

# UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA A PERCEPÇÃO DE CONTROVÉRSIAS EM SALA DE AULA: FORMANDO PROFESSORES

## *A TEACHING SEQUENCE FOR PERCEPTION OF CONTROVERSIES: TRAINING TEACHERS*

**Fernanda Veneu** [fveneu@gmail.com]

**Marcelo Borges Rocha** [rochamarcelo36@yahoo.com.br]

*Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca*

### RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi desenvolver e aplicar uma sequência didática como forma de sensibilizar os docentes sobre a importância de inserir controvérsias da ciência e na ciência em sala de aula. Esta sequência foi aplicada durante uma disciplina eletiva de pós-graduação em Ciências, Tecnologia e Educação de uma instituição federal na cidade do Rio de Janeiro (RJ). A disciplina teve, como participantes, nove professores dos diversos segmentos de ensino, sendo eles não apenas do Rio de Janeiro, mas também de outros estados. Todas as atividades foram presenciais. Com este estudo, foi possível oferecer, a esses professores, oportunidades de aprofundamento teórico sobre o tema e momentos de reflexão sobre suas práticas. Como forma de proporcionar uma discussão mais ampla sobre a inclusão das controvérsias em sala de aula, foram trabalhados materiais diversos, tais como recursos audiovisuais, artigos científicos e textos de divulgação científica. Como resultados desta pesquisa, destacamos a importância de se pensar em mais momentos práticos que contribuam para a formação continuada de professores. No caso das controvérsias, observou-se que alguns professores ainda não se sentem seguros para trabalhar um tema que, em muitos momentos, não está explícito nos conteúdos curriculares. Assim, recomenda-se que mais propostas como esta sejam incentivadas.

**PALAVRAS-CHAVE:** sequência didática; ciência; controvérsias

### ABSTRACT

*This research aimed to develop and apply a didactic sequence as a way to aware teachers of the importance of inserting controversies in science and about science in the classroom. This sequence was applied during an elective graduate course in Science, Technology and Education at a federal institution in the city of Rio de Janeiro, Brazil. The course had nine teachers from different teaching segments as participants, not only from Rio de Janeiro, but also from other states. All activities were in person. With this study, we provide theoretical development opportunities on the subject and moments of reflection to teachers about their practices. As a way to provide a broader discussion on the inclusion of controversies in the classroom, different materials were used, such as audiovisual resources, scientific articles and texts for scientific dissemination. As a result of this research, we highlight the importance of thinking about more practical moments that contribute to the continuing education of teachers. In the case of controversies, we observed that some teachers still do not feel safe to work on*

*a theme that, in many moments, is not explicit in the curricular contents. Therefore, it is recommended that more proposals like this be encouraged.*

**KEYWORDS:** *didactic sequence, science, controversies.*

## INTRODUÇÃO

Consideradas por vários autores como elementos essenciais na construção do conhecimento científico, as controvérsias fazem parte do que filósofos e pesquisadores denominam *natureza da ciência* – com toda a pluralidade semântica que o termo comporta (DASCAL, 1998; ACEVEDO-DÍAZ e CARMONA, 2017, entre outros). E, ainda, desempenham um papel fundamental na construção de novos conhecimentos, bem como na validação e estabelecimento de novas teorias (DASCAL, 1998; NARASHIMAN, 2001; entre outros). Segundo Narashiman (2001, p. 299, grifo nosso), “[...] as controvérsias caracterizam desenvolvimentos *sobre a ciência e dentro dela*”. Desta maneira, pode-se afirmar que, por intermédio das controvérsias, questões como a não neutralidade da ciência e o seu papel em nossa sociedade ficam mais evidentes.

Outro ponto importante a considerar sobre as controvérsias é o apontado por Acevedo-Díaz e García Carmona (2017). Para estes autores, “[...] as controvérsias científicas são essenciais na construção do conhecimento científico porque impulsionam o avanço da ciência e mostram o conflito como algo natural à própria ciência” (ACEVEDO-DÍAZ e GARCÍA CARMONA, 2017, p. 116). Desta maneira, fica mais evidente que a visão de uma ciência neutra pode estar sendo superada.

Machamer, Pera e Baltas (2000) afirmam já estar evidente para filósofos e sociólogos da ciência que:

Muitos grandes passos da ciência – provavelmente, todos, mudanças dramáticas – e a maioria das conquistas do que nós atualmente consideramos avanço ou progresso do conhecimento científico foram controversos e envolveram algumas disputas (MACHAMER, PERA e BALTAS, 2000, p. 3).

As controvérsias também podem descortinar a ideia de não neutralidade da ciência, como afirmam os mesmos autores:

Sociologicamente falando, a ciência é, por vezes, um jogo de antagonistas, outras vezes, um empreendimento cooperativo. Na prática [científica] atual, os cientistas têm como objetivo, ao mesmo tempo, colaborar, via intercâmbio de informações, e competir, criticando-se uns os outros (MACHAMER, PERA e BALTAS, 2000, p. 15).

No entanto, alertam:

O que não é tão óbvio e requer atenção [...] é uma certa dissociação paradoxal entre a ciência como é praticada atualmente e a ciência percebida ou descrita por filósofos e cientistas. Enquanto que ninguém negaria que o fazer científico está cheio de controvérsias, as mesmas pessoas descrevem sua essência ou seu produto final como livre de disputas, como o empreendimento científico humano livre de controvérsias por excelência (MACHAMER, PERA e BALTAS, 2000, p. 3).

Este alerta se aplica não somente aos estudos sobre a ciência, como também ao ensino de Ciências, como se observará de maneira mais detalhada em uma das próximas seções. Se a importância das controvérsias parece ser um consenso entre os estudiosos da natureza da ciência, o mesmo não acontece quando se procura uma definição para o termo. À medida que

se aprofundam os estudos sobre o tema, observa-se que a própria definição da palavra é plural – e também controversa. Sendo assim, cabe um esclarecimento sobre a definição utilizada, aqui.

### ***Em busca de uma definição de controvérsias***

Existe, na literatura, uma gama variada de usos da palavra controvérsia. Muitos autores utilizam o termo como sinônimo de polêmica, disputa (VENTURINI, 2010; VELHO, VELHO, 2002). Outros utilizam a palavra sem defini-la, apelando para o senso comum. Já outros preferem classificá-la e defini-la como um fenômeno discursivo com características especiais (DASCAL, 1998), diferenciando-se, assim, da polêmica e da disputa.

O filósofo Marcelo Dascal traçou uma classificação destas trocas discursivas com base em quatro aspectos: o escopo da discórdia, o tipo de conteúdo envolvido, os meios para resolver esta discórdia e os fins procurados pelos debatedores. A polêmica, segundo Dascal, seria o movimento discursivo mais abrangente, caracterizado por três pontos fundamentais: interlocutores vivos, divergência de opiniões sobre determinado tema e maior ou menor grau de incerteza em relação ao interlocutor com quem se debate. Tudo isto envolve a ideia de público ou audiência. A partir destes critérios, seria possível classificar uma troca. Para este autor, a polêmica pode se dividir em discussão, disputa ou controvérsia.

A discussão seria uma troca discursiva que tem como objeto um problema ou tópico bem delimitado. À medida que a discussão evolui, os debatedores tendem a reconhecer que a raiz do problema é um erro relacionado a algum procedimento ou conceito importante dentro de um campo de conhecimento bem definido. Dascal completa: “[...] as discussões permitem soluções, o que consiste em corrigir o erro aplicando procedimentos aceitáveis no campo em questão (por exemplo, prova, computação, repetição de experimentos, entre outros).” (DASCAL, 1998, p.6)

Já em uma disputa, segundo Dascal, apesar de parecer que tem como objeto uma divergência bem definida, não se verifica, por parte dos oponentes, uma aceitação de que existe um erro em algum ponto. A diferença é mais de atitudes, sentimentos ou preferências. “Uma disputa não tem solução”; afirma ele, “no máximo pode se dissolver ou ser dissolvida” (p. 6).

A controvérsia seria situada, então, em um campo intermediário entre a discussão e a disputa.

Pode começar com um problema específico, mas se espalha rapidamente para outros problemas e revela divergências profundas. Sua resolução pode consistir em reconhecimento, pelos debatedores ou pela sua comunidade de referência, de que se acumularam bastantes argumentos (em peso e importância) a favor de uma das partes, ou no surgimento posições diferentes aceitas pelos opositores, ou simplesmente no esclarecimento da natureza das diferenças em jogo. Controvérsias não são solucionadas ou dissolvidas; são, no máximo, resolvidas. (Dascal, 1998, p.6)

Deixamos, assim, clara nossa opção por essa definição cunhada por Marcelo Dascal. A nosso ver, ela engloba aspectos importantes a explorar, ausentes na maioria das definições que constam na literatura: as diferenças entre polêmica, controvérsia, discussão e disputa, a presença de uma audiência, a revelação de divergências profundas e a característica de se espalhar rapidamente para outros problemas. Destacamos, também, as diferentes maneiras de resolução dos tipos de polêmica, o que nos leva a uma análise mais aprofundada dos movimentos discursivos, escolhendo e aplicando, em sala de aula, cada tipo de acordo com o objetivo estabelecido.

### Controvérsias científicas

Do mesmo modo que acontece com as controvérsias, existem diferentes definições de controvérsias científicas. Para MacMullin (1987), por exemplo, a controvérsia científica é uma disputa pública entre cientistas e pode ser dividida em quatro tipos: sobre os fatos (interpretação), sobre as teorias, sobre alguns princípios (aspectos metodológicos e ontológicos da atividade científica) e as mistas, que englobariam fatores sociais como a ética, a economia.

Outros autores, como Vallverdú (2002, 2005), propõem outras caracterizações e classificações. Para ele, a controvérsia científica seria:

Toda controvérsia de que participe, no mínimo, uma disciplina científica que tenha questionados seus resultados, os protocolos empregados ou sua aceitabilidade epistêmica, seja qual for o nível epistemológico/metodológico da crítica (ou seja, interna ou externamente) ou o ponto do processo da obtenção/processamento/exposição dos dados que tenha sido criticado pelos diversos agentes participantes (VALLVERDÚ, 2002, p. 26).

A partir desta definição, podemos inferir que, para este autor, a controvérsia científica englobaria diferentes elementos protagonistas (disciplinas, protocolos, resultados). Em nossa opinião, esta classificação ainda não alcança a precisão necessária para tratar o tema sugerida por Kellys e Pietrocola (2019), como se pode observar a seguir:

Enfatizamos, ainda, a necessidade de pesquisas que melhor definam o conceito e as características do que é compreendido por controvérsias científicas e os termos a ela associados, para o campo brasileiro da educação em Ciências (KELLYS e PIETROCOLA, 2019, p. 231).

Por este motivo, utilizamos aqui a definição de Wazek (2013), que propõe a divisão entre controvérsias da ciência (resultantes da atividade científica), na ciência (no processo de produção do conhecimento científico) e sobre a natureza da ciência. Desta forma, os termos associados à controvérsia científica ficam mais claros e bem delimitados, respondendo à solicitação de Kellys e Pietrocola (2019).

### Abordagem CTSA: inserindo as controvérsias no ensino de Ciências

A partir do movimento CTS, iniciado nas universidades europeias e norte-americanas depois da Segunda Guerra Mundial, originaram-se não apenas o próprio campo de pesquisas CTS(A), como também as mudanças nos currículos em escolas e universidades, na busca por uma ciência mais transparente e cidadã (FOUREZ, 1995; CERESO, 1999; SANTOS; MORTIMER, 2000; AULER; BAZZO, 2001; CRUZ; ZILBERSTEIN, 2001, RICARDO, 2007).

Nesta área do conhecimento, as controvérsias desempenham um papel importante, pois, entre outros fatores, descortinam aspectos da atividade científica geralmente não muito evidentes: o fator humano e a não neutralidade da ciência. Estas duas outras chaves de reflexão são trabalhadas por autores como Bruno Latour, que, em obras como *Vida de Laboratório*, escrita em parceria com Steve Woolgar, descreve um universo de parcialidades onde as supostas "imparcialidade" e "neutralidade" deveriam reinar (LATOUR e WOOLGAR, 1988).

Tal enfoque proporciona uma reflexão mais profunda a respeito do papel social da ciência:

Se a ciência e seus intérpretes calam as controvérsias, optando pela inquestionabilidade dos dogmas, ela se torna um instrumento do status quo contra as mudanças, em suma, um instrumento reacionário do poder (MAGALHÃES, 2013, p. 1).

A ideia de uma ciência inquestionável, neutra e imutável pode trazer efeitos danosos para a sociedade. A história nos traz exemplos em que a ciência foi utilizada para justificar práticas de escravização – como o que ocorreu com negros e indígenas no Brasil colonial, por exemplo –, ou até mesmo o extermínio de outros povos, como o que ocorreu aos judeus e ciganos, para garantir a “supremacia” ariana, no caso da Alemanha durante a Segunda Guerra Mundial.

Vale salientar que, apesar de tantos anos depois da publicação de livros como *A Estrutura das Revoluções Científicas*, os autores Auler e Delizoicov (2011, p. 248) alertam que:

a compreensão de uma Ciência neutra ainda permanece fortemente presente em vários âmbitos da sociedade, em instituições como a academia, laboratórios de pesquisa e, também, na educação científica básica, conforme detectado por Gil Perez et al. (2001), dentre outros [...]

Por este motivo, defendemos aqui uma atenção maior ao uso das controvérsias em sala de aula, em todos os níveis de ensino, e também na formação de professores. Isto não significa dizer que apenas o mecanismo da controvérsia deva ser reproduzido em sala de aula, de maneira desvinculada do conteúdo ou do contexto. Incluir controvérsias sem o contexto histórico que as gerou, ou mesmo sem a contextualização adequada pouco ou nada ajudaria no processo de mudança da imagem da ciência como neutra ou livre de interesses. Possivelmente, até mesmo reafirmaria essa visão que se quer combater. Afinal, como alertam Ramos e Silva,

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 do que os demais ou seria o único a se considerar na tomada de decisões (RAMOS e SILVA, 2007).

Outro aspecto importante a se observar, quando se trata de controvérsias, é uma possível confusão de controvérsias da ciência com as controvérsias na ciência: até mesmo pela falta de clareza na distinção entre os dois tipos de controvérsias utilizados aqui, artigos em que se mencionam controvérsias na ciência acabam versando sobre as controvérsias da ciência.

Como consequência deste processo, podemos citar o não aproveitamento destas controvérsias em todo o seu potencial. Afinal, como afirma Yacek (2018), as controvérsias na ciência têm valor educacional por proporcionar aos alunos insights sobre os mecanismos que regem esta atividade humana. Não ter uma resposta pronta e definida para solucionar estas questões aviva uma certa tensão intelectual e facilita o engajamento dos estudantes no tema tratado.

A importância de se abordarem também as controvérsias da ciência, nos vários níveis de ensino, também é inegável. Estas controvérsias ganham destaque, pois tratam dos efeitos da ciência sobre a sociedade. Clonagem, alimentos geneticamente modificados e terapia com células-tronco humanas, entre outros temas, são exemplos claros de que o conhecimento científico não é o único a se considerar em questões que o transcendem, envolvendo valores e visões de mundo.

Em outros países, pesquisadores como Pedro Reis, além de terem uma vasta produção sobre o tema, deram um passo adiante e têm trabalhado as controvérsias da ciência até mesmo para impulsionar ações sociopolíticas na escola, com base na ideia de que crianças e adolescentes não são cidadãos do futuro, mas do presente (REIS, 2013; MARQUES, REIS, 2015, entre outros).

Nos tempos atuais, a promoção da discussão sobre controvérsias sócio-científicas não é suficiente, tornando-se necessário apoiar professores e alunos a passarem à ação sócio política fundamentada em investigação (REIS, 2013, p. 2)

Fica, assim, evidenciado, o papel das controvérsias não apenas em sala de aula, gerando uma visão mais crítica da atividade científica, mas também na vida fora da escola. As controvérsias estão presentes em vários setores da sociedade. Reconhecê-las e saber atuar em contextos onde elas acontecem é uma habilidade necessária para alunos e professores, todos cidadãos do presente, parafraseando Reis (2013) e Marques e Reis (2015).

Defendemos aqui que trabalhar as controvérsias é contribuir para mudar a visão ainda remanescente da suposta neutralidade científica, além de estimular os cidadãos a participar, de maneira mais consciente e ativa, das questões científicas que se apresentam à sociedade. Por este motivo, elaboramos a proposta da sequência didática a seguir.

### **Sequência didática para trabalhar controvérsias**

Considerando todos esses fatores, apresentamos uma sequência didática (ZABALA, 1998) realizada em uma disciplina eletiva de um curso de pós-graduação em Educação, Ciência e Tecnologia de uma instituição federal localizada no Rio de Janeiro. O objetivo foi sensibilizar os alunos para a importância de incluir as controvérsias em suas aulas.

A sequência foi desenhada no intuito de fazer os alunos vivenciarem as controvérsias da ciência e na ciência (WAZEK, 2013). Esta vivência, aliada ao estudo teórico, teve como objetivo oferecer aos alunos mais familiaridade com o tema. Desta forma, pensa-se ser possível facilitar a integração das controvérsias no contexto de sala de aula, bem como ajudar nas reflexões sobre a ciência, os processos de construção do conhecimento e as interações ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

Giordan, Guimarães e Massi (2011), em estudo exploratório sobre o relato de uso de sequências didáticas no ensino de Ciências em nosso país, destacam os seus usos mais frequentes: objeto de pesquisa da prática docente e instrumento de prática de ensino. Na experiência descrita a seguir, busca-se aliar estes dois aspectos.

Os mesmos autores, na pesquisa, observaram que a maioria dos trabalhos encontrados tinha como público-alvo os estudantes das séries iniciais do Ensino Fundamental e também do Ensino Médio. Por este motivo, decidimos contribuir apresentando uma sequência didática direcionada a jovens e adultos e que tem, como público alvo, estudantes da pós-graduação, ampliando o escopo de público.

Com base no que já se observou até aqui, pela importância que detêm no campo CTS(A) e no ensino de Ciências, as controvérsias foram então escolhidas como tema desta sequência didática. O tema escolhido – controvérsias – teve como base a literatura sobre o papel importante que podem desempenhar no ensino de Ciências, ajudando estudantes e professores a se desvincularem dos discursos neutros sobre a ciência.

## **METODOLOGIA**

### **Participantes**

Os participantes desta disciplina eram pós-graduandos (mestrado e doutorado) em um curso de Ciência, Tecnologia e Educação disponibilizado por um instituto federal no Rio de Janeiro. Foram cinco pessoas do sexo feminino e quatro do masculino, perfazendo um total de nove participantes. Todos atuam como professores na rede pública ou particular, nos diferentes segmentos. Dos nove participantes, três eram de outros estados: Minas Gerais, Ceará e Paraíba.

### Contexto: Disciplina Controvérsias na ciência e da ciência: teoria e prática

Oferecida no primeiro trimestre de 2019, a disciplina Controvérsias na ciência e da ciência: teoria e prática foi oferecida como eletiva.

A disciplina foi dividida em três unidades: reflexões sobre os estudos CTS, abordados por um viés histórico, educação científica e controvérsias em sala de aula. Por constituir o cerne do curso, a terceira foi a mais extensa, com oito aulas. As demais ocuparam 2 aulas cada, perfazendo um total de 12 encontros.

Ministradas uma vez por semana, as aulas tinham duração de três horas. Cada aula foi dividida em dois blocos, teoria e prática, separados por um intervalo de 15 minutos. Houve também uma visita técnica a um centro de ciências e uma aula com professora convidada sobre temas controversos na mídia. Estas duas tiveram uma configuração um pouco diferente, devido à necessidade de deslocamento dos alunos, no primeiro caso, e à dinâmica da professora convidada, no segundo.

Ao longo da disciplina, aplicamos uma sequência didática que perpassou todos os encontros. Os objetivos da sequência didática foram: sensibilizar os alunos a perceber controvérsias da ciência e na ciência e proporcionar a eles vivências destas controvérsias, a fim de que se sintam mais seguros na condução de temas controversos em sala de aula.

### Sequência didática

A organização da sequência didática, assim como a distribuição de conteúdos e temas, constam no Quadro 1, a seguir. É importante destacar que, para coletar informações sobre conceitos prévios dos alunos, enviou-se um questionário online para que eles pudessem responder antes de as aulas começarem.

**Quadro 1:** Organização da sequência didática

CONTEÚDO/TEMA	OBJETIVOS	PROCEDIMENTO METODOLÓGICO /MATERIAL	AVALIAÇÃO
1. História da ciência/movimento CTS Tema: aspectos históricos que, a longo prazo, influíram no ensino de Ciências	Oferecer um panorama histórico sobre o movimento CTS	Aula expositiva interativa. Material: <i>slides</i> , vídeos do YouTube, programa de rádio, livro <i>Primavera Silenciosa</i>	Não procede
2. As relações CTS/história da ciência Tema: aspectos da natureza da ciência; sociologia interna e externa da ciência	Sensibilizar os alunos para perceber as relações entre ciência, tecnologia e sociedade Oferecer um pouco mais de panorama histórico sobre o movimento CTS, a formação de currículos CTS	Exibição de filme com debate orientado + aula expositiva/interativa Materiais: Filme <i>Síndrome da China</i> (1979) e roteiro para debate; <i>slides</i> para a aula expositiva	Participação no debate, observações sobre o filme, preenchimento do roteiro de discussão
3. Alfabetização científica Tema: AC e Pisa: controvérsias nos conceitos de alfabetização científica na literatura e no Pisa	Rever os conceitos de alfabetização científica que constam da literatura nacional e internacional Fazer os alunos vivenciarem uma controvérsia, ainda sem se darem conta disso	Aula expositiva/interativa, com trabalho em grupo Material: Slides, questões do PISA liberadas para consulta Atividade em grupo: carta às autoridades	Elaboração das cartas e avaliação dos itens que o documento contém

<p>4. Alfabetização científica, ensino de Ciências e temas controversos: qual a ligação entre estes tópicos? Tema: conclusão da aula anterior</p>	<p>Evidenciar as conexões entre alfabetização científica, ensino de Ciências, divulgação científica e temas controversos</p>	<p>Aula participativa/expositiva Material: cartas escritas pelos grupos e slides</p>	<p>Leitura das cartas, com avaliação posterior do conteúdo em relação aos itens pedidos na atividade</p>
<p>5. Polêmica e controvérsia Tema: Diferentes definições de polêmica e controvérsia na literatura</p>	<p>Apresentar aos alunos as diferentes definições de polêmica e controvérsia, não apenas as da academia, mas também as do senso comum, produzidas por eles no questionário pré-disciplina</p>	<p>Aula expositiva/interativa Material: slides e respostas do questionário enviado antes de a disciplina começar</p>	<p>Comparações de definições e estímulos ao debate sobre que vozes devem se manifestar nas aulas de ciências</p>
<p>6. Polêmica e controvérsia – continuação Tema: aprofundamento das definições e apresentação da definição escolhida pela professora para trabalhar</p>	<p>Aprofundar as definições de polêmica e controvérsia na literatura nacional e internacional</p>	<p>Debate de rádio: onde começa a vida humana? – Diferentes personagens</p>	<p>Não procede</p>
<p>7. Exemplos de controvérsias em salas de aula, nos diversos níveis de ensino</p>	<p>Evidenciar o potencial das controvérsias como mecanismo de percepção de elementos da natureza da ciência em sala de aula Mostrar aos alunos exemplos de como trabalhar com controvérsias em sala de aula, no Brasil e no exterior</p>	<p>Aula expositiva/interativa Material: slides, sites contendo trabalhos acadêmicos/de divulgação científica sobre controvérsias</p>	<p>Não procede</p>
<p>8. Controvérsias na mídia: aula expositiva com profissional da comunicação Tema: controvérsias e silenciamentos nos meios de comunicação em reportagens sobre ciência e tecnologia</p>	<p>Sensibilizar os alunos a observar o tratamento midiático das controvérsias da ciência e na ciência em casos específicos</p>	<p>Aula expositiva Material: slides, vídeos, textos de jornais trazidos pelo/a profissional</p>	<p>Não procede</p>
<p>9. Controvérsias no cinema Tema: busca por controvérsias em filmes de entretenimento</p>	<p>Provocar os alunos a encontrarem controvérsias nos filmes e a pensar como utilizá-las em sua prática profissional</p>	<p>Filme com debate: <i>Blade Runner</i>, de Ridley Scott (1982) Material: filme e roteiro para debate</p>	<p>Participação no debate Observações sobre o filme Preenchimento do roteiro de discussão</p>

10. Visita técnica a um centro de ciências/museu Tema: Busca por controvérsias em exposições	Aguçar o olhar dos alunos na procura por controvérsias em diferentes situações e ambientes, visando à prática em sala de aula	Visita técnica, com conversa com organizadores ou mediadores do centro de ciências Material: roteiro orientado	Observações sobre a exposição Participação na visita Preenchimento do roteiro
11. Preparação do trabalho final: aula contendo uma ou mais controvérsias Tema: aplicação dos conceitos aprendidos e vividos	Fazer com que os alunos se apropriem do conceito de controvérsia utilizado, bem como que possam reconhecer controvérsias, organizando e realizando, em sala de aula, atividades relacionadas a este fenômeno discursivo	Disponibilidade de espaço, tempo, material, ajuda para a elaboração de uma aula com temas controversos	Observação direta e participação da professora, quando solicitada
12. Trabalhando controvérsias em sala de aula	Verificar aprendizagem de: conceitualização de controvérsias, reconhecimento de controvérsias, organização de atividades que envolvam e propiciem controvérsias	Aula expositiva feita pelos alunos	Avaliação dos planos de aula e das aulas segundo os critérios a seguir: Escolha do tema, objetivo claro e bem delimitado, Atividades relacionadas ao objetivo

Fonte: Elaborado pelos autores.

As três primeiras aulas, congregadas no que se denominou “unidade I – reflexões sobre os estudos CTS”, tiveram como objetivos apresentar o ponto de partida da disciplina, além de iniciar a sensibilização dos estudantes para perceberem as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Estas foram as fundações para que eles pudessem construir a própria visão a respeito, com base na história da ciência, no lúdico e na contextualização.

Para isto, desenvolveram-se aulas expositivas contendo materiais digitais (vídeos e programas de rádio) e analógicos (livros), além de se deixar o espaço aberto às perguntas e às discussões que surgiam. Pedia-se aos alunos que opinassem sobre a escolha e a qualidade do material, embasando suas respostas.

Na primeira aula, depois de uma atividade de integração do grupo, utilizou-se a história da ciência como fio condutor para os estudos CTS. Ao longo da aula expositiva, estudantes e professora leram trechos do livro *Primavera Silenciosa*, de Rachel Carson, trechos do relatório de Vannevar Bush (*Science, the endless frontier*) além de assistirem partes de um documentário sobre a II Guerra Mundial, refletindo sobre seus efeitos na sociedade. Os alunos também foram estimulados a refletir sobre os próprios materiais apresentados, principalmente sobre o documentário – seu enfoque e seus enquadramentos, entre outros aspectos.

O segundo encontro iniciou-se com a exibição do filme *Síndrome da China*, de Jeff Bridges (1979). Nele, podem-se perceber, com clareza, elementos levantados na aula teórica anterior, como a não neutralidade da ciência e a influência da ciência na sociedade, entre outros. Nos elementos do enredo e nas relações entre os personagens, estão presentes vários destes elementos. Durante a exibição do filme, a professora realça e comenta alguns aspectos relacionados aos assuntos, entrelaçando-os com a teoria. Os alunos seguiram e responderam um roteiro de discussão em que se esmiuçavam aspectos relacionados a estes temas, tomando

como guias aspectos de sociologia interna e externa da ciência. Houve um debate com base nas opiniões e percepções dos estudantes. Depois do intervalo, em uma aula expositiva, retomou-se a história do movimento CTS e sua influência na academia, nas escolas e nos currículos. O encerramento desta aula é uma chamada para a próxima, que tem como tema a alfabetização científica.

Durante a terceira aula, os alunos tiveram contato com os diferentes conceitos de alfabetização científica em uma aula expositiva-interativa, uma vez que o espaço ficava sempre aberto para aprofundar algum tema que julgassem importante ou necessário. Viram também informações a respeito do Pisa, exame organizado a cada três anos pela Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE) e que se propõe a medir a alfabetização científica nos países participantes. Surge, então, a primeira controvérsia: na literatura da área, autores como Deboer afirmam ser impossível medir a alfabetização científica, ao passo que os organizadores do exame internacional não só afirmam ser possível, como propõem uma outra definição de alfabetização científica, bastante distinta às que se costuma encontrar na literatura. (SASSERON e CARVALHO, 2011; DEBOER, 2000, LAUGKSCH, 2000).

Os alunos também tiveram acesso a algumas questões do Pisa nas suas áreas de atuação (ciências e matemática) disponíveis na internet. A partir daí, eles devem escrever, em grupo uma carta aos organizadores do exame internacional, questionando alguns desses pontos. Desta maneira, podem experimentar uma controvérsia relativa ao cotidiano deles e também uma atividade indicada na literatura CTS, a redação de uma carta às autoridades.

Na unidade 1, então, tendo, como ponto de partida o surgimento do movimento CTS, os alunos puderam começar a ter alguns indicadores da não-neutralidade da ciência.

Na aula seguinte, iniciando-se a unidade 2, depois de uma provocação a respeito do papel dos cientistas ao longo do tempo feita a partir de uma charge, iniciamos a leitura das cartas e finalizamos a atividade divulgando o e-mail do escritório do Pisa no Brasil, a fim de que possam enviar a carta, se quiserem. Seguimos, então, falando sobre ensino CTS e ensino tradicional, e o papel que as controvérsias podem ter na contextualização do ensino de Ciências. É o momento de preparar o caminho para começar a discussão sobre polêmicas e controvérsias, objeto do quinto encontro.

Ao reunir, nas definições sobre polêmica e controvérsia, não apenas as que constam na literatura, mas também as que estão presentes no senso comum (representadas pela retirada do dicionário) e as que eles mesmos haviam fornecido antes de a disciplina começar no questionário online de conhecimentos prévios, buscamos trazer uma reflexão sobre que vozes costumam ter espaço nas aulas de Ciências.

A discussão avança pelo sexto encontro, em que abordamos um tema controverso por si só: onde começa a vida humana? Primeiramente, os alunos pensam que vão participar de uma aula expositiva sobre o tema. Mas, à medida que a aula avança, a professora muda o encaminhamento da aula e eles se veem envolvidos na preparação de um debate de rádio ou TV sobre o tema, com papéis definidos: defensores de que a vida humana começa na fecundação (maioria das religiões), na nidação (Organização Mundial da Saúde) ou no nascimento (direito), entre outras. O debate é realizado como se fosse real e ao vivo, com um(a) mediador(a).

No sétimo encontro, dedicado a observar experiências nacionais e internacionais do uso da controvérsia, apresentamos diferentes iniciativas nos níveis de educação e até mesmo na divulgação científica. Um momento lúdico fica por conta da apresentação do nano supermercado, uma criação da Universidade Tecnológica de Eindhoven, na Holanda, e pela Rede Next Nature (<http://www.nanosupermarket.org/>). Os supostos produtos criados a partir da nanotecnologia despertam questões éticas e controvérsias da ciência e na ciência. O site pode ser utilizado como material também na escola, respeitando-se os limites de idade e desenvolvimento dos alunos.

Como vivemos em sociedade e atividades midiáticas se fazem cada vez mais presentes devido às redes sociais, o oitavo encontro tem como objetivo observar, com a ajuda de uma jornalista convidada, as controvérsias na ciência e da ciência do ponto de vista dos meios de comunicação. Em um primeiro momento, os alunos têm acesso a conceitos da comunicação, como *framing*, silenciamento e agendamento, para que possam exercitar sua visão crítica na segunda parte da aula, analisando reportagens sobre ciência e seus efeitos. Há menção a controvérsias no discurso jornalístico sobre ciência? Essa é uma das tantas reflexões levantadas neste encontro.

Procurar controvérsias em filmes é a atividade da nona aula, que tem como material de estudo o filme *Blade Runner*, de Ridley Scott (1982). O encontro é totalmente dedicado ao filme, e os alunos analisam seu potencial de levantar controvérsias, sendo convidados a buscá-las na história e a descrever o que fariam ou poderiam fazer em suas salas de aula. Iniciamos a discussão com um roteiro – direcionado à busca de controvérsias e ao uso do filme em sala de aula –, mas também com liberdade de ir além dele. Começamos também a preparação para o encontro seguinte, uma visita técnica.

Um centro de ciências foi o local da aula seguinte, em que os alunos realizaram uma visita técnica. A ideia de visitar um espaço não formal de ensino foi mostrar que é possível abordar as controvérsias em diferentes contextos, não apenas no formal. A visita teve o mesmo tempo de duração das aulas, para não impactar nas outras atividades desenvolvidas pelos alunos. O espaço abriga uma exposição permanente que foi explorada pelos alunos com o objetivo de encontrar controvérsias retratadas ou identificar possíveis pontos de inserção de alguma. No roteiro elaborado pela professora e preenchido ao longo da visita, constavam as seguintes perguntas: Existem controvérsias abordadas aqui? Em caso afirmativo, quais? Se não, seria possível fazê-lo? Como?

O penúltimo encontro foi destinado à preparação do trabalho final: uma aula de 50 minutos para um público determinado (em geral, Ensino Médio) e que contenha um tema controverso. Realizada em grupo, esta atividade faz com que os alunos possam recapitular as informações e reflexões feitas ao longo do curso. A decisão de temas e abordagens é totalmente livre, desde que se incluam temas controversos.

Na última aula, respondemos a questão de como tratar os temas controversos em sala de aula de duas maneiras. A primeira foi recapitular todos os encontros, mostrando que, ao longo de toda a disciplina, os alunos foram tratando de temas controversos e vivenciando-os a partir dos debates e atividades propostos. Os temas escolhidos eram controversos para eles, como profissionais do ensino. Desta maneira, buscamos demonstrar que é possível, então, tratar de temas controversos e utilizar os recursos indicados na literatura. A segunda parte da resposta fica por conta deles, que devem apresentar as aulas que prepararam, bem como seus planos de aula.

Terminada a disciplina, enviamos um questionário online para observar o que ficou, para os alunos, do conteúdo e da experiência vivida.

### **Limitações e possibilidades**

Estamos cientes de que os alunos enfrentam dificuldades de diversas ordens, sejam elas estruturais, quando se fala principalmente em ensino público no país; sejam elas programáticas ou de pressões vindas de diversos lados. No entanto, pudemos prover um espaço de confiança, em que eles se sentiram livres, não apenas para debater aspectos da disciplina, mas também para partilhar inquietações pessoais e profissionais, o que constitui um modo diferente de lidar com a experiência em sala de aula.

Defendemos que é possível tratar os diferentes tipos de controvérsias em sala de aula, apesar do pouco tempo de que os professores costumam dispor e de pressões das diversas naturezas (boa colocação nos exames nacionais e Escola sem Partido, entre outras). Conhecer

os mecanismos e as características das controvérsias traz luz a um tema espinhoso e difícil de se abordar: a natureza da ciência.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apresentamos, aqui, uma sequência didática com atividades realizadas em uma disciplina eletiva de um programa de pós-graduação de Ciência, Tecnologia e Educação no Rio de Janeiro. A disciplina iniciou-se em maio e terminou em agosto de 2019, perfazendo um total de doze encontros. O objetivo desta sequência didática foi sensibilizar os alunos para a importância de trabalhar as controvérsias em sala de aula, bem como de identificá-las e vivenciá-las, apropriando-se delas para sua prática.

Esperamos, desta forma, ter contribuído para diminuir esta falta de definições claras para os termos polêmica e controvérsia na ciência (ou científica), apontada na introdução. Buscamos oferecer aos professores possibilidades de aprofundamento teórico sobre o tema, bem como de vivência de situações controversas e de reflexão sobre suas práticas.

Como resultados, sublinhamos a importância de se prepararem mais momentos práticos que possam contribuir para a formação continuada dos professores. Observamos que alguns ainda não se sentiam seguros para trabalhar com temas candentes ou lidar com as consequências de abordar controvérsias em sala de aula. Nossa recomendação é de que sejam incentivadas mais propostas como a que apresentamos aqui.

## Agradecimentos

À Capes, pela concessão da bolsa de estudos, ao CNPq e a todos os alunos participantes da disciplina, entusiastas que são e foram ao longo de todo o processo.

## REFERÊNCIAS

ACEVEDO-DÍAZ, José Antonio; GARCÍA-CARMONA, Antonio. Resenha do livro *Controversias de la ciencia y cultura científica*. Ápice. **Revista de Educación Científica**, 1(1), 2017. DOI: <https://doi.org/10.17979/arec.2017.1.1.2080>. Disponível em [https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/19978/Apice\\_2017\\_1\\_1\\_art.\\_8.pdf?sequence=1](https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/19978/Apice_2017_1_1_art._8.pdf?sequence=1)

ACEVEDO-DÍAZ, José Antonio; GARCÍA CARMONA, Antonio. Uso de la historia de la ciencia para comprender aspectos de la naturaleza de la ciencia. Fundamentación de una propuesta basada en la controversia Pasteur versus Liebig sobre la fermentación. **Revista CTS**, nº 33, vol. 11, Septiembre de 2016 (pág. 203-226). Disponível em [http://www.revistacts.net/files/Volumen\\_11\\_Numero\\_33/FINALES/Acevedo.pdf](http://www.revistacts.net/files/Volumen_11_Numero_33/FINALES/Acevedo.pdf)

BRIDGES, James. **Síndrome da China**. USA, 1979. Filme.

DEBOER, Georges. E. Scientific literacy: another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. **Journal of Research in Science Teaching**, Hoboken, v. 37, n. 6, p. 582-601, 2000. Disponível em: [http://web.nmsu.edu/~susanbro/eced440/docs/scientific\\_literacy\\_another\\_look.pdf](http://web.nmsu.edu/~susanbro/eced440/docs/scientific_literacy_another_look.pdf). Acesso em: 06 nov. 2019.

GIORDAN, Marcelo.; GUIMARÃES, Y. A. F.; MASSI, M. Uma análise das abordagens investigativas de trabalhos sobre sequências didáticas: tendências no ensino de ciências. **Enpec**, Disponível em [http://www.lapeq.fe.usp.br/textos/ec/ecpdf/giordan\\_guimaraes\\_massi-enpec-2012.pdf](http://www.lapeq.fe.usp.br/textos/ec/ecpdf/giordan_guimaraes_massi-enpec-2012.pdf)

LATOURETTE, Bruno; WOOLGAR, Steve. 1979. **A vida de laboratório: a produção dos fatos científicos**. (Trad. Angela R. Vianna) Rio de Janeiro: Relume Dumará. [1988]

LAUGKSCH, Rüdiger. (2000). Scientific Literacy: A Conceptual Overview. **Science Education – Science Education** 84. 10.1002/(SICI)1098-237X(200001)84:13.0.CO;2-C.

MCMULLIN, E. Scientific controversy and its termination. In ENGELHARDT JR, H. T.& CAPLAN, A. L. (Eds.): **Scientific Controversies. Case studies in the resolution and closure of disputes in science and technology**. Nova York: Cambridge University Press, 1987.

MACHAMER, Peter; PERA, Marcelo.; BALTAS, Aristides. Scientific controversies: an introduction. In: MACHAMER, P; PERA, M.; BALTAS, A. (ed) **Scientific controversies: philosophical and historical perspectives**. Nova York: Oxford University Press, 2000.

RAMOS, M; SILVA, H. Controvérsias científicas em sala de aula: uma revisão bibliográfica contextualizada na área de ensino de ciências e nos estudos sociológicos da ciência & tecnologia. **Anais...** Encontro Nacional de Pesquisa e Ensino de Ciências, Enpec, 6, 2007. Disponível em <<http://www.fep.if.usp.br/~profis/arquivos/vienpec/CR2/p928.pdf>>

SASSERON, Lucia Helena; CARVALHO, Ana Maria Pessoa de. Alfabetização científica; uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011. Disponível em <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/246/172>> Acesso realizado em 10 nov. 2018.

VALLVERDÚ, Jordi. **Marco teórico de las controversias científicas: el caso de la sacarina**. 2002. Tese de doutorado. Barcelona: Universidade Autônoma de Barcelona, 2002.

VALLVERDÚ, Jordi. "¿Cómo finalizan las controversias? Un nuevo modelo de análisis: la controvertida historia de la sacarina", **Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad**, v. 2, nº 5, pp. 19-50, 2005.

YACEK, D. "Thinking controversially: The psychological condition for teaching controversial issues". Disponível em <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/1467-9752.12282>> Acesso realizado em 20 nov. 2019

ZABALA, Antoni. **Prática Educativa: como ensinar**. Porto Alegre: ARTMED, 1998.