

# CONTROVÉRSIAS CIENTÍFICAS EM SALA DE AULA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA CONTEXTUALIZADA NA ÁREA DE ENSINO DE CIÊNCIAS E NOS ESTUDOS SOCIOLÓGICOS DA CIÊNCIA & TECNOLOGIA

Mariana Brasil Ramos<sup>1</sup>  
Henrique César da Silva<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Campinas/Instituto de Geociências  
Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino e História de Ciências da Terra  
E-mail: [maribrasil@ige.unicamp.br](mailto:maribrasil@ige.unicamp.br)

Apoio: Fapesp

<sup>2</sup> Universidade Estadual de Campinas/Departamento de Geociências Aplicadas ao Ensino/Instituto de Geociências  
E-mail: [henriquecsilva@ige.unicamp.br](mailto:henriquecsilva@ige.unicamp.br)

## Resumo

O estudo das controvérsias científicas no ensino de ciências é um tema relativamente novo e emergente na área. Sem a intenção de varrer a amplitude e complexidade da questão, trata-se de apresentar uma revisão bibliográfica em que buscamos situar, de modo mais amplo, a questão das controvérsias, tanto no contexto do ensino de ciências, destacando principalmente sua relação com a perspectiva CTSA e outras questões e temáticas que vêm sendo pesquisadas há várias décadas, quanto com relação aos Estudos Sociológicos da Ciência e Tecnologia (C&T), onde as controvérsias científicas são objeto de estudo. Além de uma síntese e contextualização teórica do que pesquisas atuais vêm apontando, apresentamos, a partir das análises de alguns artigos, problemas, limites, possibilidades, perspectivas e questões em aberto sobre essa importante temática de pesquisa.

**Palavras-chave:** controvérsias, CTSA, educação científica

## Abstract

Scientific controversies studies in science teaching are a relatively new and emergent issue in the science teaching research. And we don't have the intention to embrace all the complexity and amplitude of that issue, but to present a bibliographic revision that situate, in a broader way, the controversy issue in science teaching research context, especially in its relation with the STSE approach and other questions and subjects that have been researched for decades, and in the Sociological Studies of Science and Technology, where scientific controversies has been a research object. Besides making the synthesis and theoretical contextualization of what some research works have been pointed out, we present, from the analysis of some articles, problems, limits, possibilities, perspective and some open questions about this important research issue.

**Keywords:** scientific controversies; STSE; science education

## 1. CONTROVÉRSIAS CIENTÍFICAS SOB A PERSPECTIVA DOS ESTUDOS SOCIOLÓGICOS DA CIÊNCIA

Pesquisas sobre como se produz o conhecimento científico tiveram um aumento expressivo durante a década de 70, época em que também começa a se destacar o enfoque nas controvérsias (VELHO & VELHO, 2002). Este aumento está provavelmente associado a um momento histórico no qual grandes esperanças depositadas no desenvolvimento técnico-científico passam a serem questionadas, tendo como pano de fundo o mal-estar causado pela associação da C&T à guerra e à agressão ao meio-ambiente, como colocam Auler e Bazzo:

*Após uma euforia inicial com os resultados do avanço científico e tecnológico, nas décadas de 1960 e 1970, a degradação ambiental, bem como a vinculação do desenvolvimento científico e tecnológico à guerra (as bombas atômicas, a guerra do Vietnã com seu napalm desfolhante) fizeram com que a ciência e a tecnologia (C&T) se tornassem alvo de um olhar mais crítico. (AULER & BAZZO, 2001, p. 1).*

Neste cenário, também começam a se tornar mais comuns os estudos de controvérsias tecnocientíficas, talvez, exatamente, por esta emergência tão explícita de contradições ocasionadas pelo emprego dos conhecimentos provenientes destes campos, antes, tidos como benéficos e seguros e, também, pela amplitude que a apropriação midiática dos discursos científicos vinha ganhando há algumas décadas principalmente com o rádio e a TV, que voltam a atenção de todos para estas questões.

Para VELHO & VELHO, os estudos das controvérsias técnicas e científicas, no âmbito dos estudos sociais da ciência, emergem como foco de análises destes referenciais, “pois é mais fácil identificar as influências sociais (interesses e valores) sobre o conteúdo do conhecimento em situações de disputa do que nas de consenso” (VELHO & VELHO, 2002, p. 126). Estes autores também retomam “que o enfoque <nas controvérsias> permitiria entender a maneira pela qual o status do conhecimento científico dependia de negociações e debates entre as partes interessadas, envolvendo diferentes segmentos da sociedade” (VELHO & VELHO, 2002, p. 127). Desta forma, percebe-se que os interesses dos pesquisadores desta área voltam-se para a identificação das relações de produção do conhecimento técnico-científico dentro da sociedade e suas influências e interferências mútuas, enquanto atividades sociais.

Narasimhan (2001) define controvérsia científica “como uma disputa conduzida publicamente e mantida persistentemente, sobre um assunto de opinião considerado significativo por um número de cientistas praticantes” (Narasimhan, 2001, p. 299). Este autor ainda destaca três implicações desta definição: levando em conta o período de duração da controvérsia, esta é levantada como um evento histórico e, por consequência, sua análise deve ser histórica; a controvérsia levanta o desejo dos envolvidos em demonstrar os bons fundamentos das suas alegações epistêmicas e estas alegações trazem certos valores; e, uma controvérsia científica é um evento público (Narasimhan, 2001). Sobre esta última implicação, complementa:

*Nenhuma discordância, mesmo que profunda, pode adquirir o status de controvérsia a menos que haja um envolvimento ativo da comunidade <científica>. A natureza protraída de uma controvérsia a investe de um caráter histórico e a participação da comunidade <científica> dá a ela uma dimensão social crucial. O conflito de alegações epistêmicas faz dela um evento cognitivo. Assim, uma controvérsia congrega toda uma gama de forças que impulsiona a ciência para frente. (NARASIMHAN, 2001, p. 299).*

Esta definição pode situar as controvérsias científicas dentro de uma visão internalista: elas dizem respeito à academia e trata-se de conflitos acadêmicos, no sentido de restringirem-se à comunidade científica. Sofrem, porém, influências de fatores externos e internos ao meio acadêmico. Quando este autor se refere às influências de questões que tratem de características inerentes à academia (teorias, métodos, regulação entre pares, publicações, hipóteses, entre outras), ele utiliza a categoria “fatores epistêmicos” que influenciam o andamento das controvérsias (NARASIMHAN, 2001). E, quando se refere às questões que seriam externas à dinâmica desta comunidade, e, mesmo assim influenciam os debates técnicos (mesmo que os técnicos em questão não os reconheçam enquanto importantes) ele utiliza a categoria de “fatores não epistêmicos” para classificá-las.

Destacamos que apesar do autor, neste artigo, trabalhar com a idéia de como os fatores não epistêmicos (externos ao meio científico) influenciam em maior ou menor escala o andamento das controvérsias, ele se detém, através de suas análises, na influência destes fatores no modo de pensar dos cientistas, dando destaque ao papel dos mesmos nas mudanças que estes desencadeiam no mundo dos especialistas, técnicos e cientistas: ascensão e rejeição de teorias;

mudanças metodológicas; maior ou menor status conferido dentro de uma academia a este ou àquele pesquisador. As mudanças que ocorrem dentro da academia poderão, também, desencadear mudanças num âmbito social mais amplo. Porém, neste trabalho, não se observam tanto outras instâncias que influenciam e são influenciadas pelas controvérsias científicas. Esta visão mais internalista delinea bem o caráter “científico” de tais debates, suas influências na academia e na produção de conhecimento acadêmico, constituindo um dos vieses de estudo de controvérsias no âmbito da sociologia da ciência.

Um esforço de inserção destes estudos em salas de aula de ciências, mesmo considerando as limitações que o ensino formal possa impor a este tipo de prática, pode significar alguns avanços na busca da construção de uma visão diferenciada de C&T por parte dos estudantes. Uma abordagem das controvérsias, mesmo que numa perspectiva mais internalista pode ajudar a problematizar idéias de neutralidade, objetividade e imutabilidade dos conhecimentos científicos, tão presentes nas concepções de estudantes acerca de conhecimentos técnicos e científicos (Castelfranchi et al, 2002).

Como exemplo, NARASIMHAN (2001) discute a controvérsia debatida entre os cientistas Charles Darwin e Louis Agassiz, sobre as “origens geológicas das marcas paralelas nos lados de algumas montanhas em Lochaber, Escócia, também conhecidas como as estradas paralelas de Glen Roy” (NARASIMHAN, 2001, p. 301). Ele traz uma narrativa sobre como os conflitos emergem, lista os atores envolvidos (cientistas), apresenta trechos de cartas e publicações originais sobre as questões e outras análises prévias sobre o fato. Tomando como exemplo estas análises, poder-se-ia discutir, a partir de seus estudos de caso, as negociações que são travadas no âmbito acadêmico para a consolidação, recusa e proliferação de conhecimentos científicos. O acesso às argumentações produzidas por cientistas em situações de divergência e conflitos no processo de produção de conhecimentos pode significar uma importante contribuição desses estudos para o ensino de ciências.

Por outro lado, se pensarmos as atividades técnico-científicas como práticas sociais, imersas num sistema de embates políticos e culturais mais amplos, esta análise tende a tornar-se parcial. Sob nossa perspectiva, em CTSA, não se trata de avaliar as influências da sociedade na comunidade científica, mas sim, de repensar essas barreiras e limites entre o “externo” e o “interno”. O termo “científicas” só contribui para relegarmos às mãos de especialistas controvérsias que são, no fundo, sociais. Estando a ciência intrinsecamente enraizada na sociedade estará também a comunidade científica envolvida nos debates de questões relacionadas à mesma. Mas, esse enraizamento na sociedade não significa automaticamente a inclusão de outras vozes e outros atores que não apenas os cientistas no caráter público das controvérsias.

A diferença da abordagem de NELKIN (1989) sobre controvérsias científicas e tecnológicas fica evidente pelos próprios assuntos que aborda para análise: construção de um aeroporto numa área metropolitana no Canadá, alocação de lixo nuclear proveniente de usinas, utilização de tecnologia de DNA recombinante nas pesquisas científicas. Estas controvérsias (que são compreendidas como técnico-científicas pelo envolvimento de especialistas na constituição da tomada de decisões políticas sobre estes assuntos), podem ser entendidas, à primeira vista, como “controvérsias sociais”, ou mesmo “controvérsias políticas”.

Quando se amplificam as relações entre os conhecimentos científicos e as decisões políticas que envolvem um maior grupo social (como a comunidade que vive na região onde vai ser depositado lixo tóxico), as barreiras entre os conhecimentos científicos e uma população de não-especialistas que necessita destes conhecimentos para decidir sobre seu futuro correm o risco de cair por terra. Nesta abordagem, as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente parecem se tornar mais explícitas, dando margem para ações educativas em outra perspectiva.

Em nosso país existe uma cultura historicamente constituída de delegação de decisões às mãos de especialistas e políticos. Acreditamos que esta cultura seja reforçada de forma significativa pelos modos como somos formados em ciências, muitas vezes, sob uma abordagem positivista de C&T. Sob a perspectiva positivista, C&T podem ser entendidas como atividades objetivas e neutras que envolveriam a construção de um saber racional, baseado exclusivamente em evidências empíricas. Este saber visaria à busca de uma verdade. Esta função de busca seria designada a um grupo social definido – os cientistas – capazes de, através da utilização de um método, descrever a realidade tal como ela é, independentemente de suas crenças e valores, seus posicionamentos ideológicos, suas posições sociais.

Acreditamos que este modo de olhar a produção científica – o viés positivista – não dá conta de explicar as diferentes influências que o conhecimento científico sofre e imprime pela/na sociedade. Esta, porém, é a visão mais difundida, ainda hoje, acerca da C&T, inclusive no que diz respeito ao seu ensino, ainda que indiretamente. E, apesar de compreender que ela vislumbre apenas uma parcela da enorme complexidade de relações estabelecidas entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, ainda influencia de maneira importante alguns modos de olhar para estas instâncias. Desta forma, concordamos com Martin & Richards (1995) quando afirmam que:

*Tradicionalmente, o especialista neutro, desinteressado e objetivo foi promovido – nem tanto pelos próprios cientistas – como árbitro racional e autorizado de disputas públicas sobre assuntos científicos e técnicos. Mas este velho ideal de apelação aos fatos e sua interpretação por expertos credibilizados tem sido erodido pelas crescentes limitações óbvias dos especialistas e do conhecimento especializado para resolver assuntos de controvérsia pública. Há agora uma percepção pública difundida de que os especialistas podem discordar e discordam, de que eles não são infalíveis em virtude de seu acesso especialista a alguma metodologia científica rigorosa que pode garantir sua objetividade e que seu aconselhamento “desinteressado” pode ser influenciado por considerações profissionais, econômicas ou políticas. (idem, p. 506).*

E, com Martin (2000), quando afirma que:

*É lugar comum nos estudos da ciência que ‘ciência’ e ‘política’ estão interligados, com, por exemplo, conhecimento científico sendo moldado por fatores sociais e tomadas de decisão sendo influenciadas por alegação de conhecimento, e até pela distinção conceitual ser rejeitada. Contudo, há uma percepção de grande alcance fora dos estudos de ciência de que conhecimento científico é amplamente autônomo em relação a influências sociais, uma percepção alimentada por ‘trabalho de fronteira’ através do qual os cientistas procuram distinguir ‘ciência’ de ‘não ciência’ e fixar reivindicação de autoridade exclusiva sobre domínios de conhecimento. (idem, p. 207).*

Desta forma, os debates científicos passam a serem pensados num outro nível de circulação: discussão de problemas locais, esferas governamentais, veiculação midiática, entre outras instâncias envolvidas na consolidação de controvérsias que deixam de ser apenas científicas e passam a ser controvérsias públicas que são largamente, mas não apenas, influenciadas por especialistas das áreas científicas. Ou, talvez... que emergem como controvérsias públicas e ganham o status de científicas pelo envolvimento de especialistas nas possíveis tomadas de decisões. Sobre esta questão, Martin e Richards pontuam que,

*O central e crescentemente disputado papel da ciência e tecnologia na sociedade moderna fez surgir uma amálgama de controvérsias científicas e públicas sobre os assuntos científicos e técnicos. Estas controvérsias frequentemente têm implicações sociais, políticas e econômicas profundas, e, mais e mais frequentemente, elas caracterizam desacordos públicos entre expertos científicos, técnicos e médicos. Quer o confronto ocorra sobre o controle da AIDS, sobre a introdução proposta da ‘pílula de aborto’, sobre se a ‘fusão a frio’ existe, sobre a localização de um aeroporto, ou sobre as implicações do ‘efeito estufa’, os especialistas se tornam envolvidos. E muitos deles se tornam envolvidos não só como consultores ou supridores de conhecimentos especializados, mas como*

*defensores ou oponentes abertos e comprometidos de um lado ou do outro, como participantes ativos do debate. (MARTIN & RICHARDS, 1995, p. 506).*

Neste contexto, destacamos que apesar de termos até então, tomado como exemplos controvérsias da ordem de políticas públicas, acreditamos que a tomada de decisões não seja uma ação exclusiva destes momentos. Desejamos lembrar que tomamos decisões que envolvem conhecimentos sobre C&T cotidianamente, também, em escala mais individual: ao aceitarmos nos submeter a uma medicação indicada por um especialista em medicina; ao adotarmos hábitos de diminuição de consumo; ao comprarmos um novo telefone celular; ao utilizarmos camisinhas como método de prevenção de doenças facilitadas pelo sexo. Todas estas decisões podem ser baseadas em conhecimentos técnico-científicos que podem, também, ser alvo de controvérsias.

É importante lembrar que até mesmo a definição de uma controvérsia é motivo de controvérsia. Segundo Velho & Velho (2002), para alguns autores, trata-se de uma discussão entre duas partes envolvidas sobre determinado assunto, na qual estão em jogo suas crenças e argumentações, visão que situa a controvérsia num domínio mais cognitivo ou psicológico. Para outros, porém, as controvérsias não podem ser separadas de um contexto cultural mais amplo, sendo, portanto, fenômenos sociais, historicamente determinados. Acreditamos que o enlace entre estas duas visões possa ser o caminho mais efetivo na busca desta definição. Como colocado anteriormente, há dimensões sociais importantes e há dimensões cognitivas e psicológicas também importantes, que influenciarão a emergência e o desenvolvimento de uma controvérsia. De qualquer modo, é importante destacar que há um “algo mais” no envolvimento dos especialistas (técnicos e cientistas) em questões controversas que vai além da oferta de um “conhecimento verdadeiro” que possa confirmar ou descartar uma hipótese ou trazer um final às questões. E, neste sentido, alguns estudos de caso provenientes dos estudos de controvérsia podem ser importantes, se conduzidos à sala de aula: demonstrando o quão efêmeras, mutáveis, incompletas podem ser as certezas dos conhecimentos científicos (como todas as outras certezas) e que, de qualquer forma, influenciarão de maneira significativa o modo como julgaremos todos estes conhecimentos na hora de definir nossas ações perante a vida.

## **2. UMA TENTATIVA DE ARTICULAÇÃO ENTRE OS ESTUDOS SOCIOLÓGICOS DE CONTROVÉRSIAS CIENTÍFICAS E ABORDAGENS EDUCACIONAIS**

Esses trabalhos no âmbito dos estudos sociológicos da ciência permitem um olhar mais abrangente para as atividades científicas e suas relações com a sociedade. Ao conceber as atividades científicas como elementos que compõem as relações sociais, ao invés de percebê-las como atividades paralelas diferenciadas e fora do contexto destas relações (MARTIN, 2000), é possível estabelecer uma dinâmica que desmitifica o conhecimento científico enquanto conhecimento estático, não-histórico e independente de relações políticas. As análises de situações de controvérsias científicas oferecem a sustentação para a idéia de que os conhecimentos científicos, para além de um conjunto de corpos teóricos estabilizados e aceitos pela comunidade científica, estão sempre, sempre em debate, regidos por mecanismos de regulação pouco “assumidos”, ou mesmo, percebidos pela própria comunidade científica. Os Estudos Sociais sobre controvérsias visam a explicitar estes mecanismos de negociação (VELHO & VELHO, 2002), que envolvem posicionamento político, levantamento de verbas, emoções humanas, entre outros fatores que também contribuem para a construção dos conhecimentos científicos, tidos, mais comumente, como neutros, objetivos, racionais – livres de valores humanos (MARTIN & RICHARDS, 1995). Ao mesmo tempo, alguns Estudos de Controvérsias levantam as influências destas em seu entorno social e também, reciprocamente, indicam o papel das atividades científicas na manutenção/modificação de nossa sociedade (NELKIN, 1989; MARTIN & RICHARDS, 1995).

Indo ao encontro destes, ou mesmo, tendo alguns destes estudos como base, algumas linhas de ensino de ciências questionam as formas como este vem sendo historicamente articulado, exatamente por propagar visões de ciência enraizadas em pensamentos positivistas, desprezando, muitas vezes, as dimensões sociais – e, portanto, humanas – que influenciam a construção do conhecimento científico e, da mesma forma, os modos de influência das práticas científicas no cotidiano de não-especialistas das áreas científicas (ANGOTTI & AUTH, 2001). Neste sentido, já há várias décadas, muitas propostas para o ensino de ciências vêm sendo desenvolvidas, com objetivos educacionais amplos, como a capacitação de estudantes para tomada de decisões públicas sobre ciência e tecnologia (C&T), o desenvolvimento de um “espírito de criticidade” ao analisar as questões referentes à C&T, ou mesmo, a busca de conhecimentos específicos das áreas científicas e tecnológicas que instrumentalizem estes estudantes a discutir C&T.

De certa maneira, no âmbito dos estudos e pesquisas sobre o ensino de ciência, essas questões estão envolvidas nos debates sobre processo e produto na constituição dos currículos escolares. Kuhn (1995) já observava que a formação do cientista possui uma característica peculiar em relação à formação de outros profissionais: eles não são expostos, durante sua formação, a componentes do processo de produção do conhecimento científico, mas exclusivamente a seus produtos ou a visões muito distorcidas dos modos como esses conhecimentos foram constituídos historicamente. Já apontava ainda, que os manuais científicos têm um papel fundamental nesse processo que apaga a historicidade do conhecimento científico.

No âmbito do ensino de ciências, Amaral (1998) já levantava controvérsias na área no que diz respeito ao modo como poderia se configurar o ensino de ciências, refletindo diferentes maneiras de compreensão das atividades científicas, que podem ser abordadas, entre dois extremos: enquanto “produto”, ou enquanto “processo”. Segundo ele,

*Aqui se situam as polêmicas a respeito das alternativas de como apresentar a Ciência na situação de ensino: como um acervo de conhecimentos acumulados, já prontos, acabados ou não, e/ou como processo de produção de novos conhecimentos. Quanto à própria visão de processo, há também discordâncias sobre se devemos apresentá-lo somente em termos de procedimentos e raciocínios científicos ou se, também ou exclusivamente, tratar da evolução da Ciência com sua contextualização histórica e suas relações com a sociedade. (AMARAL, 1998, p. 203).*

Estes modos de apresentação do ensino de ciências acabam favorecendo a adoção de determinadas visões de C&T, dentre elas, uma de grande circulação entre as sociedades ocidentais que estabelece uma relação direta entre desenvolvimento científico, tecnológico e social – um modelo linear/tradicional de desenvolvimento, que, segundo Bazzo *et al* (2003), consistiria na crença de que quanto mais ciência se desenvolve, mais tecnologia se desenvolve, o que acabaria desencadeando, por conseqüência, maior desenvolvimento social.

Além disso, há também uma crença amplamente difundida de que o conhecimento científico ocupa uma posição hierárquica diferenciada em relação a outros conhecimentos, o que conferiria aos cientistas uma certa autoridade – e poder – para resolver determinados conflitos através deste corpo de conhecimentos (MARTIN, 2000).

Pesquisadores da área de educação em ciências, apropriando-se de estudos provenientes das áreas de ciências sociais, antropologia e epistemologia, vêm apontando a fragilidade destes discursos que circulam amplamente em nossa sociedade e acabam atravessando e constituindo discursos e práticas escolares, influenciando configurações curriculares, seleção de recursos e modos de leitura da ciência.

Essas considerações críticas tornam-se ainda mais relevantes numa fase histórica em que C&T permeiam praticamente todos os modos de viver da população como um todo e que, ao mesmo tempo, esta população parece ser cada vez mais bombardeada por assunções acerca do conhecimento científico e tecnológico, até mesmo dada sua ampla circulação, e que o situam

numa esfera inquestionável (pois, neutro, objetivo, retrato fiel da realidade, como vem sendo divulgado), em que o atrelamento de questões e conhecimentos que envolvem C&T a relações de consumo parece ser cada vez maior, como também seu atrelamento a formas de participação pública em decisões político-sociais.

A questão das controvérsias no ensino de ciências pode ser enquadrada, assim, como parte de um debate mais amplo em que está em jogo a necessidade dos discursos e práticas escolares trabalharem sentidos sobre a ciência, e não apenas sentidos e significados da ciência. Envolve-se também na perspectiva de pensar em objetivos educacionais mais amplos que apreensão de conteúdos científicos, como a capacitação dos estudantes para tomadas de decisões em suas vidas cotidianas em questões e situações que envolvam ciência e tecnologia (C&T).

Num momento em que C&T tornaram-se ícones de consulta para a grande maioria das decisões tomadas em nível governamental, constituindo-se como esferas de poder dominantes nos mais variados processos em que a participação pública não tem sido regra, torna-se indispensável um outro modo de se pensar o ensino de ciências e tecnologias... um modo que revele um pouco mais desse “fazer ciência e tecnologia” e que, talvez, contribua para amenizar um processo histórico bastante enraizado de “mitificação da ciência”. Sobre esta mitificação, Amaral (1998) também levanta a presença de outras controvérsias nas discussões presentes nas pesquisas em ensino de ciências. De acordo com ele,

*Discute-se a validade de apresentar a Ciência, na situação escolar, com suas incertezas, limitações, ambigüidades e como fruto de uma ação coletiva e de um contexto histórico. Em outras palavras, estão aqui presentes os diversos aspectos relativos às relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. (AMARAL, 1998, p. 203)*

Diante destas colocações acerca do ensino de ciências, seria possível trabalhá-lo de maneira a suprir algumas das indagações levantadas, buscando uma apropriação mais crítica, por parte dos estudantes, das diversas facetas de C&T? Acreditamos que muitas respostas vêm sendo construídas, dentre as quais, poderíamos citar: a inserção de tópicos de história e filosofia da ciência nos currículos; algumas abordagens provenientes de estudos CTSA; abordagens temáticas baseadas nos referenciais da educação progressista de Freire e, também, na alfabetização científica francesa (como as propostas temáticas das Ilhotas de Racionalidade de Fourrez) e, a modificação nos modos de funcionamento da leitura de textos e imagens no ensino de ciências (Almeida, 1998; Silva, 2005). Outra perspectiva, diríamos mais recente, mas historicamente descendente dessas questões e debates que já têm décadas seria a inserção, no ensino de ciências dos debates decorrentes de controvérsias científicas. Perspectiva, cuja análise a partir da revisão bibliográfica realizada, apresentamos no próximo tópico.

### **3. PESQUISAS SOBRE CONTROVÉRSIAS CIENTÍFICAS EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**

A proposta de se trabalhar as controvérsias científicas em sala de aula é relativamente nova. Pouco disseminada, talvez, porém já existem trabalhos que sugerem este tipo de abordagem no que se refere ao ensino de ciências. Alguns autores já apontam, por exemplo, as vantagens que esta abordagem pode proporcionar ao ensino, como é o caso de Kipnis (2001), que acredita que

*Uma discussão aprofundada de controvérsias científicas em sala de aula é uma das melhores maneiras de utilizar o tempo limitado de que os professores dispõem para usar a história da ciência no ensino de ciências. Acompanhar um debate científico pode melhorar a compreensão dos estudantes do modo de trabalho interno da ciência, em particular, uma introdução de uma nova teoria científica e sua relação com a experimentação. Mostrando os resultados científicos como questões passíveis de debate, mais similares a outras atividades humanas que são mais fáceis de se compreender, como um debate político ou um procedimento de julgamento, que pode acender um interesse pela ciência em alguns estudantes. Finalmente, há um aspecto pragmático nisso também: olhar de dife-*

*rentes perspectivas para um conceito científico pode facilitar sua compreensão. (KIPNIS, 2001, p. 33).*

Neste trabalho, Kipnis discute, através da apresentação de duas controvérsias que envolvem o físico Alessandro Volta, a relação estabelecida comumente no ensino de ciências de que uma teoria substituiria a outra por explicar fenômenos não explicados por outras teorias. Ele argumenta que “o pressuposto por trás <deste tipo de explicação> é que certos experimentos naturalmente suportam uma teoria e contradizem outras” (KIPNIS, 2001, p. 33) e debate, ao longo do trabalho a pertinência da apresentação daquelas controvérsias, como uma possibilidade de problematização deste tipo de explicação, através da reprodução e discussão, em sala de aula, de alguns destes experimentos.

Este modo de trabalho parece promissor no que diz respeito ao debate de características intrínsecas ao trabalho científico: a credibilidade das experimentações, os conflitos teóricos desencadeados pelas mesmas, a convivência simultânea de mais de uma teoria e, também, as incoerências teóricas muitas vezes aceitas pela comunidade científica. Ao mesmo tempo, o próprio autor reconhece que existem “fatores humanos” que não são trabalhados na proposta.

A nosso ver, a descontextualização do que o autor chama de “fatores humanos” do trabalho científico prejudica, de certa forma, a consolidação de uma visão socialmente mais abrangente do trabalho dos cientistas. Ainda que se contribua para uma compreensão do conhecimento científico que não o tenha como estático, final, ou, um retrato fiel da realidade, este tipo de relação ainda parece manter à parte as dimensões políticas envolvidas nestas práticas. E, como percebemos estas dimensões como cruciais para que os estudantes compreendam também os seus papéis como sujeitos que podem interferir nos rumos destes modos de produção e/ou utilização de conhecimento, acreditamos que se possa buscar outros modos de trabalho que as inclua de maneira mais enfática.

Outros autores também apostam na discussão de controvérsias em sala de aula, utilizando-se do termo “dilema ético”. Agraso e Alexandre (2006) propõem aos estudantes o debate sobre clonagem terapêutica, através da leitura de textos de divulgação e de originais de cientistas, buscando, através destas atividades, “comprovar o nível de compreensão dos estudantes; comprovar se existem diferenças na compreensão de artigos escritos por cientistas e por periodistas; examinar sua <dos estudantes> percepção das dimensões éticas destes dilemas” (AGRASO & ALEXANDRE, 2006, p. 47). Estes autores pontuam, além destes objetivos específicos da atividade proposta, objetivos mais amplos nos quais baseiam sua compreensão da importância da discussão das controvérsias:

*Estes dilemas sobre questões sócio-científicas abrem uma nova linha de investigação em didática das ciências. Na nossa opinião a alfabetização científica é um requisito para o pensamento crítico e prepara os estudantes para construir seu próprio discurso e para participar na tomada de decisões, especialmente sobre questões em que as conexões entre ciência e sociedade se manifestam mais claramente. (AGRASO & ALEXANDRE, 2006, p. 44).*

Neste sentido, os autores levantam objetivos que já englobam um outro olhar para o ensino das ciências: os conhecimentos científicos são também instrumentos através dos quais os estudantes podem debater as questões que os envolvem explicitamente em diversas situações sociais e se preparar para participar de tomadas de decisão.

Os autores destacam que trabalhar “investigações de grande impacto social implica a participação da cidadania na tomada de decisões sobre questões que afetam sua vida e, por isso, convergem para o desenvolvimento do pensamento crítico” (AGRASO & ALEXANDRE, 2006, p. 45). Uma proposta da discussão de dilemas éticos é o desenvolvimento de um pensamento crítico por parte dos alunos, mas apenas a apresentação destes pode não contribuir efetivamente para este desenvolvimento. Os modos de trabalho desta proposta podem contribuir apenas para



que os estudantes compreendam os conhecimentos científicos envolvidos nas questões. Por outro lado, a separação de “dimensões”, como éticas, sociais, normativas e científicas também desencadeiam uma fragmentação do assunto e, novamente, corre-se o risco de super-valorizar a dimensão científica, tomando-se este discurso como um fator decisório mais válido em relação aos demais.

Num artigo que descreve uma proposta de inserção da controversa questão “está havendo uma mudança climática na Terra?” numa disciplina de bacharelado, Juan (2006) discute a necessidade da abordagem do tema, levantando algumas justificativas, quais sejam: a possibilidade de se trabalhar interdisciplinarmente – mesmo que, neste artigo, ele se refira apenas às disciplinas científicas, como física, biologia e geologia; a necessidade de se trabalhar um tema que pode influenciar os modos de vida das pessoas e que, talvez, no futuro, seja motivo de decisões políticas e econômicas; e a necessidade de que o público esteja informado e consciente quando for necessário tomar algum tipo de decisão.

As atividades sugeridas apontam para o estudo dos conhecimentos científicos disponíveis sobre o tema e, também, para o estudo dos processos de decisões sobre controvérsias científicas. Sobre este último, o autor levanta que “devido ao nosso conhecimento limitado sobre o funcionamento da atmosfera e da Terra como um todo, não é possível tomar uma postura unificada por parte da comunidade científica” (JUAN, 2006, p. 69). Esta visão coincide bastante com o que Martin e Richards (1995) apontam como uma característica de uma abordagem positivista das controvérsias. Nesta perspectiva, o conhecimento científico não é questionado e a controvérsia só perdura porque o conhecimento científico necessário para o esclarecimento da questão *ainda* não pôde ser alcançado. Assim, o conhecimento científico “puro” também pode ser compreendido como aquele que colocaria um ponto final à questão. Isto poderia implicar no negligenciamento de outras questões e dimensões envolvidas nas controvérsias que estariam implícitas nestas questões científicas, como, por exemplo, as influências das indústrias relacionadas à produção e consumo de combustíveis fósseis, como a indústria petrolífera, nos trabalhos científicos sobre esse tema (através de patrocínio, pressões institucionais, etc). Tomando este fator como exemplo, uma das atividades propostas por Juan (2006) consiste na análise crítica dos artigos originais de cientistas sobre a questão. Se esta análise for conduzida para além da avaliação dos argumentos científicos, mas também, envolver uma investigação sobre os próprios autores, as instituições a que pertencem, seus países de origem, etc, talvez outras facetas que envolvem a questão sejam mais bem exploradas. Neste sentido, cabe destacar duas outras atividades sugeridas por este autor: a investigação do papel do Painel Internacional sobre Mudanças Climáticas (IPCC) e do Protocolo de Kioto. Análises destes documentos podem contribuir no sentido de explicitar os papéis dos especialistas nas tomadas de decisão, os papéis de outras instituições, os conhecimentos em jogo, as relações de poder implícitas, entre outros.

Uma outra maneira de se focar as controvérsias é discutida por Reis & Galvão (2004), num trabalho que buscou identificar as concepções de estudantes de ensino médio sobre os cientistas. O trabalho foi desenvolvido através de um questionário, entrevistas e redações sobre o tema, que contribuiu para que os autores constatassem que há uma influência marcante da mídia (principalmente da televisão e do cinema) na formação das idéias que os estudantes têm sobre o trabalho científico e, também, sobre as próprias controvérsias. Os autores levantam que os estudantes possuem imagens bastante “distorcidas” das práticas científicas e associam estas imagens, principalmente, aos sentidos atribuídos pela televisão. Por outro lado, os próprios autores não definem de forma explícita o que seria uma imagem “adequada” do trabalho científico, parecendo, muitas vezes, que eles o tomam como um trabalho em que suas maneiras históricas de construção, por si só, impliquem necessariamente em sua maior valorização. Percebemos também, em diversos momentos, a necessidade de se diferenciar “ciência” de uma “pseudo-ciência” que estaria sendo apresentada pela mídia, no sentido de contribuir para fortalecer dessa filiação de sentidos pelos estudantes em que a diferença se transforma em

qualidade. Controvérsias que envolvem conhecimentos científico-tecnológicos muitas vezes envolvem também outros conhecimentos e saberes, mas de papéis não menos importantes na condução, desenvolvimento e tomadas de decisões nas questões envolvidas (Wynne, 2005).

Ao mesmo tempo, Reis e Galvão (2004) apontam que, quando pensam nas discussões sobre controvérsias, não acreditam que os conhecimentos científicos e tecnológicos devem ser apresentados como inquestionáveis, mas sim, que o debate conduzido com os estudantes pode auxiliá-los na compreensão dos papéis dos especialistas nestes embates. Além disso, destacam, como resultados desta pesquisa, como as controvérsias científicas que vêm a público, principalmente retratadas pela mídia, podem influenciar as concepções dos estudantes sobre C&T. Em suas palavras, estas controvérsias parecem contribuir para:

*1. construir uma imagem de ciência e tecnologia como atividades influenciadas por valores hierárquicos, de conveniência pessoal, questões financeiras e pressões sociais; 2. reforçar a idéia de que ciência e tecnologia representam uma fonte tanto de progresso como de preocupação ao mesmo tempo, e que deveria ser regrada por princípios morais e éticos; e 3. reconhecer como é importante que os cidadãos e o Estado participem, acompanhando, acessando e controlando o progresso científico e tecnológico e suas implicações. (REIS & GALVÃO, 2004, p. 1631).*

Neste trabalho já é mais explícita uma preocupação com o controle público, ou participação pública nos processos decisórios que envolvem C&T. Apenas a discussão midiática com a qual a maioria dos estudantes havia entrado em contato já passa a despertar a formação de opiniões sobre estas questões. O que aponta um caminho de pesquisa ainda pouco explorado: a leitura de textos audiovisuais, principalmente da TV, em situações de ensino em sala de aula envolvendo questões de controvérsias científico-tecnológicas.

O papel dos meios de comunicação de massa, principalmente da TV na formação de representações, valores, conhecimentos e saberes pelos estudantes vêm sendo levado em consideração em diversas pesquisas na área. Mas poucas têm efetivamente analisado o funcionamento desse recurso em sala de aula.

De fato, em se tratando de controvérsias científico-tecnológicas, no seu necessário caráter público para ser definida como tal, como já apontamos, no contexto histórico-social atual, não se pode desconsiderar a relação com os meios de comunicação. Uma relação constitutiva, em que tais meios, como a TV, não são meras vitrines dos fatos que ocorrem em outro lugar, mas lugar da constituição e desenvolvimento das próprias controvérsias e de muitas dos aspectos a elas associados. Trata-se de uma perspectiva de pesquisa promissora e ainda muito pouco desenvolvida, a que considera questões de discurso e linguagem na relação com a perspectiva CTSA.

Um outro modo de discussão das controvérsias científicas é apresentado por Hines (2001): um website destinado à discussão em rede, direcionado a estudantes, sobre a controvérsia de organismos geneticamente modificados. Esta autora defende a possibilidade de discussão de aspectos éticos, morais e políticos das controvérsias e, também, uma possibilidade de um maior entendimento da ciência por parte do público. Ressalta ainda, que o estabelecimento de um diálogo entre os cientistas e o público é fundamental, pois ambos são afetados pelos modos como se relacionam. Em suas palavras:

*Membros do público podem não estar num laboratório de pesquisa trabalhando com transcrição de fatores e expressão de proteínas, ou, no campo, reconhecendo dinâmicas de ecossistemas, mas eles estão de forma importante envolvidos com ciência em vários níveis. A disponibilidade de fundos públicos para pesquisa, as leis que restringem certos tipos de pesquisas e o mercado de aceitação de produtos, todos afetam o curso da ciência. (HINES, 2001, p. 190).*

É interessante apontar que se explicita, nesta discussão, que não apenas a sociedade é afetada pelo trabalho técnico-científico, mas que, também, a recíproca é verdadeira. Na análise

desta relação, muitas vezes, os trabalhos dos especialistas são tidos como autônomos e livres de influências públicas, o que contribui para conformar um sentimento de passividade perante as questões técnico-científicas, por parte do público leigo, por parte dos estudantes.

Num outro trabalho sobre os debates em torno da questão se os telefones celulares são perigosos à saúde, Albe (2006) levanta algumas questões pertinentes ao se pensar na inserção de controvérsias tecnocientíficas em sala de aula. Questões estas que parecem tentar demarcar as intenções do trabalho pedagógico ao introduzir estes temas polêmicos em aulas de ciências. A introdução das controvérsias,

*Favorece a aprendizagem? Trata-se de argumentar para aprender? Para convencer? Para tomar uma decisão? Para refletir sobre o tema em questão? Sobre a atividade proposta? Para analisar, criticar resultados, ideologias e posições opostas?... o papel do professorado no debate também se coloca em questão: deve dar sua opinião pessoal? Que opções didáticas escolher? Que recursos utilizar? Que saberes de referência levar em conta? Que estratégias didáticas elaborar? (ALBE, 2006, p. 96).*

Algumas destas questões já vêm sendo discutidas ao longo deste item e outras permanecem em aberto. É interessante perceber que apesar de haver um esforço no sentido de se questionar o conhecimento científico como voz final nas decisões que o envolvem, ainda podemos cair na armadilha de o supervalorizar, dando maior ênfase aos saberes científicos e técnicos, em detrimento a outras questões, dimensões ou conhecimentos envolvidos nas controvérsias.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As principais contribuições que os trabalhos em ensino de ciências que abordam controvérsias científicas vêm apontando, no que diz respeito à sua influência nas filiações de sentidos dos estudantes, seriam: favorecer uma construção de sentidos mais ampla e próxima de uma realidade histórica sobre as práticas científico-tecnológicas, consolidando, também, uma visão mais abrangente do trabalho dos experts (KIPNIS, 2001; REIS & GALVÃO, 2004); favorecer uma visão dos conhecimentos científicos como não estáticos, passíveis de debate e mudança (KIPNIS, 2001; AGRASO & ALEXANDRE, 2006), aproximando-o de outras formações discursivas (como o discurso político, o econômico); ajudar os estudantes a construir seus próprios discursos sobre as questões de C&T (AGRASO & ALEXANDRE, 2006); trabalhar interdisciplinarmente (JUAN, 2006), estabelecendo relações entre os discursos de diversas áreas de conhecimentos sobre C&T; contribuir para trabalhar a relações entre aproximação entre as formações discursivas científicas e as dos estudantes de ciências (HINES, 2001).

Ao mesmo tempo, pudemos perceber, possíveis fatores de limitação das tentativas de inserção das controvérsias em sala de aula, quais sejam: a importância de estudos aprofundados dos temas controversos para seu debate, evitando simplificações de questões complexas; a necessidade de uma reflexão epistemológica coerente sobre ciência e tecnologia, admitindo a impossibilidade de obtenção de respostas para todas as questões a partir, unicamente, de conhecimentos tecnocientíficos (REIS & GALVÃO, 2004), assim como escolha de modos de trabalhos que estejam de acordo com os objetivos a que se destina a discussão de questões controversas em sala de aula. A nosso ver, a inobservância destes fatores pode acabar promovendo a dificuldade de não se ater apenas aos conhecimentos científicos disponíveis para guiar os debates das controvérsias, deixando-se de lado as dimensões (políticas, culturais, econômicas, etc.) que influenciam a produção e circulação destes conhecimentos e a dificuldade de se reconhecer os discursos científicos, também, como interpretações da realidade, muitas vezes associando-os a valores de neutralidade e objetividade.

Algumas abordagens, portanto, acabam tomando a discussão das controvérsias como um instrumento para a aprendizagem exclusiva de conhecimentos científicos. Mas não tomam o

debate sobre discursos científicos como um instrumento de compreensão de controvérsias humanas, ou seja, essencialmente sociais e políticas, nas quais os conhecimentos científicos se constituem e circulam em nossa sociedade. Desta forma, a abordagem das controvérsias pode tender a se transformar em apenas mais um recurso didático para convencimento do alunado de que, realmente, o conhecimento científico, por ser diferenciado, teria mais validade que os demais ou seria o único a se considerar na tomada de decisões. Ou mesmo, em um simples exercício de argumentação que faça sentido apenas no plano simulado da sala de aula e que não se relaciona a outros discursos e situações com os quais os estudantes possam entrar em contato em suas vidas.

## REFERÊNCIAS

- AGRASO, M. F. & ALEXANDRE, M. P. J.. Clonación terapéutica? Decisiones sobre dilemas éticos en el aula. **Alambique – Didáctica de las ciencias experimentales**. nº 49. 2006.
- ALBE, V. Tratar controversias científicas contemporáneas en clase. **Alambique – Didáctica de las ciencias experimentales**. nº 49. 2006.
- AMARAL, I. A. Currículo de ciências: das tendências clássicas aos movimentos de renovação. BARRETTO, E. S. S. (org.). **Os currículos do ensino fundamental par as escolas brasileiras**. Campinas: Autores Associados; São Paulo: Fundação Carlos Chagas. 1998.
- ANGOTTI, J. A. P. & AUTH, M. A. Ciência e Tecnologia: Implicações Sociais e o Papel da Educação. **Ciência & Educação**, Bauru/SP, v. 7, n. 1. 2001.
- AULER, D. & BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**. Bauru/SP V.7, n.1. 2001.
- HINES, P. J. The dynamics of scientific controversies. **AgBioForum**. V. 4, nº 3/4. 2001.
- JUAN, X. Está cambiando el clima de la Tierra? **Alambique – Didáctica de las ciencias experimentales**. nº 49. 2006.
- KIPNIS, N. Scientific controversies in teaching science: the case of Volta. **Science & Education**. 10: 33-49, 2001.
- KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. 3ª ed. São Paulo: Perspectiva, 1995.
- MARTIN, B. Behind the scenes of scientific debating. **Social Epistemology**. Vol. 14, nº 2/3. 2000.
- MARTIN, B. & RICHARDS, E. Scientific Knowledge, Controversy, and Public Decision-Making. In: Sheila Jasanoff, Gerald E. Markle, James C. Petersen, and Trevor Pinch (eds.), **Handbook of Science and Technology Studies**. Newbury Park, CA: Sage, 1995, pp. 506-526.
- NARASIMHAN, M. G. Controversy in science. **Journal of Biosciences**. 26(3): 299-304. 2001.
- NELKIN, D. **Controversy: politics of technical decisions**. 2<sup>nd</sup> edition. Londres, Sage Publications Ltd. 1989.
- REIS, P. & GALVÃO, C.. Socio-scientific controversies and students' conceptions about scientists. **International Journal of Science Education**. vol. 26, nº 13, 2004.
- SILVA, H. C. e ALMEIDA, M. J. P. M. O deslocamento de aspectos do funcionamento do discurso pedagógico pela leitura de textos de divulgação científica em aulas de física. **Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciências**. v. 4, n. 3, 2005.
- VELHO, L. & VELHO, P. The policy and politics of alternative food programs in Brazil. **História de Ciência e Saúde-Manguinhos**., Rio de Janeiro, v. 9, n. 1, 2002.
- WYNNER, B. Saberes em contexto. In: Massarani, L.; Turney, J. e Moreira, I. C. **Terra incógnita: a interface entre ciência e público**. Rio de Janeiro: Vieira & Lent: UFRJ, Casa da Ciência: FIOCRUZ, 2005, p. 27-39.