

A Abordagem de questões sociocientíficas no Ensino de Ciências: contribuições à pesquisa da área

The Socioscientific issues approach in science education: contributions for research in the area

MARTÍNEZ PÉREZ, L. F.¹, CARVALHO, W.L.P.², LOPES, N.C.³, CARNIO, M.P.⁴, VARGAS, N.J.B.⁵

¹UPN, "Universidad Pedagógica Nacional" Bogotá-Colômbia. E-mail: lemartinez@pedagogica.edu.co

²UNESP, Universidade Estadual Paulista, Bauru, Brasil. E-mail: washcar@dfq.feis.unesp.br

³UNESP, Universidade Estadual Paulista, Bauru, Brasil. E-mail: naty_lopes85@hotmail.com

⁴UNESP, Universidade Estadual Paulista, Bauru, Brasil. E-mail: michelcarnio@yahoo.com.br

⁵UPN, "Universidad Pedagógica Nacional" Bogotá-Colômbia. E-mail: ninijovb@hotmail.com

Resumo

Neste simpósio apresentamos três trabalhos de pesquisa desenvolvidos em dois países da América Latina, sobre a abordagem de questões sociocientíficas no Ensino de Ciências. As análises das pesquisas apresentadas evidenciam que a abordagem de questões sociocientíficas possui um potencial considerável para a inovação educativa e para a formação do professor pesquisador. Desta forma, são colocadas em destaque análises das concepções de futuros professores de Biologia sobre ética e o papel dos meios de divulgação científica, também é foco de análise as opiniões de alunos de Ensino de Médio sobre cidadania e as dificuldades enfrentadas por professores de Ciências em serviço ao trabalharem temas controversos de ciência e tecnologia em sala de aula. De acordo com estes aspectos, esperamos contribuir com os debates acerca do trabalho com questões sociocientíficas como tema de pesquisa e de ensino na área da Educação em Ciências.

Palavras Chave: relações CTSA, Formação de professores, teoria crítica, Ensino de Ciências para cidadania

Abstract

In this symposium we present three research developed in two countries in Latin America on the approach to socio-scientific issues in science education. The analysis of the researches presented that the approach of socio-scientific issues has considerable potential for educational innovation and teacher education researcher. Thus, are placed in prominent analysis of the conceptions of prospective teachers of biology on ethics and the role of the media science, is also the focus of analysis of the views of pupils about citizenship education medium and the difficulties faced by science teachers to work in service issues controversial science and technology in the classroom. According to these aspects, we hope to contribute to discussions about the work with socio-scientific issues in research and teaching in the area of science education.

Keys Words: relations STSE, Teacher Education, Critical Theory, Science Education for citizenship

Apresentação do simpósio

As questões sociocientíficas (QSCs) envolvem controversas públicas que são permanentemente discutidas na mídia, também abrangem aspectos éticos e morais, assim como análises de riscos e impactos globais. Desta forma, tais questões são expostas na maior parte das discussões que se desenvolvem na sociedade atual, destacando entre outras, as seguintes questões: energias alternativas, aquecimento global, poluição, transgênicos, armas nucleares e biológicas, produtos de beleza, clonagem, experimentação em animais, desenvolvimento de vacinas e medicamentos, uso de produtos químicos, efeitos adversos da utilização da telecomunicação, manipulação do genoma de seres vivos, manipulação de células-tronco, fertilização in vitro, entre outros.

Segundo Ratcliffe e Grace (2003), as QSCs estão relacionadas com pesquisas científicas contemporâneas e de notável importância para a vida, dado que afetam as opiniões e a tomada de decisão dos cidadãos. Frequentemente, a evidência científica disponível para a discussão das questões é incompleta na mídia ou limitada a determinados especialistas, o que pode restringir ou excluir a participação da maior parte da população que, certamente, é a mais atingida por tais decisões.

As controvérsias envolvidas nas discussões públicas sobre QSCs exigem a formação de cidadãos dotados de conhecimentos e capacidades para avaliar responsabilmente problemas científicos e tecnológicos na sociedade atual. Assim, o futuro do conhecimento científico e tecnológico não pode ser responsabilidade apenas dos cientistas, governos, especialistas ou qualquer outro ator social, sendo necessária a constituição de uma cidadania ativa (REIS e GALVÃO, 2004).

O exercício da cidadania somente se desenvolverá plenamente em uma sociedade legitimamente democrática, que deve fornecer à maioria dos cidadãos sua participação efetiva no poder. Embora a participação real seja um ideal que ainda não se concretizou, é necessária a continuação do desenvolvendo de processos de formação que contribuam para o enriquecimento dos sujeitos na ação de sua cidadania.

Para a conquista da sociedade democrática, é necessário que os cidadãos possuam conhecimentos básicos sobre o funcionamento da Ciência (estruturas conceituais e metodológicas), além de estruturar critérios de julgamento moral e ético para avaliação pública das controvérsias científicas e tecnológicas, que se apresentam na sociedade atual. É a partir deste julgamento que os estudantes poderão fazer escolhas de acordo com seus interesses, direitos e deveres.

Portanto, as QSCs para o Ensino de Ciências apresentam importantes perspectivas de pesquisa que podem ser exploradas na Formação de Professores de Ciências voltada ao fortalecimento da autonomia crítica dos professores, assim como no desenvolvimento de processos discursivos democráticos no Ensino de Ciências que possibilitem transformar a tradicional transmissão de conteúdos disciplinares de Ciências, valorizando de melhor forma as subjetividades dos estudantes e o trabalho coletivo, de tal forma que estudantes e

professores estabeleçam interações comunicativas que lhes possibilitem repensar a ciência e a tecnologia em termos sociais, políticos e culturais.

Referências

RATCLIFFE M.; GRACE M. *Science education for citizenship: teaching socio-scientific issues*. Maidenhead: Open University Press, 2003.

REIS, P.; GALVÃO, C. Os professores de Ciências naturais e a discussão de controvérsias sociocientíficas: dois casos distintos. *Revista electrónica de Enseñanza de la Ciencias*. v. 7, n. 3, p. 746-772, 2008.

CONTRIBUIÇÕES E DIFICULDADES DA ABORDAGEM DE QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS À PRÁTICA DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS

CONTRIBUTIONS AND DIFFICULTIES OF THE SOCIOSCIENTIFIC ISSUES APPROACH FOR SCIENCE TEACHERS PRACTICE

MARTÍNEZ PÉREZ, L. F.¹, CARVALHO, W.L.P.²

¹UPN, "Universidad Pedagógica Nacional" Bogotá-Colômbia. E-mail: lemartinez@pedagogica.edu.co

²UNESP, Universidade Estadual Paulista, Bauru, Brasil. E-mail: washcar@dfq.feis.unesp.br

Resumo

Neste trabalho apresentamos os resultados de uma pesquisa sobre as contribuições e as dificuldades da abordagem de questões sociocientíficas em práticas de professores de Ciências em serviço. A pesquisa realizada foi qualitativa de corte crítica. A coleta dos dados foi realizada no decorrer de uma disciplina sobre Ensino de Ciências a partir de questões sociocientíficas, desenvolvida em um curso de mestrado em Ensino da Química e teve a participação de 31 professores de Ciências em serviço. As análises realizadas apontam que a abordagem de questões sociocientíficas possui um potencial considerável para a inovação educativa, que também exige planejamento do ensino e ações bem sustentadas, assim como a participação ativa do professor. Finalmente, são caracterizadas as dificuldades do trabalho realizado em termos pedagógicos e formativos.

Palavra chave: Formação de professores de Ciências, questões sociocientíficas.

Abstract

This article presents the results of a research on the contributions and difficulties of socioscientific issues approach for in-service teachers in a Master Program for Chemistry Teaching. The researchers used a qualitative methodology that involved criticism, in which reality was understood as a subjective and intersubjective social construct, influenced by a historical context. Data were gathered in a group of thirty one inservice chemistry teachers during a seminar called "Science Education based on socioscientific issues". Analyses indicate that the socioscientific issues approach has considerable potential for the educational innovation, which requires planning and meaningful actions in teaching practice. The findings were categorized into two classes: pedagogical difficulties and educational difficulties

Key Words: Science teacher education, socioscientific issues.

Introdução

Pensar o Ensino de Ciências, a partir da práxis do professor, requer necessariamente a sua participação na definição, não só das estratégias de ensino, mas também na definição de problemas, conteúdos e objetivos associados a sua profissão. A ideia do professor como sujeito ativo de sua práxis é uma construção que necessita do estabelecimento de relações com seus pares (colegas, pesquisadores, administradores educativos, etc.) em espaços sociais e históricos determinados.

No entanto, os professores de Ciências enfrentam grandes dificuldades em suas práticas quando decidem trabalhar com seus estudantes questões a respeito de poder, de raciocínio ético e da ação responsável, uma vez que tradicionalmente a ciência e a tecnologia são abordadas em sala de aula como um conjunto de conhecimentos a serem assimilados sem maiores questionamentos, de forma que, pouco é feito para que os estudantes interpretem a ciência como uma construção social, cultural e histórica (PEDRETTI, 2003).

Geralmente os professores de Ciências são especializados em disciplinas específicas e não foram preparados para trabalhar aspectos sociais, políticos e éticos envolvidos em assuntos públicos adjacentes ao progresso científico e tecnológico. Nesse contexto, autores tais como: Ramsey (1993), Watts et al., (1997) e Pedretti (1997; 2003) propõem a abordagem de Questões Sociocientíficas (QSCs) como uma forma de trabalhar nas práticas dos professores temas tais como: natureza da ciência e da tecnologia, raciocínio ético-moral, reconstrução sociocrítica, ação responsável e sustentabilidade.

As QSCs abrangem controvérsias sobre assuntos sociais que estão relacionados com conhecimentos científicos de atualidade e, portanto, em termos gerais são abordados nos meios de comunicação de massa (rádio, TV, jornal e internet). A clonagem, o uso de células tronco, os transgênicos, as energias alternativas e outros assuntos controversos na sociedade envolvem consideráveis implicações científicas, tecnológicas, políticas e ambientais que podem ser trabalhadas em aulas de ciências com o intuito de favorecer a participação ativa dos estudantes em discussões escolares que enriqueçam seu crescimento pessoal e social.

Levando em consideração as eventuais possibilidades da abordagem de QSCs no Ensino de Ciências, nosso objetivo de pesquisa consistiu em estudar as contribuições e as dificuldades desta abordagem à prática do professor, através do desenvolvimento de uma disciplina sobre QSCs oferecida a professores de Ciências em serviço participantes de um curso de mestrado em Ensino de Ciências (Química).

Metodologia

Com o objetivo de caracterizar as contribuições e as dificuldades da abordagem de QSCs à prática dos professores de Ciências, estruturamos uma metodologia qualitativa. A adjetivação da pesquisa como qualitativa implica uma ênfase sobre as qualidades das entidades estudadas e sobre os processos e os significados que não podem ser examinados simplesmente em termos de quantidade, volume ou frequência, pois esses processos são construções sociais que abrangem necessariamente uma íntima relação entre pesquisador e as práticas sociais estudadas. Para fins de metodologia de análise dos dados, nos baseamos na análise do discurso crítica de (FAIRCLOUGH, 2001), que tem como objetivo analisar o discurso em processos de mudança educacional.

A principal razão para a escolha da perspectiva qualitativa corresponde ao nosso compromisso epistemológico com uma concepção crítica da pesquisa educacional, partindo do pressuposto de que a realidade não pode ser entendida como uma construção independente do sujeito cognoscitivo, pois essa realidade é uma construção social subjetiva e intersubjetiva, marcada por um contexto histórico e influenciada por valores políticos, culturais e econômicos.

O objetivo central de uma pesquisa qualitativa de corte crítico transcende a explicação, a predição, o controle ou a verificação de hipóteses, aspectos característicos da pesquisa quantitativa. Diferentemente, a perspectiva qualitativa busca a compreensão das situações educacionais em determinados contextos socio-históricos.

Desta forma, na pesquisa participaram 31 professores de Ciências em serviço, os quais cursavam a disciplina sobre Ensino de Ciências a partir de QSCs proposta e ministrada pelo autor principal desta pesquisa. Tal disciplina é oferecida pelo Programa de Mestrado em Ensino da Química, pertencente a uma universidade governamental.

Foram constituídas mais de uma fonte de dados, no intuito de garantir a validade de fidedignidade da pesquisa qualitativa realizada (CARDONA, 2002). Assim, os dados foram coletados através de vários instrumentos, tais como: questionário inicial de caracterização dos participantes da pesquisa, gravações de áudio de sete encontros realizados com os professores¹, entrevistas focais finais e trabalhos apresentados pelos professores sobre a abordagem de QSCs em sala de aula.

Conforme os dados constituídos através do questionário inicial, identificamos que a maioria dos professores, participantes da pesquisa, tinha formação em Licenciatura em Química ou em Licenciatura em Química e Biologia. A maior parte (45%) dos professores possui um número considerável de anos de serviço docente, de 6 a 15 anos; 34% de professores apresentam poucos anos de serviço, entre 2 e 5 anos, e uma minoria (21%) registra uma ampla experiência em anos de serviço docente, entre 16 a 30 anos.

Podemos evidenciar na descrição realizada acima, que o grupo de participantes da pesquisa apresenta características interessantes com respeito tanto aos cargos desempenhados nos diferentes níveis de ensino, quanto à variada experiência docente, oferecendo-nos importantes possibilidades para o estudo da abordagem de QSCs na Formação Continuada de Professores de Ciências.

Analisaremos diferentes episódios que representam os dados constituídos durante a pesquisa, os quais serão identificados através dos seguintes códigos: GE: gravações de áudio dos encontros realizados com os professores, especificando o número de encontro que foi analisado; EF: entrevista focal desenvolvida com seis grupos de professores, a qual foi realizada ao final dos encontros da disciplina.

A transcrição dos episódios escolhidos e sua correspondente análise foram realizadas em conformidade com os seguintes sinais adaptados de Carvalho (2006) e Santos (2002): [...] trecho da transcrição omitido por não ser de interesse para análise; [xxx] fala ininteligível; [] para inserção de comentários do pesquisador; ... as reticências denotam prolongamento da ideia; PU refere-se ao professor universitário e autor principal desta pesquisa; PP professores participantes da pesquisa.

Analisamos os dados constituídos utilizando a Teoria de Análise de Discurso Crítica (ADC) conforme a proposta de Fairclough (2001), a partir da qual interpretamos os textos² como

¹ Foram registradas 44 horas de gravação, a partir das quais se buscou caracterizar as contribuições e dificuldades apresentadas nos discursos dos professores ao respeito à abordagem de questões sociocientíficas no ensino.

² Conforme o citado o autor usamos o termo texto para nos referirmos a qualquer tipo de produção discursiva seja escrita ou falada. No caso desta pesquisa os textos analisados estão constituídos pelos registros das

aspectos da prática discursiva e como processos de interpretação textual. Segundo as interpretações dos dados constituídos foram estabelecidos os seguintes aspectos de análise:

i) Dificuldades na compreensão das características das Questões Sociocientíficas

Neste aspecto descrevemos e interpretamos trechos de gravações dos encontros realizados com os professores, nos quais identificamos e caracterizamos as principais dificuldades apresentadas pelos professores ao trabalharem com QSCs em suas aulas. As análises textuais dos trechos em termos dos posicionamentos dos sujeitos possibilitam desvelar as limitações e possibilidades que são estabelecidas no momento em que se provoca um ensino diferenciado ao respeito do ensino tradicional de conteúdos científicos. Na medida em que é provocada uma prática de ensino conforme novos conteúdos tais como os envolvidos nas QSCs, os professores expressam a suas compreensões tanto do que significam tais questões quanto o que implica o trabalho com elas em determinados níveis de ensino fundamental.

ii) A articulação entre a pesquisa do professor e a abordagem de QSCs

Uma vez identificadas algumas dificuldades sobre o trabalho com QSCs, neste trabalho em particular constituímos o segundo aspecto de análise focado na caracterização de articulações entre a pesquisa do professor sobre sua prática a partir da abordagem de QSCs. Precisamente identificamos em termos discursivos a maneira como os professores se foram posicionando nas entrevistas focais que foram realizadas após deles participarem da disciplina sobre QSCs.

Dificuldades na compreensão das características das Questões sociocientíficas

No primeiro trabalho em grupo realizado com os professores, foi discutida a possibilidade de trabalharem em suas aulas as QSCs sobre o “uso do fósforo branco na guerra” e a questão dos “biocombustíveis para geração de energia”. As duas QSCs ofereciam dois focos de discussão interessantes para ser considerados pelos professores em suas práticas. Nesse sentido, identificamos no Episódio 1, o interesse dos professores por estas questões, uma vez que possibilitavam trabalhar implicações da tecnologia e facilitavam também a abordagem de conteúdos específicos de Ciências com suas implicações sociais e ambientais.

O interesse pela abordagem de QSCs por parte dos professores foi importante, na medida em que foram entendidas como temas controversos que podem dinamizar o Ensino de Ciências em espaços escolares e universitários.

Episódio³ 1. (GE₁)

151. PU: [...] Coloquei um texto atual, tomado de um jornal e perguntamos se vocês trabalhariam este texto em suas aulas de Ciências (Química, Biologia e Física), os que responderam afirmativamente, podem justificar porque o trabalhariam e como o trabalhariam?...

152. David: O trabalharíamos sim! Porque considera valores, efeitos ambientais, efeitos psicológicos e efeitos políticos.

[...] 154. Adriana: O trabalharíamos para mostrar como a utilização incorreta da tecnologia pode afetar a sociedade no planeta.

155. Angélica: O trabalharíamos porque é um problema atual e porque é uma reflexão do uso da Química.

156. Fátima: O trabalharíamos sim! Porque é um tema atual das implicações das reações químicas. Como o trabalharíamos? Provavelmente com uma consulta previa sobre o fósforo branco, um trabalho em grupo para ler e abordar o artigo. Aliás, o

gravações de áudio dos encontros realizados com os professores, bem como os registros das entrevistas gravadas em áudio e os trabalhos escritos pelos professores.

³ Todos os episódios que serão apresentados foram traduzidos pelo autor da pesquisa. Os nomes apresentados dos professores são fictícios.

artigo permite reconhecer implicações relacionadas com outras ciências de forma geográfica, histórica e ambiental, pois este é um componente necessário.

Cross e Price (1996) indicam que a grande variedade de QSCs na vida dos cidadãos exige o desenvolvimento de processos de ensino que problematizem o currículo tradicional de Ciências, o qual é apresentado livre de valores e compromissos sociais. Para estes autores é necessário trabalhar com os professores uma estrutura conceitual, a partir da qual possam construir propostas de ensino a abordagem de questões controversas que oferecem maiores oportunidades aos estudantes para explorarem as relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade no decorrer de debates escolares.

Dos 31 PP, 29 realizaram uma apresentação oral de seu plano de ensino, a partir da qual identificamos a dificuldade de alguns professores em diferenciar uma Questão Sociocientífica (QSC) e um tema convencional de Ciências.

Para considerar o assunto exposto pelos professores em suas propostas de ensino com uma QSC, segundo Ratcliffe e Grace (2003) identificamos pelos menos duas características próprias dessas questões. A primeira que fossem assuntos tratados com frequência na mídia local, regional ou global e, portanto, envolvessem discussões controversas entre diferentes atores sociais. A segunda característica que incluíssem elementos de pesquisa científica e tecnológica que implicassem questionamentos socioambientais ou éticos. De acordo com as características ditas das QSCs, em um primeiro momento, identificamos 20 professores que conseguiram determinar a QSC de seu interesse⁴, os 9 professores restantes propuseram um tema de Ciências geral⁵, mas não identificaram nesses temas os aspectos controvertidos da ciência e da tecnologia, o que dificultava sua compreensão sobre as QSCs.

A dificuldade enfrentada pelos professores para caracterizar as QSCs de seu interesse, parece não estar relacionada com o tempo de atuação profissional, uma vez que 4 professores (Paulo, Cristina, David e Ricardo) tinham entre 3 a 5 anos de experiência docente, os 5 professores restantes (Ernesto, Vinicius, Edvaldo, Oliva e Natalia) possuem mais de 8 anos de serviço.

No caso das professoras Andrea, Cristina e Natalia, bem como dos professores Ernesto e Vinicius, um fator que poderia estar relacionado com a dificuldade de caracterizar a QSC corresponde à falta de preparação na perspectiva Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), pois eles não tiveram oportunidade de estudar nenhum tema desta perspectiva durante sua graduação e pós-graduação conforme foi registrado no questionário inicial preenchido por eles.

Para os professores Paulo e David, devemos considerar outros fatores associados à dificuldade apresentada por eles, dado que tinham estudado durante sua graduação e pós-graduação algum tema da perspectiva CTSA. Já o professor Ricardo estudou algum aspecto

⁴ Os hidrocarbonetos como fonte de energia não renovável e o surgimento dos biocombustíveis como uma forma de energia alternativa, a automedicação, implicações sociais dos xenobióticos na saúde, implicações ambientais dos bicombustíveis, a segurança alimentar e seus efeitos sociais, a experimentação com animais, contaminação atmosférica e impacto ambiental, a anorexia e a bulimia, contaminação de fontes hídricas causadas por minas de carvão, terapia genética, desperdício de alimentos em uma escola pública, o aborto, Os transgênicos, controvérsia sobre a invenção de uma vacina para AIDS, uso e abuso da água, consumo de drogas em adolescentes, manipulação genética, manipulação e disposição de lixo, legalização das drogas ilícitas e peptídeos opióides no leite e implicações na saúde.

⁵ Problemas ambientais, a água e o ambiente, química da vida, anticoncepcionais, resíduos orgânicos e inorgânicos, tabagismo, a água e o ambiente, doenças genéticas, reações Químicas da Chuva ácida.

da perspectiva CTSA durante sua graduação. É importante ressaltar que dos 10 professores, o professor Paulo possuía uma considerável preparação em aspectos da perspectiva CTSA, porque desenvolveu seu trabalho de conclusão de curso fundamentado nesta perspectiva. Ele também manifestou o envolvimento com atividades da mesma natureza em sua atuação profissional. No entanto, apesar dessa preparação o professor Paulo experimentou a mesma dificuldade que seus colegas ao caracterizar uma QSC.

Depois que o professor Paulo apresentou seu plano de ensino, no qual explicava aspectos da perspectiva CTSA, tais como a tomada de decisão, alfabetização científica e tecnológica e a natureza da Ciência, emergiu o questionamento pelas QSCs por parte da professora Roberta, o qual pode ser interpretado a partir do Episódio 2.

Episódio 2. (GE₄)

35. Roberta: Que tipo de QSC você vai trabalhar? Porque não ficou claro para mim sobre qual QSC vai ser realizado o trabalho, ou seja, você falou da tomada de decisão, mas não ficou claro para mim, qual é a questão. Contextualizar aos estudantes diante do entorno natural é uma intenção, mas que tipo de decisão [os estudantes] devem tomar os estudantes sobre uma determinada questão?

36. Paulo: Primeiro para contextualizar temos o problema dos curtumes, a partir disso entender qual é o problema ambiental, coletar os dados para avaliar essa informação [do problema ambiental]. Como recuperar toda a informação para a tomada de decisão diante dos plásticos, das sacolas, deixar de usá-las. Poderiam dar uma sacola reciclável e poderiam dar um desconto por essa sacola.

37. Roberta: Existe um enfoque CTSA [a professora se refere à proposta apresentada pelo professor Paulo], mas não existe uma QSC. A QSC não está bem definida.

[...] 40. Ricardo: Uma das questões [que poderia trabalhar o professor Paulo], por exemplo, seria os polímeros, a manipulação de resíduos, não só reduzir, mas também reutilizar, assim podem fazer varias coisas, começar com saídas da escola e dessa forma vai para o contexto [dos estudantes]. Aí apareceria essa história que se trabalha sobre educação ambiental. Resolver a problemática é impossível [a problemática da poluição gerada pelos curtumes]. Persuadir aos donos desses curtumes é complicado.

No Episódio 2, observamos que o professor Paulo propõe trabalhar um problema ambiental conforme a perspectiva CTSA, mas não consegue especificar a QSC de seu interesse. No turno 40, o professor Ricardo tenta indicar a QSC que poderiam ser trabalhada pelo professor Paulo de acordo com a problemática exposta por ele.

Constatamos novamente a dificuldade para a caracterização da QSC na fala da professora Natalia, a qual se interessa pelo tema das doenças genéticas, justificando sua importância social, mas sem delimitar a controvérsia que seria abordada em sala de aula. Observemos que no Episódio 3 a professora Cláudia percebe a falta de entendimento do caráter controverso de uma QSC por parte da professora Natalia, de modo que a professora Angélica nesse mesmo episódio sugere especificar a QSC a partir dos aspectos apresentados pela professora Natalia sobre Biotecnologia e Genética. Da mesma forma, a professora Laura salienta a importância de trabalhar aspectos éticos e morais envolvidos nas QSCs e sugere trabalhar a questão da manipulação genética.

Episódio 3. (GE₅)

266. Natalia: Então quando o PU falou que deveríamos escolher um tema, para mim foi fácil estava desenvolvendo o tema de genética, então pensei no tema de biotecnologia e doenças genéticas, tendo em consideração relações CTSA, as expectativas dos estudantes, aprendizagem colaborativa e significativa, compromisso para cidadania [...]. O objetivo de meu trabalho é abordar a biotecnologia para explicar as doenças genéticas [...]. A metodologia seria consulta de materiais, participação em debates sobre doenças [...]. Já comecei a trabalhar o tema das doenças eles [os estudantes] fizeram maquetes sobre DNA e eu tenho ajudado melhorá-lo, dei tudo para os estudantes das duas turmas de oitava série. Uma turma gostou do debate, teve uma turma que gostou das questões, temos feito debate e percebi que temos avançado...

[...] 268. Cláudia: Não vejo a QSC, qual é o foco? Pode ser os efeitos das descobertas do genoma?

269. Natalia: Meu foco são as doenças genéticas e sua situação econômica [dos estudantes], dado que eles não possuem capacidade de comprar coisas, assim sejam baratas, então imaginemos para fazer exames.

270. Cláudia: Tá certo, mas onde está o debate? Qual é o ponto de discussão?

[...] 278. Laura: Poderia trabalhar a parte ética e moral em relação com a manipulação genética.

Os episódios que foram considerados anteriormente representam uma evidência da primeira dificuldade que os professores enfrentaram para abordar uma QSC em seu ensino. A dificuldade está na compreensão do caráter controverso das QSCs, o que é desconsiderado no Ensino de Ciências tradicional. As próprias características das QSCs dificultam sua abordagem no ensino, uma vez que exige uma concepção de ciência e tecnologia em permanente evolução e transformação, o qual é contrário a concepção de ciência tradicional ainda dominante nos currículos de Ciências que a apresentam como um conjunto de conhecimentos conclusos e imutáveis. A abordagem de QSCs também exige desistir da crença da neutralidade dos conhecimentos científicos e tecnológicos, pois eles fazem parte de dinâmicas políticas que envolvem atores sociais, os quais se posicionam de diferentes formas dependendo de seus interesses.

A articulação entre a pesquisa do professor e a abordagem de QSCs: contribuições e dificuldades

As discussões desenvolvidas com os professores sobre a importância da pesquisa como parte de sua atuação docente e de sua formação no curso de mestrado⁶, possibilitaram que os professores fossem assumindo a abordagem de QSCs de seu interesse como um projeto de pesquisa de seu ensino.

Levando em consideração os dados constituídos dos trabalhos dos professores e de Episódios registrados nas gravações de áudio, buscaremos caracterizar a forma como os professores avançaram na pesquisa sobre sua prática a partir da abordagem de QSCs.

De acordo com os dados registrados, evidenciamos que os professores Pedro e Vinicius não consideraram em seus trabalhos finais um objetivo de ensino específico sobre a abordagem de QSCs. No caso do professor Pedro seu trabalho esteve limitado à descrição de dados sobre a automedicação, os quais foram levantados com seus estudantes que participavam de um curso técnico de Farmácia, oferecido a distância. As conclusões constituídas pelo professor são limitadas ao descrever as causas da automedicação apontadas por moradores de uma cidade determinada.

Apesar de o professor Pedro participar de todos os encontros da disciplina e realizar comentários sobre as propostas de seus colegas, ele não conseguiu abordar pedagogicamente uma QSC em sua prática. Uma possível explicação dessa situação pode ser atribuída à preparação e experiência docente deste professor, pois ele tinha se formado como Bacharel em Química Farmacêutica. A experiência profissional do professor em sua maioria não esteve vinculada à docência, pois dos 16 anos percorridos por ele após a conclusão do Bacharelado, somente 7 anos foram vinculados com a docência universitária e não foi registrada experiência alguma no Ensino Básico.

O caso do professor Vinicius é diferente, pois ele possuía uma ampla experiência docente no Ensino Superior e no Ensino Básico, em total de 30 anos de serviço. O professor realizou seu trabalho final sobre um programa de tabagismo para Ensino Fundamental, por convicções próprias e porque segundo ele o problema de tabagismo requeria estratégias de prevenção, as quais poderiam ser fundamentadas com os subsídios pedagógicos oferecidos na disciplina Ensino de Ciências a partir de QSCs.

⁶ Os PP realizavam o segundo ano do curso de mestrado e, portanto todos eles tinham estudado disciplinas relacionadas com pesquisa.

A professora Roberta salientou nas conclusões de seu trabalho o conflito existente entre a cultura dos estudantes (adolescentes) e a cultura do professor de Ciências. A primeira cultura é caracterizada pela espontaneidade e pelas experiências cotidianas dos estudantes que não têm o interesse de abordar o processo de tomada de decisão de forma sistemática e fundamentada. A cultura do professor de Ciências caracteriza-se pela preocupação acadêmica de fundamentar a tomada de decisão como um processo sistemático.

Nos referenciais teóricos utilizados pelas professoras Roberta e Cristina, evidenciamos a apropriação de várias pesquisas sobre a tomada de decisão no Ensino de Ciências. Os trabalhos de Santos e Mortimer (2001) e Ratcliffe (1997) apresentam diferentes modelos para orientar a tomada de decisão, os quais foram utilizados pelas professoras para desenvolver suas atividades em sala de aula e desta forma, garantir o caráter acadêmico de seu trabalho.

É interessante destacar que o conflito entre a cultura dos estudantes e a cultura acadêmica do professor de Ciências, é enfrentado pela professora Roberta através do “diálogo de saberes” que foi desenvolvido no decorrer do jogo de papéis e no trabalho colaborativo realizado com seus estudantes. A partir do Episódio 4 identificamos o conflito citado anteriormente e a forma como a professora Roberta o enfrenta.

Episódio 4 (EF Grupo 2)

1. PU: [...] Então, vamos conversar um pouquinho. O trabalho desenvolvido durante a disciplina lhes permitiu repensar sua prática docente? Permitiu-lhes ou não lhes permitiu? E como lhes permitiu repensar sua prática docente?

5. Roberta: [...] uma coisa que tem sido muito difícil de vencer na turma é a atitude e seus próprios interesses [dos estudantes] que são colocados por cima do interesse acadêmico. Isto tem sido um processo de tensões, eu cedo um pouco para avançar. Tem sido um processo de negociação, não explícita, mas implícita. No entanto, eu tenho gostado do que temos feito...

O conflito entre cultura juvenil e cultura acadêmica é um tema pouco explorado no Ensino de Ciências e na Formação de professores de Ciências. No entanto, alguns trabalhos, tais como os desenvolvidos por Leal e Rocha (2008), Corti et al., (2001) e Corti e Souza (2005), oferecem importantes elementos para pensar o conflito em termos de processos de negociação e diálogo.

Torres (2001) discute a forma como a cultura juvenil constitui uma das culturas silenciadas ou negadas no currículo, na medida em que sua construção idiossincrática é ignorada frequentemente nos processos de Ensino. De modo que, a negociação e o “diálogo de saberes” proposto pela professora Roberta na abordagem de sua QSC constitui uma possibilidade importante para aproximar culturas diferentes em sala de aula que configuram conflitos no espaço escolar, sobretudo, quando a possibilidade do diálogo persuasivo ou polifônico é desconsiderada.

O Ensino de Ciências voltado à tomada de decisão por parte dos estudantes é reconstituído como um processo de negociação. Portanto não se trata simplesmente de ensinar as estratégias metodológicas para que os estudantes possam tomar decisões responsáveis, como geralmente é focado nas pesquisas da área (Ratcliffe, 1997; Kortland, 1996). O problema também estaria relacionado com aspectos interculturais estabelecidos em sala de aula.

A professora Roberta ao invés de desconsiderar o conflito cultural expresso nas discussões realizadas com seus estudantes, o valoriza e busca avançar nos processos de ensino voltados para a tomada de decisão conforme as expressões culturais dos estudantes. Em contraste com o diálogo de saberes proposto pela professora Roberta, a professora Cristina expressa em suas conclusões de seu trabalho final que apesar da importância da QSC abordada em sala de aula e das discussões desenvolvidas com seus estudantes, voltadas a valorizar as consequências

sociais e ambientais relacionadas com o desperdício de água, os jovens não evidenciam um avanço significativo para uma tomada de decisão responsável.

Percebemos no trabalho da professora Cristina um grande esforço para preparar os estudantes para a tomada de decisão segundo esquemas metodológicos conforme a cultura acadêmica que ela representa em sala de aula como professora de Ciências. No entanto, a pouca atenção prestada à cultura juvenil de seus estudantes poderia ser um fator limitante dos resultados obtidos por ela.

A partir das análises realizadas sobre os trabalhos das professoras Roberta e Cristina, podemos inferir que a cultura dos estudantes (cultura juvenil) influi em alcançar os objetivos de ensino propostos na abordagem de uma QSC em sala de aula. Parece não ser suficiente que as QSCs sejam impactantes em termos socioambientais. Para interessar e engajar os estudantes na tomada de decisão é necessário aproveitar a riqueza existente no diálogo entre a cultura juvenil dos estudantes e a cultura acadêmica dos professores.

É interessante que a professora Laura expressou que a tomada de decisão não é um processo simples de agir de forma bem comportada, referindo-se à disposição dos estudantes para colocar os resíduos descartáveis (lixo) no local certo. A tomada de decisão estaria relacionada tanto à mudança atitudinal dos estudantes, quanto à construção de determinados valores que lhes possibilitem um comportamento e um agir mais consistente.

A conclusão estabelecida pela professora Laura mostra que uma decisão simples, tal como colocar os resíduos no local certo, pode envolver um processo complexo, uma vez que o trabalho desenvolvido por ela era com crianças de Ensino Fundamental do quinto ano. A partir do Episódio 5 podemos identificar a dificuldade exposta pela professora e a forma como ela a enfrentou através de atividades específicas.

Episódio 5 (EF Grupo6)

7. PU: Bom! Muito obrigado. Nesse processo que vocês têm desenvolvido que tipo de tensões ou dificuldades têm enfrentado e como as têm enfrentado?

16. Laura: Na verdade, quando você falou que devíamos encontrar uma QSC, eu pensava nas crianças tão pequeninas e também pensava até onde eu posso trabalhar uma QSC com elas, essa era a primeira questão que me fazia e a segunda como oriento meu trabalho. Sei que o primeiro que devo fazer é oferecer-lhes [estudantes] uma informação sobre o que é uma decisão para não limitar sua participação espontânea.

17. PU: como enfrentou essa dificuldade?

18. Laura: Pensando em como faria atividades específicas para olhar a participação dos estudantes e avaliar o avanço dessa dificuldade.

O caso do professor Mauricio é interessante, porque ele não tinha uma preocupação de pesquisa com o Ensino de Ciências, pois tinha se formado como Bacharel em Química. Além disso, ele mesmo reconhecia que se limitava a ensinar os conteúdos específicos de Química, no entanto, esta visão foi ampliada com o trabalho realizado em sala de aula com a QSC de seu interesse.

No Episódio 6, observamos que o professor Mauricio ainda considera a questão social como um aspecto estranho ao ensino de sua disciplina, mas ele começa a valorizar a inovação trazida pela abordagem de QSCs, sobretudo quando se enfrentam assuntos morais. O avanço do professor é ratificado nas conclusões estabelecidas por ele em seu trabalho final, nas quais reconhece a importância das problemáticas educativas e sociais, bem como os conteúdos disciplinares de Ciências.

Episódio 6 (EF Grupo 1)

1. PU: [...] Primeiro, vamos conversar sobre o seguinte: o trabalho que temos desenvolvido durante a disciplina lhes tem ajudado a repensar sua prática de ensino? Ou seja, lhe tem ajudado em considerar como trabalham ou não lhe tem ajudado, porque não lhe têm ajudado?

7. Mauricio: Focava-me só na parte científica, mas há uma parte social importante. A parte do desenvolvimento de pensamento crítico e a tomada de decisões é importante. Também que considerem [os estudantes] a parte formal [da disciplina de Química].

No caso da professora Fátima a habilidade de pensamento crítico, trabalhada com seus estudantes correspondeu à habilidade para solucionar problemas a partir do estudo de casos clínicos sobre xenobióticos, que era a QSC abordada em sua aula de Bioquímica ministrada para estudantes de Fisioterapia.

A professora Fátima adotou a proposta de Kortland (1996), para abordar a solução de problemas com seus estudantes, conforme tal autor ela estabeleceu critérios para avaliação de alternativas que permitissem solucionar os problemas estipulados e após monitorar as implicações da solução proposta.

Os resultados obtidos pela professora Fátima indicam que 55% de seus estudantes avaliaram os efeitos dos xenobióticos nos casos clínicos estudados, levando em consideração as propriedades químicas dessas substâncias, seus mecanismos de ação e os resultados de testes de sangue e urina. Outra porcentagem de estudantes (25%) avaliou os sintomas e as vias de intoxicação causadas pelos xenobióticos e os 20% restante de estudantes baseou suas soluções na análise de histórias clínicas. Baseada nesses dados a professora Fátima apresenta indícios do desenvolvimento de habilidades dos estudantes para solucionar problemas.

No Episódio 7 identificamos que a professora Fátima valoriza o trabalho realizado sobre as QSCs, porque enriqueceu seus fazeres pedagógicos, favoreceu a motivação de seus estudantes, possibilitou o desenvolvimento de algumas habilidades de pensamento crítico e ajudou a melhorar e dinamizar os processos de ensino e aprendizagem das Ciências.

Episódio 7 (EF Grupo 2)

1. PU: [...] Então, vamos conversar um pouquinho. O trabalho desenvolvido durante a disciplina lhes permitiu repensar sua prática docente? Permitiu-lhes ou não lhes permitiu? e como lhes permitiu repensar sua prática docente? [...]

4. Fátima: Parece-me que tem servido para perceber que tão terrível estava, que vinha aplicando a mesma metodologia. O processo tem me ajudado para ver se eles [os estudantes] estão compreendendo os conceitos. Não estavam aprendendo. A abordagem da QSC através de casos clínicos permitiu não somente ser mais próximos dos estudantes, mas também conhecê-los. [...] Permitiu-me evidenciar que agora encontram [os estudantes] sentido à Bioquímica permitindo vincular os conceitos com a vida real, então isto serve. Essas enzimas, esses processos metabólicos servem para algo, pois trabalhando a questão dos antibióticos, percebem como são esses conceitos. A QSC permite abrir mais espaços de reflexão, evidenciar outros aspectos da dimensão moral...

Em termos gerais, podemos dizer conforme os episódios analisados que a abordagem de QSCs por parte das professoras Fátima possibilitou desenvolver habilidades de pensamento crítico em seus estudantes na medida em que foi desenvolvendo seu ensino como um processo de pesquisa.

Considerações finais

A abordagem de QSCs no Ensino de Ciências não pode ser reduzida aos conteúdos específicos de Ciências, porque apesar de serem relevantes para a educação científica e tecnológica dos cidadãos, não são suficientes para abordar as questões sociais, políticas e éticas atreladas ao progresso científico e tecnológico. Neste sentido, é importante que o professor de Ciências mobilize uma diversidade de conhecimentos de fontes diversificadas

sobre assuntos políticos, sociais, científicos e pedagógicos que lhe permitam favorecer o crescimento pessoal e social de seus estudantes.

O Ensino de Ciências voltado às controvérsias suscitadas pelas QSCs, possui um potencial considerável para a inovação educativa que também exige planejamento do ensino e ações bem sustentadas, assim como a participação ativa do professor de Ciências. A abordagem de QSCs também pode contribuir com a construção do professor como pesquisador de sua prática. A formação deste professor implica a construção de espaços coletivos entre professores da escola e professores universitários, no intuito de desenvolver reflexões teóricas sobre a prática docente.

Desta forma, concordamos com Maldaner (2000) que a construção de espaços coletivos de pesquisa entre professores em serviço e professores universitários, não aparece de forma espontânea, ao contrário, é necessária a construção de novos espaços formativos. Nesse sentido, os programas de pós-graduação e de Formação Continuada de Professores têm uma responsabilidade importante em estimular e dinamizar a construção de trabalhos coletivos entre esses professores.

Nossa pesquisa concorda com as conclusões do trabalho de Villani, Freitas e Brasilis (2009), as quais salientam que a formação do professor pesquisador implica o comprometimento da academia com os professores das escolas, em termos do estabelecimento de parcerias genuínas que superam os tradicionais padrões de dominação acadêmica, oferecendo suporte ao desenvolvimento de pesquisas nas escolas.

Salientamos que as análises realizadas nos permitiram estabelecer as dificuldades pedagógicas e formativas enfrentadas pelos professores de Ciências em serviço sobre a abordagem de QSCs em suas práticas docentes. As dificuldades pedagógicas estiveram relacionadas à falta de compreensão das características próprias das questões sociocientíficas, uma vez que abrangem controvérsias socioambientais e éticas. Reis e Galvão (2008) também destacaram em sua pesquisa dificuldades pedagógicas atreladas à abordagem de QSCs, na medida em que os professores participantes de sua pesquisa evidenciaram falta de conhecimentos sobre aspectos políticos, sociológicos e éticos das QSCs.

As dificuldades formativas estiveram relacionadas principalmente com a preparação pedagógica por parte de alguns professores, que além de não ter realizado cursos de licenciatura tinham pouca experiência docente. No caso da maior parte de professores que tinha uma preparação específica em educação, as dificuldades estiveram relacionadas com a falta de preparação na pesquisa como elemento relevante da atuação docente.

Por fim, a dificuldade em articular pesquisa, formação e prática em espaços de interação docente representa um desafio enfrentado por vários trabalhos dedicados a Formação Continuada de Professores de Ciências (MALDANER; ZANON; AUTH, 2006; VILLANI; FREITAS; BRASILIS, 2009). O desafio foi enfrentado nesta pesquisa constituindo evidências empíricas que mostram a potencialidade da abordagem de QSC para a formação dos professores, articulada a pesquisa sobre a prática.

Referências

CARDONA, M. *Introducción a los Métodos de Investigación en Educación*. Madrid: EOS. 2002, 223p.

- CARR, W. *Una teoría para la educación: hacia una investigación educativa crítica*. Tradução Pablo Manzano. Madrid: Morata, 1996. 173 p.
- CARR, W.; KEMMIS, S. *Teoría crítica de la enseñanza: la investigación-acción en la formación del profesorado*. Tradução J. A. Bravo. Barcelona: Martínez roca, 1988. 244 p.
- CARVALHO, A. M. Uma metodologia de pesquisa para estudar os processos de ensino e aprendizagem em salas de aula. In: SANTOS, F.; GRECA, I. *A pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil e suas metodologias*. Ijuí RS: Unijuí, 2006. p. 13-48.
- CORTI, A.; FREITAS, M. SPOSITO, M. *O encontro das culturas juvenis com a escola*. São Paulo: Ação educativa, 2001.
- CORTI, A.; SOUZA, R. *Diálogos com o mundo juvenil: subsídios para educadores*. São Paulo: Ação educativa, 2005.
- CROSS, R.; PRICE, R. Science Teachers' social conscience and the role of controversial issues in the teaching of science. *Journal of research in science teaching*. v. 33, n.3, p. 319-333. 1996.
- FAIRCLOUGH, N. *Language and Power*. 2.ed. Harlow: Pearson Education Limited. 2001.
- KORTLAND, K. An STS case study about students' decision making on the waste issue. *Science Education*, v. 80, n.6, p. 673-689. 1996.
- LEAL, M.; ROCHA, M. Ensino de Química, Cultura Escolar e Cultura Juvenil: possibilidades e tensões. In: PETRUCCI, M e ROSSI, A. *Educação Química no Brasil: Memórias, Políticas e Tendências*. Campinas: Átomo. 2008, p.183-215.
- MALDANER, O. *A formação Inicial e continuada de professores de química: professores pesquisadores*, Ijuí, RS: Unijuí, 2000.
- MALDANER, O.; ZANON, L.; AUTH, M. Pesquisa sobre Ensino de Ciências e formação de professores. In: SANTOS, M.; GRECA, M. (Org.). *A pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil e suas metodologias*. Ijuí, RS: Unijuí, 2006. p 49-88.
- PEDRETTI, E. Septic tank crisis: A case study of science, technology and society education in an elementary school. *International Journal of Science Education*, v. 19, n.10, p. 1211-1230. 1997.
- PEDRETTI, E. Teaching science, technology, society and Environment (STSE) education: Preservice Teachers' philosophical and pedagogical landscapes, en ZEIDLER, D. (Org). *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education*. 2003. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers. p. 219-239.
- PEDRETTI, E.; BENCZE, L.; HEWITT, J.; ROMKEY, L.; JIVRAJ, A. Promoting issues-based STSE: perspectives in science teacher education: problems of identity and ideology. *Science & Education*, vol. 17, n. 8-9, p. 941-960. 2008.
- RAMSEY, J. The science education reform movement: Implications for social responsibility. *Science Education*, v. 77, n.2, p. 235-258. 1993.
- RATCLIFFE, M. Pupil decisionmaking about socioscientific issues within the science curriculum. *International Journal of Science Education*, Vol. 19, n. 2, p.167-182. 1997.
- RATCLIFFE M.; GRACE M. *Science education for citizenship: teaching socio-scientific issues*. Maidenhead: Open University Press, 2003.

REIS, P.; GALVÃO, C. Os professores de Ciências naturais e a discussão de controvérsias sociocientíficas: dois casos distintos. *Revista electrónica de Enseñanza de la Ciencias*. v. 7, n. 3, p. 746-772, 2008.

SANTOS, W.; MORTIMER, E. Tomada de decisão para ação social responsável no Ensino de Ciências. *Ciência & Educação*, v. 7, n. 1, p. 95-111, 2001.

SANTOS, W. Aspectos sócio-científicos em aulas de Química. 2002. Tese (Doutorado) Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

TORRES, J. As culturas negadas e silenciadas no currículo. In: SILVA, T. (Org.). *Alienígenas na sala de aula: uma introdução aos estudos culturais em educação*. 3.ed. Tradução Tomaz Tadeu da Silva. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001. p 159-177.

VILLANI, A.; FREITAS, D.; BRASILIS, R. Professor pesquisador: o caso rosa. *Revista Ciência & Educação*, v. 15, n. 3, p. 479-496, 2009.

WATTS, M.; ALSOP, S.; ZYLBERSZTAJN, A.; SILVA, S. Event-Centred-Learning: in approach to teaching science technology and societal issues in two countries. *International Journal of Science Education*, v.19, n. 3, p. 341-351. 1997.

A abordagem de questões sociocientíficas na formação de professores de biologia

The approach of socio-scientific issues in the formation of biology teacher

CARNIO, M.P.¹, LOPES, N.C.², CARVALHO, W.L.P.³

¹UNESP, Universidade Estadual Paulista, Bauru, Brasil. E-mail: michelcarnio@yahoo.com.br

²UNESP, Universidade Estadual Paulista, Bauru, Brasil. E-mail: naty_lopes85@hotmail.com

³UNESP, Universidade Estadual Paulista, Bauru, Brasil. E-mail: washcar@dfq.feis.unesp.br

Resumo

O presente trabalho configura-se como uma proposta complementar para identificar as possibilidades e limitações do tratamento das questões sociocientíficas no ensino de ciências, mais especificamente na formação inicial de professores. Nele, procuramos identificar e discutir as concepções de futuros professores de biologia sobre a ética e o papel dos meios de divulgação científica, quando ligados às questões sociocientíficas. Fundamentamos nossas discussões no pensamento sobre educação e sociedade de Adorno e nos professores como intelectuais críticos e transformadores de Giroux. A constituição de dados foi possível através da realização de uma atividade na qual os licenciandos foram convidados a refletir e discutir tanto sobre os aspectos da ciência e tecnologia, quanto aos aspectos culturais, sociais, ambientais e éticos presentes em questões controversas da biologia. A análise de conteúdo do material apontou para aspectos importantes do desenvolvimento de questões sociocientíficas no âmbito da formação de professores, como a necessidade de problematizar e questionar a neutralidade da ciência, a revelação de aspectos éticos e controversos, e a distinção entre as mídias popular e científica.

Palavras-chave: Relações CTSA, ensino de ciências, temas controversos.

Abstract

This work appears as an additional proposal to identify the possibilities and limitations of treatment of socio-scientific issues in the teaching of science, specifically in teacher education. We are searching to identify and discuss the conceptions of prospective teachers of biology on ethics and the role of scientific media through the treatment of socio-scientific issues. We have considered in thinking about education and society of Adorno and teachers as intellectuals and critics transformers Giroux. The collection of data was possible by carrying out an activity in which undergraduates were asked to reflect on and discuss both the aspects of science and technology, as well as cultural, social, environmental and ethical gifts on controversial issues of biology. The content analysis of the material pointed to important aspects of socio-scientific issues in the training of teachers as the need to discuss and question the neutrality of science, the revelation of ethical and controversial, and the distinction between the media and popular science.

Keywords: STSE relations, science education, controversial themes.

Introdução

Diante das mudanças da Ciência e da Tecnologia ocorridas nas últimas décadas, a sociedade é convidada a compreender e participar das discussões que envolvem as questões sociocientíficas (QSC) geradas por estas mudanças. “Estas questões são reforçadas pela facilidade com que elas chegam à população através dos meios de comunicação” (LOPES, 2009). Neste contexto, nos questionamos se a sociedade está preparada para compreender e se posicionar criticamente frente às decisões pertinentes a estas mudanças. Também questionamos sobre como podemos pensar na formação de professores para a escola que atente para estas questões.

Coerente com esta posição, as QSC possuem potencial para a concretização das interações Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) no ensino de ciências (LOPES, 2009; MARTÍNEZ, 2010), e, considerando o âmbito da formação de professores sob uma perspectiva CTSA, Carvalho e Gil (1995) e Martins (2003) apontaram que a proposição de questões que mobilizam aspectos não somente técnicos, mas também éticos, afetivos, sociais e culturais, que exige dos cursos de formação de professores o compromisso com debates que ultrapassem as esferas científica e tecnológica.

Neste sentido, surge entre as décadas de 1960 e 1970 o movimento CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente), questionando a impressão negativa das consequências da industrialização (principalmente devido aos impactos ambientais e sociais) e o papel social e as consequências da atividade científica e dos produtos tecnológicos (VASCONCELLOS; SANTOS, 2008). Concomitantemente, foram discutidas questões éticas referentes ao desenvolvimento científico e à ausência de participação popular nas decisões públicas (AULER; BAZZO, 2001).

Deste modo, a perspectiva CTSA surgiu para questionar os valores, os interesses e a ideologia envolvidos nas relações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente. No ensino, busca formar indivíduos capazes de interagir nos debates sobre o desenvolvimento científico-tecnológico e influenciar nas decisões que afetam a sociedade, ter e manifestar opinião a seu respeito (PINHEIRO et al., 2007).

Formação de professores de ciências

Pretende-se neste momento, propor uma breve discussão sobre a questão da “formação” dos professores de ciências. Buscando pensar esta formação em uma perspectiva CTSA e refletir sobre o trabalho de QSC na formação de professores em uma perspectiva crítica, nos fundamentamos na sociedade e educação pensadas a partir da Teoria Crítica, especialmente em Theodor Adorno, e na formação de professor enquanto intelectual crítico e transformador, segundo Giroux.

Sociedade e Educação em Adorno

O mundo contemporâneo se configura como um contexto complexo marcado por profundos dilemas culturais, políticos e econômicos que exigem, do ponto de vista filosófico e da teoria social, uma análise abrangente sobre o que de fato está ocorrendo na sociedade. Ao refletir a educação e a formação cultural do indivíduo, Theodor W. Adorno (filósofo, sociólogo, musicólogo e crítico da cultura) identifica uma crise nessa formação, crise na qual os sintomas de colapso se fazem observar por toda parte, mesmo no estrato das pessoas cultas, e não se esgotam com as insuficiências do sistema e dos métodos da educação (ADORNO, 1995).

Neste sentido, Adorno analisa a forma como a formação tornou-se problemática na sociedade do capitalismo maduro. Para ele, a

[...] análise da crise da formação cultural da sociedade moderna já alertava sobre a falta de reflexão sobre o significado da formação nas reformas educacionais e nos próprios estudos sociológicos, de fato, as pesquisas das várias áreas, sejam pedagógicas ou sociológicas pareciam não se importar o suficiente por esta questão, pois o termo era praticamente definido a priori (MARTÍNEZ, 2010, p. 64).

Para Wolfgang Leo Maar (2003), citando Adorno (1995), “assim como o desenvolvimento científico não conduz necessariamente à emancipação, por encontrar-se vinculado a uma determinada formação social, também acontece com o desenvolvimento no plano educacional” (p.15).

Pode-se dizer que seu pensamento teórico-crítico focaliza-se na crítica (negação) de todo e qualquer processo de alienação do sujeito, mediatizado pela indústria cultural⁷ e que conduz a sociedade para um estado de profunda barbárie. Como nos esclarece Wolfgang Leo Maar, o foco da Teoria Crítica em Adorno:

[...] não se baseia em uma idealização a ser realizada, mas se apoia na decifração crítica do presente já realizado e se realizando, no processo de reprodução apreendido como construção material histórica determinada em sua forma social, num contexto de continuidade. A cultura tematizada no presente já não seria apreendida como ideal emancipadora, mas real conservadora ou ‘afirmativa’. Como resultado, legitimaria a sociedade imperante, que reconstrói como ‘cópia’ ordenada de modo estritamente afirmativo (MAAR, 2003, p.3).

Adorno “postula a interpretação e a transformação da sociedade e do conhecimento por ela produzido como premissa básica de uma educação emancipatória” (BATISTA, 2000). No entanto, ao repensarmos a conversão da cultura da sociedade moderna em valor e a condição de adaptação a qual esta fica propensa frente aos embates sociais, instala-se um processo de semiformação – em oposição ao processo de formação –, produzindo a acomodação dos sujeitos ao *status quo*, e não a emancipação dos indivíduos (ADORNO, 1996).

A formação (Bildung), portanto, teria como fim tornar os indivíduos aptos a se afirmarem como racionais em uma sociedade racional e a existirem como seres livres em uma sociedade livre; trata-se da cultura pelo lado de sua apropriação subjetiva. Não se deve esquecer, todavia, que a Bildung é ambígua, já que nela o indivíduo tanto se adapta à realidade social, reforçando e reproduzindo o mundo que o danifica, como também pode resistir à adaptação cega. Não obstante:

[...] o que tem prevalecido é uma cultura uni lateral – para a acomodação do existente. O indivíduo não consegue elevar-se acima de si mesmo. Em função da pressão que exerce sobre os homens, perpetua neles a deformidade que se imagina ter de novo conformado, a agressão (ADORNO, 1992, p.33).

Professores como intelectuais transformadores

⁷ Max Horkheimer e Adorno utilizam o conceito Indústria Cultural para se referirem à mercantilização das formas culturais ocasionadas pelo surgimento das indústrias de entretenimento na Europa e nos Estados Unidos no final do século XIX e início do século XX. Esses teóricos discutiram os filmes, o rádio, a televisão, a música popular, as revistas e os jornais argumentando que o surgimento das indústrias de entretenimento como empresas capitalistas resultaram na padronização e na racionalização das formas culturais, e esse processo, por sua vez, atrofiou a capacidade do indivíduo de pensar e agir de uma maneira crítica e autônoma (COSTA, 2003).

A ideologia tecnicista do currículo tradicional reduz o ensino à transmissão de conteúdos disciplinares que são abordados de forma desinteressada e investidos de uma aparente neutralidade política, de modo que os professores terminam reproduzindo essa ideologia focando o ensino na transmissão desses conteúdos, e dessa forma deixam em um segundo plano as questões do por que, para que e para quem ensinar Ciências (MARTÍNEZ, 2010, p. 140).

A crítica sobre a instrumentalização do trabalho docente por parte do currículo tecnicista tem sido alvo de críticas desenvolvidas por vários autores (GIROUX, 2003; CONTRERAS, 2002 apud MARTÍNEZ, 2010). Algumas das críticas questionam a aparente neutralidade dos conteúdos curriculares, desvelando os interesses e as ideologias ocultas em seu correspondente estabelecimento.

A perspectiva de Giroux nos auxilia a pensar a formação e atuação dos professores em termos de conflitos dos quais eles mesmos participam enquanto sujeitos, na medida em que “essencial para a categoria de intelectual é a necessidade de tornar o pedagógico mais político e o político mais pedagógico” (GIROUX, 1997, p. 163). O professor, então, necessita de uma consciência crítico-reflexiva-emancipatória, pois, como mediadores do processo ensino aprendizagem, trazem valores que ensinam, mesmo que de forma oculta (GIROUX, 1997).

Este cenário vai ao encontro do recente apelo por mudança educacional, que chega aos professores como ameaças e desafios ao mostrar pouca confiança na capacidade dos professores de oferecerem uma liderança intelectual e moral no seu exercício. Desta forma, os professores, como intelectuais, constituem uma crítica à ideologia tecnocrática e instrumental que separa conceitualização e planejamento das atividades de ensino de sua correspondente prática. Nas palavras de Giroux,

[...] o professor como intelectual transformador deve estar comprometido com o ensino como prática emancipadora; criação de escolas como esferas públicas democráticas; restauração de uma comunidade de valores progressistas compartilhados; e fomentação de um discurso público comum ligado aos imperativos democráticos de igualdade e justiça social (GIROUX, 1997, p. XIII).

Com base nestes pressupostos, objetivamos sistematizar e discutir as concepções de futuros professores de Ciências Biológicas sobre os papéis da ética e dos meios de divulgação científica em temas atuais e controversos que envolvem CTSA. Para tanto, realizamos uma atividade de leitura e reflexão para a compreensão e a participação dos sujeitos no debate das QSC.

A atividade foi realizada com alunos da Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Estadual Paulista (UNESP), campus de Bauru, no Estado de São Paulo, Brasil. O desenvolvimento do trabalho foi possível a partir do acompanhamento de duas turmas que cursavam a disciplina “O ensino de Ciências e Biologia com ênfase nas relações entre ciência, tecnologia e sociedade”. Assim, constituímos material para as análises através destas discussões que foram expostas pelos alunos em forma de respostas escritas; este material foi sistematizado e analisado através da análise do conteúdo de Bardin (1997), a partir da qual elaboramos eixos temáticos de discussão.

Metodologia

A presente abordagem metodológica segue as premissas de uma pesquisa qualitativa, a qual, segundo Denzin e Lincoln (2006, p.17), “envolve uma abordagem naturalista, interpretativa,

para o mundo”, o que significa que seus pesquisadores estudam as coisas em seus cenários naturais, tentando entender, ou interpretar, os fenômenos em termos do significado que as pessoas a eles conferem. Em relação à sua natureza contextual, o trabalho apresenta um caráter de estudo de caso, na medida em que a investigação envolve uma situação específica que se supõe ser única em muitos aspectos, procurando evidenciar sua unidade e características próprias e compreender o modo como a experiência social é criada e adquire significado (DENZIN; LINCOLN, 2006, p.23).

Considerando a imersão no ambiente sala de aula e a proposta de atividade com os licenciandos previamente elaborada, o material analisado se constituiu a partir da discussão do caderno denominado “Ciência e (In)tolerância”. Tendo como propósito “apresentar a ciência como uma construção humana e, portanto, falível e mutável” (ARAÚJO, TIZIOTO; CALUZI, 2007, p. 3), o caderno destaca a importância do papel da divulgação científica no mundo contemporâneo por meio de textos e painéis referentes a oito temas polêmicos relacionados à biologia: fertilização in vitro; células-tronco; neurociência; raças dentro da espécie humana; critérios utilizados para separar indivíduos em grupos distintos; beleza ao longo das décadas; padrão de beleza atual versus oferta de alimentos calóricos; e distúrbios alimentares.

Cada tema presente no caderno foi objeto de leitura e reflexão de dois grupos, que expuseram seus posicionamentos através de textos, respondendo as seguintes questões propostas pela professora da disciplina: a) quais as questões éticas suscitadas no painel analisado? b) Qual a importância e o interesse dos meios de divulgação científica ao abordarem tais aspectos?

Análises e Discussões

Na constituição dos dados, as respostas escritas dos alunos foram transcritas, sistematizadas e passaram pelos processos da análise de conteúdo de Bardin (1977): pré-análise, exploração do material e tratamentos dos resultados nos processos de inferência e interpretação. Consideramos, assim, três eixos temáticos de análise, que correspondem aos elementos encontrados nas produções escritas dos alunos e que nos permitiram maior abrangência nas discussões que pretendíamos realizar. A seguir alguns trechos para exemplificar e ilustrar as discussões.

Alguns argumentos dos alunos correspondem ao eixo temático que denominamos “pretensa neutralidade da ciência”. Neste eixo de análise, os alunos colocam em discussão a construção da Ciência enquanto ação neutra, cujos objetivos seriam orientados apenas quanto à sua aplicação, sem reconhecer as relações de interesse e poder que constituem o campo científico:

O painel analisado... aborda os problemas éticos relativos à avaliação genética dos embriões antes de serem transferidos para o útero. Inicialmente, essa avaliação foi proposta para detecção da viabilidade genética do embrião, no entanto com os avanços da genética, essa técnica vem sendo utilizada para outras finalidades. Dessa maneira, aumentam as chances dos casais poderem manipular as características de seus filhos, e não para se evitar doenças letais, mas por motivos fúteis (Grupo 1B, sobre a fertilização in vitro).

A separação por raças (já foi apoiada pela ciência e pelos métodos científicos) de acordo com a cor da pele; a metodologia utilizada no século XIX (QI e craniometria) para a hierarquização racial e superioridade do homem branco ocidental; os avanços nas pesquisas para caracterizar as diferenças entre as origens dos homens e a tentativa em classificá-las (Grupo 4B, sobre a possível existência de raças dentro da espécie humana).

Algumas temáticas, por tratar de assuntos voltados mais diretamente à relação da produção científica e tecnológica com os interesses envolvidos neste processo, possibilitaram a discussão sobre a neutralidade do cientista e da ciência perante a sociedade. Outras possibilitaram tais reflexões por afetarem diretamente a sociedade, como é o caso do segundo trecho. Neste sentido, encontramos, neste trabalho, argumentos que refletiram sobre esta imparcialidade, e buscaram revelar interesses e conflitos (principalmente culturais, políticos, econômicos e religiosos) envolvidos nestas questões.

A percepção de que a ciência não é uma atividade neutra e de que seu desenvolvimento é relacionado a aspectos sociais, políticos, econômicos, culturais e ambientais, possui fortes implicações para a sociedade. Alguns autores (SANTOS; MORTIMER, 2001) afirmam que a ciência necessita, assim, de um maior controle social, que, em uma perspectiva democrática, implica envolver uma parcela cada vez maior da população em mudanças de posicionamento sobre assuntos que tratam da ciência e tecnologia.

O segundo eixo temático se refere a como os estudantes da licenciatura reconhecem as contradições éticas e controversas que envolvem os temas trabalhados, de forma a apontarmos respostas que contribuam para a adoção do eixo temático “aspectos éticos e controvérsias”:

O uso de células-tronco é, hoje em dia, um método de terapia celular eficiente, pois essas células podem se diferenciar em qualquer tecido do corpo, o que pode ser a cura de doenças e traumas. Porém, as células-tronco embrionárias implicam na destruição do embrião. Então surge a dúvida: vale a pena destruir uma vida para salvar outra? Para a religião, a vida começa na fertilização, enquanto para a ciência é na nidação ou na formação do tubo neural (fase nêurula da embriogênese) (Grupo 2B, sobre as células-tronco).

O crescimento dos distúrbios alimentares é decorrente das tecnologias que trazem comodidade... Outro ponto é a grande oferta de alimentos altamente calóricos e de baixo custo favorecendo a obesidade. Por outro lado, a mídia através de suas propagandas e programação enaltece a magreza e a boa forma, como sendo sinônimo de beleza ideal. Além disso, muitas vezes são divulgados remédios e dietas radicais que podem afetar a saúde das pessoas (Grupo 8B, sobre os distúrbios alimentares).

Características cada vez mais marcantes da ciência nas últimas décadas é a rapidez com que o conhecimento é produzido e a maneira como a sociedade encara esses conhecimentos científicos enquanto verdadeiros, superiores e imutáveis. Esta supervalorização da ciência gerou três concepções que constituem o mito do cientificismo que, segundo Santos e Mortimer (2002) são: a) *neutralidade científica*, na medida em que se acredita que a ciência não está vinculada à sociedade e os cientistas e seus produtos são neutros e livres de controvérsias ou interesses; b) *o mito da salvação*, ou perspectiva salvacionista, quando se acredita que a ciência é sempre benéfica e a tecnologia resolve ou poderá resolver todos os problemas da humanidade; c) *o determinismo científico*, em que se crê que o conhecimento científico é sempre verdadeiro, superior e inquestionável.

No entanto, os argumentos presentes neste eixo convergem para o entendimento de que, apesar da sociedade ainda apresentar intensa crença no poder salvacionista da tecnologia, a credibilidade da autoridade dos conhecimentos científicos e técnicos tem sido questionada cada vez mais (BAZZO, 2002) e a refutação dessa autoridade se faz, muitas vezes, com argumentos distintos do científico; no caso, argumentos religiosos (em relação às células-tronco) e éticos e morais (distúrbios alimentares).

Por fim, o eixo denominado “mídia popular e divulgação científica” discute as diferenças existentes entre estes dois conceitos e que dificilmente são levadas em conta no trabalho do professor ao levar as QSC para a sala de aula.

... os meios de divulgação científica informam um público, que é específico, transmitindo informações sobre as técnicas realizadas em tal procedimento, evidenciando os prós e os contras. Já os interesses estão relacionados à formação de um pensamento crítico (na divulgação científica, não na mídia popular) e possibilitar o surgimento ou continuidade de uma pesquisa (Grupo 1A, sobre a fertilização in vitro).

... os meios de divulgação científica podem levar à sociedade os avanços da ciência..., e a sociedade tem de estar atenta, ciente e informada para estar apta a discutir as eventuais questões éticas que virão (Grupo 3A, sobre a neurociência).

Ressaltamos a frequência com que temáticas sociocientíficas são reportadas pela *mídia*, e o caráter com que estas informações chegam para a sociedade. A população sofre a influência direta destas questões e neste contexto a mídia se mostra como uma importante fonte na qual a sociedade pode buscar por informação. Neste momento é essencial a reflexão sobre o papel e o interesse dos meios de comunicação perante o desenvolvimento científico-tecnológico e suas relações com a questão social, ambiental, ética, moral, e outras mais.

Por vezes o professor acaba por restringir estas abordagens ao nível das mídias de massa, que não apresentam compromisso com a formação científica dos sujeitos. Por não serem imparciais, estas normalmente defendem determinada ideologia e não são vias diretas de acesso ao trabalho dos cientistas.

Considerações finais

Na presente investigação investigamos o tratamento de temas controversos com turmas de licenciatura de Biologia a fim de identificar e analisar as concepções dos licenciandos referentes à ética e ao papel dos meios de divulgação científica. Estes são elementos atrelados às questões sociocientíficas, importantes para a reflexão da prática docente que está voltada para os estudos e para a educação CTSA.

Os temas propostos na atividade apresentaram características distintas, de acordo com os eixos temáticos propostos para as análises. Por suscitar o desenvolvimento de valores sobre a própria Ciência e Tecnologia e sua relação social, as temáticas “fertilização in vitro”, “células-tronco”, “neurociência”, “raças dentro da espécie humana” e “critérios utilizados para separar indivíduos em grupos distintos” proporcionaram discussões no âmbito da suposta neutralidade científica e sobre as questões éticas e controversas envolvidas. Ao passo que “beleza ao longo das décadas”, “padrão de beleza atual versus oferta de alimentos calóricos” e “distúrbios alimentares” apresentaram discursos voltados mais aos aspectos éticos e controversos da relação entre a Ciência e Tecnologia e seus meios de divulgação, o que evidenciou a confusão que ainda há quanto à diferenciação dos conceitos de “meio de divulgação científica” e “mídia popular”.

Por meio desta discussão, conseguimos identificar aspectos que foram trabalhados durante a atividade e que se caracterizam como elementos essenciais quando falamos de formação de professores enquanto intelectuais transformadores, segundo Giroux (1997). Para o autor, um ponto de partida para interrogar a função social dos professores enquanto intelectuais é ver as escolas como locais econômicos, culturais e sociais delimitados às questões de poder e controle nas quais, mais do que repassar de maneira objetiva um conjunto comum de valores e

conhecimentos, estão presentes formas inconscientes de “desenvolvimento cognitivo que mais reforçam do que questionam as formas existentes de opressão institucional” (GIROUX, 1997, p.48).

Assim, desvelar as ideologias presentes nos discursos e proporcionar um pensamento crítico frente ao que é imposto é trabalho do professor, e a experiência com atividades desta natureza durante a sua formação pode auxiliar neste processo formativo. Neste sentido, Adorno acaba por criticar de forma veemente as “pessoas que se enquadram cegamente no coletivo” e “fazem de si mesmas meros objetos materiais, anulando-se como sujeitos dotados de motivação própria {...}” (ADORNO, 2003 apud BANDEIRA, 2003).

Um aspecto importante se refere ao trabalho do professor, que tem na comunicação em massa uma possibilidade para desenvolver os temas sociocientíficos na sala de aula; entretanto é necessário compreender que estas mídias não constituem fontes de divulgação científica, mas sim de informações, e que normalmente são ideológicas. Faz-se necessária profunda análise dessas fontes de informação antes de serem levadas para os alunos, a fim de que as ideologias presentes sejam evidenciadas, possibilitando a compreensão das diferentes perspectivas defendidas pelos grupos em questão.

Entendendo o ensino de ciências enquanto instância que converge esforços para a reflexão sobre a natureza da ciência e das interrelações entre CTSA (DUSCHL, 2000 apud REIS, 2004), a abordagem de aspectos éticos envolvidos em temas polêmicos da biologia mostrou-se, nessa atividade, como frutífero do ponto de vista da formação do futuro professor, por proporcionar discussões e reflexões que convergem para uma formação científico-tecnológica do sujeito segundo uma perspectiva CTSA. Apesar das muitas limitações ao trabalhá-las em sala de aula (REIS, 2004; SANTOS, 2002; MARTÍNEZ, 2010), a análise de conteúdo do material produzido pelos licenciandos apontou aspectos importantes sobre a potencialidade educativa da discussão destas questões no ensino de ciências, tais como: a problematização e questionamento da neutralidade da ciência, a revelação de aspectos éticos e controversos normalmente envolvidos, e a distinção entre as mídias popular e científica.

Essa necessidade de maior participação pública na discussão e desenvolvimento da ciência e tecnologia contribui para uma mudança nos objetivos do ensino de ciências, que passa a dar ênfase na preparação dos estudantes para atuarem como cidadãos que compreendem, refletem e se posicionam perante as implicações da produção e consequências advindas do desenvolvimento científico e seu impacto na sociedade.

Assim, a reflexão do caráter controverso das QSC e suas implicações éticas e sociais reforça a importância de seu tratamento no trabalho do professor em sala de aula e também na formação inicial, tendo em vista que as concepções dos professores sobre as interrelações CTSA dizem respeito às suas próprias experiências nesse campo (García et al., 1996, apud Strieder, 2008). Neste sentido, destacamos a importância e necessidade da realização de pesquisas futuras nesta área, que levantem elementos para compreender a potencialidade do tratamento das QSC no ensino de ciências e, mais especificamente, seu papel desempenhado na formação de professores.

Referências

ADORNO, T. W. *Educação e emancipação*. Trad. Wolfgang Leo Maar. Rio de Janeiro: Paz e terra, 1995.

- ADORNO, T. Teoria da semicultura. *Educação e Sociedade*, ano XVII, n.56, p. 388-411, 1996.
- ARAÚJO, E., TIZIOTO, P., CALUZI, J. *Ciência e (In)tolerância*. Bauru: Faculdade de Ciências, 2007.
- BANDEIRA, B. S. *Formação cultural, semiformação e indústria cultural: contribuições de Theodor W. Adorno para Pensar a Educação*. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2008.
- BARDIN, L. *Análise de Conteúdo*. Lisboa: Edições 70, 1977.
- BATISTA, S. Teoria Crítica e teorias educacionais: Uma análise do discurso sobre educação. *Educação & Sociedade*, v.21, n.73, p. 182-205, 2000.
- BAZZO, W. A. A pertinência de abordagens CTS na educação tecnológica. *Revista Iberoamericana de Educação*, n.28, 2002. Disponível em: <<http://www.rieoei.org/rie28a03.htm>>.
- CARVALHO, A. & Gil-Pérez, D. *Formação de Professores de Ciências*. São Paulo: Cortez, 1995
- COSTA, A; PALHETA, A; MENDES, A. M.; LOUREIRO, A. Indústria Cultural: Revisando Adorno e Horkheimer. *Movendo Idéias*, Belém, v8, n.13, p.13-22, jun. 2003.
- DENZIN, N., LINCOLN, Y. *O planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens*. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.
- GIROUX, H. *Os professores como intelectuais: rumo a uma pedagogia crítica da aprendizagem*. Tradução Daniel Bueno. Porto Alegre: Artmed, 1997.
- LOPES, N. *Aspectos formativos da experiência com questões sociocientíficas no ensino de ciências sob uma perspectiva crítica*. Dissertação de Mestrado em Educação para a Ciência, Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2009.
- MAAR, W. L. Adorno, semiformação e educação. *Educação e Sociedade*, Campinas, v.24, n.83, ago. 2003.
- MARTINS, I. Formação Inicial de Professores de Física e Química sobre Tecnologia e suas relações Sócio-Científicas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v.2, n.3, p. 293-308, 2003.
- MARTÍNEZ, L. F. M. *A abordagem de questões sociocientíficas na formação continuada de professores de ciências: contribuições e dificuldades*. Tese de Doutorado, Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista. Disponível em <<http://www2.fc.unesp.br/BibliotecaVirtual/DetalhaDocumentoAction.do?idDocumento=325#>>, 2010.
- PUCCI, B. A regressão / reeducação dos sentidos na Dialética do esclarecimento. In: DUARTE, Rodrigo & FIGUEIREDO, Virgínia (Orgs.). *As luzes da arte: colóquio internacional de filosofia estética da FAFICH-UFMG*. Belo Horizonte: Opereta Prima, p. 165-176, 1999.
- REIS, P. *Controvérsias sócio-científicas: Discutir ou não discutir? Percursos de Aprendizagem na disciplina de Ciências da Terra e da Vida*. Tese de Doutorado, Departamento de Educação, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa. Disponível em <http://pwp.netcabo.pt/PedroRochaReis/>, 2004.

SANTOS, W. *Aspectos sócio-científicos em aulas de Química*. Tese de Doutorado, Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Revista Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciência*, vol. 2, n. 2, dezembro, 2002.

STRIEDER, R. *Abordagem CTS e Ensino Médio: Espaços de Articulação*. Dissertação de Mestrado, Departamento de Física Experimental, Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

Enseñanza de las Ciencias para ciudadanía en estudiantes de educación media a partir de cuestiones científicas

Science education for citizenship in middle school students from the scientific issues

VARGAS, N.J.B.¹, MARTÍNEZ PÉREZ, L. F.²

¹UPN, "Universidad Pedagógica Nacional" Bogotá-Colômbia. E-mail: ninijovb@hotmail.com

²UPN, "Universidad Pedagógica Nacional" Bogotá-Colômbia. E-mail: lemartinez@pedagogica.edu.co

Resumen

Este trabajo muestra cómo al abordar una cuestión sociocientífica se propende por el análisis conceptual, político, ético y reflexivo en el salón de clases. La cuestión denominada "la legalización de la marihuana en Colombia", como un asunto controversial merece una instancia de opinión crítica por parte de los sujetos, en este sentido se buscó motivar a los estudiantes de educación media, en el aprendizaje de las ciencias, promoviendo una formación ciudadana que les permitiera involucrarse de manera participativa en estos temas de opinión general. La metodología utilizada fue de carácter cualitativo y a través de grabaciones, videos y una encuesta general final se evaluó el objetivo de la investigación.

Palabras clave: relaciones CTSA, cuestiones sociocientíficas, formación ciudadana

Abstract

This paper shows how to tackle a social scientific analysis is a tendency for conceptual, political, ethical and thoughtful in the classroom. The question referred to "the legalization of marijuana in Colombia" as a controversial issue deserves an instance of critical opinion by the subjects, in this sense seeks to motivate middle school students in science learning, promoting training to enable them to engage citizens in a participatory manner on these issues of general opinion. The methodology used was qualitative and through recordings, videos and a final survey evaluated the overall objective of the research

Keywords: relations STSE, socioscientific issues, Science Education for citizenship

Introducción

La educación para la ciudadanía trata de formar al estudiante como sujeto activo socialmente, sin discriminar sus preferencias académicas para que disponga de conocimientos y destrezas necesarias para la vida, en cuanto a resolver problemas, supervivir y tener una actitud responsable frente al desarrollo y sus consecuencias (MARTÍNEZ, PEÑA y VILLAMIL, 2007). Es en este sentido, la Enseñanza de las Ciencias a partir de cuestiones sociocientíficas (CSCs) brinda la posibilidad de participar en discusiones a partir de la comprensión del papel fundamental de las interacciones Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA).

La necesidad de preparar futuros ciudadanos con conocimientos y capacidades que les permita tomar decisiones en una sociedad que cada día es influenciada con mayor intensidad por los avances científicos y tecnológicos, exige que en el sistema educativo se forme para el desarrollo de un pensamiento crítico y autónomo.

De acuerdo con Sadler, Barab y Scott (2007), las CSCs sirven como contextos útiles para la enseñanza y aprendizaje de los contenidos en ciencias, ya que los estudiantes aprenden el contenido específico de la disciplina, al igual que entienden la naturaleza de las ciencias, por lo tanto, son catalogadas como vehículos para situar la educación ciudadana dentro del aula de ciencias.

Asimismo, de acuerdo con Gordillo y Osorio (2003) el enfoque CTSA impulsa la participación ciudadana en la evaluación y control de los desarrollos tecnocientíficos promoviendo el razonamiento crítico entre los estudiantes y futuros ciudadanos, para valorar las limitaciones y beneficios de la ciencia; y extender la alfabetización científica a la ciudadanía desde la enseñanza de la ciencia en las escuelas.

Teniendo en cuenta que las CSCs son asuntos controversiales que permiten la participación de los sujetos, en este trabajo se toma como cuestión la legalización de la marihuana en Colombia, ya que merece ser analizada críticamente. Dicha cuestión presenta algunos puntos normativos que regulan el acceso a los menores de 18 años a establecimientos de venta de licor o que estos mismos tendrían que estar al menos a unos mil metros lejos de una institución educativa. Lejos de esto, las implicaciones sociales no han sido realmente mencionados, y de acuerdo a esto cabe preguntar ¿Cómo desde la perspectiva de las ciencias, este tipo de temáticas se pueden discernir mejor? ¿Qué significado de ciudadanía son abordados por los estudiantes con el manejo de las CSC?, ¿De qué forma los estudiantes ejercen su ciudadanía a través de la discusión de las CSC?

Desde una perspectiva en la cual hay que tener en cuenta que entienden los estudiantes de educación media por ciudadanía y asimismo como la ejercen, a través de las discusiones o debates generados en clase, se busca como objetivo de este trabajo caracterizar la aplicación del conocimiento científico y su razonamiento en los estudiantes, cuando se enfrentan a opinar sobre estos temas controversiales, los cuales le exigen un grado de criticidad de acuerdo a su perspectiva.

Para ello, el uso de los medios de comunicación como herramienta dialógica aporta al debate que se debe generar en el manejo de las CSCs. Por tal razón, se usaran artículos de revistas, periódicos e internet correspondientes al tema y recursos audiovisuales.

De acuerdo con Zenteno y Garriz (2010) a diferencia de los problemas de contenido científico, los problemas sociocientíficos están sujetos a debate desde diferentes perspectivas y pueden proponerse diversas soluciones en donde el razonamiento de los estudiantes juega un papel fundamental, ya que estos plantean dilemas sociales asociados a conceptos, procedimientos o tecnologías científicas en donde el estudiante deberá valorar causas, consecuencias, ventajas y desventajas, pros y contras de la posición que asumirá.

Fundamentación teórica: el concepto de ciudadanía

Un ciudadano es un habitante que está sujeto a derechos políticos, económicos y sociales, los cuales le permite ser partícipe del gobierno de su país e inherentemente implica cumplir con deberes y obligaciones, el cual incluye respetar los derechos de los demás. Desde la antigüedad se habla del concepto de ciudadanía y cabe resaltar que este se ha modificado conforme las sociedades cambian a través del tiempo.

En la antigua Grecia, por ejemplo, eran considerados ciudadanos los varones con capacidad para adquirir armas y defender a la ciudad, sin embargo, con la estabilización de un gobierno ya se habla de “polis” la cual es entendida según Werner (2001), como un nuevo principio, una forma más firme y más completa de vida social. Con la polis surgió, por primera vez, lo que se denomina Estado, aun cuando la palabra griega puede traducirse lo mismo por estado que por ciudad. La polis es el centro dominante, a partir de lo cual se organiza históricamente el período más importante de la evolución griega. La pertenencia a una ciudad tenía para los griegos un valor ideal, análogo al sentimiento nacional para los modernos. Lo realmente nuevo y lo que en definitiva trajo consigo la progresiva y general urbanización del hombre fue la exigencia de que todos los individuos participaran activamente en el Estado y en la vida pública, y adquirieran conciencia de sus deberes ciudadanos completamente distintos de los relativos a la esfera de su profesión privada. Cuando apareció el nuevo Estado jurídico, la virtud de los ciudadanos consistió en la libre sumisión de todos, sin distinción de rango ni de nacimiento, a la nueva autoridad de la ley.

La ciudadanía es entendida como un derecho para el cual la nacionalidad constituye un supuesto indispensable. Tiene usualmente un supuesto jurídico, el derecho a la nacionalidad, y otro de hecho, llegar a la mayoría de edad. El habitante de los estados modernos es entendido como sujeto de derechos políticos, y que interviene, ejercitándolos en el gobierno de la nación, por lo tanto involucra democracia y derecho al sufragio.

La formación ciudadana como conjunto integrador de valores y conocimiento en pro de la formación de un ser autónomo, crítico y político se logra y se manifiesta a través de la educación, por consiguiente, para entender la relación entre educación y ciudadanía, se considera pertinente interpretar el concepto de ciudadanía, reflexionando su vinculación con la Enseñanza de la Ciencias.

Se entiende por ciudadanía como el derecho y la disposición de participar en una comunidad, a través de la acción auto-regulada y responsable, con el objetivo de optimizar el bienestar social. Por lo tanto, la participación en la toma de las diferentes decisiones es importante para la formación de un ciudadano, así se infiere que este debe ser una persona autónoma y activa dentro de la sociedad (SANTOS y SCHNETZER, 2003).

Otra relación posible en el concepto de ciudadanía la desarrolla Ahlert (2006), ya que habla de la ciudadanía activa, la cual significa la participación de dos individuos en la concertación en la toma de decisiones que influyen en la sociedad, y para ello se debe tener razonamiento crítico y político tomando como referente los principios éticos universales. Para el citado autor, se deben promover en los alumnos la participación de actividades que promulguen actitudes corporales de respeto, dignidad y solidaridad mutua, interactuando con la multiplicidad de las culturas.

Formación ciudadana y Cuestiones Sociocientíficas

Las CSCs enmarcadas dentro del enfoque CTSA, se catalogan como cuestiones que forman parte de la ciencia, es decir que los argumentos que las sustentan poseen nociones científicas. Según Jiménez (2010) son dilemas o controversias sociales que tienen en sus bases nociones científicas, por lo tanto sirven como contextos útiles para la enseñanza y aprendizaje de los contenidos en ciencias, ya que los estudiantes aprenden el contenido específico de la disciplina a estudiar al igual que entienden la naturaleza de las ciencias.

Tales cuestiones deben ser de interés público, manejado por los medios de comunicación, en los cuales pueden tratar intereses locales o globales, deben involucrar temas de ciencia y tecnología, y por último es importante que posean criterios éticos o morales. Asimismo, las

CSCs pueden ser actuales o referentes a temas pasados que encuentran su fundamento en la argumentación de los mismos. Estas pueden ser abordadas desde la perspectiva de la investigación didáctica que analiza la ciencia en un contexto social, cultural y político (MARTÍNEZ, PEÑA y VILLAMIL, 2007).

En esta línea se considera al estudiante como una persona crítica en formación que debe ser preparado para ejercer una ciudadanía activa en su rol social, el cual cada día se encuentra más influenciado por los avances científicos y tecnológicos con todas las repercusiones ambientales que esto indica. Por lo tanto, no es suficiente conocer las teorías y la manera coherente para desarrollar ejercicios que pueden convertirse en vacíos graves, si no se encuentran a través de una aplicación, estos deben ser contextualizados a través de los problemas sociales, culturales y ambientales implicados en su construcción y desarrollo. En consecuencia debe haber una relación dialéctica entre las teorías conceptuales, su acción sobre la sociedad y el proceso de formación de un ciudadano.

Entender la ciencia como un proceso social dentro de la formación ciudadana implica resaltar diferentes aspectos como la construcción de la ciencia y el papel del consenso en ciencia; entender que los valores son algo intrínseco en las ciencias. Por lo tanto, el estudiante debe darse cuenta de normas y valores en ciencia, tales como evitar contradicciones lógicas, aceptar la evidencia basada en afirmaciones por conocimientos consensuados, coherencia, relevancia, originalidad, honestidad y sinceridad, así como del papel de escepticismo y de la importancia de que los científicos no saquen conclusiones hasta tener evidencias persuasivas y convincentes que garantizan una decisión (ZENTENO y GARRITZ, 2010). De la misma forma, para el estudiante la ciencia es un dominio social, ya que en ella influyen factores sociales, políticos, éticos y culturales. En consecuencia el proceso de ciudadanía no es un estándar limitado que se debe inculcar en el estudiante sino una serie de apreciaciones hacia la convivencia que el estudiante debe dilucidar de la mejor manera de acuerdo a sus creencias, criterios y concepciones.

Metodología

La metodología del trabajo es de carácter cualitativo. Donde el investigador interactúa con el objeto de estudio y se debe observar algún grado de representatividad en los resultados obtenidos para que la investigación realizada tenga credibilidad. En este sentido, la investigación cualitativa tiene como fin el estudio de la realidad y a partir de ella se interpretan los fenómenos dependiendo los significados del ámbito social en el cual se desarrolla el individuo (MARTÍNEZ, 1991). Esto implica que el estudio sea contextualizado basándose en la recopilación del material de carácter escrito, audiovisual o audio, buscando reflejar el contexto social de los sujetos.

La investigación de carácter cualitativo, para este trabajo consistió en focalizar el trabajo de campo, a través de la observación e interpretación del fenómeno de interacción maestro-alumno al interior del aula de clase.

La metodología cualitativa resulta bastante conveniente por centrarse en el análisis detallado del registro (grabado o de vídeo) de la interacción que se da en "eventos educativos" de cualquier tipo. En gran parte de estos estudios, se intenta mediante el análisis reconstruir el "código" o la "competencia comunicativa" que rige y genera la interacción verbal y no verbal de los actores.

El diseño metodológico fue organizado en tres etapas:

Primera etapa: con la intención de conocer alguna temática del interés de los estudiantes se realizó un cuestionario de carácter abierto, donde se plantearon cuatro CSCs con el fin que ellos escogieran la cuestión de su interés. Las cuatro CSC planteadas fueron: usos terapéuticos de la marihuana, uso de la pastilla del día después y debates frente a los métodos de planificación. Una vez caracterizada la CSC de su interés se trabajó a partir de esta la inclusión de los conceptos químicos a tratar.

Segunda etapa: A través de la utilización de seminarios participativos y la realización de ensayos críticos, se involucraron los estudiantes en el desarrollo de la clase, enfatizando en aspectos controvertidos que estimulen su participación por medio de talleres integradores y debates, donde se evidencien sus capacidades para la exploración de documentación a través de los siguientes recursos didácticos:

- Consulta de noticias abordando más de un tópico científico sobre la CSC, desarrollado en periódicos, revistas o artículos de internet.
- Uso de medios audiovisuales como (Videos, fotografías, imágenes de internet y documentales.

Tercera etapa: inicialmente se realizaron escritos, brindaron autoconfianza y sentido crítico en el estudiante. Por último se evaluó la formación ciudadana y cognición de los estudiantes, a través de habilidades de negociación y de argumentación. En este trabajo en particular se presentarán resultados parciales de las etapas descritas.

Resultados y análisis

La población de estudio estuvo conformada por 54 estudiantes entre los 13 a 17 años de edad, los cuales cursaban grado noveno de una Institución Educativa de educación básica secundaria. Los resultados de la primera etapa indicaron que la mayoría de estudiantes se interesaron por la CSC referida a la legalización de la marihuana, a partir de este resultado se inició la segunda etapa en la que se caracterizó la inclusión del análisis científico que los estudiantes podrían realizar al abordar la mencionada CSC. La información se recogió a través de cuestionarios y grabaciones en audio de 10 encuentros realizados con los estudiantes y descritos en la tabla 1.

Actividad realizada en el respectivo encuentro	Horas
Aplicación test preliminar.	1
Explicación sistema nervioso.	2
Explicación sistema nervioso.	2
Discusión sobre sustancias psicoactivas e incidencias en el SN	2
Explicación sistema endocrino	2
Primer debate. ¿Qué es la marihuana?, y su influencia en la juventud.	2
Terminación explicaciones teóricas.	2
Lectura artículo “El potencial uso terapéutico de la marihuana”	2

Lectura artículo “la legalización de la marihuana en California” y Sociabilización	2
Debate ponente y contra-ponente “ventajas y desventajas de la legalización de la marihuana en Colombia”.	2
Exposiciones, generación de conclusiones finales.	2
Aplicación cuestionario final	1

Tabla 1 Encuentros realizados con los estudiantes y sus respectivo tiempo.

En los primeros encuentros de la segunda etapa se les pidió a los estudiantes que respondieran a cuestionamientos tales como ¿Está de acuerdo si se diera el caso con la legalización de la marihuana en Colombia? ¿Cuáles serían las ventajas y desventajas de la legalización de la marihuana en Colombia?

De los 54 estudiantes que participaron del estudio, 50 contestaron, el 90% contestó basados en sus opiniones, sin incluir ninguna concepción científica, el 6% incluyó alguna pre-concepción científica y el 4 % restante no respondió a estos cuestionamientos.

La mayoría de los estudiantes no están de acuerdo con la legalización de la marihuana ya que para ellos sería un problema social agravado puesto que en los jóvenes incentivaría más al consumo y por ende factibles a adquirir adicción a otro tipo de drogas. En el desarrollo de las actividades se observó interés en la temática por parte de los estudiantes, ya que realizaron las consultas pedidas y la mayoría participó activamente en los debates y discusiones planteadas.

Para la participación en los debates los estudiantes se documentaron con anterioridad, argumentaron sus posturas teniendo en cuenta los conceptos vistos en clase, y sus posturas sociales y morales. En el desarrollo de las discusiones hubo momentos de discrepancia y de negociación las conclusiones a las que llegaron se exponen a continuación:

1. El problema de la adicción de los jóvenes hacia las diferentes drogas se inicia por falta de autoestima, capacidad de análisis y conocimiento crítico sobre estos temas.
2. La marihuana no es una planta dañina, puesto que se ha usado en varios tratamientos terapéuticos, también tiene una historia ancestral e importante, el problema radica en el mal uso que se le da debido a la percepción cultural de la misma. Es necesario tomar decisiones con responsabilidad en cuanto al consumo de la marihuana puesto que sí es un alcaloide que puede generar adicción.
3. Las sensaciones positivas o negativas experimentadas por una persona después de fumar marihuana están directamente relacionadas con la genética. Los factores ambientales tales como la disponibilidad de la marihuana, las expectativas sobre su efecto, la influencia de amistades y contactos sociales condicionan la decisión de las personas, por tal razón se hace necesario una postura crítica sobre el tema.
4. Los estudiantes recalcaron que fumar marihuana genera efectos nocivos para la salud como dificultades respiratorias, taquicardia, pérdida de memoria a corto plazo y esterilidad.

Con los resultados del último cuestionario aplicado se analizó la cuestión sociocientífica y la inclusión de argumentos científicos para formalizar sus opiniones. A partir de la aplicación de este cuestionario y lo evidenciado en el transcurso de la implementación de la estrategia, se puede describir que los estudiantes mejoraron en un 12% su argumentación basada no en la simple opinión sino que incluyeron conceptos vistos en clase. Esta prueba se aplicó a 51 personas y 19 de ellas asociaron conocimientos científicos en la resolución de las preguntas.

A la pregunta ¿qué es la marihuana y cuáles son los efectos en el organismo?, el 80% conocía la sustancia psicoactiva el tetrahidrocannabinol y referenció conceptos vistos en clase. El 12% afirmó ser “*cannabis*”, otras referencias y el 8% restante no contestó a esta pregunta.

A la pregunta ¿Cuáles serían las ventajas y desventajas de la legalización de la marihuana en Colombia? El 70% afirmó más desventajas que ventajas, el 15% muestra una posición más favorable hacia este asunto y el 15% restante no respondió. En sus respuestas se denota una descripción más detallada asociando factores sociales, éticos y morales, al igual que científicos. En cuanto a la inclusión de concepciones de carácter científico en esta pregunta el 30% lo incluyó mientras el 60% se basó en su opinión y el 10% decidió no participar.

Para la pregunta ¿estaría de acuerdo con la legalización de la marihuana en Colombia? El 80% (40 estudiantes) se mostró a favor y el 20% en contra, de estas respuestas se puede observar que el 40% incluyó conceptos vistos en clase.

En las diferentes actividades realizadas sobre todo en las de discusión y exposiciones se observó un lenguaje claro y una explicación coherente de cada uno de sus planteamientos a favor o en contra de la legalización de la marihuana.

Consideraciones Finales

El trabajo con CSCs requiere de tiempo, conocimiento y creatividad del tema a tratar, ya que a nivel educativo es indispensable diseñar las lecturas o indispensable hacer un análisis más concienzudo de este tipo de proyectos. También cabe resaltar que la aplicación de las CSCs implica entender la naturaleza de las ciencias y sus relaciones con la sociedad.

Las CSCs pueden contribuir al desarrollo de la participación ciudadana en los estudiantes, a través de sus razonamientos éticos y morales, sin embargo, para obtener mejores resultados y lograr un proceso didáctico más enriquecedor se debe abordar estos trabajos desde un cambio curricular ya que si se aborda como elemento fundamental desde el plan curricular del área de ciencias y no como una actividad anexa a las temáticas expuestas, el cambio no sólo conceptual sino también desencadena un razonamiento crítico.

En cuanto a la CSC “La marihuana causa amnesia y otras cosas que no recuerdo”, se concluyó por parte de los estudiantes que la cuestión de la legalización de la marihuana no es un asunto exclusivamente económico y político, sino es de interés de todos en el cual debemos participar con un criterio socialmente responsable midiendo las consecuencias éticas y morales, de este tipo de decisiones, y para ello se deben conocer los efectos fisiológicos, neuronales y bioquímicos del consumo de este tipo de sustancias.

La legalización de la marihuana en sería un problema más que agravaría la situación social, puesto que para ello debería haber una normatividad muy rigurosa y en este sentido las leyes han reflejado una evidente falencia.

La estrategia metodológica incentivo el interés y motivación por parte de los estudiantes para participar en los debates y en las actividades de clase, realizaron consultas, y participaron

activamente en los debates; por otro lado generó la reflexión sobre este tipo de temáticas y el papel que juegan los estudiantes como ciudadanos. La inclusión por parte de los estudiantes de conceptos científicos para reflexionar sobre sus opiniones fue un poco significativa con respecto al análisis inicial.

Referencias

AHLERT, A. *Cidadania participativa: um referencial da Educação Física para uma educação cidadã*. Estudos, v. 33, n. 9/10, p. 677-695. 2006.

GORDILLO, M. y OSORIO, C. Educar para participar en ciencia y tecnología. Un proyecto para la difusión de la cultura científica. *Revista Iberoamericana de Educación*, n. 32, p. 165-210. 2003

JIMÉNEZ, A. M. P. *Diez ideas clave: competencias en argumentación y uso de pruebas*. Editorial Grao. 2010.

MARTÍNEZ, L., PEÑA, D. y VILLAMIL, J. Relaciones ciencia, tecnología, sociedad y ambiente a partir de casos simulados: una experiencia en la enseñanza de la química. *Ciência & Ensino*, Número especial, p. 1-16. 2007.

MARTÍNEZ, M. La investigación cualitativa etnográfica en educación. (Manual teórico-práctico). Caracas: Ed. Litexa. 1991.

SADLER T. D. BARAB S. A & SCOTT B. What Do Students Gain by Engaging in Socioscientific Inquiry? *Research in Science Education*, v. 37, n. 4. p. 371-391. 2007.

SANTOS, W.; SCHENETZLER, R. *Educação em química: compromisso com a cidadania*. 3.ed. Ijuí. RS: Unijuí, 2003.

WERNER J. Paideia - Libro Segundo. Fondo de Cultura Económica México. Ensayos. Consultado el 16 de mayo en: <http://www.buenastareas.com/ensayos/Jaeger-WernerPaideiaLibro/1136271.html> .2001.

ZENTENO M. B. E y GARRITZ A. Secuencias dialógicas, la dimensión CTS y asuntos socio-científicos en la enseñanza de la química. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, v. 7, n. 1. p. 2-25. 2010.