

Universidade Federal de Minas Gerais
Faculdade de Educação
CECIMIG

**Relato de uma experiência de ensino na perspectiva
da abordagem CTS e na contextualização do ensino**

Rafael Santana Gomes

Belo Horizonte

2012

Rafael Santana Gomes

Relato de uma experiência de ensino na perspectiva da abordagem CTS e na contextualização do ensino

Monografia apresentada ao curso de Especialização ENCI-UAB do CECIMIG FaE/UFMG como requisito inicial para obtenção de título de especialista Ensino de Ciências por Investigação.

Orientador: Profa. Penha Souza Silva

Belo Horizonte

2012

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela vida, pela saúde e pela oportunidade de estar sempre buscando o aperfeiçoamento pessoal e profissional acompanhado do apoio das pessoas que me amam.

Agradeço especialmente à Profa. Dr^a Penha Souza Silva, que num dos momentos mais difíceis em minha graduação não hesitou em me ajudar e me fez acreditar que pudesse continuar trilhando o caminho da educação.

E agora, novamente como um anjo, aceitou me orientar e muito mais do que isso, fez com enxergasse a importância do papel de um professor na vida do estudante, através do trabalho que desenvolvi e do trabalho que ela mesma desenvolveu comigo ao longo destes períodos em minha vida. “Obrigado professora!”

Agradeço à minha família, e a minha Beim, por dar sentido à minha existência.

E agradeço aos meus alunos pela contribuição e participação ativa nas aulas.

RESUMO

Movido pelo anseio em modificar minhas aulas, devido às leituras realizadas ao longo do curso de pós-graduação em Ensino de Ciências por Investigação oferecido pela UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais, planejei uma sequência de aulas, para o ensino dos conteúdos: pH e concentração de soluções, na turma de 2ºano do ensino médio da instituição de ensino particular em que leciono.

Nesta monografia, apresento o relato de experiência de aplicação de um conjunto de cinco aulas, o que me proporcionou refletir a respeito da importância de um ensino contextualizado, que dê sentido ao que é ensinado, através de uma abordagem CTS.

Tais reflexões apontam para uma necessidade de se trabalhar os conteúdos dentro de contextos que permitam uma discussão maior em torno da aplicabilidade e utilidade daquilo que é ensinado na escola, visto que, desta maneira os alunos podem compreender a importância social e ambiental do que estudam.

Através de um ensino contextualizado, os estudantes também podem desenvolver melhor a capacidade de posicionar-se de maneira crítica frente às situações que exigem um conhecimento sobre a ciência na sociedade e atuar junto à mesma na tomada de decisões que afetam a vida de todos.

SUMÁRIO

1. Introdução	6
2. Objetivos	7
3. Justificativa	8
4. A abordagem CTS	10
5. O relato da experiência de ensino	21
5.1. Fazendo uma análise das aulas planejadas, antes e no decorrer do curso	23
5.1.1 Aula 1 (2 aulas de 50min)	24
5.1.2 Aula 2 (1 aula de 50min)	30
5.1.3 CONFACE	34
5.1.4 Aulas 3 e 4 (2 aulas de 50min)	36
5.1.5 Aula 5 (1 aula de 50min)	41
6. Reflexão final	45
7. Apêndice	48
7.1. Relação dos assuntos desenvolvidos durante as discussões e pesquisa.....	48
7.2. Texto utilizado na Aula 1	49
7.3. Projeto Manuelzão (explicações)	49
7.4. ETAF/Pampulha (explicações)	53
7.5. ETE/Onça (explicações).....	56
8. Referências bibliográficas	58

1. INTRODUÇÃO

A experiência relatada nesta monografia me levou a refletir sobre um dos problemas de ensino, que é a falta de conexão entre os conteúdos desenvolvidos pelo professor e sua relação com as situações vivenciadas pelos estudantes em seu cotidiano.

Ainda que adaptado a um “ensino conteudista”, cujo objetivo principal é a capacidade de resolução de questões de vestibular pelos alunos e a obtenção de bons resultados nas avaliações, eu procurei aplicar os conhecimentos adquiridos ao longo do curso de especialização do ENCI às minhas aulas.

Procurei estreitar a distância existente entre o conteúdo visto nos livros e às situações e contextos aos quais se aplica através de atividades que não fizessem apenas o aluno decorar, mas, discutir os temas trabalhados dentro de situações contextualizadas.

Alguns autores como Santos e Schnetzler (1997) contribuíram na orientação desta monografia, pois, suas proposições sobre o ensino de química me auxiliaram na reflexão sobre a importância do desenvolvimento da capacidade de ação do estudante sobre o meio ambiente e sua relação com a sociedade.

2. OBJETIVOS

Os debates relacionados ao ensino de Química apontam para a necessidade de se trabalhar o conteúdo a partir das situações vivenciadas no cotidiano do aluno.

Em minha experiência, tenho visto que a aprendizagem de conteúdos específicos sem a contextualização torna as aulas desinteressantes, pois, desta forma o aluno não estabelece relações entre os conceitos a serem aprendidos e sua relevância do ponto de vista social e cultural.

Assim, estou percebendo que é necessário propor novas estratégias de modo a desenvolver aulas mais contextualizadas, como uma forma de atender esta demanda que é dar sentido ao que é ensinado aos alunos.

Foi pensando assim que realizei uma sequência de aulas tendo como referência o tema Água, aproveitando uma pesquisa a ser realizada pelos alunos do 2º Ano do Ensino Médio da escola em que trabalho.

O objetivo deste trabalho foi realizar uma sequência de aulas sobre o tema Água em uma abordagem CTS, para descrição de um relato de experiência a partir da realização do curso de pós-graduação em Ensino de Ciências por Investigação do Centro de Ensino de Ciências e Matemática de Minas Gerais – CECIMIG/UFMG.

3. JUSTIFICATIVA

Quando se fala em um ensino que possa tornar o aluno uma pessoa atuante e presente nas discussões sobre as questões socioculturais que permeiam a comunidade em que vive, é preciso pensar em um ensino que contemple as atualidades e as necessidades desse aluno em alguns aspectos importantes de sua vida.

Do ponto de vista tecnológico, científico e ambiental do mundo contemporâneo, é necessário aproximar os conceitos a serem ensinados na escola, da realidade a ser vivenciada pelo aluno no cotidiano extraescolar.

Segundo alguns autores, os educadores de orientação progressista ainda não têm alcançado um patamar real de mudança que seja suficiente para construir uma escola que conceba a cidadania através do ensino de ciências. Para Santos (1999):

“tudo se passa como se fazer ciência fosse algo desconectado da realidade, como se o saber científico não tivesse raízes em meios sociais e ideológicos, como se a produção científica nunca respondesse a motivações sócio-políticas e/ou instrumentais, como se não contemplasse temas da atualidade, como se não tivesse utilidade social ou essa utilidade se restringisse a uma porta de acesso a estudos posteriores”.

Desta maneira, atualmente é desejável que o aluno conheça as questões ambientais e se posicione de forma crítica frente às mudanças que geram impactos na vida da comunidade. Portanto, sendo o professor um agente formador de opiniões, ele deve cativar essa mudança de comportamento a partir do ambiente escolar, proporcionando oportunidades de aprendizagem através de situações que permitiam aos alunos estabelecer as conexões entre a realidade a sua volta e os conceitos discutidos na escola.

A partir de então, procurei realizar algumas atividades que atingissem os anseios de um educador no que tange ao ensino de conteúdos atrelados ao meio ambiente e que fossem relevantes para os estudantes em sua realidade cotidiana.

A escolha do tema Água tornou-se conveniente, devido à realização da conferência sobre o meio ambiente na escola, permitindo a realização de atividades como: trabalho escrito, pesquisa, além de visita de campo.

Esta escolha também serviu para a discussão de alguns conteúdos de química como: pH e concentração de soluções, que seriam trabalhados na escola e rediscutidos no contexto dos locais a serem visitados.

4. A ABORDAGEM CTS

Neste capítulo apresento o histórico e alguns pontos importantes do movimento CTS, para que o leitor se situe dentro dessa abordagem e conheça os pontos que nortearam o trabalho desenvolvido na experiência que será descrita.

Atualmente, alguns trabalhos têm sido realizados com base no desenvolvimento de currículos de ensino de ciências, que possibilitem aos estudantes a aprendizagem de diversos conteúdos a partir de uma abordagem que trabalha com os conceitos científicos dentro do contexto social dos alunos, preparando-os para o exercício da cidadania (Mortimer e Santos, 2000).

O movimento CTS – Ciência Tecnologia e Sociedade (Auler e Bazzo, 1998) surge nas décadas de 1960 e 1970, meados do século XX, após o avanço científico e tecnológico que levou ao surgimento de problemas ambientais em todo o mundo devido ao aumento na exploração dos recursos naturais em todo o mundo, além de outros problemas como a utilização da tecnologia em ações de guerra (as bombas atômicas, armas biológicas na guerra do Vietnã) o que leva as pessoas a observarem de maneira mais crítica a ciência e a tecnologia.

O movimento CTS, caracteriza-se então, como uma resposta de parte da comunidade científica, em relação à insatisfação com os problemas de cunho econômico, social e até mesmo político vivido pela sociedade durante os anos sessenta e setenta.

A abordagem CTS no âmbito da educação básica surge como uma inovação do currículo escolar (Acevedo, 1996a, 1997a, Vázquez, 1999), em um contexto de argumentação sobre os limites no avanço da ciência e tecnologia, enquanto fatores que geram fortes consequências sobre o meio ambiente e a sociedade.

Dentro deste contexto, os cidadãos passam a nutrir certa desconfiança frente à evolução da ciência e tecnologia, tomando um posicionamento contrário e até mesmo fóbico em relação a estes temas.

No Brasil, os currículos de ciências passaram a introduzir de maneira tímida uma visão de ciência contextualizada nos aspectos social, político e econômico nos anos setenta. No entanto, segundo Krasilchik (1987), só nos anos oitenta, o ensino de ciências passa por uma renovação orientada no sentido de avaliar as implicações sociais do desenvolvimento científico e tecnológico.

É válido salientar que o movimento CTS, apesar de iniciante nos currículos brasileiros, já é amplamente abordado em vários países da Europa e nos Estados Unidos, mantendo-se presente não só discussões acadêmicas ou comunidades específicas, assim como em diversos níveis escolares (Bazzo, 2002).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (Brasil, 1999) e os PCN+ (Brasil, 2002) apontam para a contextualização como um instrumento de trabalho para professores, propondo que as Ciências trabalhem juntas de forma a contemplar as situações do cotidiano do aluno.

Isto pode acontecer com o desenvolvimento de um currículo que possibilite uma interação entre o discurso científico e o discurso cotidiano e crie contextos significativos para os estudantes (CBC, 2005. pg.13).

Na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) aparece explícito que a sociedade moderna cobrará do cidadão muito mais do que saber ler, escrever e contar. Assim, é proposto que, para o aluno acompanhar os níveis de desenvolvimento da sociedade em seus diversos setores, ele precisará ter conhecimentos que valorizam seu lado criativo e favorecem a autonomia na realização do trabalho; a política da igualdade, que busca solidariedade e respeita a diversidade, como base para a cidadania; e a ética da identidade, que promove a autonomia do educando, da escola e das propostas pedagógicas.

A educação deverá contribuir para a autoformação do aluno, incentivando-o a assumir a condição humana, estimulando-o a viver de forma a se tornar um cidadão, que numa sociedade democrática, será definido por sua responsabilidade e solidariedade.

De maneira geral, CTS pode ser compreendido como uma área de estudos na qual a preocupação maior é tratar a ciência e a tecnologia pensando em suas relações, consequências e aspectos sociais.

Para Acevedo (2001), os objetivos mais simples e comuns dos programas de educação CTS são:

- Aumentar a alfabetização científica e tecnológica dos cidadãos,
- Promover nos estudantes o interesse pela ciência e tecnologia,
- Fomentar a contextualização social dos estudos científicos por meio das interações entre ciência, tecnologia e sociedade, e
- Ajudar os estudantes a melhorar o pensamento crítico, o raciocínio lógico, a resolução criativa de problemas e a tomada de decisões.

Integrando educação científica, tecnológica e social, o ensino CTS busca formar um cidadão crítico, capaz de entender e atuar com consciência no meio em que vive. A abordagem dos conteúdos científicos é realizada priorizando seu contexto social.

Desta maneira, os conteúdos relativos à ciência e tecnologia são abordados através de uma discussão que valoriza seus aspectos históricos, éticos, políticos e sócio econômicos (Santos e Schnetzler, 1997).

Segundo Martín-Gordillo (2003), *apud* Acevedo (2004)

Se tivesse que enunciar em poucas palavras os propósitos dos enfoques CTS no âmbito educacional caberia resumi-los em dois: mostrar que a ciência e a tecnologia são acessíveis e importantes para os cidadãos (portanto, é necessária sua alfabetização tecnocientífica) e propiciar a aprendizagem social da participação pública nas decisões tecnocientíficas (portanto, é necessária a educação para a participação também na ciência e tecnologia).
(p11)

Para Osório (2002):

O enfoque educativo em CTS tanto recupera os espaços críticos dessa relação conjunta ao desenvolver as implicações e os fins do desenvolvimento científico–tecnológico em um emaranhado social, político e ambiental, quanto

se nos apresenta como um campo de análises propício para entender e educar o fenômeno tecnocientífico moderno. (p70)

Segundo alguns pesquisadores (Acevedo, Vázquez e Manassero, 2003; Martín, 2003, 2004), o papel de CTS na educação científica é fundamentado em uma educação que prepara o aluno para a participação cívica nas decisões tecnocientíficas.

Essa educação tecnocientífica faz com que o ensino de ciências dê sentido pleno ao lema de alfabetização científica e tecnológica para todas as pessoas e, assim, estimule as atitudes democráticas (Acevedo, 2004; Lee e Roth, 2002; Martín, 2004; Roth y Lee, 2004).

Conforme Acevedo (2004), um ensino de ciências guiado pelas ideias do movimento CTS pode oferecer uma alfabetização científica que está de acordo com finalidades educativas mais amplas e adaptadas às necessidades individuais dos alunos e da sociedade na qual estão imersos.

Ainda segundo Acevedo (1996), CTS é uma orientação educacional transversal que prioriza, acima de tudo, os conteúdos atitudinais (cognitivos, afetivos e valorativos). A partir daí, a educação CTS pretende também uma compreensão melhorada da ciência e da tecnologia em seu contexto social.

Portanto, os estudantes devem alcançar durante sua escolarização algumas habilidades que os ajudem a interpretar, pelo menos de maneira geral, questões relacionadas aos impactos sociais da ciência e da tecnologia.

Desta maneira, evidencia-se como uma necessidade a preparação dos alunos para, o acesso às informações sobre o desenvolvimento científico–tecnológico e a avaliação e participação dos mesmos nas decisões que venham a atingir o meio onde vivem.

É preciso que a sociedade, em geral, comece a questionar sobre os impactos da evolução e aplicação da ciência e tecnologia à sua volta e consiga perceber que, muitas vezes, algumas atitudes não atendem à maioria, mas, sim, aos interesses de grupos dominantes.

Gil-Pérez e Amparo (2005) afirmam que

em definitivo, a participação cidadã na tomada de decisões é hoje um fato positivo, uma garantia de aplicação do princípio de precaução, que se apóia em uma crescente sensibilidade social frente as implicações do desenvolvimento tecnocientífico que podem comportar riscos para as pessoas e o meio ambiente. (p. 320).

Pode ser que a participação dos cidadãos nestes processos de tomadas de decisão implique em um mínimo de formação científica que torne possível a compreensão destes problemas. Lucas (1994) aponta para a diferença existente entre o conceito clássico de *saber ciência* (conhecimento de fatos e conceitos científicos) e *saber sobre ciência* (compreender a ciência como fenômeno social).

Para este autor, os estudos CTS têm se consolidado a partir deste segundo conceito. Compreender a ciência exige que o conhecimento seja operacional nos contextos sociais, através de condutas, posicionamento frente aos problemas, para o qual não basta utilizar-se do conhecimento conceitual adequado.

A transição entre compreender a ciência e demonstrar uma opinião sobre determinado tema, tanto na escola como no domínio público, não é algo a ser conquistado de maneira imediata, nem tampouco automática; isso requer uma educação de atitudes e valores que esteja de acordo com a conduta pessoal no entorno social e que dê sentido aos conceitos abstratos da ciência e sua aplicação na vida diária, para a qual a dimensão tecnológica é extremamente necessária.

A educação atitudinal em CTS permite abordar o grande desafio da compreensão da ciência que não afronta a educação tradicional, como o conjunto de valores relativos às práticas científicas, cujo conhecimento é solução para a alfabetização científica e tecnológica das pessoas.

Em conformidade com a característica transdisciplinar, faz parte dos estudos CTS lidar de forma integrada com os diversos saberes das áreas de conhecimentos acadêmicos tradicionais, que atualmente são abordados de forma fragmentada e descontextualizada nas escolas da Educação Básica.

Levando em consideração as preocupações da abordagem CTS no ensino de ciências, é objetivo também, refletir sobre os fenômenos sociais e as condições da existência humana à luz da ciência e da tecnologia.

Outro motivo de preocupações neste campo de estudos é a análise das dimensões sociais do desenvolvimento tecnológico (García *et al.*, 1996). No artigo “Reflexões sobre as finalidades do ensino das ciências: educação científica para a cidadania”, Acevedo (2004) afirma que:

para terminar esta breve apologia do movimento CTS no ensino das ciências, cabe recolher aqui as seguintes frases de Shamos (1993): “[...] uma premissa básica do movimento CTS é que, ao tornar mais pertinente a ciência para a vida cotidiana dos estudantes, estes podem se motivar, interessar-se mais pelo tema e trabalhar com mais afinco para dominá-lo. Outro argumento a seu favor é que, ao dar-lhe relevância social o ensino das ciências, contribui para formar bons cidadãos; é dizer, ao conscientizar os estudantes dos problemas sociais baseados na ciência, estes se interessam mais pela própria ciência”.

As orientações de um currículo com abordagem CTS para uma negação da diferenciação precisa entre ciência e tecnologia colocam o contexto social no centro das análises para a compreensão do processo tecnocientífico e seus efeitos.

Para Gordillo *et al* (2000), a ciência e a tecnologia, ou o que chamamos de tecnociência, têm atualmente uma aceleração em sua capacidade de inovação e uma insurgência social de tal magnitude que seria insuficiente uma educação tecnocientífica limitada à transmissão de conhecimentos disciplinares cristalizados, com fronteiras bem definidas e demasiadamente isolados de suas implicações sociais.

Segundo Vilches *et al* (2007) é preciso criticar a educação científica que tem sido praticada, tanto no ensino médio, como na própria universidade, visto que ela está centrada quase exclusivamente nos aspectos conceituais.

Tal orientação é criticável como preparação para futuros cientistas, pois, dificulta também a aprendizagem conceitual. O que as investigações têm apontado é que a compreensão significativa dos conceitos necessita superar o reducionismo conceitual. É preciso planejar o ensino das ciências como uma ferramenta capaz de

integrar os aspectos conceituais, procedimentais e axiológicos que se apresentam interligados em qualquer investigação científica (Vilches, Solbes e Gil-Pérez, 2004).

Vale salientar que são denominados currículos CTS aqueles cujos conteúdos inter-relacionam os diferentes componentes relativos à ciência, tecnologia e sociedade, dando foco aos aspectos sociais, mas, com uma abordagem de ciência em toda sua amplitude dimensional, promovendo discussões que vão além da natureza da investigação científica, permitindo a aprendizagem dos significados dos conceitos.

Para Santos e Mortimer (2000), estes currículos apresentam as concepções de: (I) ciência como atividade humana que tenta controlar o ambiente e a nós mesmos, e que é intimamente relacionada à tecnologia e às questões sociais; (II) sociedade que busca desenvolver, no público em geral e também nos cientistas uma visão operacional sofisticada de como são tomadas as decisões sobre problemas sociais relacionados à ciência e a tecnologia; (III) aluno como alguém que seja preparado para tomar decisões inteligentes e que compreenda a base científica da tecnologia e a base prática das decisões; e (IV) professor como aquele que desenvolve o conhecimento e o comprometimento com as inter-relações complexas entre ciência, tecnologia e tomada de decisões.

O conhecimento e as habilidades a serem desenvolvidos pelos alunos, ainda segundo estes autores, incluem: autoestima, comunicação oral e escrita, o aprendizado cooperativo, a responsabilidade social, o pensamento lógico e racional para solucionar problemas, a tomada de decisão, o exercício da cidadania, a flexibilidade cognitiva e o interesse em atuar em questões sociais.

Santos e Mortimer (2000) descrevem uma classificação de cursos de CTS desenvolvida por Aikenhead (1994), a qual apresenta oito categorias que vão desde a inserção de CTS como componente motivador em currículos de ciências tradicionais até o estudo de questões sociais relacionadas às inter-relações CTS com alusão restrita de conteúdos científicos somente para permitir a vinculação científica.

QUADRO 1

Categorias de ensino de CTS		
Categorias	Descrição	Exemplos
1. Conteúdo de CTS como elemento de motivação.	Ensino tradicional de ciências acrescido da menção ao conteúdo de CTS com a função de tornar as aulas mais interessantes.	<i>O que muitos professores fazem para “dourar a pílula” de cursos puramente conceituais.</i>
2. Incorporação eventual do conteúdo de CTS ao Conteúdo programático.	Ensino tradicional de ciências acrescido de pequenos estudos de conteúdo de CTS incorporados como apêndices aos tópicos de ciências. O conteúdo de CTS não é resultado do uso de temas unificadores.	<i>Science and Technology in Society (SATIS, UK), Consumer Science (EUA), Values in School Science (EUA).</i>
3. Incorporação sistemática do conteúdo de CTS ao conteúdo programático.	Ensino tradicional de ciências acrescido de uma série de pequenos estudos de conteúdo de CTS integrados aos tópicos de ciências, com a função de explorar sistematicamente o conteúdo de CTS. Esses conteúdos formam temas unificadores.	<i>Havard Project Physics (EUA), Science and Social Issues (EUA), Nelson Chemistry (Canadá), Interactive Teaching Units for Chemistry (UK), Science, Technology and Society, Block J. (EUA). Three SATIS 16-19 modules (What is Science? What is Technology? How Does Society decide? – UK).</i>
4. Disciplina científica (Química, Física e Biologia) por meio de conteúdo de CTS.	Os temas de CTS são utilizados para organizar o conteúdo de <i>ChemCon</i> (EUA), os módulos holandeses de física como <i>Light Sources</i> ciências e a sua sequência, mas a seleção do conteúdo científico ainda é a feita partir de uma disciplina. A lista dos tópicos científicos puros é muito semelhante àquela da categoria 3, embora a sequência possa ser bem diferente.	<i>ChemCon (EUA), os módulos holandeses de física como Light Sources and Ionizing Radiation (Holanda: PLON), Science and Society Teaching units (Canadá), Chemical Education for Public Understanding (EUA), Science Teachers' Association of victoria Physics Series (Austrália).</i>
5. Ciências por meio do conteúdo de CTS.	CTS organiza o conteúdo e sua sequência. O conteúdo de ciências é multidisciplinar, sendo ditado pelo conteúdo de CTS. A lista de tópicos científicos puros assemelha-se à listagem de tópicos importantes a partir de uma variedade de cursos de ensino tradicional de ciências.	<i>Logical Reasoning in Science and Technology (Canadá), Modular STS.(EUA), Global Science (EUA), Dutch Environmental Project (Holanda), Salters' Science Project (UK.)</i>

6. Ciências com conteúdo de CTS.	O conteúdo de CTS é o foco do ensino. O conteúdo relevante de ciências enriquece a aprendizagem.	<i>Exploring the Nature of Science</i> (Ing.) <i>Society Environment and Energy Development Studies</i> (SEEDS) modules (EUA), <i>Science and Technology 11</i> (Canadá).
7. Incorporação das Ciências ao conteúdo de CTS.	O conteúdo de CTS é o foco do currículo. O conteúdo relevante de ciências é mencionado, mas não é ensinado sistematicamente. Pode ser dada ênfase aos princípios gerais da ciência.	<i>Studies in a Social Context</i> (SISCON) <i>in Schools</i> (UK), <i>Modular Courses in Technology</i> (UK), <i>Science A Way of Knowing</i> (Canadá), <i>Science Technology and Society</i> (Austrália), <i>Creative Role Playing Exercises in Science and Technology</i> (EUA), <i>Issues for Today</i> (Canadá), <i>Interactions in Science and Society</i> – vídeos (EUA), <i>Perspectives in Science</i> (Canadá).
8. Conteúdo de CTS	Estudo de uma questão tecnológica ou social importante. O conteúdo de ciências é mencionado somente para indicar uma vinculação com as ciências.	<i>Science and Society</i> (UK.), <i>Innovations: The Social Consequencies of Science and Technology</i> program (EUA), <i>Preparing for Tomorrow's World</i> (EUA), <i>Values and Biology</i> (EUA).

FONTE - AIKENHEAD, 1994a. p. 55-56. [tradução dos autores]. *Apud* Santos e Mortimer (2000).

Tal classificação consiste na prioridade atribuída a cada um dos objetivos gerais e na proporção entre o conteúdo CTS e o conteúdo puro de ciências (Santos, 2001).

Outros autores mostram que a inclusão de conteúdos, que apresentem as interações CTS, pode constituir uma contribuição no sentido de conseguir altitudes mais positivas para a ciência e sua aprendizagem devido ao seu caráter motivador (Furió y Vilches, 1997; Solbes y Vilches, 1989; Yager, 1990), assim como, pode favorecer uma visão mais próxima da realidade contemporânea da ciência, da tecnologia e da tecnociência, assim como do trabalho científico e tecnológico (Acevedo, 2000a, Solbes y Vilches, 2000, Manassero y Vázquez, 2000).

Segundo essa orientação, Delizoicov e Auler (2001) apontam como essencial o desenvolvimento de uma compreensão mais consistente sobre a produção e apropriação do conhecimento científico e tecnológico.

Por esse motivo, é ressaltado na LDB, em seu artigo 36, que o Ensino Médio "[...] destacará a educação tecnológica, a compreensão do significado da ciência, das letras e das artes; o processo histórico de transformação da sociedade e da cultura; a língua portuguesa como instrumento de comunicação, acesso ao conhecimento e exercício da cidadania".

Este artigo afirma que, além de ter acesso aos conhecimentos relacionados à ciência e à tecnologia, o estudante necessitará compreender como esses processos se desenvolveram em que eles implicam quais suas consequências e que tipo de atitudes o cidadão deverá ter diante dos problemas.

É necessário que ele possa consolidar sua participação enquanto ente de uma comunidade, buscando informações que sejam vinculadas aos problemas sociais que afetam a vida do cidadão e seu meio, cobrando um posicionamento das lideranças quanto ao encaminhamento de soluções.

No âmbito da formação de um cidadão com essas compreensões, é necessário que o Ensino Médio ofereça ao aluno condições de entender a natureza da ciência e sua função na sociedade. Isso implica adquirir conhecimentos básicos sobre filosofia e história da ciência, para conhecer as potencialidades e limitações do conhecimento científico, pois, para o cidadão tomar suas decisões, ele precisa ter evidências e fundamento em suas colocações.

Segundo Pérez (1998) um país é tanto mais democrático quanto maior for a participação de seus cidadãos na tomada de decisões e a educação, e de forma ainda mais concreta a alfabetização científico tecnológica deve tratar minuciosamente estas questões, proporcionando análises que realmente preparem os futuros cidadãos para a tomada fundamentada e responsável de decisões no meio em que vive.

A partir destas proposições, o processo de ensino–aprendizagem passará a ser entendido como a possibilidade de gerar no aluno a curiosidade, o espírito investigador, questionador e transformador da realidade. Surge então, o anseio da busca por elementos para a resolução de problemas que fazem parte de seu

cotidiano, o que se torna possível através da ampliação desse conhecimento para utilizá-lo nas soluções dos problemas coletivos de sua comunidade.

A partir da leitura do que significa uma abordagem CTS foi possível compreender melhor a importância da contextualização dos conteúdos no ensino de química, pois, seria uma maneira de fazê-lo perceber a aplicabilidade do que lhe é ensinado e dar sentido a aprendizagem, permitindo que ele utilize o conhecimento como uma ferramenta importante para a vida em sociedade.

Durante o desenvolvimento desta sequência de aulas, podemos classificar as tarefas desenvolvidas em duas categorias. Na primeira aula em que foi desenvolvido o conceito de concentração com uma menção ao conteúdo CTS a partir da incorporação de situações que poderiam exemplificar o que estava sendo discutido; o que foi realizado situa-se na categoria 1 do quadro 1 .

Entretanto no decorrer da sequência, outras atividades possibilitaram algo a mais que “dourar a pílula”.

Nas aulas seguintes, combinando uma pesquisa a ser desenvolvida e realizando uma visita orientada a um local em que pudemos explorar algumas situações discutidas em sala, procuramos promover uma contextualização dos conteúdos.

Vivenciamos uma experiência (atrelada a um tema discutido e apresentado em trabalho na escola – tratamento da água) e procuramos trabalhar de maneira a utilizar o conteúdo para vincular as ciências, dentro de uma abordagem que seria classificada na categoria 8 do quadro 1.

5. O RELATO DA EXPERIÊNCIA DE ENSINO

Conforme mencionado no objetivo e na justificativa deste trabalho, apresentaremos o relato de uma experiência de ensino desenvolvida na perspectiva da abordagem CTS, dentro das categorias 1 e 8 trabalhadas em diferentes momentos.

O objetivo é descrever as aulas, destacando a importância da contextualização como elemento que ajuda a dar sentido ao que é ensinado, contribuindo para o ensino da aplicabilidade e relevância ambiental e social de alguns conteúdos de química.

Situando a experiência

As aulas descritas a seguir foram realizadas em uma turma de 2º ano do ensino médio com trinta e um alunos na escola em que trabalho.

O colégio é considerado de médio porte. Atende desde a Educação Infantil ao Ensino Médio, contando com uma turma de cada série.

O espaço das salas de aula é adequado ao número de alunos, que em média contabilizam vinte e cinco estudantes por sala. O espaço de recreação e área de lazer é amplo, mas, o laboratório de ensino é bastante reduzido não comportando mais do que um grupo formado por oito alunos com a devida segurança.

Os alunos que participaram dessa sequência de aulas contabilizam trinta e um estudantes e devido ao número alto de alunos para uma única sala, os mesmos puderam dividir várias experiências e diferentes realidades vivenciadas por cada um ao longo do processo.

O livro de química adotado no segundo ano do ensino médio é: Química na Abordagem do Cotidiano, dos autores Tito Miragaia Peruzzo e Eduardo Leite do Canto da editora Moderna.

As aulas

Antes da realização do curso de especialização em Ensino de Ciências por Investigação - ENCI considerava que uma boa aula se baseava na capacidade de desenvolvimento de diferentes temas e conteúdos, alcançando bons resultados no que tange à capacidade dos alunos de resolução e execução de exercícios referentes à matéria, principalmente os exercícios de vestibular das faculdades federais.

Logo nas primeiras discussões, foi possível perceber que esta minha concepção sobre o ensino estava bastante equivocada e que seria necessário buscar outras estratégias que favorecessem a compreensão dos alunos sobre o significado e a aplicação daquilo que aprendiam.

Buscando realizar um exercício, decidi utilizar algumas aulas tendo como base um dos referenciais teóricos discutidos no ENCI: a abordagem CTS. Antes de apresentar as aulas realizadas conforme o referencial indicado, colocarei o leitor em contato com a forma como estas aulas eram desenvolvidas.

A opção foi apresentar as aulas desenvolvidas para tratar os seguintes conteúdos: pH / concentração de soluções:

- Estratégia de ensino: Aula expositiva
- Organização da sala: Filas
- Descrição simplificada das atividades:

Iniciava com a definição do conceito de pH. Escrevia no quadro o conceito e iniciava a explanação. Em seguida, realizava alguns cálculos de pH e pOH e depois os alunos faziam em grupo ou individualmente uma lista de exercícios retirados de livros de química tradicionais.

Os alunos faziam um experimento com a utilização de dois indicadores (papel tornassol e fenolftaleína) para medir o pH de diferentes amostras que eles levavam conforme solicitação do professor em aula anterior.

Eram utilizadas dez amostras (cinco básicas e cinco ácidas). Durante o experimento era feito um diagrama qualitativo no quadro discriminando os pH's das soluções em função do que fosse visto ao longo do experimento. Os alunos elaboravam um relatório que era corrigido e, posteriormente, devolvido. A avaliação baseava-se na lista de exercícios realizada.

Para explicar concentração, o encaminhamento era, praticamente, o mesmo. Escrevia a definição no quadro e dava algumas explicações sobre soluções. Resolvia alguns exercícios e depois uma lista para os alunos resolverem em duplas e/ou no máximo trio. Posteriormente, corrigia os exercícios no quadro procurando esclarecer as dúvidas.

O número de aulas que era utilizado no tratamento destes dois conceitos é 5.

5.1. Fazendo uma análise das aulas planejadas, antes do ENCI e no decorrer do curso

Ao longo dos anos (cinco como professor do colégio CEMAR) fui percebendo que apesar dos alunos aprenderem muito bem a executar as tarefas e obterem resultados bastante expressivos nos vestibulares das faculdades federais, era constante o questionamento a respeito do porque se estudar alguns conteúdos, o que me incomodava e me levou voltar à universidade.

Um aspecto que me chamou a atenção logo no início do curso foi a compreensão de algumas ideias defendidas por autores como Santos e Schnetzler (1997) que apontam para o ensino como uma ferramenta que proporciona ao aluno o desenvolvimento da capacidade de ação frente aos problemas sociais, ambientais e políticos nos quais está inserido, e assim, propus apresentar este conteúdo com outra abordagem.

Pensando em abordar alguns conteúdos com os meus alunos, considerando as leituras realizadas no Curso de Especialização em Ensino de Ciências por

Investigação – ENCI a respeito da importância de um ensino contextualizado, programei cinco aulas para o ensino dos conteúdos pH e concentração de soluções.

Primeiro, trabalhamos os conteúdos a partir de uma situação de discussão ocorrida na aula 1, explorando vários exemplos de aplicação dos conteúdos dentro de situações variadas, criando um contexto favorável à construção de conceitos, a partir da leitura de um texto.

A partir das situações apresentadas e da discussão gerada, buscou-se desenvolver os conceitos a partir da discussão e não apresentar exemplos e contextos de aplicação do conteúdo após ser dada uma definição.

Ao longo de uma sequência de cinco aulas, buscou-se promover, o ensino dos conteúdos pH e concentração, tendo a contextualização como um elemento que contribuísse para dar significado ao que era ensinado e transformasse o conhecimento numa ferramenta importante para a vida do aluno e suas ações na sociedade e no meio ambiente.

5.1.1. Aula 1 (2 aulas de 50 min)

Antes de entrar no curso de pós-graduação do ENCI, ao pensar no planejamento de uma aula geminada para o ensino de um conteúdo como pH e concentração de soluções, minha preocupação era destacar as partes principais do texto no livro didático e selecionar os melhores exemplos.

Após a seleção dos conteúdos buscava um experimento que pudesse exemplificar o que seria apresentado aos alunos e no caso de alguns conteúdos separava mais uma aula geminada (após a aula de correção dos exercícios) para executar a atividade prática e preparar um questionário sobre as evidências vistas na experiência.

Com isso acreditava estar contribuindo para que eles vivenciassem uma experimentação (experiência demonstrativa) do conteúdo e pudessem, a partir daí, compreender melhor sobre a aplicabilidade daquele conteúdo até mesmo em outras

situações às quais aquele tipo de experiência se associava e assim passar a ter um conhecimento mais amplo da aplicação da ciência e até mesmo da tecnologia.

O planejamento de uma aula geminada como a aula 1, seguia o mesmo padrão da maioria das outras aulas em que preparava um resumo com os seguintes tópicos:

- Série de ensino: 2ºAno
- Quantidade de alunos: 31
- Tempo de execução: 1h e 40 min (2 aulas)
- Organização da sala: Filas
- Conteúdo: pH e Concentração de soluções
- Metodologia: Aula expositiva
- Materiais: Quadro negro e pincel

→ Desenvolvimento: Utilização de quadro e pincel com a apresentação dos seguintes assuntos: $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$ e concentração ($c = m/v$), não esquecendo de falar das unidades dando exemplos com diferentes tipos (g, kg, ml, L etc.). Apresentar o valor do pH de substâncias do dia a dia (leite, suco gástrico, etc.) e aplicar fórmula a partir dos valores citados para os exemplos.

Buscando colocar em prática, algumas ideias vistas no ENCI, planejei esta primeira aula, pensando em utilizar um texto, que permitisse a apresentação do conteúdo a partir de um contexto e não o contrário. Segue uma síntese com as características da aula:

- Série de ensino: 2ºAno
- Quantidade de alunos: 31
- Tempo de execução: 1h e 40 min (2 aulas)
- Organização da sala: Filas
- Conteúdo: pH e Concentração de soluções
- Metodologia: Aula expositiva
- Materiais: Texto em folha separada, quadro negro e pincel.

→ Desenvolvimento: Leitura de texto em conjunto com os alunos (cada aluno leu um parágrafo), discussão do mesmo em sala e desenvolvimento do conteúdo.

Foi realizada a leitura do texto (presente nos apêndices deste trabalho) em voz alta e com a participação de um aluno por parágrafo. Após realizar a leitura, foram feitos alguns questionamentos aos alunos a respeito das questões associadas ao texto (Ex: Em que tipo de alimento encontramos o sal de cozinha? Que tipo de doenças estão associadas a ingestão do sal de cozinha?). A partir das respostas dadas pelos alunos eram colocadas no quadro algumas ideias e iniciava-se uma discussão em que eles formulavam possíveis respostas e o professor também participava mediando e complementando os comentários quando solicitado.

O objetivo era realizar e permitir que fossem feitos questionamentos que envolvessem os alunos em uma discussão sobre a importância e aplicabilidade daquele conhecimento a ser obtido, ensinando alguns conceitos a partir dos contextos envolvidos na discussão.

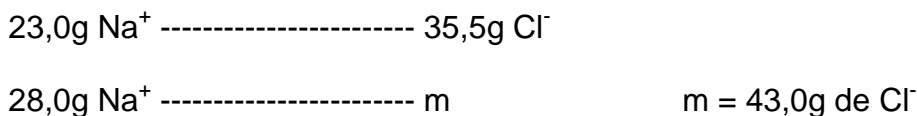
Após a leitura do texto perguntei aos alunos: “Qual a importância do sal para as pessoas?”. Ouvi (e registrei no quadro) respostas como: “Dar sabor à comida”, “Tem a ver com o controle de pressão”, “Faz parte do funcionamento do corpo, pois, deve ter a ver com a bomba de sódio e potássio que o professor de biologia falou esses dias”.

Aproveitando das respostas que se relacionavam às questões sobre os íons dissociados a partir do sal de cozinha (como no caso da bomba de sódio e potássio) o foco da discussão foi direcionado para os íons que vimos no texto (que havia preparado previamente), fui explicando e respondendo às perguntas antes de avançar no conteúdo, como no caso da bomba de sódio e potássio.

Após isto, foi explicado que a concentração do sal do mar, por exemplo, é de aproximadamente 35 g/L. Apesar de ser o mais abundante, o cloreto de sódio não é o único componente dissolvido na água. Após a evaporação da água, os principais íons presentes no “sal” obtido são os íons apresentados na lousa e na tabela abaixo:

Íon	Porcentagem em massa
Cloreto (Cl ⁻)	56
Sódio (Na ⁺)	28
Sulfato (SO ₄ ²⁻)	8
Magnésio (Mg ²⁺)	4
Cálcio (Ca ²⁺)	1,5
Potássio (K ⁺)	1

Foi demonstrado para eles que nem todos os íons cloreto poderiam formar o cloreto de sódio, através da seguinte relação:



Evidenciando assim que há excesso de íons Cl⁻ em relação aos íons Na⁺. No “sal grosso”, formado na evaporação, existe também certa quantidade de cloreto de magnésio e pequenas quantidades de outros íons, como brometo, iodeto, bicarbonato, ferro, etc.

Aproveitando o “gancho” deixado pelo cálculo da quantidade de íons Cl⁻ formados, perguntei aos alunos sobre o iodo que é adicionado ao sal de cozinha (através do iodeto de potássio) e quais alimentos seriam fontes desse sal (buscando variar as situações de aplicabilidade do conceito de concentração).

Após alguns exemplos serem fornecidos, foi registrado no quadro as citações dos alunos sobre as várias maneiras de se ingerir sal: na manteiga ou na margarina que passamos no pão, em bolos e bolachas, etc. Adverti os mesmos a respeito dos perigos na ingestão de sal em excesso, o que causa aumento da pressão arterial e pode, em alguns casos, provocar hemorragias (“derrames”) por rompimento de vasos sanguíneos.

Ao reunir as proposições dos alunos e aproveitar das mesmas para desenvolver a aula, acabava desencadeando alguns pequenos debates, e desenvolvia os conceitos com eles a partir de contextos citados pelos mesmos, dando explicações sobre curiosidades e situações apresentadas.

Antes mesmo do término desta primeira etapa da aula, já havia percebido como este tom menos quantitativo e mais interativo na abordagem do tema estimulava a participação dos alunos e o entendimento sobre a aplicabilidade e importância dos conceitos aprendidos.

Na segunda parte da aula, iríamos falar de pH, e como havíamos feito aquela discussão na primeira etapa em relação ao estudo da concentração de sal na água, iniciei a discussão sobre o pH e sua influência na qualidade da água, indagando os alunos: “Em que tipos de processos industriais vocês acham que podemos utilizar a escala de pH como um parâmetro de avaliação da qualidade da água?”.

Muitos se dispuseram a responder, e as respostas foram organizadas no quadro. Foram citadas: Indústrias alimentícias, farmacêuticas, fábrica de bebida e a avaliação da qualidade da água de rios.

Após assinalar no quadro a questão da água dos rios foi enfatizado o “porquê” desta medição e foi quando algum aluno citou: “É porque poluímos a água e a poluição afeta o pH dela”. A partir daí, foi discutido com eles que esta medida de pH poderia relacionar-se com a presença de micro-organismos na água e foi quando novamente foi dito: “Então esse é o mesmo pH das bactérias do professor de biologia!”.

Percebi que poderia relacionar os conteúdos e promover o ensino de um tema sob o olhar destas duas disciplinas: química e biologia, tratando a ciência como uma disciplina que envolve estas duas áreas e permite uma abordagem CTS, que aponta para a questão dos conteúdos de maneira diferenciada.

Segundo Zoller e Watson (1974) há necessidade de uma mudança no eixo central de organização nos cursos de ciências regidos pela orientação CTS.

Os autores afirmam que enquanto no ensino de base tradicional, a organização do conteúdo tem como elemento central os conceitos (de Física, Química, Biologia e Matemática), nos cursos CTS, a organização do conteúdo já não se dá com os conceitos no centro, mas sim, por meio de temas sociais.

Apesar de não ter desenvolvido uma atividade interdisciplinar, organizando um trabalho maior com professores de outras áreas, foi importante perceber como esta aula com ênfase na aplicabilidade e contexto ao qual se insere o conteúdo (e não necessariamente com foco na parte quantitativa), contribui para o desenvolvimento de uma abordagem CTS dos conteúdos.

Após esta fala sobre as “tais bactérias de biologia”, já na metade desta segunda parte da aula, foi citado um processo que utilizava as bactérias durante uma etapa, que era o caso da purificação da água nas estações de tratamento de esgoto – ETE’s.

Num primeiro momento os alunos relacionaram as ETE’s – Estação de Tratamento de Esgoto com as ETA’s – Estações de Tratamento de Água, e aí

discutimos brevemente sobre o tratamento da água para o consumo humano, abordando o efeito da adição de algumas substâncias (como a cal – utilizada na etapa de coagulação) sobre o pH (apontando para a faixa onde se encontrava soluções com hidróxido de cálcio).

Além disso, foi explicada a diferença entre as duas siglas (ETA e ETE). Continuamos a discussão abordando um pouco sobre o uso de bactérias no processo de tratamento da água proveniente do esgoto.

O conteúdo desta discussão permitia a formação de novos conceitos e a busca pelo conhecimento, pois, em muitos momentos, alguns alunos fizeram a seguinte pergunta: “Mas, como usaremos bactérias para limpar a água?”.

Esse tipo de pergunta era um indício que eles já tinham um determinado conceito elaborado sobre a ação bacteriana como algo necessariamente ruim, o que pôde ser trabalhado posteriormente (e será citado ainda neste trabalho), após um trabalho de campo que acabamos realizando.

Nesta segunda parte da aula, tivemos uma boa participação dos alunos, mas, devido ao fato de surgirem tantos questionamentos, não foi trabalhado diretamente o conceito de pH, que diferente da concentração já era um tema de domínio em relação a execução de exercícios por parte dos alunos, assim as discussões ficaram pautadas nas situações às quais ele se relacionava.

Esta abordagem foi interessante, pois, pudemos discutir questões ambientais e sociais relativas à necessidade do tratamento da água para o consumo humano, além do tratamento da água a ser “devolvida” aos rios pelos canais de esgoto após sua utilização.

Fiquei satisfeito ao final da aula, pois, trabalhamos o conceito de concentração e pH, explorando bastante os diferentes contextos de aplicação, visto que começamos com um texto falando sobre o sal de cozinha, extrapolamos discutindo sobre as doenças relacionadas à ingestão do mesmo em excesso e ainda assim trabalhamos um pouco a parte quantitativa da matéria.

No caso do pH, pudemos explorar ainda mais a discussão em torno da ETE e da ETA que surgiram como situações em que poderíamos utilizar o conhecimento

desenvolvido, para compreender os processos associados a estes veículos de tratamento da água.

Ao promover esta contextualização do conceito em uma situação prática da vida do aluno, sustentávamos assim, a prática de ensino não somente sobre o argumento de utilização, mas, também sobre os argumentos social e cultural sugeridos por Thomas e Durant (1987).

5.1.2. Aula 2 (1 Aula de 50 min)

O planejamento inicial da aula 2, seria apenas uma aula de correção de exercícios, na qual considerava a repetição excessiva de execução de cálculos como a forma mais adequada para fixar a aprendizagem sobre o conteúdo pH e concentração de soluções.

Neste tipo de aula, a temática ambiental, não estaria em pauta, e a ideia de contextualização seria trabalhada através dos textos apresentados no meio dos exercícios, nos exemplos através dos quais o cálculo de pH e concentração de determinadas substâncias em solução se aplicavam.

Assim a o resumo de uma aula como esta, anteriormente apresentava os seguintes itens:

- Série de ensino: 2ºAno
- Quantidade de alunos: 31
- Tempo de execução: 50 min (1 aula)
- Organização da sala: Alunos enfileirados
- Conteúdo: pH e Concentração de soluções
- Metodologia: Aula expositiva
- Materiais: Quadro negro e pincel
- Desenvolvimento: Correção dos exercícios sobre pH e concentração de soluções.

Ao realizar os exercícios em massa, apesar de dominar a execução dos cálculos, os alunos não tinham clareza sobre as reais circunstâncias as quais se inseriam estes conteúdos e como utilizá-los para compreensão de outras situações, preocupando-se apenas com o que iria “cair na prova e no vestibular”.

Para dar mais sentido ao que era estudado, pensei em programar algo diferente para esta segunda aula no ensino de pH e concentração de soluções.

A ideia foi aproveitar o tempo desta segunda aula para dispor a sala de uma maneira diferente e combinar a realização de um trabalho que envolvesse os conceitos desenvolvidos na aula 1 (que já tinha sido realizada com o foco bastante diferente).

A proposta deste trabalho era fazer com que os alunos, realizassem uma pesquisa que envolvesse o meio ambiente e percebessem como os conceitos aprendidos poderiam assessorá-los na compreensão e capacidade de modificação dos problemas ambientais em estudo.

Pretendia fazer também uma associação entre ciência e sociedade no que tange à validação dos conteúdos aprendidos, enquanto ferramentas importantes para o desenvolvimento da capacidade de ação frente às temáticas sociais, ambientais e políticas que os estudantes enfrentarão fora do ambiente escolar (Mortimer e Santos, 2000).

Com isso, poderia modificar também o método de avaliação para estes conteúdos, que a partir daí, não se resumiria a correção dos exercícios e visto no caderno, mas, levaria em conta, a avaliação de um trabalho e a apresentação dos alunos. O que poderia estimular e valorizar a compreensão destes conteúdos, dentro dos contextos de aplicação, não priorizando somente a capacidade de execução de exercícios repetitivos.

Portanto, esta segunda aula, em que combinaríamos e organizaríamos a realização de um trabalho ficou da seguinte forma:

→ Série de ensino: 2ºAno

→ Quantidade de alunos: 31

- Tempo de execução: 50 min (1 aula)
- Organização da sala: Sala em formato de ferradura
- Conteúdo: Temáticas ambientais associadas à análise de água (variáveis envolvidas: pH e concentração de soluções)
- Metodologia: Aula de discussão e exposição de ideias
- Materiais: Quadro negro e pincel
- Desenvolvimento: Nesta aula fizemos um grande círculo e o objetivo era que os alunos fizessem propostas sobre o que gostariam de apresentar (durante um evento ambiental a ser realizado na escola) a partir do tema central: Água.

Durante as discussões surgiu a ideia de realizar uma pesquisa sobre o projeto Manuelzão que trata da preservação dos cursos d'água e mananciais de Minas Gerais, abordando temas que envolvem o tratamento da água; além das questões políticas de saneamento e ação social em torno destes mesmos cursos, dentre eles o Ribeirão do Onça, que está interligado à ETE do Onça.

Partindo desta ideia e conhecendo os pressupostos do projeto Manuelzão foi proposto que cada grupo ficasse responsável por realizar uma pesquisa a respeito de cada tópico existente na plataforma do *site* sobre o projeto Manuelzão para apresentar no dia da CONFACE.

Estes tópicos são: Introdução, Histórico, Imaginário, Revitalização dos cursos d'água, Renaturalização dos cursos d'água e resíduos sólidos urbanos. Todo esse combinado foi realizado na aula em que também combinamos uma visita a ETE do Onça e a ETAF da Pampulha, estações cujo funcionamento se relacionava diretamente ao que seria pesquisado no projeto Manuelzão (descrito nos apêndices deste trabalho).

Neste momento, além dos alunos sentirem-se mais à vontade, eles se comprometeram mais com o estudo do tema, pois, para participarem com voz ativa e poder de escolha, deveriam justificar a sua escolha por determinado tema.

Esta participação ativa dos alunos não somente nos momentos de discussão, mas também, no processo de sugestão do que seria discutido (a partir de um tema

norteador) foi bastante interessante e em minha opinião um dos principais fatores motivadores para o interesse de todos durante o trabalho de campo e pesquisa.

Nesse contexto, mesmo uma atividade de divisão de tarefas e discussão de temas sociais que envolvem conteúdos científicos, pode se tornar importante ao longo do processo de ensino como um fator que prepara o aluno para o exercício pleno da cidadania, no que tange ao desenvolvimento da capacidade de tomar decisões no âmbito social (Mortimer e Santos, 2000).

A participação dos alunos neste momento de decisão, novamente foi intensa, com o professor atuando como mediador de opiniões, pois, os próprios estudantes já propunham várias ideias sobre o trabalho a ser desenvolvido, além das tarefas a serem realizadas por cada um.

Aproveitamos para registrar no quadro a formação dos grupos, divisão dos temas, tempo de apresentação e tarefas a serem realizadas por cada aluno.

Com o surgimento da possibilidade de atrelar a pesquisa a ser desenvolvida para fins de apresentação na CONFACE, com um tema que se envolvesse aos conteúdos das discussões nas aulas de química, pude enriquecer bastante essa sequência de aulas que também contabiliza as pesquisas de campo (visita a ETA e a ETE).

Como a data destas visitas dependia da disposição dos locais a serem visitados, foi combinado que o trabalho a ser apresentado na CONFACE, seria pautado na pesquisa, e apresentação do projeto Manuelzão, que aborda as questões relativas ao tratamento da água além de priorizar os aspectos, políticos, econômicos e sociais, das famílias que vivem ao redor dos rios e córregos de Minas Gerais.

5.1.3. CONFACE

A CONFACE ocorreu no dia 22/06 (sexta-feira), no período de 8:30 às 12:00 horas (para o turno da manhã) e no período de 14:15 às 17:15 horas (para o turno da tarde) envolvendo todas as séries do Ensino Fundamental II e Médio.

A proposta de realização deste evento é desenvolver a capacidade do aluno de visualizar os problemas ambientais de maneira crítica e perspicaz em relação à tomada de atitude, para estimular a sugestão de novas soluções para as questões que forem discutidas dentro dos trabalhos apresentados.

O objetivo geral pauta-se na realização e apresentação de temas de interesse público de cunho ambiental; com informações e críticas a respeito do conteúdo envolvido.

Os trabalhos são desenvolvidos através de:

- Realização de pesquisa dentro e fora do ambiente escolar.
- Apresentação de trabalho em sala de aula com recursos multimídia e/ou outros.
- Distribuição de panfletos e informativos.
- Visitação das salas com circulação organizada dos alunos.
- Apresentação de seminário para os alunos.

No dia do evento cada professor padrinho acompanhou uma turma. O mesmo encaminhou os alunos durante as visitas para maior organização do evento contribuindo automaticamente para manutenção da ordem na sala visitada.

Cada série abordou um tema e como cada sala era dividida em dois grandes grupos, cada grupo de alunos fez cinco visitas (programadas) e cinco apresentações, permitindo que todos os alunos participassem, apresentando e assistindo as apresentações das outras turmas em seu nível de ensino.

A avaliação do trabalho foi realizada pelo professor padrinho da turma que levou em consideração para valorização do trabalho, os seguintes quesitos:

- Pontualidade (no desenvolvimento das tarefas e na apresentação)
- Organização (no desenvolvimento das tarefas e na apresentação)
- Recursos (utilizados no dia da apresentação)
- Apresentação (capacidade oratória e clareza no desenvolvimento do tema)

A turma do 2º Ano do Ensino Médio, que participou da sequência de aulas exposta nesta monografia, propôs-se a falar sobre o projeto Manuelzão. Os alunos fizeram a pesquisa toda pela internet, selecionando um tópico específico para cada um explicar.

Durante a Conferência, os alunos realizaram (assim como as outras turmas) uma pequena palestra de quinze minutos, com apresentação de slides, apontando para as questões socioambientais abordadas no projeto Manuelzão (e presentes nos apêndices deste trabalho), além de simular uma análise dos sedimentos presentes na água, através dos processos de filtração e decantação.

Neste momento eles foram avaliados pela capacidade de desenvolver a oratória frente aos espectadores e também pelo domínio dos assuntos abordados, principalmente no que tange á explicação das variáveis (em especial o pH) associadas aos processos de tratamento das águas do Ribeirão do Onça.

Os alunos puderam explorar este contexto de aplicação dos conhecimentos construídos na escola, mostrando para o público como era importante saber os conceitos científicos (como no caso do pH e da concentração) para compreender melhor os problemas associados á poluição da água e suas consequências para o meio ambiente e a sociedade como um todo.

Durante toda manhã, as turmas circularam de maneira organizada pela escola e os alunos puderam socializar os conhecimentos adquiridos, através das pesquisas realizadas e conhecer os diferentes contextos, situações e problemas ambientais da região apontados por cada turma em sua apresentação.

Houve distribuição de panfletos e campanha durante o intervalo, em defesa do meio ambiente. O evento foi acompanhado por uma rede de televisão que registrou alguns momentos junto aos alunos.

Essa conferência envolve a participação de todos os professores da escola e todas as turmas do Ensino Fundamental II e Médio e é uma grande oportunidade para a socialização do ensino, em que os alunos de diferentes turmas apresentam e acompanham a apresentação dos colegas.

Os alunos são orientados pelos professores para desenvolverem pesquisas e realizarem trabalhos, dentro de contextos de aplicação dos conteúdos desenvolvidos naquele trimestre, a partir de um tema central que neste ano em específico foi a água.

5.1.4. Aulas 3 e 4 (2 Aulas de 50min)

Estas aulas, anteriormente, foram desenvolvidas como aula expositiva, contando com um experimento demonstrativo (medida de pH de algumas amostras) que era idealizado para exemplificar a manipulação da escala de pH enquanto um agente para classificação das substâncias em ácidas ou básicas.

Acreditava que através de um experimento como este, os estudantes interessar-se-iam pela aula e também pelo tema e assim poderiam estabelecer relações entre as medidas realizadas em sala e as possíveis utilizações daqueles dados ou daquele tipo de experiência para outras situações que associassem ao seu cotidiano e a algum outro contexto, fazendo com que eles percebessem a aplicabilidade do conteúdo aprendido.

O planejamento desta aula prática girava em torno da execução de algumas tarefas programadas, com resultados conhecidos, seguindo um roteiro prévio, conforme a própria aula também seguia. O resumo desta aula segue abaixo:

- Série de ensino: 2ºAno
- Quantidade de alunos: 31
- Tempo de execução: 1h e 40min (2 aulas)
- Organização da sala: Alunos enfileirados
- Conteúdo: Medidas de pH

→ Metodologia: Aula prática

→ Materiais: Dez amostras de substâncias diferentes (cinco ácidas e cinco básicas), dois indicadores diferentes (papel de tornassol e fenolftaleína), quadro negro e pincel.

→ Desenvolvimento: Realização da medida de pH de dez substâncias, apresentação dos resultados em escala representativa no quadro e execução do cálculo da concentração de íons H^+ para as amostras. Entrega de relatório, programada para o final da aula.

Esta aula, apesar de prática, não levava o aluno a se envolver com algum tipo de situação que demonstrasse realmente a aplicabilidade daquele conteúdo e que fosse relevante para sua formação enquanto cidadão.

A “parte experimental” da sequência de aulas foi então modificada, com a realização de uma visita às estações de tratamento de água e esgoto, onde os alunos poderiam experimentar e vivenciar uma situação que, além de permitir uma discussão do ponto de vista socioambiental, relacionava-se ao estudo dos conteúdos em debate nas aulas anteriores (pH e concentração de soluções).

Assim o resumo desta aula, realizada em sequência às aulas 1 e 2 seguiu da seguinte maneira:

→ Série de ensino: 2ºAno

→ Quantidade de alunos: 31

→ Tempo de execução: 1h e 40min (2 aulas)

→ Organização da turma no local: 4 grupos de 8 alunos para caminharem juntos no ambiente de visita.

→ Conteúdo: Variáveis associadas à qualidade da água e processo de tratamento de água: pH

→ Metodologia: Excursão pedagógica

→ Materiais: Prancheta com papel e caneta para anotar explicações

→ Desenvolvimento: Visita orientada às estações de tratamento de água com palestrante e acompanhantes para dar explicações sobre os processos.

A visita à ETAF, situada à rua Min. Hermenegildo de Barros, Belo Horizonte – Parque Ecológico Lagoa do Nado, se realizou no dia seis de julho do ano de dois mil e doze, duas aulas após a realização da CONFACE (mas sem prejuízo para a sequência de trabalho, pois, na semana entre o trabalho e a visita foram cedidas as aulas para o professor de física, que assim, não ficaria em “déficit de aulas” ao ceder suas aulas para os dias das visitas que ocorreram durante todo o período da manhã).

Durante a visita à ETAF tivemos a oportunidade de visualizar algumas situações discutidas em sala, como a adição de substâncias para ajudar na limpeza da água (o que depende da concentração de determinados solutos que podem por ventura, afetar o pH do meio). Também tivemos a oportunidade de visitar o Parque Ecológico interligado à ETAF-Pampulha.

Os alunos tiveram a oportunidade de receber explicações importantes sobre diversos temas como: criação da ETAF/RS, Escoamentos, Escoamento superficial, Estratificação, Sedimentação (todos apresentados no apêndice deste trabalho).

Ao ouvir as explicações sobre estes assuntos, os alunos arguíam o guia (que era técnico em química) sobre as variáveis associadas ao processo, e sobre as substâncias envolvidas, como no caso da análise realizada sobre os sedimentos, em que um aluno perguntou: “Como você pode relacionar a concentração de um tipo de metal sobre um sedimento, com a quantidade de poluição que o homem anda realizando”.

O guia respondeu apontando para as medidas gerais (da quantidade de determinados metais) que deveriam ser respeitadas para a manutenção do nível de qualidade da água e que o mais importante não era somente a ação corretiva, mas, também a preventiva, daí a necessidade de realizar estas medidas (de pH, quantidade íons em solução, etc.) para saber de onde vem determinados poluentes e evitar a poluição.

Um fator que todos acharam bastante interessante foi a utilização de microbolhas para flutuação do material aglomerado (sujeira). Microbolhas que por muitas vezes eles tiveram contato e até então, segundo os comentários,

acreditavam ser cloro em excesso adicionado á agua, pois, ao abrir a torneira e visualizar a água com aspecto esbranquiçado eles não sabiam que se tratava de microbolhas presentes na água e nesta visita tiveram todo esclarecimento sobre tal assunto.

Após as explicações fornecidas durante a visita, sobre o tratamento da água e principalmente sobre a importância de tal processo para a amenização do impacto ambiental que a poluição das águas fluviais causava (e ainda causa) na região, realizamos um grande “piquenique” em que naturalmente os alunos foram realizando comentários relativos ao que foi visto.

Comentários do tipo: “É realmente, é importante; é claro que depende da profissão, que nem bibliotecário não precisaria saber tanto, mas é importante saber essas coisas de química, para entender os processos, principalmente quem vai fazer engenharia”.

Neste momento, intervi na discussão falando sobre a relevância daqueles assuntos para o desenvolvimento da consciência ambiental e da cidadania, independente da profissão, para demonstrar a importância deste conhecimento adquirido e todos os presentes naquela roda (havia dois grandes grupos) concordaram com o que foi dito.

Este instante de descontração foi carregado de comentários a respeito do que eles acabaram de visualizar e sua relação com o que discutimos na escola. O que tornou um breve lanche coletivo, num momento em que aprendizagem servira para associar o conhecimento científico à realidade do cotidiano (vivenciada neste momento).

Após esta visita à ETAF, realizaríamos então a visita à ETE, permitindo aos alunos vivenciar e experimentar alguns ambientes estudados e citados no dia da CONFACE em que foi apresentado o projeto Manuelzão.

A visita à ETE ocorreu no dia 10 de agosto de dois mil e doze (primeira semana de aula após o recesso de julho e uma semana depois em relação à sequência de aulas programadas, desde a visita a ETAF); a ETE do Onça é localizada na rodovia MG-20, próxima ao bairro Ribeiro de Abreu.

Nesta estação de tratamento de esgoto tivemos uma recepção com explicações sobre o sentido da criação da estação (o que permitiu aos alunos entender a importância social daquela construção) e sobre todas as etapas do processo de tratamento do esgoto, constando de vários tópicos (A estação, Unidades de tratamento existentes, etc.) descritos no apêndice deste trabalho.

Durante a explanação da palestrante (que era Bioquímica) foi explicado aos alunos, como as bactérias agiam ajudando a “purificar” a água; curiosidade surgida na aula inicial (aula 1), em que discutimos esta questão.

Esta foi uma oportunidade para os alunos perceberem a importância do conhecimento dos conteúdos científicos aprendidos na escola, sendo explorados e utilizados como ferramenta essencial para o desenvolvimento de vários processos realizados naquela estação.

Eles também tiveram a oportunidade de observar a aplicação da ciência e o trabalho dos cientistas que assim como eles (naquela primeira aula), também partiram de argumentações sobre determinados processos e por muitas vezes de maneira empírica propunham novos métodos e soluções para a resolução de problemas.

Durante a visita a esta estação, fomos ver de perto as etapas do tratamento de esgoto citadas nos apêndices deste trabalho e os alunos ficaram impressionados com o tamanho dos reatores anaeróbicos de fluxo ascendente e dos filtros biológicos percolados (local de ação das bactérias – citadas na escola e na explicação inicial – durante o tratamento).

Considero esta etapa um momento de grande aprendizagem, pois nesta hora, parece que os alunos deram maior credibilidade ao fato de usarem bactérias durante um processo de “purificação” da água, o que foi percebido através de comentários realizados como: “Pô, véi, eles tão usando mesmo organismos vivos, e a água que sai parece ter o aspecto melhor do que a que entra”.

Essas visitas foram de grande importância para o desenvolvimento das discussões, pois, a oportunidade de discutir o assunto em ambientes diferentes, com a percepção de detalhes observados no local onde estávamos vivenciando aquela

experiência, permitiu uma aprendizagem contextualizada que deu sentido ao que era ensinado aos alunos, aproximando os conceitos discutidos em sala de aula com a realidade cotidiana dos mesmos.

Na verdade, estas duas visitas podem ser consideradas como duas aulas trabalhadas com os alunos, desenvolvendo ainda os conceitos discutidos desde a aula 1 até aula 2 em que combinamos os termos da CONFACE.

5.1.5. Aula 5 (1 Aula de 50min)

No planejamento anterior da aula cinco, faríamos o fechamento das explicações a serem dadas sobre pH e concentração de soluções, com a realização de uma aula de correção dos exercícios do relatório, a ser entregue após o experimento sobre medida de pH.

Com este tipo de tarefa, acreditava que os alunos estudariam mais e não se perderiam ao longo dos estudos (focando nos exercícios “principais”) ao se preparar para o vestibular; mas, estava na verdade, facilitando o famoso “decoreba”, pois, ao estimular o estudo de determinados tipos de exercícios e não a compreensão de um conceito tornava a aprendizagem do aluno pouco útil para sua vida cotidiana.

Portanto, a modificação do planejamento desta aula, foi muito importante, para a modificação na forma como o conteúdo e os conceitos desenvolvidos seriam avaliados também.

Anteriormente esta aula seria desenvolvida da seguinte maneira:

- Série de ensino: 2ºAno
- Quantidade de alunos: 31
- Tempo de execução: 50min (1 aula)
- Organização da sala: Alunos enfileirados
- Conteúdo: Medidas de pH, Concentração de soluções (revisão final)

→ Metodologia: Aula expositiva

→ Materiais: Quadro negro e pincel

→ Desenvolvimento: Correção dos exercícios do relatório e revisão final com correção dos exercícios típicos de prova.

Ao pensar em uma mudança na avaliação dos conteúdos desenvolvidos a partir da realização de uma sequência de aulas que valorizasse a contextualização dos conteúdos e a aprendizagem da aplicabilidade dos mesmos, além de sua relevância para as ações sociais, decidi modificar a pauta desta aula final, dedicada ao ensino de pH e concentração de soluções, mantendo uma abordagem à luz das concepções CTS.

Preparei uma aula de fechamento diferente de uma simples revisão para fixação dos conteúdos, pois, os conceitos a serem assimilados já tinham sido trabalhados e poderiam neste momento apenas ser lapidados, ao invés de decorados.

Segue abaixo a proposta da aula:

→ Série de ensino: 2ºAno

→ Quantidade de alunos: 31

→ Tempo de execução: 50min (1 aula)

→ Organização da sala: Alunos enfileirados

→ Conteúdo: Temática ambiental, conceitos trabalhados e tarefas realizadas.

→ Metodologia: Discussão em grupo

→ Materiais: Quadro negro e pincel (para anotações das ideias trabalhadas)

→ Desenvolvimento: Nesta aula (posterior à visita a ETE do Onça), discutimos sobre o conjunto de atividades realizadas (Aula1, Aula2, Apresentação da CONFACE, Visita à ETAF e à ETE).

Falamos sobre as aulas envolvendo as discussões dos conceitos abordados durante as pesquisas, as visitas realizadas e o trabalho apresentado na CONFACE.

Discutimos um pouco mais a respeito das apresentações realizadas por cada grupo no dia da conferência (e a avaliação feita sobre eles) e a relevância das explicações dadas pelos próprios alunos sobre o que havia aprendido dentro daquele tema, o que foi bastante interessante para que eles percebessem a importância de se apresentar e transmitir o conhecimento construído para outras pessoas.

Em determinado momento foi solicitado aos alunos que fizessem colocações sobre o que acharam das primeiras aulas (sobre concentração e pH), da CONFACE e das visitas realizadas, com o intuito de fazer com que reafirmassem e comentassem a respeito da importância dos conteúdos científicos aprendidos na escola, dentro dos contextos de aplicação, neste caso conhecidos por eles, mas, que nem sempre poderiam ser visitados através de uma excursão.

A turma respondeu de forma unânime, dizendo que ficou bastante satisfeita com todo o processo vivenciado e que havia percebido “onde estava inserida a química em nossa sociedade”; e os alunos passaram a sugerir novas atividades (em específico, visitas relacionadas a temas de ensino) para serem desenvolvidas nas próximas aulas.

Os alunos pegavam o livro e indicavam possíveis tarefas que acreditavam se adaptar aos conceitos a serem aprendidos nas aulas seguintes, ainda que de maneira desorganizada (não teve nem como anotar as ideias, ainda precoces), mas, com envolvimento e participação interessantes.

Comentei com eles que havia ficado muito satisfeito com o desempenho dos mesmos durante estas atividades, visto que eles se mostraram bastante interessados durante as discussões, fazendo proposições e arguições durante as aulas e às visitas, participando de toda a sequência com afinco.

A partir do momento em que todos participavam, eles iam apresentando suas curiosidades e angústias como a questão da ação da bactéria na “purificação” da água; com isto iam percebendo que era necessário possuir determinados conhecimentos científicos para saber explicar alguns fenômenos em determinados

contextos, e assim valorizavam mais o que era estudado ao perceberem que havia sentido para aquilo.

Tudo isso foi muito importante para que eu percebesse como aquelas visitas, precedidas de aulas em que trabalhamos conceitos de maneira menos quantitativa e mais conceitual, envolvendo os alunos em um contexto de aprendizagem, despertavam muito mais o interesse deles pela construção do conhecimento no ensino de ciências e dava sentido ao que era ensinado.

6. REFLEXÃO FINAL

O processo de aprendizagem e apropriação do conhecimento pode ser realmente eficaz quando é possível perceber a verdadeira utilidade daquilo que estamos aprendendo para a “vida além do ambiente escolar”.

Realizar esta sequência de aulas, desenvolvendo os conteúdos (concentração de soluções e pH) dentro de um contexto que envolvesse algumas questões sociais, relacionados à ciência e à tecnologia, foi algo de extremo prazer e que permitiu a observação daquilo que vemos através de alguns autores como Bybee (1987) que também concorda com o tratamento das ciências como uma disciplina que estuda a interface ciência-sociedade.

O trabalho desenvolvido nestas aulas buscou fazer a conexão entre os anseios surgidos no ambiente escolar durante as discussões iniciais sobre alguns conceitos químicos (em especial concentração de soluções e pH) e a resposta obtida através da visualização da aplicação dos mesmos nos ambientes de convívio do dia a dia do aluno.

Estes conceitos, por muitas vezes são estudados de maneira isolada, excessivamente teórica e desvinculada do cotidiano dos alunos, o que não contribui para o desenvolvimento da cidadania através do ensino, que é de suma importância na educação, já diria Marco (1997):

“La alfabetización científica [...] apunta hacia la formación de ciudadanos capaces de opciones en una sociedad democrática”.

Houve a necessidade do entendimento de um conjunto básico de conceitos químicos, como concentração de soluções, para concepção dos impactos gerados pelo excesso de matéria orgânica na água, além do conceito de pH, enquanto parâmetro de avaliação do caráter (ácido ou básico) dos poluentes presentes na água; para que assim pudesse haver uma compreensão de todo o processo realizado (Santos e Schenetzler, 1997).

Com este trabalho, os alunos participaram de atividades que buscavam despertar sua consciência ambiental dando um tom de aplicabilidade ao que foi visto

ao longo das aulas, além de discutirem alguns conteúdos previstos na grade curricular para o segundo trimestre escolar.

Durante a sequência das aulas os alunos contribuíram bastante na definição dos temas de pesquisa e dos locais de visita para construção do trabalho, passando a ter uma motivação muito maior para desempenhar as tarefas, além de participarem da decisão tomada na escolha do contexto de estudo.

A aula desenrolava-se naturalmente a partir das situações propostas (a se discutir) e das situações vivenciadas, contribuindo para a formação de conceitos que se iniciava desde então, de maneira natural e independente da relação específica que o conteúdo tivesse com a disciplina de química.

Ao falar sobre o uso das bactérias na limpeza da água, por exemplo, os alunos questionaram sobre um tema que associa à química e a biologia, e durante a troca de ideias, a partir de um contexto que permitiu essa discussão, puderam compreender como as diferentes áreas das ciências estão associadas.

Durante a visita as Estações de Tratamento de Água, os alunos perceberam que a “química utilizada nas explicações do instrutor era a mesma que eles haviam estudado em sala de aula”, de maneira a compreenderem a importância de algumas fundamentações teóricas; essa etapa foi primordial para reforçar a concepção dos alunos em relação às implicações sociais do ensino de química.

Portanto, concordo com os autores: AIKENHEAD(1985 e 1994); LAYTON, DAVEY e JENKINS(1986); RAMSEY(1993); SOLOMON(1993); STIEFEL(1995), quando apontam para a necessidade da compreensão da natureza da ciência para o entendimento das ciências e suas aplicabilidades, pois, através desta sequência de aulas, utilizando a contextualização como uma ferramenta importante na abordagem CTS, percebi como é importante o entendimento de alguns conceitos químicos (concentração de soluções e pH) para a compreensão de um processo estudado (tratamento da água).

Todo este trabalho serviu para que não somente os alunos, mas, principalmente para que o professor pudesse refletir sobre a prática docente, tanto

sobre as atividades desenvolvidas e a relevância dos conceitos e ser trabalhados, quanto sobre a importância de um ensino pautado sobre a abordagem CTS.

Seguindo essa linha de pensamento, finalizo esta reflexão concordando com o que dizem os autores, HART e ROBOTOM (1990):

“O processo da reforma na educação em ciências deverá ser elaborado de modo a criar condições para que os próprios praticantes reflitam criticamente, deliberem de maneira colaborativa e se engajem em pesquisa participante sobre os potenciais e os limites das propostas de reforma CTS para a educação em ciências. Assim como os alunos devem ser envolvidos na tomada de decisões sociais relacionadas à ciência e à tecnologia, também os professores devem ser envolvidos na tomada de decisões sobre a educação em ciências.”

7. APÊNDICE

7.1. Relação dos assuntos desenvolvidos durante as discussões e pesquisa

Tema	Questões e conceitos
<p>Preservação dos cursos d'água</p> <p>A capacidade de renovação da água potável, disponibilidade e qualidade da água.</p>	<ul style="list-style-type: none">- Revitalização e saneamento básico: qual a relação entre estes termos?- Até que ponto a poluição local pode causar impactos globais aos cursos d'água.- Como promover a revitalização dos cursos d'água e a conscientização da população ribeirinha sobre a proteção dos cursos d'água.
<p>Manutenção e restituição da qualidade da água</p> <p>Os processos de tratamento da água. Tratamento de esgoto: primário, secundário, processo anaeróbico.</p> <p>Tratamento de águas fluviais e conscientização sobre a manutenção da qualidade da água.</p>	<ul style="list-style-type: none">- Renaturalização de cursos d'água.- Avaliação da variedade da biota e das possíveis consequências de obras realizadas com vistas à renaturalização de cursos d'água.- Processos de tratamento de águas fluviais e aplicação dos conhecimentos de parâmetro físico-químicos na avaliação da qualidade da água (pH e DBO-Demanda Bioquímica de Oxigênio).
<p>Poluição</p> <p>Degradação da qualidade da água, poluição dos cursos d'água.</p> <p>Efeitos sobre a biota presente nos rios.</p> <p>Significado da presença de vida aquática nos rios.</p>	<ul style="list-style-type: none">- Descarte, redução, reutilização e reciclagem de resíduos sólidos (tipos de resíduos / composição química).- Compreensão dos impactos ambientais causados pelo descarte de determinados metais e outros produtos nos cursos d'água.

7.2. Texto utilizado na Aula 1

Como o sal é produzido?

O Brasil está entre os dez maiores produtores de sal de cozinha do mundo. A produção brasileira está por volta de 7 milhões de toneladas anuais. Dessa produção, 5 milhões de toneladas correspondem ao sal marinho (extraído da água do mar) e o restante é o sal-gema retirado de depósitos terrestres.

A extração do sal marinho é feita deixando-se a água do mar em depósitos abertos nos quais a água evapora sob a ação do calor e dos ventos. A água do mar vai se concentrando e a partir de certo ponto se inicia a cristalização do chamado sal bruto. O sal bruto é então refinado; várias de suas impurezas são eliminadas até restar o cloreto de sódio praticamente puro. Antes de ser vendido à população ou empregado pelas indústrias de alimentos, o sal recebe o acréscimo de pequenas porções de iodato de sódio (NaIO_3) porque a falta de iodo pode causar alguns problemas de saúde, como o bócio (“papo”).

Quanto ao uso industrial, não é necessária essa adição de iodato; o sal é matéria-prima para a produção de soda cáustica, cloro e alvejantes. A indústria (não alimentícia) utiliza o cloreto de sódio para a produção de uma variedade de substâncias. A eletrólise da solução aquosa do sal gera produtos e subprodutos importantes.

7.3. Projeto Manuelzão (explicações)

Introdução

O Projeto Manuelzão foi criado em 1997 e foi criado na intenção de lutar por melhorias nas condições ambientais e promover a qualidade de vida das pessoas. Atua juntamente com a população e as prefeituras dos municípios que compõem a Bacia do Rio das Velhas, que é o maior afluente do Rio São Francisco.

Possui parcerias com diversas instituições, o que torna viável o desenvolvimento do projeto e execução de suas ações, como por exemplo: diagnosticar a qualidade das águas, desenvolver pesquisas sobre os peixes existentes na bacia hidrográfica, promover atividades educativas e de mobilização social e elaborar projetos de tratamento de esgotos e do lixo.

Histórico

O projeto Manuelzão foi criado em janeiro de 1997 por iniciativa de professores da Faculdade de Medicina da UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais. O surgimento do Manuelzão está ligado às atividades do Internato em Saúde Coletiva (“Internato Rural”).

Os estudantes passaram três meses em municípios do interior de Minas Gerais desenvolvendo atividade de medicina preventiva e social. O histórico das experiências desses professores e estudantes revelou que não bastava somente medicar a população, era preciso combater as causas das doenças.

A partir da percepção de que a saúde não deve ser apenas uma questão médica, foi esboçado o horizonte de trabalho do Projeto Manuelzão: lutar por melhorias nas condições ambientais promovendo qualidade de vida e romper com a prática predominantemente assistencialista.

Imaginário

O foco principal da proposta do Projeto Manuelzão está na transformação da mentalidade cultural, a questão chave do processo de construção histórica de humanidade; transformação cultural a ser localmente impulsionada pelo objetivo pontual operacional comum: a volta do peixe a bacia do Rio das Velhas.

As necessidades de todos os ecossistemas, inclusive humanos, que se concentram cada vez mais nas cidades, exigem cuidados especiais para se sustentarem dentro de uma perspectiva democrática, de justiça e paz.

O centro da questão ambiental é a constituição de um modelo de economia com base global que garanta a todos os seres humanos e aos demais ecossistemas a sobrevivência. O projeto aponta para a valorização da diversidade cultural além do

desenvolvimento da consciência socioambiental a partir do conhecimento mais profundo dos problemas que envolvem o meio ambiente e a sociedade.

Revitalização dos cursos d'água

Experiências de países europeus, como a França (Rio Sena), mostram que a revitalização dos cursos d'água é a forma mais eficiente de permitir que ele integre o ambiente de maneira harmônica. O ciclo hidrológico é restabelecido, as plantas e animais voltam a habitar os cursos d'água e suas proximidades, nadar e pescar passam a ser atividades possíveis, o esgoto deixa o córrego.

Revitalizados, os rios e córregos podem, inclusive, ser aproveitados como áreas de recreação e lazer. Fica provado que reconhecer que os cursos d'água são fonte de vida, e não depósitos de lixo e esgoto, e agir de acordo com esse pensamento é garantia de uma melhor qualidade de vida.

Mas a revitalização só é possível com investimento em saneamento básico. Para tanto, a instalação de interceptores, que são canos que impedem que o esgoto caia nas águas dos córregos e rios, faz-se necessária. Com os interceptores, o esgoto é conduzido a estações de tratamento e a água, limpa, volta ao curso d'água.

Outras medidas necessárias à revitalização dos córregos e rios são o combate a erosões, o plantio de vegetação nas margens dos cursos d'água, assim como a remoção das famílias dos locais suscetíveis a inundação. É também preciso resguardar a área de inundação natural do rio, evitando que, na época das cheias, a população corra o risco de ter suas casas invadidas pela água.

A educação ambiental e a consciência ecológica também devem ser trabalhadas. Não adianta revitalizar um rio se uma cultura de destruição e descaso com relação ao meio ambiente é mantida.

O Projeto Manuelzão já tem conquistado algumas vitórias nesse sentido. Muitos Núcleos Manuelzão foram formados em função desse debate pela revitalização e já se percebe uma mudança de mentalidade das comunidades.

Renaturalização dos cursos d'água

O processo de renaturalização, através da engenharia ambiental, é um alento àqueles que acreditam num futuro saudável, na qualidade da água natural como condição de saúde e no resgate da função simbólica, lúdica e de lazer e entretenimento dos rios, principalmente nas regiões desprovidas de outros centros de lazer.

Walter Binder explica que, durante muito tempo, a estratégia da engenharia fluvial e hidráulica esteve orientada no sentido de retificar o leito dos rios e córregos, para que suas vazões fossem dirigidas para jusante pelo caminho mais curto e com a maior velocidade de escoamento possível.

Os objetivos principais visavam ganhar novas terras para a agricultura, novas áreas para a urbanização e minimizar os efeitos locais das cheias. A realização de obras com base nesta concepção teve consequências não consideradas ou avaliadas como sendo negligenciáveis no planejamento, como a variedade de biota sendo reduzida de uma maneira alarmante e as cheias hoje causam prejuízos cada vez maiores.

A conscientização das interações entre as atividades antrópicas e o meio ambiente permite, hoje, que sejam consideradas novas estratégias dirigidas à renaturalização de rios e córregos, valorizando as condições naturais dos cursos hídricos e das baixadas inundáveis.

É evidente que esta concepção tem os seus limites, quando se trata de manter a proteção das zonas urbanas e das vias de transporte, portanto a renaturalização tem como objetivos:

- recuperar os rios e córregos de modo a regenerar o mais próximo possível a biota natural, através do manejo regular ou de programas de renaturalização;
- preservar as áreas naturais de inundação e impedir quaisquer usos que inviabilizem tal função.

Resíduos sólidos urbanos

O Projeto Manuelzão preocupa-se com essa questão, pois o lixo é um problema grave em todos os municípios da bacia do rio das Velhas.

O lixo que produzimos, frequentemente, vai para lixões, aterros controlados ou para aterros sanitários. No primeiro caso, o lixo é apenas depositado em um local, sem se tomar medidas de proteção ao meio ambiente, como cuidados com o solo.

Nos aterros controlados, os resíduos são cobertos com terra ou entulho, mas também não oferecem proteção ao meio ambiente. Já nos aterros sanitários, o lixo é coberto por entulho ou por terra, mas o solo é impermeabilizado: o chorume (líquido de cor escura, resultante da fermentação da matéria orgânica) é recolhido e tratado e os gases produzidos no aterro são captados. Então, o aterro sanitário seria a melhor solução para o lixo?

O aterro sanitário é um avanço em relação às outras alternativas, mas não resolve o problema da crescente produção de lixo. Com o passar do tempo os aterros ficam cheios, sendo preciso construir mais e mais lugares para depositar esse lixo.

Além disso, ao simplesmente depositá-lo em um local e aterrá-lo, desperdiça-se uma grande quantidade de material, energia e dinheiro. Por exemplo, para produzir alumínio a partir das latinhas de refrigerantes, gasta-se apenas cinco por cento da energia gasta para se produzir o metal a partir do minério.

O Projeto Manuelzão propõe que os aterros sanitários recebam apenas aquilo que não pode ser reciclado ou reutilizado: é o chamado aterro sanitário residual mínimo. O lixo reciclado é aquele que após a devida separação é transformado em um novo produto; já o reutilizado é aquele que ganha nova função, como, por exemplo, garrafas plásticas que são transformadas em vassouras ou obras de arte.

7.4. ETAF/Pampulha (explicações)

Criação da ETAF/RS

Ainda no mês de maio do ano 2000, quando iria vencer a concessão dos serviços de abastecimento de água e esgotos de Belo Horizonte, a renovação foi

negociada pelo Prefeito Célio de Castro que conseguiu do Governador Itamar Franco, as “vantagens” de indicar nomes para a diretoria e para o conselho da COPASA.

Além da construção de uma “pseudo” ETE – Estação de Tratamento de Esgotos, na foz dos córregos da Ressaca e Sarandi, quando foi dado grande destaque para o tratamento da água da represa, provocando uma “corrida” de banhistas e pescadores ao local.

A estação de tratamento foi batizada como ETAF/RS – Estação de Tratamento de Águas Fluviais dos Córregos Ressaca e Sarandi.

Escoamentos

O escoamento pluvial é a fase do ciclo hidrológico que trata do conjunto das águas que, por efeito da gravidade, se desloca na superfície da terra e o escoamento pluvial (águas das chuvas).

Esse tipo de estudo que mostra os diversos tipos de escoamento desde o superficial ao subterrâneo pode prever os impactos causados pelos escoamentos e minimizá-los, ou até então usar estes estudos em prol da sociedade, tendo conhecimento para o beneficiamento e tratamento das águas providas destes escoamentos.

O escoamento superficial tem seu próprio ciclo de escoamento que pode ser descrito em três fases: na primeira fase o solo está seco e as reservas de água estão baixas; na fase seguinte, iniciada a precipitação, ocorrem interceptação, infiltração e escoamento superficial; na última fase o sistema volta a seu estado normal, após a precipitação.

Fatores como tipo de vegetação, tipo de solo, condições topográficas, ocupação e uso do solo, são fatores que determinam a relação entre vazão e precipitação.

Quando a precipitação já preencheu as pequenas depressões do solo, a capacidade de retenção da vegetação foi ultrapassada e foi excedida a taxa de infiltração, começa a ocorrer o escoamento superficial.

Inicialmente, formam-se pequenos filetes que escoam sobre a superfície do solo até se juntarem em corredeiras, canais e rios. O escoamento ocorre sempre de um ponto mais alto para outro mais baixo, sempre das regiões mais altas para as regiões mais baixas até o mar.

O processo do escoamento inclui uma série de fases intermediárias entre a precipitação e o escoamento em rios. Para entender o processo do escoamento é necessário entender cada uma destas fases. Esta sequência de eventos é chamada de ciclo do escoamento.

Estratificação

É o processo de gradeamento das temperaturas da superfície e do fundo da lagoa, onde a água quente fica flutuando na zona superior de um reservatório de água. Este estado físico da água também irá ditar os tipos de organismos que podem viver ali: peixes, insetos, zooplâncton, fitoplâncton e outras espécies aquáticas, todos estes têm uma faixa preferida de temperatura para se desenvolverem.

Se essa faixa for ultrapassada (para menos ou para mais), o número de indivíduos das espécies diminui até se extinguirem por completo. Outro problema que a estratificação térmica causa em Lagoas é a mudança na velocidade das reações bioquímicas ocasionando assim uma diminuição da zona ativa do sistema.

Sedimentação

Nome dado à ação dos materiais que são depositados no leito de córregos, lagos e cursos d'água. Esse fenômeno se dá normalmente nos materiais devido a insolubilidade ou por serem pouco solúveis e mais densos que a água. São materiais gerados pelo processo de assoreamento, ou seja, erosões destes que, ao serem transportados e depositados darão origem aos sedimentos.

A análise química do sedimento tem sido muito comum para determinar a presença de diversos poluentes como metais, organofosforados, PCBs, e outros, e dessa forma avaliar possíveis impactos antropogênicos, uma vez que são comumente importantes reservatórios de metais pesados, bem como de outras substâncias tóxicas.

7.5. ETE/Onça (explicações)

A estação

ETE Onça é considerada a maior estação de tratamento de esgotos da América Latina a adotar a tecnologia de reatores anaeróbios (sem a presença de oxigênio) de fluxo ascendente e manta de lodo. Além de contribuir para a melhoria da qualidade de vida da população, esta unidade contribui na melhoria da qualidade das águas dos rios das Velhas e São Francisco.

A unidade tem capacidade para tratar 1.800 litros por segundo, e poderá ter sua capacidade ampliada futuramente, passando para 3.600 litros por segundo. A unidade de tratamento implantada é constituída pelos tratamentos preliminar, primário e secundário onde são retirados cerca de 90% da carga orgânica e de sólidos grosseiros.

Unidades de tratamento existentes:

Grade grossa manual – retém os sólidos grosseiros (estopas, plásticos, papéis) que são removidos manualmente.

Grade fina mecanizada – remove mecanicamente os sólidos de dimensões menores que passaram pela grade grossa.

Desarenador – remove mecanicamente a areia, pedriscos e materiais inorgânicos presentes nos esgotos.

Peneira mecânica – remove mecanicamente o material sólido de acima de 6 mm evitando que os mesmos se dirijam para os reatores anaeróbios.

Reatores anaeróbios de fluxo ascendente – promovem a bioestabilização da matéria decomponível dos esgotos através de processo anaeróbio realizados por microrganismos. Nesta fase do tratamento ocorre a remoção de 70% da DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio). Nestas unidades há formação de biogás, do lodo digerido e dos sólidos em suspensão dos esgotos.

Filtros Biológicos Percoladores – promovem a estabilização da matéria orgânica por via aeróbia, por meio de bactérias que crescem aderidas a um meio

suporte, que pode ser constituído de pedras, ripas, material plástico ou qualquer outro que favoreça a percolação do esgoto aplicado. Usualmente o esgoto é aplicado por meio de braços giratórios.

O fluxo contínuo do esgoto, em direção ao fundo do tanque, permite o crescimento bacteriano na superfície do meio suporte, possibilitando a formação de uma camada biológica, denominada biofilme. O contato do esgoto com a camada biológica possibilita a degradação da matéria orgânica.

A aeração desse sistema é natural, ocorrendo nos espaços vazios entre os constituintes do meio suporte. Nesta fase, ocorre uma complementação da remoção da matéria orgânica, alcançando em média 90% de remoção de DBO (demanda bioquímica de oxigênio).

Queimadores de gás – promovem a queima do biogás que contém 65% de metano (CH₄) e 30% de gás carbônico (CO₂).

Centrífugas – reduzem o volume de água contido no lodo digerido, proveniente dos reatores anaeróbios, através do processo de centrifugação em alta rotação. O líquido clarificado retorna ao processo de tratamento.

Prédios de administração – laboratório de análises físico-químicas e bacteriológicas, manutenção eletromecânica.

Sistema de supervisão e controle – realiza o monitoramento e controle do processo de tratamento dos esgotos. É composto por microcomputadores com programas de supervisão e controle, que permitem gerenciar através de telas, todas as unidades de tratamento, informando a cada instante a situação das unidades existentes, equipamentos em operação e dados analógicos e digitais.

Sistema elétrico – é constituído por uma subestação elétrica que rebaixa a tensão de 13,8 KV para 440 e 220 V. As unidades do tratamento preliminar, as centrífugas e todas as elevatórias da ETE possuem seus próprios painéis elétricos.

Galpão para depósito de lodo – O lodo desidratado das centrífugas será acumulado no galpão coberto evitando a ação de intempéries e funcionando como depósito para antes de sua disposição final.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACEVEDO, J. A.; VÁZQUEZ, A.; MASSANERO, M. A. Papel de La educación CYS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista Electrónica de enseñanza de las ciências*, v.9, n.2, 2003.

ACEVEDO, J. A. Algunas creencias sobre el conocimiento científico de los profesores de Educación Secundaria en formación inicial. *Bordón*, v.52, n.1, p.5-16, 2000.

ACEVEDO, J. A. Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS. *Borrador*, 13, 26-30, 1996a. En *Sala de Lecturas CTS+I de La OEI*, 2001,

ACEVEDO, J. A. La tecnología en las relaciones CTS. Una aproximación al tema. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(1), 35-44, 1996b.

ACEVEDO, J. A. Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: Educación científica para La ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, v.1, n.1, p.3-16, 2004.

AIKENHEAD, G. S. (1985). Collective decision making in the social context of science. *Science Education*, v. 69, n. 4.

_____. (1994a). What is STS science teaching? In: SOLOMON, J., AIKENHEAD, G. *STS education: international perspectives on reform*. New York: Teachers College Press, p.47-59.

_____. *STS education: International perspectives on reform*. New York: Teachers College Press, p.47-59, 1994a.

AULER; BAZZO. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. *Ciência & Educação*, v.7, n.1, p.1-13, 2001.

BAZZO, W. A. A pertinência de abordagens CTS na educação tecnológica. *Revista Iberoamericana de Educación, Enseñanza de la tecnología*, n.28, jan-abr. 2002.

BRASIL. Ministério da Educação e Desportos. Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio. Brasília, DF, 1999.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/BasesLegais.pdf>> Acesso em: 20 ago. 2008.

DELIZOICOV; AULER. Alfabetização científico-tecnológica para quê? Ensaio – pesquisa em educação em ciências. V.3, n.1, jun. 2001.

FURIÓ, C. Y VILCHES, A. Las actitudes de los estudiantes hacia las ciencias y las relaciones CTS, en Del Carmen (Coor): *La enseñanza y El aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundari*,.Barcelona, Horsori, 1997.47-71.

García, J. L. *et al.* (1996). *Ciencia, Tecnología y Sociedad: Una Introducción al Estudio Social de la Ciencia y la Tecnología*. Madrid: TECNOS.

GORDILLO, M. M.; OSÓRIO, C.; CERESO, J. A. L. *La Educación en valores através de CTS*. Contribución al Foro Iberoamericano sobre Educación en Valores, Montevideo, out. 2000.

HART, E. P., ROBOTOM, I. M. (1990). The science-technology-society movement in science education: a critique of the reform process. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 27, n. 6, p.575-588.

KRASILCHIK, M. *O professor e o currículo das ciências*. São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, 1987.

LAYTON, D., DAVEY, A., JENKINS, E. (1986). Science for specific social purposes (SSSP): perspectives on adult scientific literacy. *Studies in Science Education*, n. 13, p.27-52.

LEAL, M. C., SELLES, S. E. Sociologia e ensino de ciências: anotações para discussão. In: Encontro nacional de pesquisa em educação em ciências, 1., 1997, Águas de Lindóia. *Atas... Águas de Lindóia*, 1997. p. 338-344.

LEE, S.; ROTH, W. M. Learning science in the community. Em: ROTH, W.M.; DÉSAUTELS, J. (Eds.): *Science education as/for sociopolitical action*, p.37-66. New York: Peter Lang, 2002.

LUCAS, A. STS beyond school: Public perceptions and sources of knowledge. En J. Solomon y G. Aikenhead (Eds.): *STS education: International perspectives on reform*, pp. 111-119. Nueva York: Teachers College Press, 1994.

MANASSERO, M. A.; VÁZQUEZ, A. Creencias del profesorado sobre la naturaleza de la ciencia. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, n. 37, 2000.

MARCO, B.: *La alfabetización científica en la frontera del 2000*, Kikirikí, 44-45, pp. 35- 42, 1997.

MARTÍN, I. P. Formação Inicial de Professores de Física e Química sobre a Tecnologia e suas relações sócio-científicas. *Revista Electrónica de La Enseñanza de las ciencias*, v.2, n.3, 2003.

MARTÍN, I. P. Formação Inicial de Professores de Física e Química sobre a Tecnologia e suas relações sócio-científicas. *Revista Electrónica de La Enseñanza de las ciencias*, v.2, n.3, 2003.

MARTÍN, M. (2004). Educar per participar en ciència i tecnologia. *Revista del Col.legi Oficial de Doctors i Llicenciats en Filosofia i Lletres i en Ciències de Catalunya*, 122, 57-70.

MORTIMER, E. F. *Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências*. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2000.

MORTIMER, E. F.; SANTOS, W. L. P. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S no contexto da educação brasileira. Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências. Belo Horizonte, v. 2, n.2, p.129-248, dez. 2000.

MORTIMER, E.F. and SCOTT, P.H. *Meaning making in secondary science classrooms*. Maidenhead. Open University Press, 2003.

OSORIO, C. La educación científica y tecnológica desde el enfoque en ciencia, tecnología y sociedad. Aproximaciones y experiencias para la educación secundaria. *Revista Ibero-americana de Educação, Enseñanza de la Tecnología / Ensino da Tecnologia*, Madrí, n.28, p.61-81, 2002.

PÉREZ, D. G. El papel de la Educación ante las transformaciones científico-tecnológicas. *Revista iberoamericana de educación*, n.18, p.69-90, 1998.

PÉREZ, G.; DANIEL; AMPARO, V. Inmersión en la cultura científica para la toma de decisiones ¿necesidad o mito? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, v.2, n.3, p. 302-329, 2005.

RAMSEY, J. (1993). The science education reform movement: implications for social responsibility. *Science Education*, v. 77, n. 2, p.235-258.

ROTH, W.M.; LEE, S. Science education as/for participation in the community. *Science Education*, v.88, n.2, p.263-291, 2004.

SANTOS, W. L. P. , Wildson Luiz Pereira dos Santos. Abordagem de tema sociais em aulas de Química. Belo Horizonte. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, 2001.

SANTOS, W. L. P. dos; SCHNETZLER, R. P. *Educação em química: compromisso com a cidadania*. Ijuí: Unijuí, 1997.

SANTOS, W. L. P., SCHNETZLER, R. P. (1997). *Educação em química: compromisso com cidadania*. Ijuí: UNIJUÍ.

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

SOLBES, J.; VILCHES, A. Finalidades de la educación científica y relaciones CTS”, in I. P. Martins (org.) *O movimento CTS na Península Ibérica*, p. 07-217, Aveiro, Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa, Universidade de Aveiro, 2000.

SOLBES, J.; VILCHES, A. Interacciones Ciencia/Técnica/Sociedad: Un instrumento de cambio actitudinal. *Enseñanza de las Ciencias*, v.7, n.1, p.14-20, 1989.

SOLOMON, J. (1993b). *Teaching science, technology and society*. Buckingham: Open University Press.

STIEFEL, B. M. (1995). La naturaleza de la ciencia en los enfoques CTS. *Alambique dicáctica de las ciências experimentales*, v. 2, n. 3, p.19-29.

TEIXEIRA, P. M. M. A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do movimento C.T.S no ensino do ciências. *Ciência & Educação*, v. 9, n. 2, p. 177-190, 2003.

THOMAS, G. & DURANT, J. Why should we promote the public understanding of science? *Scientific Literacy Papers*, 1, 1-14. University of Oxford Department of External Studies, 1987.

VÁZQUEZ, A. Innovando la enseñanza de las ciencias: El movimiento Ciencia-Tecnología-Sociedad. 1999. Revista del Col·legi Oficial de Doctors i Llicenciats de Balears, v.8, p.25-35, 2001.

VILCHES, A.; MARQUES, L.; PÉREZ, G. ; PRAIA, J. Da necessidade de uma formação científica para uma educação para a cidadania. In: I SIMPÓSIO DE PESQUISA EM ENSINO E HISTÓRIA DE CIÊNCIAS DA TERRA; III SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE ENSINO DE GEOLOGIA NO BRASIL. UNICAMP, 2007.

VILCHES, A.; SOLBES, J.,; PÉREZ, G. Alfabetización científica para todos contra ciência para futuros científicos. Alambique, v.41, p.89-98, 2004.

VYGOTSKY, L. S. Pensamento e linguagem. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

YAGER, R. Science, technology, society: a major trend in science education. In: UNESCO. *New trends in integrated science teaching*. Belgian: UNESCO, p. 44-48, 1990.

ZOLLER, U.; WATSON, F. G. Technology education for conscience students in the secondary school. *Science Education*, New York, v. 58, n. 1, p. 105-116, 1974.