 2008) (Os seis pontos de amostragem de água se encontram assinalados em vermelho).

combinando unidades de medidas diferentes em uma unidade única. Entretanto, a principal desvantagem do uso de índices, como apontado pela CETESB (2007), consiste na perda de informação das variáveis individuais e da interação entre estas. O índice, apesar de fornecer uma avaliação integrada, jamais substituirá uma avaliação detalhada dos variados aspectos que constituem uma determinada bacia hidrográfica.

Introdução à proposta investigativo-pedagógica

Os participantes do estudo, em sua maioria estudantes do último ano do Ensino Fundamental e estudantes do Ensino Médio do período matutino (13 - 17 anos), eram residentes do entorno da escola (região central da cidade de São Carlos), que se localiza nas imediações da bacia hidrográfica de interesse. O projeto foi realizado com base nos pressupostos da educação pela pesquisa (Demo, 1997; Galiazzi e Moraes, 2002), que tem como fundamento

O projeto foi realizado com base nos pressupostos da educação pela pesquisa, que tem como fundamento o questionamento reconstrutivo, no qual a construção do conhecimento acontece por meio de uma reformulação de teorias e conhecimentos existentes.

o questionamento reconstrutivo, no qual a construção do conhecimento acontece por meio de uma reformulação de teorias e conhecimentos existentes. Dado que o conhecimento e a aprendizagem são contextuais, considera-se que na aprendizagem de novos conceitos são importantes não somente os fatores pessoais, mas também os sociais. Com base nessa abordagem, os estudantes foram convidados a formar grupos de 2 a 4 integrantes e a participar de todo o desenvolvimento do trabalho,

assumindo-se como parceiros e sujeitos do processo de aprender, atuando na caracterização da área estudada; no levantamento dos aspectos científicos, sociais, geográficos e históricos (entrevistas com antigos moradores da bacia hidrográfica); na obtenção de informações e documentos já produzidos sobre a região (mapas, artigos de divulgação etc.); na definição dos pontos e na coleta de água, na calibração dos equipamentos; na mensuração, no registro e no

tratamento dos dados; bem como na discussão dos resultados obtidos e suas implicações no contexto investigado. Os conceitos de física e de química foram apresentados de forma contextualizada durante todo o ano letivo, relacionados às situações da vida cotidiana dos estudantes envolvidos no projeto, como relatado anteriormente por Zanon e Palharini (1995). Tal enfoque para o ensino de ciências coincide com o de Pinheiro e cols. (2007), quando afirmam que há necessidade do enfoque CTSA “ser introduzido já no ensino fundamental, a fim de formar um cidadão que tenha sua atenção despertada para os aspectos que envolvem o contexto científico-tecnológico e social” (p. 163). Assim, a perspectiva CTSA tem uma relevância que ultrapassa os limites de uma abordagem tradicional de conteúdos em sala de aula e se torna outra forma de compreender o mundo. Para ilustrar, dentre os conceitos discutidos, como o de pH, os estudantes já demonstravam certa familiaridade com os termos “ácido, básico e neutro” quando se referiam às amostras, como “leite de magnésia” ou vinagre. Em geral, no início do trabalho, os estudantes utilizaram esses termos durante as suas explicações diante de uma situação dada quando, por exemplo, se referiam ao sabor de uma solução ácida como o suco de frutas cítricas. Assim, com a discussão dos conceitos científicos relacionados à definição de pH, ainda que em alguns momentos houvesse a necessidade da utilização de teorias mais simples, notadamente com os estudantes do Ensino Fundamental, neste caso, para definir ácido ou base (Teoria de Arrhenius), eles mostraram compreender os conteúdos discutidos no projeto, bem como a linguagem científica utilizada (representações, símbolos, equações etc.).

Caracterização da área, coleta e análise das águas do córrego do Paraiso

Após a sistematização crítica de informações da área por meio de documentos, entrevistas e demais referências, seis pontos de coleta de água foram definidos pelos professores, em parceria com os estudantes,

Tabela 1: Descrição dos pontos de amostragem e da água do córrego do Paraíso (São Carlos-SP).

| Pontos ^a | Distância em relação à principal nascente (m) | Descrição do entorno do corpo d'água | Características gerais da água |
|---------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 1 | 0 | Trecho com erosão; saídas de esgoto; pouca vegetação e muito lixo acumulado | Odor fétido e coloração cinza-esverdeada |
| 2 | 200 | Região sombreada; duas novas nascentes e saídas de esgoto doméstico. Local levemente assoreado | Mais límpida que aquela do ponto 1 |
| 3 | 450 | Pequena represa artificial em um campo de pastagem, muito utilizada pelo gado para dessedentação | Grande quantidade de material em suspensão. |
| 4 | 600 | Área relativamente preservada, mata ciliar arbustiva | Levemente turva |
| 5 | 700 | Região alagada. Existência de muitas macrófitas | Límpida e inodora |
| 6 | 850 | Presença de mata ciliar apenas na margem direita Último ponto não canalizado, direcionado à foz | Forte odor de animal morto |

^a Profundidade para a coleta de água: cerca de 30 cm abaixo da superfície.

com base no levantamento de dados acerca do córrego (ou seja, a localização das nascentes, regiões alagadas, represa, lançamento de esgoto etc.), com o objetivo de se avaliar toda a extensão do corpo d'água, cerca de 950 m (detalhamento na Tabela 1).

Visando garantir a confiabilidade e interpretação dos resultados experimentais, tanto o procedimento de amostragem quanto a preparação da saída a campo para coleta e análise das amostras de água foram realizados de forma criteriosa, de acordo com as orientações de Moraes (2001). Três coletas (9h e 15h de 30/08/02; e 9h de 18/11/02) foram efetuadas para se avaliar a variação desses parâmetros de forma intradia e interdias e correlacioná-los aos impactos sofridos pelo córrego do Paraíso. As determinações dos parâmetros investigados foram realizadas em campo (as referentes à temperatura) e no laboratório da escola (pH, condutividade elétrica e OD), no máximo em até duas horas após a coleta, utilizando os materiais e reagentes fornecidos pelo CRHEA-USP. O *kit* era composto por vidrarias (béqueres de 50, 100 e 500 mL; bureta de 25 mL; provetas de 10 e 50 mL; pipetas graduadas de 5 e 10 mL; pipetas *Pasteur*; tubos de ensaio e frascos de 300 mL com boca esmerilhada para coleta de água e determinação de OD), frascos de polietileno de 200 mL para coleta de água, papel absorvente, pisseta, termômetro comum com coluna de mercúrio, pH-metro (modelo pH-10) e

condutímetro (modelo CD-30) digitais (Corning, New York, USA), bem como todas as soluções necessárias (cloreto de potássio, sulfato manganoso, solução alcalina de NaOH contendo azida sódica, cloreto de potássio e tiosulfato de sódio), nas concentrações adequadas para a realização dos experimentos (Moraes, 2001).

Temperatura

A temperatura determina vários processos químicos, físicos e biológicos que ocorrem em um sistema aquático, tais como o metabolismo dos organismos e a degradação da matéria orgânica. Em cada ponto de amostragem, a temperatura do ar foi medida pelos estudantes por meio de um termômetro comum. Após essa medida, o termômetro foi introduzido na água e a temperatura foi verificada (Figuras 2a e 2b). Os estudantes perceberam que havia uma correlação entre as medidas de temperatura do ar e da água, ou seja, em um determinado trecho que se apresentava pra-

Os estudantes utilizaram os conceitos científicos apropriadamente quando puderam vivenciar situações que demandaram o seu emprego e a sua correlação.

ticamente sem mata ciliar e com problemas de assoreamento (ponto de coleta 6, 3ª coleta), as temperaturas dos dois compartimentos ambientais (ar: 29,0 °C; água: 26,0 °C) eram

consideravelmente mais elevadas que aquelas verificadas em locais sombreados (ponto n.2, 3ª coleta: ar: 23,0 °C; água 24,0 °C). Os estudantes também apontaram para a diferença entre os valores médios de temperatura encontrados no inverno

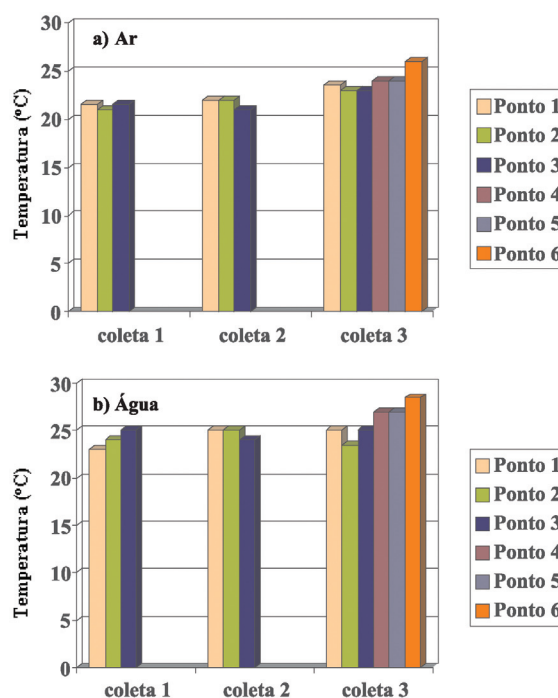


Figura 2: Temperatura (°C) do ar (a) e da água (b) nos locais de coleta do córrego do Paraíso.

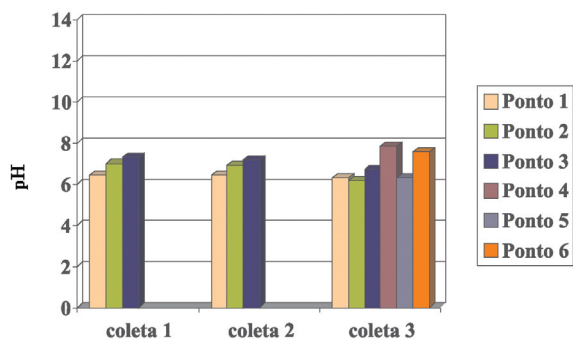
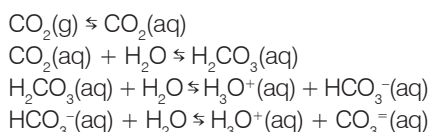


Figura 3: pH das amostras de água do córrego do Paraíso nos pontos de coleta em três períodos de amostragem.

(1ª e 2ª coletas) e na primavera (3ª coleta), ressaltando a influência das estações do ano nos dados coletados.

pH

O pH é um importante parâmetro que, juntamente com outros, pode fornecer indícios do grau de poluição, metabolismo de comunidades ou ainda impactos em um ecossistema aquático. As águas naturais apresentam um pH entre 4 e 9, o qual é influenciado pela dissolução de CO_2 , que origina baixos valores de pH, e pelas reações de HCO_3^- e $\text{CO}_3^{=}$ com água, resultando em maiores valores de pH. Em geral, quando o pH aproxima-se de 9, ocorre a retirada de gás carbônico das águas por algas no processo de fotossíntese. Vale destacar que a espécie química dominante dependerá do pH final do corpo d'água (determinado também pela existência de outros ácidos e bases), além das respectivas constantes de equilíbrio das reações (Martins e cols., 2003).



Após a calibração do pHmetro com soluções-tampão de pH 4 e pH 7, os estudantes efetuaram as medidas

do pH das amostras (Figura 3), as quais situaram-se em uma faixa normalmente encontrada para águas superficiais da região (Schiel e cols., 2002).

Condutividade

A condutividade elétrica da água é uma medida da capacidade desta em conduzir corrente elétrica, sendo proporcional à concentração de íons dissociados em um sistema aquoso. Esse parâmetro não discrimina quais são os íons presentes em água, mas é um indicador importante de possíveis fontes poluidoras. Após a calibração do condutivímetro portátil com uma solução de cloreto de potássio $0,01 \text{ mol L}^{-1}$ ($1.413 \mu\text{S}$), este foi utilizado para realizar as determinações (Figura 4). No caso da amostra do ponto n.1 (3ª coleta), como levantado pelos participantes, o valor elevado de condutividade era provavelmente devido à grande emissão de esgoto doméstico no local. Tais despejos, provenientes em sua maioria de residências, compõem-se basicamente de urina, fezes, restos de alimentos, sabão, deter-

gentes e águas de lavagem, contendo elevada quantidade de matéria orgânica, que contribuem para a entrada, no corpo d'água, de espécies iônicas como cálcio, magnésio, potássio, sódio, fosfatos, carbonatos, sulfatos, cloretos, nitratos, nitritos e amônia, dentre outras (Guimarães e Nour, 2001). Vale lembrar que a coleta das amostras foi efetuada pelos professores ou sob a supervisão desses, tomando-se todos os cuidados necessários para se evitar o contato direto com a água do córrego (uso de luvas, botas de plástico etc.), de acordo com as recomendações

de Moraes (2001) e o manual de campo preparado por Samuel Murgel Branco (Fundação SOS Mata Atlântica, 2002).

Oxigênio Dissolvido (OD)

A quantidade de oxigênio dissolvido na água, relativamente pequena devido à sua baixa solubilidade em água ($14,2 \text{ mg L}^{-1}$ a 0°C), é dependente de vários fatores. Por exemplo, é inversamente proporcional à temperatura e à salinidade e diretamente proporcional à pressão do meio (Fiorucci e Benedetti-Filho, 2005). O consumo do OD nos ambientes aquáticos pode ocorrer em decorrência do lançamento de efluentes, sendo a sua medida um importante indicador da qualidade da água. Reduções nas taxas de OD podem ser verificadas quando quantidades consideráveis de matéria orgânica são introduzidas nos ambientes aquáticos, muitas vezes por meio de despejos domésticos e industriais, causando o aumento da população de microrganismos. Em consequência, há um aumento da emissão de gás carbônico proveniente da respiração aeróbica desses microrganismos e, em condições anaeróbicas, de metano. O procedimento utilizado para a determinação de OD das amostras de água foi o método de Winkler, modificado pela azida sódica. Tal procedimento, recomendado pelo CRHEA, foi adotado por se tratar de um método acessível e relativamente fácil de ser conduzido. Entretanto, diferentemente dos estudantes do Ensino Médio, em um primeiro momento, uma parte dos estudantes do Ensino Fundamental não pôde compreender alguns pas-

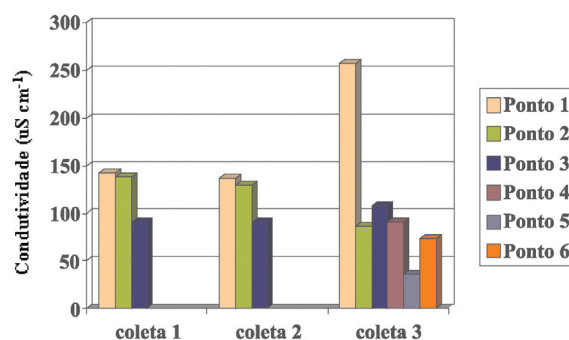


Figura 4: Condutividade ($\mu\text{S cm}^{-1}$) das amostras de água do córrego do Paraíso nos pontos de coleta em três períodos de amostragem.

A abordagem pedagógica empregada contribuiu significativamente para a aprendizagem de conceitos científicos e tecnológicos que possibilitaram uma educação mais crítica e participativa, comprometida com a cidadania.

dos desse experimento. Então, foram citados e discutidos alguns exemplos para que todos os participantes pudessem compreender os conteúdos apresentados, tal como o caso da manutenção de um aquário doméstico que, em geral, necessita de uma bomba para a aeração da água. Ou seja, a compreensão de que o OD é vital para a respiração de microorganismos e outras formas aeróbicas de vida, sendo que a sobrevivência dos peixes exige concentrações mínimas de OD entre 10 – 60 % de saturação, dependendo da espécie e outras características do sistema aquático (Fiorucci e Benedetti-Filho, 2005).

Assim, observou-se que situações cotidianas nas quais o conceito de OD estava implicado, quando convenientemente contextualizadas, possibilitaram a compreensão de importantes características desse parâmetro por todos os estudantes envolvidos no projeto. Ainda em campo, os participantes realizaram a fixação do oxigênio pela introdução de 2 mL de sulfato manganoso (0,5 mol L⁻¹) e 2 mL de solução alcalina de azida sódica¹ (0,1 mol L⁻¹) à 300 mL de amostra de água. Nessa solução alcalina, a azida sódica é utilizada para a remoção da interferência de nitritos (Piveli e Kato, 2005). Em laboratório, foram adicionados à amostra 2 mL de ácido sulfúrico concentrado e 10 mL desta foram titulados com tiosulfato de sódio (0,0125 mol L⁻¹), utilizando como indicador uma solução de amido. Após o ponto final da titulação, o valor de OD presente nas amostras foi então calculado, considerando o iodo liberado na última reação.

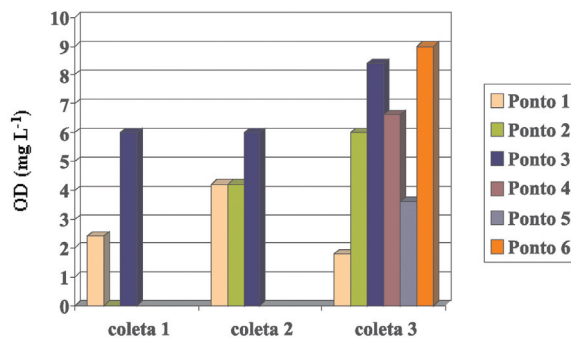
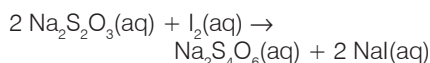
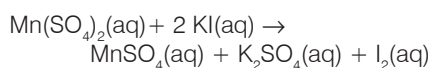
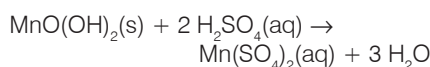
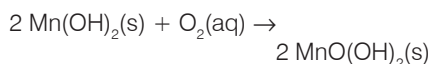
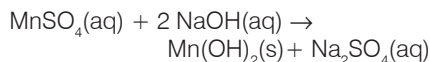


Figura 5: OD (mg L⁻¹) das amostras de água do córrego do Paraíso nos pontos de coleta em três períodos de amostragem.



Como levantado pelos estudantes, o valor muito baixo de OD para o ponto n.1 (3ª coleta), poderia ser devido ao lançamento de esgotos (Figura 5). Vale lembrar que para esse mesmo ponto (ponto n.1, 3ª coleta), os valores de condutividade eram relativamente elevados, demonstrando que esse local encontrava-se impactado. Outro ponto que merece destaque, com relação à elevada concentração de OD, é o ponto n.6 (3ª coleta), que revela a capacidade de autodepuração do córrego após sua passagem por uma zona contendo muitas espécies vegetais, como taboas e aguapés. Não foi possível determinar o valor de OD para uma amostra de água (ponto n.2, 1ª coleta), perdida devido a erros de manipulação por uma das integrantes do grupo de estudantes responsáveis por tal medição. No entanto, considera-se que tais acidentes são também muito importantes, pois fazem parte da aprendizagem dos procedimentos de coleta de dados em um processo de investigação.

Considerações finais

A determinação de parâmetros físicos e químicos para amostras de água, em associação ao levantamento de aspectos sociais, geográficos, históricos (por exemplo, a obtenção e análise de informações sobre a região por meio do método da história oral) e a conveniente discussão dos resultados encontrados junto com um grupo

de estudantes de uma escola de Ensino Básico da rede pública da cidade de São Carlos (SP), no decorrer de um ano letivo, forneceram importantes subsídios para a compreensão da qualidade da água do córrego Paraíso e, conseqüentemente, de sua bacia hidrográfica. Os trechos impactados puderam ser evidenciados por meio da correlação, por exemplo, dos valores muito baixos obtidos de OD e dos

valores elevados de condutividade, provavelmente devido ao lançamento de esgotos domésticos em um dos pontos estudados (ponto n.1, 3ª coleta). Adicionalmente, a dinâmica do córrego, como a

sua capacidade de autodepuração, após sua passagem por uma região contendo muitas espécies vegetais, também foi verificada por meio dos dados levantados. Observou-se que os estudantes compreenderam o significado dos parâmetros estudados, ou seja, utilizaram os conceitos científicos apropriadamente quando puderam vivenciar situações que demandaram o seu emprego e a sua correlação como, por exemplo, no relato das características físico-químicas observadas em rótulos de garrafas de água mineral etc. Destaca-se a consistência das argumentações desenvolvidas/geradas na discussão a respeito da influência do regime de chuvas na região, estação do ano das amostragens, os efeitos da ocupação desordenada das margens do córrego e os impactos decorrentes (desmatamento, grande quantidade de esgoto doméstico, assoreamento do corpo d'água etc.) revelados pelos dados obtidos nesse projeto interdisciplinar. É importante ressaltar que durante o desenvolvimento do trabalho houve um intenso e efetivo envolvimento dos participantes em todas as etapas, os quais refletiram sobre o seu contexto sociocultural, as concepções de progresso e modelos de desenvolvimento econômico, bem como o seu papel na sociedade. Algumas falas dos participantes como, por exemplo, "do início do ano para cá a nascente do córrego

A perspectiva CTSA tem uma relevância que ultrapassa os limites de uma abordagem tradicional de conteúdos em sala de aula e se torna outra forma de compreender o mundo.

já mudou, ficou mais suja; isso não é certo”, “falei para o meu pai que posso ver, cientificamente, se a água de casa é boa para beber”, ou ainda, “que pena que o projeto terminou; não podemos continuar?”, explicitam o aproveitamento da experiência, bem como o desejo de realizar novas pesquisas. Dado que o objetivo principal da educação numa abordagem CTSA é o de possibilitar a literacia científica para os estudantes, auxiliando-os “a construir conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomar decisões responsáveis sobre questões de ciência e tecnologia na sociedade e atuar na solução de tais questões” (Santos e Mortimer, 2002, p. 4), acredita-se que a abordagem pedagógica empregada, por possibilitar uma visão sistêmica e integrada da região estudada, contribuiu significativamente para a aprendizagem de conceitos científicos

e tecnológicos que, inter-relacionados às questões sociais e ambientais, possibilitaram uma educação mais crítica e participativa, comprometida com a cidadania.

Nota

1. Para a obtenção da solução alcalina de azida sódica, dissolver 400 g de NaOH e 150 g de KI em água destilada e diluir para 950 mL em balão volumétrico de 1 L. A esta solução, adicionar 7 g de azida sódica (NaN₃) dissolvidos em 40 mL de água destilada e completar o volume final para 1000 mL.

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Dácio Rodney Hartwig (DME-UFSCar), pela leitura crítica do texto; ao Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC-USP), pelas informações e recursos disponi-

bilizados; bem como aos assessores de Química Nova na Escola pelas sugestões dadas ao artigo.

Vânia Gomes Zuin (vaniaz@ufscar.br), bacharel e licenciada em Química pela Universidade de São Paulo (USP), especialista em Educação Ambiental pela USP, mestre e doutora em Ciências pela USP, é professora do Programa de Pós-Graduação em Educação e do Departamento de Metodologia de Ensino da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).

Maria Célia S. Ioriatti, licenciada em História Natural pela Universidade Estadual Paulista (UNESP), especialista em Educação Ambiental pela USP, mestre em Zoologia pela USP, doutora em Ecologia e Recursos Naturais pela UFSCar, é professora da E. E. Prof. Sebastião de Oliveira Rocha. **Carlos Eduardo Matheus** (matheus@sc.usp.br), bacharel em Ciências pela UFSCar, mestre em Ecologia e Recursos Naturais pela UFSCar, doutor em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela USP, é coordenador do Curso de Especialização “Educação Ambiental e Recursos Hídricos”, da Escola de Engenharia de São Carlos, Departamento de Hidráulica e Saneamento, Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada (EESC-SHS-CRHEA-USP).

Referências bibliográficas

CDCC. Bacia hidrográfica do córrego Paraíso. Disponível em: <http://www.cdcc.sc.usp.br/bio/mapas_paraíso.htm>. Acesso em 20 ago. 2008.

CETESB. Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo: índices de qualidade das águas. São Paulo: CETESB. 2007. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/publicacoes.asp>>. Acesso em: 25 jul. 2008.

DEMO, P. Pesquisa: princípio científico e educativo. São Paulo: Cortez, 1997.

FIORUCCI, A.R. e BENEDETTI-FILHO, E. A importância do oxigênio dissolvido em ecossistemas aquáticos. *Química Nova na Escola*, n. 22, p. 10-16, 2005.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. Observando o Tietê: manual de campo. 2002. Disponível em: <http://www.rede-dasaguas.org.br/eamb/manual_de_campo_2.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2003.

GALIAZZI, M.C. e MORAES, R. Educação pela pesquisa como modo, tempo e espaço de qualificação da formação de professores de ciências. *Ciência e Educação*, v. 8, p. 237-252, 2002.

GUIMARÃES, J.R. e NOUR, E.A.A. Tratando nossos esgotos: Processos que imitam a natureza. *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola – Química Ambiental*. p. 19-30, 2001.

MARTINS, C.R.; PEREIRA, P.A.P.; LOPES, W.A. e ANDRADE, J.B. Ciclos globais de carbono, nitrogênio e enxofre. *Cadernos temáticos de Química Nova na Escola – Química, Vida e Ambiente*. p. 28-41, 2003.

MORAES, A.J. *Manual para avaliação da qualidade da água*. São Carlos: Rima, 2001.

PINHEIRO, N.A.M.; MATOS, E.A.S.A. e BAZZO, W.A. Refletindo acerca da ciência, tecnologia e sociedade: enfocando o ensino médio. *Revista Iberoamericana de Educação*. n. 44, p. 147-165, 2007.

PITOMBO, L.R.M. e LISBÔA, J.C.F. Sobrevivência humana: um caminho para o desenvolvimento do conteúdo químico no ensino médio. *Química Nova na Escola*, v. 14, p. 31-39, 2001.

PIVELI, R.P. e KATO, M.T. *Qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químicos*. São Paulo: ABES, 2005.

SANTOS, W.L.P. e MORTIMER, E.F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS no contexto da educação brasileira. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 2, n. 2, p. 133-162, 2002.

SANTOS, W.L.P. e SCHNETZLER, R.P. *Educação em Química: compromisso com a Cidadania*. Ijuí: Unijuí, 2000.

SCHIEL, D.; MASCARENHAS, S.; VALEIRAS, N. e SANTOS, S.A. Educação e

sociedade: melhoria do ensino básico de ciências na América. O estudo de bacias hidrográficas: uma estratégia para a educação ambiental. São Carlos: Rima, 2002.

SILVA, L.A. e ANDRADE, J.B. Química a serviço da humanidade. *Cadernos temáticos de Química Nova na Escola – Química, Vida e Ambiente*. p. 3-36, 2003.

ZANON, L.B. e PALHARINI, E.M. A Química no Ensino Fundamental de Ciências. *Química Nova na Escola*, n. 2, p. 15-18, 1995.

Para saber mais

CETESB. Variáveis de qualidade das águas. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/variaveis.asp>>. Acesso em: 28 nov. 2003.

MORTIMER, E.F. Água em foco: qualidade de vida e cidadania na formação de professores. Disponível em: <<http://sbqensino.foco.fae.ufmg.br/>>. Acesso em jun. 2007.

COELHO, J.C. e MARQUES, C.A. A chuva ácida na perspectiva de tema social: um estudo com professores de química. *Química Nova na Escola*, n. 25, p. 14-19, 2007.

GRASSI, M.T. As águas do planeta terra. *Cadernos temáticos de Química Nova na Escola: Química Ambiental*, n. 1, p. 31-40, 2001.

Abstract: Using physical and chemical parameters for natural water quality evaluation: a proposal for chemical and environmental education in a STSE perspective. This paper presents results obtained by determining some physical and chemical parameters of natural waters. Other issues are also addressed in a study of social, geographical and historic facts of the hydrographic basin of the Paraíso stream in São Carlos, SP, carried out by Elementary and High school students from the E. E. Prof. Sebastião de Oliveira Rocha. In this study, we were able to approach the relationship between Science, Technology, the Society and the Environment (STSE) constituting an educational proposal of great potential in the field of Chemistry and Environmental education.

Keywords: Physical and Chemical parameters of natural waters; Science-Technology-Society-Environment (STSE) relationship; Chemistry and Environmental Education