

# **A ABORDAGEM DE QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS: UMA COMPREENSÃO DAS SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS PROPOSTAS POR PESQUISAS NA ÁREA**

## **THE APPROACH OF SOCIO SCIENTIFIC ISSUES IN SCIENCE EDUCATION: AN UNDERSTANDING OF DIDACTICAL SEQUENCES FROM RESEARCH PROPOSALS IN THE AREA**

**Paulo Gabriel Franco dos Santos<sup>1</sup>**

**Nataly Carvalho Lopes<sup>2</sup>**

**Michel Pisa Carnio<sup>3</sup>**

**Lizete Maria Orquiza de Carvalho<sup>4</sup>**

**Washington Luiz Pacheco de Carvalho<sup>5</sup>**

<sup>1,2,3</sup> Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência – Faculdade de Ciência – UNESP – Campus de Bauru – paulogabriel@fc.unesp.br; naty\_lopes85@hotmail.com; michelcarnio@yahoo.com.br

<sup>4,5</sup> Departamento de Física e Química – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP – Campus de Ilha Solteira – lizete@dfq.feis.unesp.br; washcar@dfq.feis.unesp.br

### **Resumo**

Neste artigo analisamos as metodologias dos trabalhos de pesquisa em ensino de ciências sobre o tratamento de questões sociocientíficas no ensino médio. Nestas análises, buscamos por pistas sobre os elementos comuns destas metodologias que podem caracterizá-las como sequências didáticas CTSA. Assim, metodologias referentes aos casos jurídicos ambientais, casos socioambientais e questões sociocientíficas amplas são exemplos de temas tratados por estes autores em sala de aula. Estes trabalhos são analisados segundo os referenciais da área que nos possibilitaram propor quatro eixos de análise que caracterizaram tais atividades: entendimento dos argumentos, julgamento da posição dos especialistas, pesquisa na literatura e no campo e participação democrática nas decisões.

**Palavras-chave:** CTSA, questões sociocientíficas, ensino de ciências, análise de conteúdo, sequências didáticas.

### **Abstract**

This paper analyzes the methodology of the research in science education on the treatment of socio-scientific issues in high school. In this analysis, we look for clues about the common elements of these methodologies that can characterize them as didactic sequences STSE. Thus, methodologies relating to legal cases environmental, social and environmental issues and socio-scientific cases are examples of broad themes addressed by these authors in the classroom. These works are analyzed according to the references of the area enabled us to propose four axes of analysis that characterized these activities: understanding the arguments, judging the position of experts, research in the literature and in the field and democratic participation in decisions.

**Key-words:** STSE, socio scientific issues, Science education, content analysis, didactical sequences

## 1. Introdução: as QSC como efetivação do movimento CTSA no ensino de ciências

A partir dos estudos e debates em torno das relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) que deram origem às diversas pesquisas e debates sobre a educação em ciências voltada para estas relações, nos questionamos neste trabalho, sobre quais elementos compõem uma sequência didática na perspectiva CTSA. Assim, buscamos nos trabalhos da área o que os pesquisadores têm considerado ao desenvolverem debates em torno das questões sociocientíficas nas aulas de ciências nesta perspectiva. Para tanto, selecionamos dissertações que propuseram e analisaram tais metodologias com enfoque CTSA.

Neste sentido, os temas amplos e controversos que relacionam ciência, tecnologia, sociedade e ambiente são concebidos segundo algumas vertentes do Movimento CTSA (RATCLIFFE; GRACE, 2003; PEDRETTI, 2003; ZEIDLER; OSBORNE; et al., 2003) como temas sociocientíficos, os quais exprimem a efetivação dos pressupostos deste movimento nas salas de aulas.

Ainda aparecem muitas denominações dadas às concepções de formação que os estudantes podem experimentar a partir dos pressupostos do movimento CTSA, como a alfabetização científico-tecnológica (AULER; BAZZO 2001), o letramento científico (SANTOS, 2007), a formação para a ação sociopolítica (ROTH; DÉSAUTELS, 2002), a formação para a cidadania e formação para a ação social responsável (SANTOS; MORTIMER, 2001).

Enquanto a educação científico-tecnológica tradicional incorpora cada vez mais os elementos de uma Ciência dogmática e transmite apenas os seus resultados e suas tecnologias, proponentes da educação CTSA (PEDRETTI, 2003; ZEIDLER, 2001; etc) enfatizam a importância dos posicionamentos e da influência individual e social nas questões de Ciência e Tecnologia que envolvem ética.

As the 21st century unfolds, professional associations in science recognize the importance of broadly conceptualizing scientific literacy to include informed decision-making, the ability to analyze, synthesize and evaluate information, dealing sensibly with moral reasoning and ethical issues, and understanding connections inherent in socioscientific issues (ZEIDLER, 2001).<sup>1</sup>

Porém, propostas curriculares ou ações pontuais de cunho ambientais <sup>2</sup>, podem não estar de acordo com uma efetiva mudança nos modos como se ensina ciências, de maneira a relevar determinadas questões éticas controversas, e principalmente a construção de um conhecimento social, segundo o qual “in real world of dirty sinks and messy reasoning, arriving at ideal personal decision through objective evaluation of neutral evidence is a phantom image<sup>3</sup>” (ZEIDLER; KEEFER, 2003, p.8). Para Zeidler e Keefer (2003), um modelo estrutural que busca relacionar os elementos necessários à enculturação <sup>4</sup> científica com vistas às questões contemporâneas e controvertidas que envolvem ciência e tecnologia, deve relevar: 1) a natureza das questões científicas; 2) questões do discurso em sala de aula; 3) questões culturais e; 4) questões baseadas em casos que impliquem relações CTSA.

---

<sup>1</sup> No início do século 21 as associações profissionais de ciência se manifestam em reconhecer a importância da conceituação ampla da alfabetização científica para incluir tomadas de decisões bem informadas, a capacidade de analisar, sintetizar e avaliar informação, lidar de forma sensata com o raciocínio moral e as questões éticas, conexões inerentes para a compreensão das questões sociocientíficas (ZEIDLER, 2001).

<sup>2</sup> Ver Lopes (2010) sobre as ações individuais relacionadas ao discurso ideológico difundido sociedade afora sobre a reciclagem, economia, sustentabilidade, etc. que estão de acordo com o discurso da manutenção da economia, sem entretanto, apresentarem reflexão crítica acerca destas ações.

<sup>3</sup> “No mundo real de sujeiras e raciocínios confusos, desde as decisões pessoais até as avaliações objetivas de uma evidência neutra é uma imagem fantasma” (tradução nossa).

<sup>4</sup> Os autores utilizam este termo para evidenciar uma formação científica em termos mais amplos que as concepções até então apresentadas nos trabalhos da área da educação CTSA.

Para Pedretti (2003), a educação baseada nas questões sociocientíficas é uma forma de organizar propostas curriculares e ações de acordo com os pressupostos do movimento CTSA. Desta forma, podemos delimitar e caracterizar questões sociocientíficas a partir do momento em que a sociedade em geral toma conhecimento sobre os riscos das ações, sejam elas governamentais ou científicas, e passa a fazer significado a um grande número de pessoas que se encontrem divididas entre os juízos de valores, dados empíricos ou vivências (REIS, 1999, p.106).

Desta forma, quando uma questão é polêmica, ela releva diferentes pontos de vista e não pode ser resolvida facilmente, principalmente quando relaciona discussões éticas e morais, pois nestes casos, são envolvidos valores e julgamentos pessoais ou de grupos que não podem ser guiados apenas por fatos, evidências e experiências, mas são constituídos em contextos conflitantes de diálogo. Como questões que dependem “de tomadas de decisão, envolve a emissão de pareceres técnicos por parte do governo e das empresas construtoras e gera intensa mobilização social” (VASCONCELOS, 2009, s/p.).

Segundo Zeidler e Keefer (2003), a educação CTSA é aquela que tende a fazer conexões mais explícitas entre Ciência e seus contextos social, cultural e político, principalmente no contexto dos necessários posicionamentos dos cidadãos em questões éticas com implicações sociais e individuais. Tendo em vista esta educação voltada aos debates das questões sociocientíficas, segundo estes autores, o ensino de ciências é um microcosmo social que revela tipos de pensamento que suportam as seguintes características: processos de investigação, discurso, conflito, acordo, argumentação, negociação, compromisso e decisão.

Devido às particularidades das questões sociocientíficas, elas podem contar, por vezes, com processos de raciocínio informal, que se distanciam do raciocínio formal e objetivável das ciências exatas, “isto não significa, contudo, que o raciocínio informal seja irracional: ele é racional, na medida em que possui objetivos, é sistemático e altamente justificável em termos pragmáticos” (GUIMARÃES; CARVALHO, 2009, p.166). Assim, segundo Guimarães e Carvalho (2009) o objetivo das discussões de questões sociocientíficas no ensino de ciências não é encontrar a verdade moral ou científica, mas colocar os estudantes em situação de analisar as informações, construir argumentos próprios, bem como ouvir as demais argumentações dos colegas.

Ainda ressaltamos como objetivos da educação baseada nas discussões de questões sociocientíficas, a construção de habilidades que permitam aos sujeitos fazerem escolhas em suas vidas cotidianas, bem como articular em esferas públicas de discussões que envolvam decisões sobre temas polêmicos de ciência e tecnologia, como consultas e debates públicos.

De acordo com os argumentos expostos, a educação CTSA é essencial para que os estudantes desenvolvam um raciocínio ético que os permita refletir e agir de acordo com as necessidades dos debates de questões sociocientíficas em sala de aula. Entretanto, ressaltamos que as questões éticas dificilmente são tratadas nas aulas de ciências, gerando um fosso entre os pressupostos da educação baseada em questões sociocientíficas e o ensino que é realidade nas escolas de ensino básico.

Neste sentido, Razera (2007) reconhece a importância da educação moral, embora aponte para a falta de pesquisas e publicações na área de ensino de ciências a respeito deste assunto. Para este autor, assim como a própria Ciência é fruto de um processo humano e, portanto, ideológico e interessado, o ensino de ciências também apresenta este caráter, de forma que “marcar sua posição e divulgar tal posicionamento perante a polêmica é uma atitude aceitável

enquanto professores. No entanto, na perspectiva da ética a omissão e a coerção precisam ser repensadas” (RAZERA, 2007, p.2).

A dimensão moral da educação deve fazer parte dos debates que cercam o ensino no mundo contemporâneo, principalmente diante das questões de miséria, fome, desigualdades sociais, determinismo científico-tecnológico, questões de cunho ambiental, econômico e político que colocam em risco a própria continuidade da vida humana. Isto porque a sociedade é cada vez mais envolvida nos debates que relacionam estas questões e há necessidade de que a população se posicione criticamente sobre as deliberações que cercam estes debates, principalmente relevando fatores morais.

Portanto, esperamos que através do background conceitual proveniente das pesquisas da área, os trabalhos voltados a educação CTSA possam evoluir em termos teóricos e pragmáticos, em oposição ao esvaziamento de seus conceitos, à heteronomia moral e às práticas que caracterizam o movimento CTSA apenas como metodologia ou pano de fundo de ações pouco coerentes com seus pressupostos.

## **2. Sequências didáticas: um breve olhar pela literatura**

O uso da terminologia “sequência didática”, assim como outros conceitos como interdisciplinaridade, transposição didática e construtivismo, disseminou-se e pela sua quase sempre apropriação acrítica e pela prática não compreendida transformou-se em um jargão.

Usualmente, as sequências didáticas são tomadas como uma série de conteúdos intencionalmente estruturados e organizados, de modo a atingir as finalidades preteridas. O que constatamos é que essas sequências didáticas são desenvolvidas com base nos conteúdos a serem tratados e pouco se reflete sobre a condição dos sujeitos que se submeterão a esse arranjo organizacional, ou seja, não há relação entre o planejamento e os sujeitos envolvidos.

Desta forma, nos questionamos como é possível desenvolver sequências didáticas, a partir das concepções propostas pelo movimento CTSA na educação, de forma a manter uma coerência teórica com a prática docente? Como conciliar os conteúdos de ciências, o desenvolvimento do raciocínio moral dos estudantes e as questões sobre posicionamento e participação nas questões sociocientíficas?

Nesta perspectiva, resgatamos algumas compreensões de sequência didática presentes na literatura na área de Educação e, mais especificamente, no Ensino de Ciências, de modo que possamos discutir as convergências, divergências, desdobramentos e intencionalidades das diferentes perspectivas.

No *Didática* de Libâneo (1994), é apresentado o *processo de ensino* que se aproxima da compreensão usual da sequência didática. Segundo este autor, o processo de ensino é entendido como,

[...] o conjunto de atividades organizadas do professor e dos alunos, visando alcançar determinados resultados (domínio de conhecimentos e desenvolvimento das capacidades cognitivas), tendo como ponto de partida o nível atual de conhecimentos, experiências e de desenvolvimento mental dos alunos (LIBÂNEO, 1994, p.79).

Libâneo (1994) se posiciona de forma que o planejamento e o controle do professor sobre o processo de ensino devem visar ao estímulo e suscitar a atividade própria dos alunos para a aprendizagem, uma vez que a tarefa fundamental deste processo é garantir a unidade didática entre o ensino e a aprendizagem. Ou seja, deve garantir a relação recíproca entre estas duas

instâncias do processo educacional, de modo que sejam destacados o papel dirigente do professor e a atividade do aluno (LIBÂNEO, 1994).

O processo de ensino, efetivado pelo trabalho docente, constitui-se de um sistema articulado dos seguintes componentes: objetivos, conteúdos, métodos (incluindo meios e formas organizativas) e condições (LIBÂNEO, 1994, p.92).

Ainda sob este ponto de vista, o Libâneo (1994) apresenta cinco momentos da metodologia de ensino que são parte importante da estruturação do trabalho docente. O primeiro momento se refere à *orientação inicial dos objetivos de ensino e aprendizagem*, etapa na qual o professor apresenta os objetivos e os resultados que se espera, estimula e convida o aluno para o estudo da disciplina, seja por meio de um problema a ser resolvido, análise de exercícios, recapitulação de conteúdos anteriores ou breves redações e exercícios como uma indicação para a nova matéria. O segundo momento é denominado *transmissão/assimilação da matéria nova*, sendo este o momento de familiarização dos alunos com a matéria nova, seja pela observação direta ou trabalhos práticos, caso haja um grau razoável de proximidade e contextualização com os aprendizes, seja pelos encaminhamentos do professor, por meio da conversa e da discussão, caso a natureza do assunto assim exija ou não haja condições objetivas de os alunos fazê-lo, levando sempre em consideração as experiências de vida do aluno, de modo que estes sejam estimulados a entrarem em atividade pensante.

O terceiro momento é caracterizado pela *consolidação e pelo aprimoramento dos conhecimentos, habilidades e hábitos*, a fim de que haja a assimilação do conhecimento, é necessário que haja a consolidação e aprimoramento no processo de percepção e compreensão da matéria, o que se dá, segundo o autor, principalmente pelos exercícios e pela recordação da matéria. O quarto momento, a *aplicação do conhecimento, habilidades e hábitos*, tem em vista a insuficiência dos exercícios, tarefas de casa e revisões para evidenciar uma assimilação sólida do conhecimento. Defende-se que a utilização do conhecimento em contextos diferentes daqueles anteriormente abordados, sugere que o sujeito assimilou o conhecimento, quando ele estabelece relações deste com a vida, executa tarefas do cotidiano, estimulando as capacidades de análise, crítica, síntese, comparação, generalização. Finalmente, no momento da *verificação e da avaliação dos conhecimentos e habilidade* comprova-se a aprendizagem dos conhecimentos que são exigidos pelo sistema escolar, verificando o nível de assimilação e o desenvolvimento das capacidades cognitivas, tendo em vista todo o processo, desde a ação inicial do professor.

Portanto, Libâneo (1994) compreende como função mais global do processo de ensino que,

ao mesmo tempo que realiza as tarefas da instrução das crianças e jovens, é um processo de educação. [...] o professor deve ter em mente a formação de personalidade dos alunos, não somente no aspecto intelectual, como também nos *aspectos moral*, afetivo e físico. [...] os alunos vão formando o *senso de observação*, a capacidade de *exame objetivo e crítico de fatos e fenômenos da natureza e das relações sociais*, habilidades de expressão verbal e escrita etc.[...] (LIBÂNEO, 1994, p. 99, grifos nossos).

Assim, a concepção de sequência didática, ou processo de ensino, anteriormente descrito está intimamente ligada à metodologia de ação do professor, tendo como plano de fundo a intenção de formar os sujeitos envolvidos. A formação, neste contexto, abrange tanto o desenvolvimento de capacidade, habilidade, como também o desenvolvimento de aspectos morais, senso de observação, exame crítico dos fenômenos naturais e sociais, o que defendemos como fundamental no processo formativo.

Outra concepção de sequência didática importante na educação, é a de Zabala (1998). Este autor afirma não haver um “modelo único” ou “método ideal”, mas deve haver a constante

busca pela melhora na prática, ações que se adaptem às novas necessidades formativas, o que só é possível com o uso de bases teóricas que levem o professor a refletir sobre sua prática e que possa atuar conforme suas intenções e saberes profissionais. Desta forma,

[...] levamos em conta a importância capital das intenções educacionais na definição dos conteúdos de aprendizagem e, portanto, do papel das atividades que se propõem (ZABALA, 1998, p.54).

O objetivo central das sequências didáticas, segundo este autor, não é avaliar a validade de determinados métodos, em detrimento de outros, mas oferecer instrumentos que permitam o professor “introduzir nas diferentes formas de intervenção aquelas atividades que possibilitem uma melhora de nossa atuação nas aulas...” (ZABALA, 1998, p. 54). Dessa forma, refletimos sobre o valor educacional da sequência didática e sobre a necessidade de adaptações ou mudanças, conforme intencionalidades específicas e/ou gerais de ensino.

Zabala (1998) se baseia em uma perspectiva construtivista e diversificada, para apresentar alguns aspectos que devem ser observados em uma sequência didática, de modo que possa reconhecer sua validade e possibilitar que se identifique a necessidade de reforçar ou acrescentar algumas atividades. Estas atividades dizem respeito a permitir a identificação dos *conhecimentos prévios* que cada aluno possui com relação ao que se deseja ensinar, cujos conteúdos são propostos de forma que sejam *significativos* e *funcionais* para os alunos. Também podem ser inferidas como adequadas ao *nível de desenvolvimento* de cada aluno e permitir a criação de *zonas de desenvolvimento proximal*, ou seja, que representem um desafio alcançável para o aluno levando em consideração suas competências atuais e fazendo-o avançar com a ajuda necessária.

Tais atividades devem ser capazes de provocar um *conflito cognitivo* e promover *atividades mentais* do aluno, levando-o a estabelecer relações entre os conhecimentos prévios e os novos conhecimentos e que sejam motivadoras em relação à aprendizagem dos novos conteúdos, isto é, que promovam uma *atitude favorável*, estimulem a *autoestima* e o *autoconceito* em relação às aprendizagens que se propõem. Desta forma, o aluno pode sentir sua evolução, seu desenvolvimento, que seu esforço valeu a pena, permitindo o desenvolvimento da autonomia com relação à aprendizagem e finalmente, que habilitem o aluno *aprender a aprender* (ZABALA, 1998).

Em linhas gerais, Zabala (1998) destaca a importância da intencionalidade do processo de ensino, da validade dos saberes do professor e de uma base teórica que o permita refletir sobre sua prática, sobre as demandas e as possibilidades no processo educativo. Cada sujeito possui diferentes modos de aprender e, diante da diversidade de sujeitos e objetos de ensino, cabe a nós educadores captar a validade de um processo em detrimento de outro, a inserção no contexto do educando e o embasamento para avaliar estes aspectos. Diante da pluralidade que nos é apresentada, é incoerente elencar um modelo mais válido ou mais competente que outro, mas é importante ressaltar a necessidade de se avaliar as diferentes propostas conforme a demanda que é apresentada.

Diante disto, buscamos em Delizoicov (2001) a construção de uma ideia de problematização focada no Ensino de Ciências, na qual o autor não exclui a resolução de problemas com o lápis e o caderno, mas inclui fatores que envolvem o planejamento e desenvolvimento das atividades. Dessa forma, *problematizar* abrange aspectos, como:

[...]a escolha e formulação adequada de problemas, que o aluno não se formula, de modo que permitam a introdução de um *novo conhecimento* (para o aluno), ou seja, os conceitos, modelos, leis e teorias da Física, sem as quais os problemas formulados não podem ser solucionados. [...] problemas que devem ter o potencial de gerar no aluno a necessidade de apropriação de um conhecimento que ele ainda não tem e que ainda não foi apresentado

pelo professor. [...] um processo pelo qual o professor ao mesmo tempo que apreende o conhecimento prévio dos alunos, promove a sua discussão em sala de aula, com a finalidade de localizar as possíveis contradições e limitações dos conhecimentos que vão sendo explicitados pelos estudantes, ou seja, questiona-os também. Se de um lado o professor procura as possíveis inconsistências internas aos conhecimentos emanados das distintas falas dos alunos para *problematizá-las*, tem, por outro, como referência implícita o problema que será formulado e explicitado para os alunos no momento oportuno bem como o conhecimento que deverá desenvolver como busca de resposta [...] (DELIZOICOV, 2001, p.125).

Nesta perspectiva problematizadora, a atividade em sala de aula é estrutura em três *momentos pedagógicos*, discutidos por Delizoicov (2001) como: *problematização inicial*, *organização do conhecimento*, *aplicação do conhecimento*. Entendemos que esta composição apresentada por Delizoicov (2001) é pertinente, na medida em que adota um viés que se preocupa com a estruturação do trabalho docente, as intencionalidades envolvidas e a necessidade de se argumentar a favor de uma metodologia em detrimento de outra.

Desta forma, a *problematização inicial* é o momento no qual são apresentados situações e problemas do cotidiano a fim de que os alunos se posicionem, apresentem argumentos e debatam. Neste momento, o professor tem a função de coordenar as discussões, fomentar o debate nos pequenos grupos e depois no grande grupo da sala de aula, apresentar os problemas, limitações e lacunas no conhecimento expressado pelos alunos e direcionar o conhecimento específico que já tinha sido selecionado para estudos. O importante nesta etapa é fazer com que o aluno sinta a necessidade de outros conhecimentos que ainda não possui, isto é, tal etapa apresenta-se como um problema para o aluno.

A *organização do conhecimento* é o momento de abordagem do conhecimento sistematizado que atenda aos objetivos para compreensão dos temas a serem estudados e que responda aos problemas apontados na etapa anterior. Aqui são desenvolvidas diversas atividades que desempenham sua função formativa de busca por estabelecer conceitos de Física, compreensão das situações que estão sendo problematizadas, apropriação dos conhecimentos específicos.

Finalmente, a *aplicação do conhecimento* é o momento da sistematização dos conhecimentos que vem sendo abordados no decorrer de todo o processo, sejam eles referentes ao objetivo inicial ou outros que por ventura foram tratados. O objetivo fundamental desta etapa é capacitar o sujeito a empregar os novos conhecimentos em contextos diversos, articular a conceituação Física em contextos reais, no dia-a-dia, formar o sujeito da compreensão e exploração do potencial explicativo e conscientizador das teorias da Física (DELIZOICOV, 2001).

Assim, nas três compreensões de sequências didáticas que elencamos, podemos apontar alguns aspectos que são marcantes. Estes aspectos atentam para a estrutura e a organização da ação docente em sala de aula, levam em consideração outras variáveis que são partes inseparáveis da prática como a intencionalidade do ensino e da organização da ação, o respeito à pluralidade e ao contexto dos sujeitos em questão, a relevância de uma base teórica que permita uma reflexão do professor sobre sua prática e sobre os desdobramentos possíveis da adoção de uma ação em detrimento de outra. Quanto ao aluno, em todas as perspectivas, é defendido que o mesmo deve estar em constante atividade, desenvolver a autonomia com relação à aprendizagem, se reconhecer em seu contexto real, modificar o seu agir conforme apropriação de novos conhecimentos e formar-se enquanto cidadão participativo.

### 3. Análise do conteúdo das sequências didáticas propostas por pesquisas da área

Este trabalho trata de uma pesquisa do tipo bibliográfica, na qual nos propomos a analisar metodologias de trabalhos de pesquisa da área de ensino de ciências as quais desenvolveram atividades didáticas em torno de Questões Sociocientíficas (QSC) no ensino médio. Neste sentido, o problema que nos guiou nas discussões e análises, foi sobre quais elementos contidos nestas metodologias que poderiam caracterizar sequências didáticas com questões sociocientíficas no ensino de ciências na escola básica?

Para tanto, selecionamos trabalhos de pesquisa que afirmavam abordar questões sociocientíficas diversas nas aulas de ciências para o ensino. Foram selecionados quatro trabalhos, todos dissertações de mestrado, os quais foram lidos na íntegra, com atenção especial às metodologias, assim, denominamos como trabalhos A, B, C e D e os títulos originais encontram-se descritos nas referências bibliográficas deste trabalho.

O “Trabalho A” apresenta perspectivas educativas para a inserção do Direito Ambiental no ensino médio, por meio de uma abordagem que enfatiza a vivência e o envolvimento de alunos com conflitos socioambientais reais, neste caso, as controvérsias envolvidas em um caso judicial para a construção de uma usina hidrelétrica no interior do estado de São Paulo. O “Trabalho B” desenvolveu uma pesquisa que buscou explorar as visões que alunos do ensino médio tinham sobre diferentes perspectivas de um caso de contaminação por chumbo, propiciando aos alunos entrarem em contato com diferentes perspectivas de alguns agentes e setores sociais envolvidos no referido caso. O “Trabalho C” é referente ao engajamento discursivo e as concepções de ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, de alunos de um curso técnico durante os processos argumentativos em sala de aula e utilizou recursos que envolviam as dimensões científica, econômica, social, política, tecnológica e ambiental. O “Trabalho D” instaurou na sala de aula de ensino médio um ambiente de discussões sobre a produção e a distribuição de energia elétrica e suas relações com o desenvolvimento humano, em uma perspectiva que articulou CTSA, objetivando a discursividade, a leitura crítica, os debates na sala de aula e as possíveis influências dos estudantes nas decisões controversas que envolveram a QSC trabalhada.

A abordagem metodológica de constituição e organização dos dados foi realizada segundo a análise de conteúdo de Bardin (1977), definida pelo autor como “um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos, sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (...) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (...) destas mensagens” (p. 42).

No processo de constituição dos dados, os materiais foram sistematizados e orientados segundo os três momentos de análise de Bardin (1977, p. 84-85): a pré-análise, que consiste na escolha e organização dos documentos e formulação de hipóteses ou questões norteadoras; a exploração do material, momento de codificação dos dados em unidades organizadas; e os tratamentos dos resultados nos processos de inferência e interpretação, no sentido de buscar o significado de certas afirmações que, aparentemente, mostram-se superficiais.

A partir deste processo, consideramos quatro eixos de análise baseados nas discussões propostas por Cross e Price (2002) para o tratamento de QSC na sala de aula, quais sejam: *o entendimento dos argumentos, o julgamento da posição dos especialistas, a pesquisa na literatura e no campo, e participação democrática nas decisões*. A escolha por estes eixos se fundamenta no princípio de que “as ações em sala de aula devem buscar elementos da construção social da ciência, como argumentos e julgamentos que evidenciem a necessária

participação social em debates de temas controversos” (LOPES, 2010, p. 69). A seguir levantamos alguns trechos que correspondem aos eixos de análise utilizados.

O eixo *entendimento dos argumentos* se refere à compreensão das razões e das justificativas apontadas em cada grupo envolvido na discussão para defender seus posicionamentos, tais como argumentos científicos, éticos, morais, ambientais, econômicos etc. Estão relacionadas a este eixo as metodologias que busquem propiciar, no decorrer do desenvolvimento de sua QSC, o contato dos alunos com os diversos atores – cada qual com seu conhecimento, visão e ideologia – que participam e se mostram fundamentais para o entendimento da complexidade das discussões que os assuntos controversos envolvem:

Os encontros foram realizados de acordo com uma dinâmica básica, que incluía um diálogo inicial sobre o processo judicial em estudo ou sobre um dos tópicos do material de apoio. Logo em seguida, era entregue o episódio do dia (uma parte do texto-síntese), e os(as) alunos(as) reuniam-se em três grupos principais (representantes da CESP, do Ministério Público e do Poder Judiciário), preparavam a dramatização e, ao final, havia uma conversa sobre o realizado (TRABALHO A).

As preocupações da presente pesquisa (...) mostraram a possibilidade de aproximar um determinado grupo de alunos do Ensino Médio, de uma escola pública, a um caso de contaminação ambiental por chumbo que estava sendo desvelado na cidade de Bauru (SP) (...) através do contato direto dos educandos com alguns profissionais... envolvidos no referido caso, tais como representantes da área técnica, das ciências biomédicas, da política local, do direito ambiental, da justiça etc, mas sobretudo os representantes da empresa acusada da contaminação (TRABALHO B).

O objetivo desta etapa foi problematizar os riscos da construção de uma usina hidrelétrica, tencionando pontos de vista a respeito da necessidade de energia para o desenvolvimento da sociedade: indústrias, saúde, educação, navegabilidade e escoação da produção agrícola - assim como os riscos inerentes a qualquer desenvolvimento tecnológico e sua implantação: perda de sítios arqueológicos, perda da fauna e flora e os riscos de rupturas étnico-culturais da população local (TRABALHO C).

Este primeiro eixo de análise trata de um dos elementos limitantes da participação pública, que é a complexidade dos debates nos quais a problemática envolve ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Estes geralmente englobam grupos sociais diferentes que defendem argumentações diversas e complexas, o que torna os debates complicados, pois “além desta complexidade existente nos vários pontos de vista, os casos são na maioria das vezes, singulares e não generalizáveis, por consequência, as considerações éticas e morais são igualmente singulares” (ALVES, 2005, p. 68). Por isso, a necessidade de se trabalhar atividades que proporcionem o contato dos alunos com as diferentes vozes envolvidas em uma mesma controvérsia, caracteriza uma discussão na qual os argumentos devem ser claros e abertos à refutação.

O eixo de análise referente ao *Julgamento dos especialistas* traz elementos de reflexão sobre as justificativas de base científica, que, embora sejam certamente significativas, geralmente acabam por ser tomadas como verdades a serem aceitas de imediato. Neste segmento, pretende-se identificar elementos que tornem determinada discussão mais democrática, no sentido de possibilitar o reconhecimento da importância, mas também da possível insuficiência da voz do cientista para o encerramento de uma discussão:

É possível perceber-se a primazia dos laudos periciais para efeitos de prova no âmbito do judiciário... Os assistentes técnicos do MP (Ministério Público) e da CESP defenderam visões parciais quanto ao objeto da perícia, a área de influência do reservatório da UHE Três Irmãos. Para Beto, o MP defendeu as áreas alagadas, e a CESP defendeu questões de menor importância. Em sua perspectiva, a perícia judicial não diferiu muito da visão da CESP quanto aos impactos ambientais. Sua fala indica que o trabalho realizado pelo assistente técnico da CESP e pelo perito judicial não foi significativo, ao contrário daquele realizado pelo assistente técnico do MP (TRABALHO A).

Antes de iniciar a sessão foi solicitado aos alunos que prestassem atenção nos diferentes discursos e os dados apresentados pelos especialistas, como por exemplo, os engenheiros chineses e americanos responsáveis pela obra, políticos em defesa da construção, historiadores e arqueólogos em defesa do sítio arqueológico, assim como os ambientalistas (TRABALHO C).

O segundo eixo trata do papel dos cientistas nas decisões e influências de políticas públicas em C&T. A suposta neutralidade dos argumentos e o empirismo envolvidos na ciência são elementos que tornam a posição dos cientistas mais poderosas em relação aos argumentos baseados em valores e que são provenientes da sociedade não especializada. Acrescenta-se a isso a linguagem científica empregada, uma vez que o discurso das ciências é um dos controles primários exercidos por quem pode falar cientificamente sobre quem não pode (CROSS, PRICE, 2002, p.102 *Apud* LOPES, 2010, p.68). Assim, os aspectos científicos são uma das partes em uma situação controversa, há outras instâncias afetadas que deveriam ter direito a voz, caso contrário, a crença científicista prevalecerá (LOPES, 2010).

Quanto ao eixo de análise *pesquisas de campo e da literatura*, procuramos identificar nos trabalhos analisados, se eles propiciaram o envolvimento dos estudantes com fontes diversas de informações, além das apresentadas pelo professor. Esta prática pode estimular a busca por uma melhor compreensão sobre o problema ou situação, na qual os alunos podem trazer novos fatos ao debate e realizar contextualizações históricas importantes, baseados em relatos de moradores, fotos ou quaisquer documentos que ajudem a fundamentar suas posições.

Esse encontro... consistiu na análise, por parte dos alunos, de vinte publicações recentes veiculadas pela mídia sobre a contaminação de chumbo em Bauru, inclusive algumas dessas publicações foram levadas por eles. Desse conjunto de veiculações, os alunos selecionaram oito delas, que se mostravam mais representativas, em razão dos seguintes parâmetros: diferentes sujeitos indagados pela mídia conhecimento popular da fonte; não repetição de veiculação de um conteúdo e a potencialidade de gerar discussões (TRABALHO B).

Assim a proposta buscou utilizar textos, vídeos e gráficos fundamentados numa estratégia que evidenciasse situações peculiares do nosso contexto moderno, convidando os alunos a terem uma análise crítica, avaliação de ideias, criação de hipóteses, identificação de alternativas quanto a uma situação controversa, que organizasse novas perspectivas e pontos de vista diferentes frente ao conteúdo a ser discutido (TRABALHO C).

... buscamos na mídia e nos materiais disponíveis da área, elementos que constituíssem controvérsias geradoras para os debates em sala de aula. Nesta perspectiva, as aulas eram iniciadas com a leitura de um texto ou com a exibição de um vídeo, a partir dos quais, a pesquisadora buscava problematizar o tema exposto para que os estudantes expusessem suas opiniões e/ou posicionamentos. O uso destes materiais midiáticos foi proposital, pois objetivávamos despertar nos estudantes a prática de criticar as notícias que são veiculadas na mídia e que, raramente passam pelos julgamentos da população. Normalmente, em contradição com a situação que propomos, as notícias midiáticas são fornecidas com teor informativo e a posição dos indivíduos fica restrita a de receptores (TRABALHO D).

O presente eixo faz referência à potencialidade educacional que a busca por diversas fontes de informação apresenta ao nos referirmos ao tratamento de questões sociocientíficas em sala de aula. 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 sentido, atividades que envolvam a reflexão sobre o papel dos meios de comunicação e seu interesse podem trazer elementos de discussão sobre o tipo de informação que é transmitida, principalmente sobre os diversos posicionamentos entre os tipos de mídia e as diferentes vozes representadas.

O eixo sobre *participação democrática nas decisões* procura identificar momentos de participação e exposição de opiniões dos estudantes ao interagirem nas atividades com as QSC:

As dramatizações foram, sem dúvida, o ponto forte dos encontros. Os(as) alunos(as) demonstravam interesse em se expor, falar, ainda que com o auxílio das suas anotações ou mesmo do material que lhes havia sido entregue. Parece que a dramatização de situações de conflito pode atrair atenção de alunos(as) e propiciar seu envolvimento com questões da vida real. Por fim, os encontros eram encerrados com um momento de comentários sobre o trabalho realizado (TRABALHO A).

Retomamos alguns pontos sobre o que foi veiculado no documentário, uma breve sinopse, no intuito de recontextualizar os participantes frente ao tema e, continuamos a discussão a respeito de quais seriam as razões de ordem socioeconômica que iriam justificar a construção ou não da usina hidrelétrica. Durante o debate foi percebido a intenção de vários participantes em estabelecer um vínculo comunicativo, no intuito de discutir o tema controverso em vista de almejar uma compreensão frente aos aspectos sociais, econômicos, ambientais e tecnológicos. Como também, outros que estavam interessados mais em uma performance estratégico-comunicativa, do que propriamente, em um comprometimento público, para com os outros participantes (TRABALHO C).

#### Segundo Cross e Price (2002),

O desenvolvimento destas habilidades conduz os estudantes para uma participação democrática nas discussões de temas controversos que envolvem ciência, tecnologia e sociedade. Estas habilidades associadas à prática pedagógica orientada pelos elementos sugeridos acima, compõem a formação de um ambiente propício para o debate e para o posicionamento crítico dos estudantes quanto a uma questão sociocientífica (LOPES, 2010, p. 70).

Deste modo, outros modelos de projetos de ensino com vista à participação pública nos debates que envolvem ciência e tecnologia foram propostos por autores como, Ratcliffe (1997), MacConnell (1987), Heikkinen (1987), Peil (1993), Zoller (1993) entre outros (SANTOS; MORTIMER, 2001). Porém, há críticas quanto à maneira sistematizada que tais propostas são apresentadas. Para nós, o modelo de Cross e Price (2002) representa os objetivos pretendidos neste trabalho, pois objetivamos a escolha de uma determinada questão sociocientífica para a efetivação destes debates em sala de aula.

#### 4. Considerações finais

À luz das perspectivas das questões sociocientíficas apresentadas, refletimos neste trabalho, sobre quais os elementos que são recorrentes nas metodologias dos trabalhos de pesquisa com QSC que nos permitem hipotetizar sobre a caracterização de sequências didáticas de perspectiva CTSA?

Desta forma, os quatro eixos de análise: *o entendimento dos argumentos, o julgamento da posição dos especialistas, a pesquisa na literatura e no campo e participação democrática nas decisões* nos possibilitaram interagir com as propostas teóricas sobre sequências didáticas apresentadas, no sentido de que parecem indicar para os aspectos apresentados pelos três autores discutidos, Libâneo (1994), Zabala (1998) e Delizoicov (2001).

Entretanto, os eixos analisados ultrapassam limitações apresentadas pelos autores, quando comparados aos pressupostos do movimento CTSA na educação, como a educação para o desenvolvimento moral, a qual ressaltamos no início deste trabalho como fundamental para a participação social nas questões sociocientíficas.

Neste sentido, percebemos nos autores que trabalharam metodologias com as QSC, uma dinâmica na elaboração das sequências didáticas que possibilita aos professores transitarem pelos seus saberes, sobre os conhecimentos científicos e sobre valores e atitudes próprios de seus contextos e dos aspectos que fazem sentido para seus alunos, como as situações reais que foram abordadas pelos autores. Desta forma, as sequências didáticas atendem ao formalismo metodológico do professor que pesquisa sua prática, ao rigor teórico das ciências, aos objetivos educacionais condizentes com o movimento CTSA, com o desenvolvimento argumentativo, crítico e moral dos alunos.

## 5. Referências

- ALVES, J.A.P. **Significados sobre Ciência e Tecnologia entre Alunos do Ensino Médio a partir de um Caso de Dano Ambiental**. 2005. 223p. Dissertação (mestrado em educação para a ciência). Faculdade de Ciências, Unesp Campus Bauru. Bauru, 2005.
- AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**. v.7 (1), p. 1-13, 2001.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977. 229p.
- BORTOLETTO, A. **Temas sociocientíficos: análise de processos argumentativos no contexto escolar**. Dissertação (mestrado em educação para a ciência). Faculdade de Ciência, Unesp Campus de Bauru. Bauru, 2009.
- CROSS, R. e PRICE, R. Teaching Controversial Science for Social Responsibility: The case of Food Production. In: ROTH, W. e DÉSAUTELS, J. **Science Education as/for sociopolitical action**. New York: Peter Lang Publishing, p.99-123, 2002.
- DELIZOICOV, D. Problemas e Problematizações. In: PIETROCOLA, M. (org.) **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001. p. 125-150.
- FARIAS, C. R. O. **O direito ambiental no ensino médio: perspectivas para práticas educativas**. Dissertação (mestrado em educação para a ciência). Faculdade de Ciências, Unesp Campus Bauru. Bauru, 2003.
- GUIMARÃES, M.A.; CARVALHO, W.L.P. Contribuições do ensino de ciências para o desenvolvimento moral, **Educação Unisinos**, Porto Alegre, 13(2), 2009, pp. 162-168.
- KEEFER, M. Moral reasoning and case-based approaches to ethical instruction in Science. In: ZEIDLER, D.L. (orgs.) **The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education**. Dordrecht, Boston, London: Knowledge Academic Publishers, 2003, pp. 241-261.
- LIBÂNEO, José Carlos. **Didática**. São Paulo – SP: Cortez Editora, 1994. (Coleção Magistério. Série Formação do Professor).
- LOPES, N. **Aspectos formativos da experiência com questões sociocientíficas no ensino de ciências sob uma perspectiva crítica**. (Dissertação) Mestrado em Educação para a Ciência, Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2010.
- PEDRETTI, E. Teaching Science, Technology, Society and Environment (STSE) Education. In: ZEIDLER, D. (Org.) **The role of the moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education**. London, Dordrecht, Boston: Kluwer Academic Publishers, p.219-240, 2003.
- RATCLIFFE, M.; GRACE, M. **Science Education for citizenship: Teaching socio-scientific issues**. USA: Open University Press, 2003. 181 p.
- RAZERA, J.C.C. O ensino de ciências sob uma perspectiva da formação moral, **Ciência & Ensino**, Campinas, 1(2), 2007.
- REIS, P.R. A discussão de assuntos controversos no ensino de ciências. **Inovação**, vol.12 1999. 106 p.
- ROTH, W.; DÉSAUTELS, J. **Science Education as/for Sociopolitical Action**. New York: Peter Lang Publishing, Inc., 2002.
- SANTOS, M.E.V.M. Cidadania, conhecimento, ciência e educação CTS. Rumo a “novas” dimensões epistemológicas. Portugal: **Revista CTS**, n.6 (2), p.137-157, 2005.
- SANTOS, W.L.P.; MORTIMER, E.F. Tomada de decisão para a ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, número 1(7), p.95-111, 2001.
- VASCONCELOS, F. A importância da participação pública nas decisões de impacto socioambiental. **ComCiência, Revista Eletrônica de Jornalismo Científico**. Disponível em: <http://www.comciencia.br/comciencia/?section=3&noticia=589>. Acesso em 1 de dezembro de 2009.
- ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre – RS: ArtMed, 1998.
- ZEIDLER, D.L.; KEEFER, M. The role of moral reasoning and the status of socioscientific issues in science education: philosophical, psychological and pedagogical considerations. In: ZEIDLER, D.L. (orgs.) **The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education**. Dordrecht, Boston, London: Knowledge Academic Publishers, 2003, pp. 7 – 41.

Agradecimentos à Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal do Ensino Superior – CAPES.