



A NATUREZA DA CIÊNCIA NAS PESQUISAS SOBRE CONTROVÉRSIAS SOCIOCIENTÍFICAS

THE NATURE OF SCIENCE IN THE RESEARCHES ABOUT SOCIOSCIENTIFIC ISSUES

Carla Krupczak  

Universidade Federal do Paraná (UFPR)

✉ carlak.quim@gmail.com

Joanez Aparecida Aires  

Universidade Federal do Paraná (UFPR)

✉ joanez.ufpr@gmail.com

RESUMO: Pesquisadores e educadores da área de ensino de ciências concordam sobre a importância dos cidadãos compreenderem como se dá a construção da ciência e quais aspectos a constituem, interna e externamente, aspectos estes compreendidos no âmbito dos estudos sobre natureza da ciência. Para tanto, pesquisadores da área vêm estudando e avaliando estratégias didáticas e abordagens que podem permitir o alcance de tal compreensão. Uma destas estratégias corresponde à discussão de controvérsias sociocientíficas, as quais vêm ganhando destaque na literatura internacional. Com base em tais argumentos, o objetivo deste trabalho consiste em analisar se, e como, as controvérsias sociocientíficas são usadas pelos pesquisadores brasileiros para abordar a natureza da ciência. Para tal, foi realizada uma pesquisa qualitativa, do tipo bibliográfica, com os dados sendo constituídos a partir do Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES. Os resultados mostram que o uso das controvérsias sociocientíficas como forma de compreender a natureza da ciência é escasso. No entanto, os dados indicam que esta se constitui em abordagem ideal para discutir a natureza da ciência de forma contextualizada e atual. Argumentamos que, dado tal potencial, se faz necessário formar os docentes para utilizar as controvérsias sociocientíficas em suas aulas, bem como, muni-los de exemplos práticos para tal.

PALAVRAS-CHAVE: Questões sociocientíficas. Epistemologia da Ciência. Ensino de Ciências.

ABSTRACT: Researchers and educators in the area of science education agree on the importance of citizens understanding how science is built and what aspects it constitutes, internally and externally, aspects that are understood in the scope of studies on the nature of science. To this end, researchers in the field have been studying and evaluating teaching strategies and approaches that can allow the achievement of such an understanding. One of these strategies corresponds to the discussion of socioscientific issues, which has been gaining prominence in the international literature. Thus, the objective of this work is to analyze whether and how socioscientific issues are used by Brazilian researchers to address the nature of science. To this end, a qualitative research was carried out, of a bibliographic type, with the data being constituted in the CAPES Thesis and Dissertations Catalog. The results show that the use of socioscientific issues as a way of understanding the nature of science is scarce. However, the data indicate that this is the ideal approach to discuss the nature of science in a contextualized, real and current way. We indicate that it is necessary to train teachers to use such an approach and to provide them with practical examples.

KEY WORDS: Socioscientific issues. Epistemology of science. Science Education.

Introdução

A pandemia da COVID-19 mostrou o quanto a ciência e a tecnologia são importantes na vida das pessoas de várias formas. Os professores estão aprendendo a usar ferramentas variadas para as aulas e atividades remotas, os comerciantes estão buscando formas de vender seus produtos online, os cientistas em busca de uma vacina e de um tratamento eficiente para a COVID-19, a Organização Mundial da Saúde (OMS) tentando entender como ocorre a transmissão da doença, entre tantas outras situações. No entanto, a população entende o que é a ciência, como se desenvolve e de que maneira interfere na vida das pessoas?

Pesquisa recente do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE, 2019) indicou que a maioria dos brasileiros não tem conhecimento de conceitos científicos básicos, por exemplo, 73% dos entrevistados acham que antibióticos matam vírus. Além disso, 73% da população considera que a ciência e a tecnologia são sempre benéficas ou trazem mais benefícios que malefícios. Estes dados demonstram que as respostas às perguntas anteriores podem ser negativas ou, no mínimo, incompletas. Isso ocorre por falta de conhecimento a respeito de como se dá a construção da ciência e quais aspectos a constituem, interna e externamente, aspectos estes compreendidos no âmbito dos estudos sobre natureza da ciência (NdC). Portanto, é preciso pensar em estratégias didáticas que ajudem os estudantes a compreender a ciência. Uma alternativa possível é a inclusão de reflexões e discussões relativas às controvérsias sociocientíficas (CSC).

As CSC são assuntos de cunho científico e tecnológico, que envolvem questões sociais, econômicas, políticas, ambientais, morais e éticas, entre outras. Por isso, podem tornar-se controversas e polêmicas, necessitando de diálogo e reflexão por parte da população, já que não podem ser resolvidas apenas com dados técnicos (Hilário & Reis, 2009). Todavia, para que tais reflexões ocorram, se faz necessário que os cidadãos recebam na escola uma formação capaz de habilitá-los a compreender os aspectos que envolvem a construção da ciência e seus impactos no ambiente. Nesse sentido, a literatura internacional (Karisan & Zeidler, 2017) vem mostrando que utilizar CSC pode constituir-se em importante metodologia para compreender a NdC de forma contextualizada. Todavia, no Brasil, a abordagem das CSC ainda não é muito conhecida pelos professores (Krupczak & Aires, 2019). Por essa razão, consideramos que buscar analisar se e como as CSC são usadas pelos pesquisadores brasileiros para abordar a NdC, pode constituir-se em uma contribuição significativa para a área de ensino de ciências brasileira, sendo este, portanto, o objetivo desta pesquisa.

Uma breve revisão sobre a natureza da ciência e as controvérsias sociocientíficas

A natureza da ciência (NdC) vem sendo abordada na educação científica, segundo Matthews (2012), desde a segunda metade do século XIX (inicialmente não com o nome natureza da ciência). Portanto, já é um assunto bem estabelecido na pesquisa educacional (Lederman, 2007; Krupczak & Aires, 2018). No entanto, apesar dos muitos anos de pesquisa, ainda não existe uma definição final, aceita por todos os pesquisadores, para a NdC. Tal desacordo está relacionado com o próprio caráter dinâmico e complexo da ciência (Lederman, 2007). Mas, uma das definições mais conhecidas e que resume o que é a NdC é a de McComas, Clough e Almazroa:

A natureza da ciência é uma arena híbrida fértil, que combina aspectos de vários estudos sociais da ciência, incluindo a história, a sociologia e a filosofia da ciência, combinados com pesquisas das ciências cognitivas, como a psicologia, em uma descrição rica do que é a ciência, como ela funciona, como os cientistas operam como um grupo social e como a própria sociedade se dirige e reage aos esforços científicos. A interseção dos vários estudos sociais da ciência é onde a visão mais rica da ciência é revelada para aqueles que têm a oportunidade única de

apreciar o cenário (McComas, Clough & Almazroa, 1998, p. 4, tradução nossa).

Ou seja, a NdC envolve a compreensão do processo de construção do conhecimento científico em seu momento histórico, cultural e social.

Já existe consenso entre os pesquisadores e educadores de ciências de que a NdC deve estar presente nas escolas (McComas *et al.*, 1998; Pérez, Montoro, Alís, Cachapuz & Praia, 2001; Lederman, 2007; Matthews, 2012; Clough & Olson, 2012; Fernandes, Rodrigues & Ferreira, 2018). Mas, a ciência é bastante complexa e variada, então, o que deve ser ensinado ou discutido com os estudantes da Educação Básica sobre a NdC? Pensando nisso, estabeleceu-se na literatura a chamada visão consensual. Ela baseia-se na ideia de que, apesar das discordâncias, existem alguns pontos acerca do desenvolvimento da ciência que são aceitos e defendidos pela maioria dos pesquisadores. Segundo Lederman (2007), existem sete aspectos consensuais principais:

1. A observação é a base do conhecimento científico, mas, os cientistas também usam a imaginação e criatividade. As explicações criadas por eles não são cópias fiéis da realidade.
2. A observação não é neutra, ela é carregada de teoria e subjetividade. Aquilo que os cientistas veem, ou não, em um experimento e a forma como interpretam os dados, dependem do seu referencial teórico, das suas experiências prévias e das expectativas que eles têm.
3. O conhecimento científico não é uma verdade absoluta. Ele sofre modificações com o passar do tempo, em função das novas observações que são feitas e dos avanços que as tecnologias e as teorias trazem.
4. Observação é diferente de inferência. A primeira é a descrição daquilo que os sentidos ou extensões deles captam. A segunda é a interpretação que os cientistas fazem dos dados.
5. Leis e teorias são diferentes. A primeira são afirmações que fazem associações entre dados (como a Lei de Boyle, que associa pressão e volume de um gás). A segunda são explicações minuciosas de como ocorre um fenômeno (como a Teoria da Evolução).
6. A ciência e os cientistas são afetados e afetam a sociedade. Como a ciência é construída em um contexto social e cultural, ela não consegue ficar isenta de questões econômicas, políticas, morais e éticas, religiosas, ambientais, entre outros.
7. Apesar de bastante interligados, a NdC é diferente dos processos de investigação científica. Ela envolve as questões epistemológicas e as características do conhecimento científico. Já os processos de investigação são as atividades práticas, como a construção de experimentos e a observação.

Os sete aspectos descritos aqui são os principais e alguns dos mais utilizados, mas não os únicos que existem. Na verdade, Azevedo e Scarpa (2017) encontraram, em uma vasta revisão da literatura nacional e internacional, 25 aspectos consensuais diferentes, o que mostra que a compreensão sobre NdC não é uma verdade absoluta e única. No entanto, esta grande variedade é encontrada porque alguns autores misturam questões epistemológicas, sociológicas e psicológicas da ciência, enquanto Lederman (2007) utiliza apenas noções epistemológicas. Além disso, Lederman (2007) considera que os sete aspectos apresentados são acessíveis aos estudantes (fáceis de compreender), são aceitos pela maioria dos filósofos, historiadores e epistemólogos da ciência, são úteis para os cidadãos e resumem as principais características da ciência. Ademais, são mais fáceis de adaptar para o uso em sala de aula, o que os faz serem bastante utilizados.

McComas *et al.* (1998) ressaltam que as afirmações que correspondem à visão consensual são simplificações, pois as discussões acerca da NdC realizadas pelos especialistas da área são muito mais profundas e intensas. No entanto, os autores consideram que, para estudantes da Educação Básica, tais simplificações são suficientes para uma compreensão mais realista da ciência. Além

disso, nas discussões em que não existe consenso, os docentes podem apresentar ideias variadas aos alunos. Afinal, “o objetivo não é ensinar aos alunos a filosofia da ciência como uma disciplina pura, mas ajudá-los a estar cientes dos processos de desenvolvimento do conhecimento científico” (McComas *et al.*, 1998, p. 13, tradução nossa).

A visão consensual surgiu para indicar aos professores o que da NdC pode ser abordado com os estudantes. No entanto, quando Pérez *et al.* (2001) pesquisaram a forma como os docentes entendem a ciência, eles encontraram o que chamaram de visões deformadas. Estas são compreensões simplistas e pouco elaboradas da ciência, baseadas na filosofia empírico-indutivista. Segundo os autores, existem sete visões deformadas principais:

1. Empírico-indutivista e ateuca: ocorre quando se acredita que a experimentação é o que existe de mais importante na ciência. Além disso, a observação é considerada neutra, ou seja, o cientista observa sem a influência de concepções, expectativas e teorias prévias.
2. Aproblemática e ahistórica: surge quando apenas os produtos da ciência, quer dizer, seus conhecimentos são considerados importantes. Ignoram-se os problemas que os originaram e as limitações que eles têm.
3. Rígida: considera que apenas o método científico pode produzir conhecimento verdadeiro. O método é composto por uma sequência de passos que todos os cientistas seguem.
4. Acumulativa de crescimento linear: considera que o conhecimento científico está sempre aumentando e tornando-se melhor. Ignoram-se as crises e rupturas.
5. Exclusivamente analítica: acredita que cada ciência é diferente e seus problemas e teorias são isolados das outras áreas.
6. Socialmente neutra: ocorre quando se defende que a ciência e os cientistas estão acima do mal e do bem, sendo neutros em questões sociais, políticas, econômicas, ambientais, entre outros.
7. Individualista e elitista: acredita que os cientistas são gênios que trabalham sozinhos em seus laboratórios, eles são loucos e não tem vida pessoal e social.

Pérez *et al.* (2001) salientam, no entanto, que uma pessoa pode ter mais de uma visão deformada ao mesmo tempo. E, o fato de professores possuírem tais compreensões simplistas de ciência é preocupante, pois, segundo Fernandes *et al.* (2018), estas acabam sendo transmitidas aos estudantes. Clough e Olson (2012) afirmam que este tipo de imagem afeta negativamente a compreensão dos conteúdos científicos e as atitudes perante a ciência. Assim:

A presença de concepções inadequadas sobre a ciência nos diversos níveis de ensino é preocupante, dado que temas científicos estão cada vez mais presentes no cotidiano, exigindo decisões diversas do cidadão, como para avaliar criticamente se seguirá determinado tratamento de saúde, se adotará certa dieta, ou qual equipamento eletrônico comprará. Tais decisões precisam ser dotadas de sentido e, para isso, os estudantes precisam saber, por exemplo, que os cientistas também erram e que há diversas fontes de vieses no trabalho científico. Em muitas das situações corriqueiras, é necessário que os alunos saibam avaliar a qualidade de dados e argumentos para que possam tomar suas decisões [...], pois na ciência, muito mais importante do que as afirmações que são produzidas, é a forma como os cientistas geram dados e validam o conhecimento (Azevedo & Scarpa, 2017, p. 580-581).

Portanto, é fundamental investir em uma formação de professores que aborde a NdC (McComas *et al.*, 1998). Além disso, é necessário pensar em estratégias didáticas para que os docentes possam levar as reflexões sobre NdC para as aulas. Uma opção possível é pela discussão de controvérsias sociocientíficas (CSC), as quais:

[...] descrevem os dilemas da sociedade com vínculos conceituais, processuais ou tecnológicos à ciência. Muitas controvérsias sociocientíficas decorrem de dilemas envolvendo biotecnologia, problemas ambientais e genética humana. [...] os tópicos descritos pelo termo ‘controvérsias sociocientíficas’ exibem um grau único de interesse social, efeito e consequência. As controvérsias sociocientíficas são tipicamente contenciosas por natureza, podem ser consideradas a partir de uma variedade de perspectivas, não possuem conclusões simples e frequentemente envolvem moralidade e ética (Sadler & Zeidler, 2004, p. 5, tradução nossa).

Portanto, as CSC sempre estarão relacionadas às disputas entre grupos sociais, políticos e econômicos diferentes, cada qual com seus interesses, estando muito presentes nos meios de comunicação (Kolstø, 2001). Segundo Mundim e Santos (2012, p. 791), algumas características das CSC são: “[...] relacionar-se a ciência; envolver formação de opinião e escolhas; ter dimensão local, nacional ou global; envolver discussão de valores e ética; estar relacionado à vida; envolver discussão de benefícios, riscos e valores, entre outras”. Assim, o uso de agrotóxicos na produção de alimentos, o cultivo de espécies transgênicas, o aquecimento global, a clonagem, a construção de barragens para a mineração e o uso de células-tronco são exemplos de CSC.

E, justamente pelo fato das CSC envolverem reflexões sobre aspectos da ciência tão presentes na sociedade atual, é que elas apresentam grande potencial para estimular o desenvolvimento da alfabetização científica dos cidadãos (Hilário & Reis, 2009; Krupczak, Lorenzetti & Aires, 2020). A discussão sobre CSC pode auxiliar na promoção de habilidades importantes, como as apresentadas no Quadro 1 (Krupczak, 2019).

Quadro 1: Habilidades que podem ser estimuladas na discussão sobre CSC.

Habilidades sociais	Comunicação, trabalho cooperativo, debater a fundamentação das opiniões, apoio entre os indivíduos, saber escutar a opinião do outro, autoestima...
Habilidades cognitivas	Poder de argumentação, capacidade de analisar e explicar, pesquisa e recolha de informações, detecção de incoerências em dados, avaliação da credibilidade das fontes, pensar de forma crítica e formular opiniões próprias, reavaliar as próprias posições, construção de hipóteses, independência intelectual, compreender as diversas dimensões de uma situação...

Fonte: Krupczak (2019, p. 71).

Mas, neste trabalho nos interessa principalmente o fato de que as CSC podem ser usadas para facilitar a compreensão da NdC, já que no bojo desta compreensão está o processo de construção do conhecimento científico em seu momento histórico, cultural e social. (Hilário & Reis, 2009; Lederman, Antink & Bartos, 2014; Karisan & Zeidler, 2017). Nesse sentido, corroboramos a afirmação de Karisan e Zeidler (2017, p. 141, tradução nossa), de que “as CSC podem ajudar os alunos a entender aspectos da NdC que contribuem para as decisões sobre importantes questões locais, sociais e globais, para ganhar experiência na negociação de questões complexas”.

Para exemplificar nosso argumento, trazemos Lederman *et al.* (2014), que explicam como a CSC dos alimentos transgênicos pode ser usada para mostrar como as variações culturais podem influenciar no desenvolvimento de pesquisas. Os autores comparam a Europa e os Estados Unidos. Na primeira, é obrigatório rotular os produtos que contêm transgênicos, com isso, os europeus podem optar em incluir ou não tais alimentos em sua dieta. No segundo, a rotulagem não é obrigatória, portanto, os estadunidenses não podem tomar tal decisão, e não sabem o quanto consomem destes produtos. O resultado é que europeus são mais contrários aos transgênicos, exigindo que mais pesquisas sejam feitas, apoiando maior financiamento da ciência no país, cobrando ações dos seus governantes, pressionando produtores a não usar transgênicos.

Portanto, neste exemplo se percebe claramente as influências das questões políticas, econômicas, culturais, éticas, morais na ciência e na tecnologia.

No mesmo sentido, Hilário e Reis (2009), após realizar uma atividade de discussão de CSC com estudantes entre 17 e 18 anos, concluíram que:

A discussão das controvérsias sociocientíficas permitiu o acesso dos alunos a uma perspectiva da ciência distinta da que lhes é transmitida durante a maior parte das aulas de ciências – uma ciência objetiva, livre de valores e de influências. Através das atividades de discussão, a ciência surge-lhes como um campo onde nem sempre as soluções são únicas e que estabelece interações diversas com a sociedade. O facto das situações em análise se situarem na chamada ‘ciência de fronteira’, a qual se caracteriza por se constituir a partir de descobertas recentes e divergentes, para as quais não há consenso entre a comunidade científica [...] permitiu aos alunos uma visão da ciência diferente daquela a que estavam habituados (Hilário & Reis, 2009, p. 180).

Karisan e Zeidler (2017) realizaram uma revisão bibliográfica das investigações empíricas que usaram as CSC como forma de ensinar a NdC e concluíram que “não apenas o entendimento de um indivíduo sobre a NdC altera inevitavelmente a maneira como ele responde a situações envolvendo ciência, incluindo controvérsias sociocientíficas, mas também contextos de CSC que alteram a forma como os alunos respondem/entendem a NdC.” (Karisan & Zeidler, 2017, p. 147, tradução nossa). Portanto, parece haver consenso entre os pesquisadores internacionais sobre as potencialidades das CSC para a compreensão da NdC.

No entanto, frisamos que a NdC precisa ser discutida explicitamente pelos professores quando for utilizada a abordagem de CSC. Pois, a literatura já indica que o ensino explícito sobre NdC é mais efetivo do que o implícito (Abd-El-Khalick, Bell & Lederman, 1998; Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Clough, 2006; Khishfe & Lederman, 2006; Lederman, 2007; Oki & Moradillo, 2008; Eastwood *et al.*, 2012; Faria *et al.*, 2014; Khishfe, 2014). Afinal, a compreensão sobre NdC é um objetivo cognitivo, isso quer dizer que ela precisa ser explicada diretamente, como é feito com qualquer outro conteúdo escolar. É improvável que os estudantes pensem sobre NdC se não forem estimulados a tal (Abd-El-Khalick *et al.*, 1998). Por isso, este trabalho busca verificar se os pesquisadores que investigam a abordagem de CSC se preocupam com a reflexão sobre NdC.

Metodologia

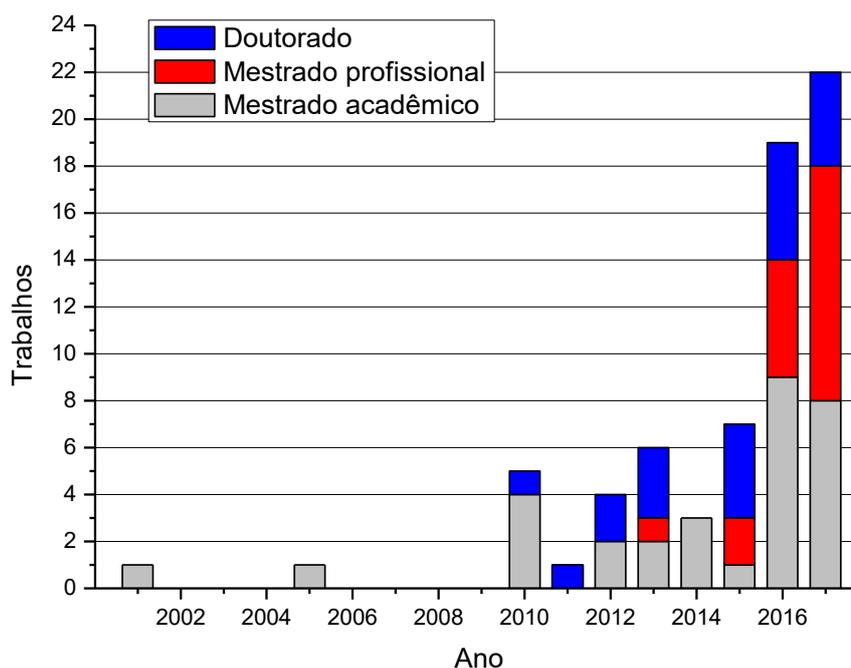
Esta é uma pesquisa qualitativa, do tipo bibliográfica, que objetiva analisar se e como as controvérsias sociocientíficas são usadas pelos pesquisadores brasileiros para abordar a natureza da ciência. De acordo com Flick (2009), pesquisas qualitativas têm como uma de suas características a reflexão dos investigadores como parte do processo de produção do conhecimento. Além disso, os dados são, em sua maioria, descritivos e o pesquisador dá grande importância ao significado que as pessoas dão às coisas. Tais características estão presentes neste estudo, como se perceberá adiante.

A pesquisa bibliográfica é um dos tipos de pesquisa qualitativa e tem como característica principal o uso de materiais já elaborados, como artigos, livros, teses e dissertações (Gil, 2002).

A primeira etapa da pesquisa bibliográfica é a escolha do tema, neste caso trata-se da compreensão da NdC no contexto das CSC. A segunda etapa corresponde à busca das fontes para a constituição dos dados. Nesta investigação a constituição dos dados ocorreu a partir do Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, sendo utilizados os seguintes termos de busca: controvérsia sociocientífica, controvérsias sociocientíficas, questão sociocientífica, questões sociocientíficas, assunto controverso, assuntos controversos, tema controverso, temas controversos, aspecto sociocientífico e aspectos sociocientíficos. Tais deveriam estar presentes

nos títulos, resumos e palavras-chave. Constituíram os dados apenas as teses e dissertações defendidas em programas de pós-graduação das áreas de avaliação Ensino ou Educação, defendidas desde 1987, ano que se inicia o catálogo, até 2017. Posteriormente, foram excluídas as pesquisas repetidas (por vezes, um mesmo trabalho é encontrado para dois ou mais termos de busca) e as que não tinham as CSC presentes nos objetivos principais da tese ou dissertação. A análise correspondeu, portanto, aos últimos 30 anos, com um total de 69 teses e dissertações, distribuídas por ano e tipo de acordo com a Figura 1. As teses e dissertações foram codificadas como Dn para as dissertações (com n variando de 1 a 49) e Tm para as teses (com m variando de 1 a 20). A lista com todas as teses e dissertações investigadas está no material complementar.

Figura 1: Distribuição das teses e dissertações conforme ano e tipo.



Fonte: Krupczak e Aires (2019, p. 283).

A terceira etapa da pesquisa bibliográfica é a leitura do material, buscando as informações mais relevantes para o objetivo da investigação. Neste caso, buscamos identificar os trechos das teses e dissertações que apresentassem atividades didáticas ou discussões envolvendo CSC e que contivessem momentos de reflexão sobre a NdC. A quarta etapa é a organização lógica do assunto, em que os pontos principais são organizados com vistas a responder o problema de pesquisa. A última etapa é a escrita do texto, em que o pesquisador estabelece relações entre as informações obtidas e o problema inicial, as quais apresentamos a seguir (Gil, 2002).

A natureza da ciência nas pesquisas sobre controvérsias sociocientíficas

Como o objetivo deste artigo é entender se, e como, as CSC são usadas para abordar a NdC, o primeiro passo foi identificar quais teses e dissertações tinham como objetivo discutir e/ou analisar e/ou desenvolver a compreensão sobre a NdC usando as CSC para tal. Das 69 pesquisas catalogadas, restaram somente quatro que apresentaram esse tipo de objetivo: D10, D23, T9 e T11.

Conforme já argumentamos, as CSC têm potencial para desmistificar as visões, denominadas por Pérez *et al.* (2001), como deformadas sobre a ciência. As controvérsias atuais (como, por exemplo, as envolvidas na liberação e uso de agrotóxicos, a legalização do aborto, a construção de barragens para mineração...) evidenciam os aspectos externos à ciência, como questões econômicas, políticas, éticas, ambientais, entre outros. Tais temas colocam em xeque uma das sete visões deformadas, que corresponde à visão socialmente neutra, uma vez que, a partir desta visão, a ciência estaria acima do bem e mal, “[...] esquecem-se as complexas relações entre ciência, tecnologia, sociedade” (Pérez *et al.*, 2001, p.133). Ou seja, na visão socialmente neutra, não se considera o que cada um desses temas implica em relação aos impactos sobre o ambiente e à sociedade. Não se problematizam as questões econômicas e políticas envolvidas, pois todas essas problemáticas ou controvérsias, estariam protegidas sob a neutralidade da entidade ciência.

As CSC também deixam claro que os cientistas não trabalham individualmente, mas sim, em coletivos, mostrando que a visão individualista e elitista, que considera os cientistas como gênios isolados que fazem descobertas ao acaso, ignorando-se o papel do trabalho cooperativo e do próprio labor do cientista, é equivocada.

Também as disputas entre os diferentes grupos de pessoas envolvidas em controvérsias atuais, mostram que os mesmos dados podem ser interpretados de formas variadas. Portanto, a observação não é neutra e as visões empírico-indutivista e ateorica e rígida não estão de acordo com a realidade do fazer científico, pois à toda observação, precede uma teoria. As CSC mostram ainda, que são os problemas enfrentados em um determinado período que fazem surgir a necessidade de buscar novos conhecimentos para o enfrentamento daquele problema. Assim, ao se conhecer a historicidade da construção de cada conhecimento, se desmistifica a visão aproblemática e ahistórica. As controvérsias também indicam que o conhecimento científico se modifica ao longo da história, logo não se constituindo de verdades absolutas. Isso porque, explicações e teorias que outrora deram conta de explicar determinados fenômenos, podem ser remodeladas, aprofundadas e, até mesmo substituídas, de modo a desconstruir visões acumulativas de crescimento linear.

Quando uma CSC é analisada percebe-se que ela não pode ser resolvida com apenas um tipo de conhecimento, várias áreas são necessárias. Isto mostra a globalidade e interligação entre os diversos ramos da ciência e, por isso, a visão analítica mostra-se inadequada.

Em razão de tudo que foi exposto, nos surpreende que tão poucas teses e dissertações tivessem como objetivo analisar as potencialidades das CSC para a discussão e compreensão da NdC. Pois consideramos que, conforme apontamos, todos os aspectos relacionados à construção da ciência estão diretamente relacionados com as CSC, tornando-se muito difícil não abordar algo sobre a NdC durante as discussões sobre questões que envolvem CSC, mesmo que implicitamente.

Os quatro trabalhos que tiveram como preocupação direta abordar a NdC no contexto das CSC estão apresentados no Quadro 2.

D10 é uma dissertação cujo objetivo é entender como um pequeno grupo de pesquisa, formado por professores de uma escola pública e pós-graduandos de uma universidade, discute as CSC e como levam estas discussões para a prática de sala de aula. Busca-se compreender como o pequeno grupo de pesquisa pode ser um espaço de formação crítica e como as CSC podem ser usadas para problematizar a NdC, sendo este segundo ponto de maior interesse para nossa investigação.

Quadro 2: Teses e dissertações que abordam a NdC no contexto das CSC.

Código	Referência
D10	SANTOS, P. G. F. O tratamento de questões sociocientíficas em um grupo de professores e a natureza do processo formativo fundamentado em uma perspectiva crítica. 209 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) - Universidade Est. Paulista Júlio de Mesquita Filho/Bauru, Bauru, 2013.
D23	MARTINS, M. R. Ensino Explícito e Integrado de Natureza da Ciência e Argumentação em um Contexto Sociocientífico para Estudos de Química do Ensino Médio. 174 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.
T9	PEDRANCINI, V. D. Percepção pública da ciência e da tecnologia dos medicamentos: subsídios para o ensino de ciências. 317 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) - Universidade Est. Paulista Júlio de Mesquita Filho/Bauru, Bauru, 2015.
T11	SIERRA, D. F. M. Compreensões sobre a natureza da ciência de licenciandos a partir da experiência com questões sociocientíficas: possibilidades para a formação inicial. 248 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) - Universidade Est. Paulista Júlio de Mesquita Filho/Bauru, Bauru, 2015.

Fonte: Elaborado pelas autoras (2020).

O grupo, formado por quatro pessoas, se reuniu 22 vezes durante nove meses. Nos encontros foram realizadas diversas atividades diferentes, como: discussão de textos, elaboração de questionários para aplicar com estudantes, escrita de um Plano Político Pedagógico para a escola, criação de um blogue, planejamento de atividades práticas para a sala de aula, discussões com estudantes e escrita de trabalho para evento.

No que se refere à NdC, os debates ocorreram mais intensamente a partir de 4 estratégias, as quais consistiam em textos que apresentavam situações controversas e perguntas iniciais para desencadear as discussões sobre a NdC, baseando-se em uma abordagem explícita (segundo Abd-El-Khalick *et al.* (1998) uma abordagem explícita é a que envolve discussão e referências diretas à NdC).

A primeira estratégia é descrita no Quadro 3.

Quadro 3: Primeira estratégia usada em D10 para abordar a NdC.

<p>É comum ouvirmos na TV, lermos na internet ou em outros meios de comunicação, propagandas de produtos que geralmente utilizam os termos: ‘Este produto é testado por especialista’; ‘Sua eficácia é cientificamente comprovada’; ‘Este produto é testado clinicamente e sua qualidade é garantida’. O que as pessoas normalmente entendem desse ‘cientificamente comprovado’? O que expressa para o cidadão comum (não cientista) esse termo ‘científico’ ou ‘cientificamente’?</p>

Fonte: D10, p. 141.

As questões colocadas permitiram o debate sobre o status da ciência e a importância dada ao método para o alcance do conhecimento científico. O autor de D10 observou que entre os professores participantes do grupo, estava bastante presente a crença no método científico, uma vez que o mencionavam sempre que queriam se posicionar sobre algo, usando o método como forma de garantir certa “confiabilidade” ao que queriam defender. No entanto, os docentes demonstraram entender a provisoriidade do conhecimento e o caráter social do empreendimento científico. Tais atitudes demonstram que os participantes do grupo têm uma compreensão difusa sobre a natureza da ciência, uma vez que apresentam tanto visões

deformadas, como visões mais contextualizadas a respeito. Todavia, este é um aspecto previsto por Pérez *et al.* (2001), quando argumentam que é comum as pessoas não terem todas as visões por eles elencadas.

A segunda estratégia usada é descrita no Quadro 4.

Quadro 4: Segunda estratégia usada em D10 para abordar a NdC.

Quando falamos de ciência, geralmente ligamos a área de conhecimento como a Física, a Biologia, a Química... O que diferem estas áreas da arte ou da astrologia, por exemplo, que normalmente não são aceitas como ciência? Como elas poderiam ser definidas, então?

Fonte: D10, p. 142.

Estas perguntas permitem discussões sobre as demarcações na ciência, sobre o que é ou não considerado conhecimento científico. A questão da demarcação subjaz à origem do método científico e às implicações deste no fazer científico. Esta questão foi amplamente debatida, especialmente pelos epistemólogos do século XX, como Feyerabend, Thomas Kuhn, Ludwik Fleck, entre outros, que questionavam os argumentos que sustentam a existência de método único para fazer ciência. Como exemplo, a partir desta demarcação a área das humanas dificilmente poderia ser enquadrada como científica, pois não 'caberia' no método.

O autor de D10 notou que os participantes do grupo demonstraram entender que pode haver diferentes métodos, porque os objetos de estudo dos diferentes ramos do saber são diferentes. No entanto, também argumentaram a favor dos testes que comprovam e garantem a confiabilidade do conhecimento científico, e que as pesquisas são realizadas com seriedade. Temos aqui outro caso do que estamos chamando de compreensão difusa sobre a natureza da ciência.

A terceira estratégia é descrita no Quadro 5.

Quadro 5: Terceira estratégia usada em D10 para abordar a NdC.

Durante milênios, a medicina foi baseada em teorias improváveis, experiências individuais, ideologias e credences populares. Bastava alguém dizer que aquela poção era boa para tratar ou prevenir determinada doença, para que todos passassem a usá-la.

Reflexos desse empirismo resistiram à passagem do tempo: ainda tomamos o remédio que a vovó receitava, chás milagrosos indicados por terceiros e assistimos à enxurrada de comerciais que apregoam, no rádio e na TV, as propriedades mágicas da vitamina C, de comprimidos que curam gripes e de uma infinidade de outras panaceias.

Condutas médicas esdrúxulas foram adotadas durante séculos, sem qualquer contestação científica. As parturientes eram obrigadas a guardar quarentena sem fazer sexo, sair de casa ou lavar a cabeça, e a tomar Malzebier para engrossar o leite. Crianças com hepatite A passavam dois meses de cama para proteger o fígado. Pessoas com mais de cinquenta anos deviam fazer repouso para poupar o coração. Vento frio nas costas provoca gripes e resfriados. [...] Hoje sabemos que o cigarro provoca câncer, que o ácido acetilsalicílico pode evitar infartos do miocárdio, que a quimioterapia aumenta os índices de cura das mulheres operadas de câncer de mama e que a atividade física é benéfica para o organismo em todas as fases da vida, porque chegamos a essas conclusões após análises estatísticas de pesquisas que envolveram milhares de participantes.

Drauzio Varella

Adaptado de: <http://drauziovarella.com.br/wiki-saude/medicina-baseada-em-evidencias/>

Algumas reflexões:

O que podemos afirmar sobre a validade dos procedimentos adotados corriqueiramente e os procedimentos aconselhados pelos médicos?

A lobotomia (ou leucotomia), por exemplo, é hoje considerado um procedimento bárbaro, porém rendeu ao neurologista português Egas Moniz, em 1949, o Prêmio Nobel de Fisiologia ou Medicina pelo desenvolvimento desta técnica. A lobotomia consiste na inserção de um instrumento cortante no cérebro por meio de duas cavidades no crânio, uma de cada lado da cabeça. Por meio no manuseio deste 'instrumento cirúrgico', os lobos frontais eram desligados do resto do cérebro, o que, segundo os médicos, se converteria em cura aos esquizofrênicos, fóbicos e outros diagnosticados com alguma doença mental. Depois de muitas críticas e uma sucessão de poucos sucessos e muitos fracassos, que perdurou por aproximadamente 20 anos, a técnica foi abandonada.

O que confere o status de barbaridade à lobotomia nos dias de hoje?

Apesar de ter rendido um Prêmio Nobel, que possui certa credibilidade, a técnica foi abandonada 20 anos depois. O que podemos dizer sobre a pouca longevidade do procedimento?

Depois que a URSS proibiu as lobotomias em 1953, um artigo do New York Times mencionou o psiquiatra soviético Dr. Nicolai Oseresky ao dizer, durante uma reunião da Federação Mundial de Saúde Mental, que as lobotomias 'violam os princípios da humanidade' e transformam 'uma pessoa insana' em 'um idiota'. O que podemos dizer sobre os valores envolvidos na pesquisa em lobotomia?

Fonte: D10, p. 142-143.

Tais questões permitem debater sobre hipóteses e/ou teorias científicas, status do conhecimento científico, demarcação entre ciência e conhecimento popular, desenvolvimento científico e a ética científica. O autor de D10 concluiu que os docentes se reportaram à objetividade do cientista e que esta garantiria a credibilidade do conhecimento. No entanto, eles também perceberam que o fato da técnica da lobotomia ter sido aceita por pouco tempo, mostra que as teorias científicas não são verdades absolutas, mas tentativas de explicar o mundo, as quais podem ser alteradas conforme o surgimento de novos estudos e dados. Os professores, participantes do grupo, entenderam que princípios éticos e valores sociais influenciam a prática científica. As manifestações desses professores nos permite novamente argumentar que se trata de uma compreensão difusa sobre a natureza da ciência.

A quarta estratégia usada para abordar a NdC com os professores é apresentada no Quadro 6:

Quadro 6: Quarta estratégia usada em D10 para abordar a NdC.

Texto para o desenvolvimento do debate:

O dilema da bioprospecção no Brasil, por Aray P. Nabuco, 13 de junho de 2012, Revista Caros Amigos.

Algumas reflexões:

No texto, a pesquisadora Cecília Nunes se posiciona pela revisão da medida provisória a fim de que haja uma 'flexibilização para que de fato a lei fomente (e não proíba) a bioprospecção ética'.

O que podemos apontar sobre a influência do Estado no desenvolvimento científico? Qual caminho de regulação da atividade científica seria mais legítimo: do Estado para a comunidade científica ou da comunidade científica para o Estado?

É possível o Estado atravancar grandes empreendimentos científicos e tecnológicos por conta de leis mal propostas? Por outro lado, é possível que se fira princípios éticos fundamentais caso a própria ciência se autorregule?

O Art.4º, Capítulo 1, da Medida Provisória nº 2.186-16, de 23 de agosto de 2001, expressasse da seguinte maneira:

“É preservado o intercâmbio e a difusão de componente do patrimônio genético e do conhecimento tradicional associado praticado entre si por comunidades indígenas e comunidades locais para seu próprio benefício e baseados em prática costumeira”.

Os itens I, II e V do Art. 7º, Capítulo 2, definem patrimônio genético, conhecimento tradicional associado e acesso ao conhecimento tradicional associado:

“ I - patrimônio genético: informação de origem genética, contida em amostras do todo ou de parte de espécime vegetal, fúngico, microbiano ou animal, na forma de moléculas e substâncias provenientes do metabolismo destes seres vivos e de extratos obtidos destes organismos vivos ou mortos, encontrados em condições *in situ*, inclusive domesticados, ou mantidos em coleções *ex situ*, desde que coletados em condições *in situ* no território nacional, na plataforma continental ou na zona econômica exclusiva; II - conhecimento tradicional associado: informação ou prática individual ou coletiva de comunidade indígena ou de comunidade local, com valor real ou potencial, associada ao patrimônio genético; V - acesso ao conhecimento tradicional associado: obtenção de informação sobre conhecimento ou prática individual ou coletiva, associada ao patrimônio genético, de comunidade indígena ou de comunidade local, para fins de pesquisa científica, desenvolvimento tecnológico ou bioprospecção, visando sua aplicação industrial ou de outra natureza”.

O que podemos afirmar sobre a validade e a necessidade do ‘acesso ao conhecimento tradicional associado’ para o desenvolvimento científico, vistas pela lógica da ciência e pela lógica legal (que concede o direito às comunidades de decidir sobre a utilização desse conhecimento)?

Considerando que as comunidades locais não tenham conhecimento científico do patrimônio genético (apenas o tradicional), é legítimo que os mesmos possam, legalmente, influenciar e até vetar os rumos da pesquisa científica?

Fonte: D10, p. 144-145.

Esta estratégia permite refletir sobre a diferença entre conhecimento científico e popular, a supremacia do primeiro sobre o segundo, bem como a influência de fatores externos, como Estado e a sociedade, sobre as pesquisas e desenvolvimento científico. Sobre esta estratégia, o autor de D10 observou que para os docentes, os conhecimentos populares podem contribuir com a ciência, ou seja, que é possível unir saberes populares e científicos para construir conhecimento, desde que sejam respeitadas as questões éticas e os valores sociais, o que pode ser garantido pela regulação do Estado com leis. No entanto, as sobreposições são complexas e precisam ser bem discutidas.

Segundo o autor de D10, as estratégias usadas contribuíram para a compreensão da NdC:

Os elementos da Natureza da Ciência e da Tecnologia indicaram bom trânsito dos professores sobre o assunto. Isso não significa que os professores conheçam as perspectivas teóricas envolvidas, mas sabem falar, se posicionar e discutir, com mobilização de conhecimentos experienciais e da formação. Seguramente podemos afirmar isso por conta da ampliação dos aspectos da Natureza da Ciência e da Tecnologia suscitados pelas abordagens. O que foi previsto, em termos de elementos, foi superado e acrescentado. A polifonia do grupo contribui para essa riqueza de conhecimentos (D10, p. 192).

A participação no grupo de pesquisa, segundo o autor de D10, fez com que os docentes refletissem sobre sua prática didática e que eles percebessem a necessidade de aprofundamento teórico, principalmente no que diz respeito às CSC e à NdC. Portanto, mostrou-se uma estratégia útil para a formação continuada de professores.

A D23 teve como objetivo entender como um ensino explícito da NdC e da argumentação pode favorecer o desenvolvimento de compreensões mais adequadas sobre a ciência e como este

ensino pode influenciar o raciocínio argumentativo dos estudantes. Para tanto, analisou a aplicação de uma das sequências didáticas desenvolvidas pelos licenciandos participantes do PIBID (Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência) de uma universidade pública federal. A sequência investigada foi desenvolvida em uma turma de 1º ano de Ensino Médio de uma escola pública, sob orientação da professora supervisora. O tema da sequência didática foi alimentos transgênicos, que foi escolhido, segundo a autora, por ser polêmico e permitir a discussão de aspectos da NdC e, desse modo, com potencial para fomentar a argumentação e compreensão da NdC.

A sequência didática foi estruturada em 14 aulas de 50 minutos, as quais se dividiram em três momentos principais. No primeiro momento, antes do início das atividades, foram espalhados cartazes sobre os alimentos transgênicos pela escola, com o intuito de despertar o interesse dos estudantes pelo tema. Nas primeiras aulas, os alunos participaram de um lanche oferecido pelas licenciandas, em que uma parte das comidas era transgênica e outra não. O objetivo era perceber se os educandos olhariam para os rótulos, que estavam ao lado dos alimentos. As professoras perguntaram aos alunos como eles selecionavam o que compravam para comer, tendo a maioria manifestada que sua escolha era de acordo com o preço e qualidade. Então, as docentes explicaram que os rótulos contêm informações importantes e citou o símbolo dos transgênicos, perguntando aos estudantes se sabiam o que ele representava, sendo que a maioria demonstrou não ter conhecimento. Posteriormente, as professoras passaram dois vídeos, que explicavam o que são os transgênicos. Em seguida foi feita uma breve discussão e alguns aspectos da NdC já foram introduzidos. Por exemplo, a docente perguntou aos educandos se os cientistas apenas descobriam as coisas que já estavam prontas na natureza ou se o ser humano interferia, ela também questionou como são desenvolvidos novos produtos, a exemplo dos transgênicos, e a presença de certezas e controvérsias na ciência.

No segundo momento da sequência didática, os estudantes leram e discutiram um texto que apresentava evidências de que um crânio encontrado era de Copérnico. Eles deveriam discutir e decidir se as evidências apresentadas eram suficientes para afirmar isto. Neste momento, foram abordados alguns aspectos da NdC, como as metodologias científicas, a não neutralidade da observação, o que pode tornar observações em evidências, a argumentação e justificação científica, entre outros. Ao final a docente ressaltou que a situação vivenciada por eles, no caso do suposto crânio de Copérnico, era parecida com o que acontecia com os transgênicos, ou seja, são necessárias evidências para chegar a uma conclusão.

A sequência didática terminou com um júri simulado, terceiro momento. Nesta atividade, metade da sala deveria defender o investimento em pesquisas sobre alimentos transgênicos e a outra metade deveria ser contra. Então, os alunos deveriam pesquisar sobre o tema e construir argumentos. Ao longo desta atividade, outros aspectos da NdC foram incorporados explicitamente pelos alunos e professoras, como a influência de fatores externos na ciência, o caráter coletivo do desenvolvimento científico, como são os cientistas, entre outros.

A autora de D23 concluiu que:

[...] a abordagem integrada e explícita de NC [Natureza da Ciência] e argumentação em contexto sociocientífico favoreceu o desenvolvimento de uma visão ampla sobre a ciência nos estudantes investigados. Isso porque a visão destes sobre a ciência era restrita e ingênua no início do processo, visto que eles avaliaram que a ciência não influenciava suas vidas, não reconheceram a existência de diferentes influências (política, social, ambiental, econômica, ética) no processo de desenvolvimento de um produto científico e apenas explicitaram a influência de interesses econômicos e éticos no processo de disseminação de um produto científico, sendo que o aspecto ético não foi justificado. Por outro lado, durante o júri simulado, percebemos

que os estudantes expressaram características da ciência mais adequadas e amplas do que as apresentadas no início do processo, isto é, explicitaram vários aspectos que foram coerentes com a ciência e estabeleceram relações entre diferentes esferas (D23, p. 147).

Pelos argumentos apresentados, consideramos que a pesquisa de D23 é mais um indicativo das potencialidades da discussão de CSC para a compreensão da NdC no contexto do Ensino Médio.

A pesquisa T9 buscou entender como as pessoas percebem a ciência e a tecnologia envolvida na produção de medicamentos. Para tanto, a pesquisadora desenvolveu um questionário, que foi aplicado a 551 cidadãos de vários bairros de Maringá (PR). A pesquisa seguiu uma abordagem quantitativa e estatística. O questionário utilizado desenvolvido pela autora de T9 foi validado por dois testes piloto e tinha por objetivo identificar: as características socioeconômicas da amostra, onde as pessoas buscavam informações sobre os medicamentos, como a população se relaciona com os medicamentos, o interesse dos indivíduos sobre o tema, bem como a importância que dão a ele, a quantidade e qualidade do conhecimento científico que as pessoas possuem sobre os medicamentos e as relações que elas fazem entre ciência e conhecimento.

Os dados constituídos pela autora de T9 mostraram que, entre a população com melhores condições de vida, a fonte de informação mais usada é a internet. Por outro lado, as pessoas mais carentes usam a bula, o farmacêutico e o médico. Os indivíduos que têm mais interesse no tema dos medicamentos são os idosos, as mulheres e as pessoas mais carentes.

Os resultados apontaram que a população possui visões deformadas de ciência (Pérez *et al.*, 2001). Independentemente do nível de escolaridade, as pessoas não conseguem perceber os interesses particulares das indústrias farmacêuticas e acreditam que os medicamentos são produtos de um conhecimento científico verdadeiro. Segundo a pesquisadora, isto ocorre porque o ensino de ciências “[...] é insuficiente para promover a aprendizagem que ultrapasse a abrangência conceitual, não possibilitando a compreensão crítica e consciente acerca dos medicamentos e de outras aplicações da C&T presentes em nosso dia a dia” (T9, p. 216). Desta forma,

[...] foi possível concluir que a percepção sobre a C&T dos medicamentos sofre maior influência da vivência dos indivíduos em conflitos e tentativas de solução dos problemas concretos relacionados ao tema, e pouco tem sido influenciada pelo nível de escolaridade dos indivíduos, mesmo após vários anos de estudo e transcorrendo diversos níveis de escolaridade (T9, p. 216).

Esta pesquisa evidencia a importância e a necessidade de incluir a compreensão sobre a NdC de forma mais ativa na educação científica, pois, este conhecimento se mostra necessário no entendimento de CSC do cotidiano dos cidadãos.

A pesquisa T11 teve como objetivo entender como licenciandos de diversas áreas compreendem a NdC e como a discussão de uma CSC pode alterar estas compreensões e contribuir para a formação inicial de professores.

A pesquisadora criou uma disciplina optativa sobre formação de professores em questões sociocientíficas, na *Universidad Distrital Francisco José de Caldas*, que fica em Bogotá, Colômbia. Participaram 14 licenciandos de Biologia, Pedagogia, Inglês e Ciências Sociais. A disciplina contou com 25 aulas, nas quais foram realizadas discussões de textos, notícias e vídeos, abordando conceitos gerais sobre as CSC e a NdC. Também foi escolhida uma controvérsia específica (diagnóstico genético de pré-implantação) para ser abordada com mais profundidade e entendida como possibilidade didática.

Aspectos da NdC também foram debatidos, especialmente na discussão sobre o diagnóstico genético de pré-implantação, como: a ética científica, as influências sociais, econômicas e

políticas que os cientistas sofrem, as evidências e as justificações científicas, o trabalho coletivo, as metodologias, a diferença entre ciência e não-ciência, entre outros.

Na segunda aula os alunos preencheram um questionário, para que a pesquisadora entendesse as concepções que eles possuíam de ciência. Quase metade dos estudantes apresentaram visões deformadas. Além disso, as compreensões mais restritas eram dos licenciandos de Pedagogia e Inglês, provavelmente, porque nestes cursos não existem disciplinas para discutir a ciência. Mas, no final da disciplina:

Os posicionamentos éticos dos licenciandos nos possibilitaram caracterizar avanços na sua compreensão da NdC, pois o entendimento de aspectos éticos eram desconsiderados no início da disciplina. Assim, a análise da mudança de noção de vida e de ser humano desencadearam a ideia de que a atividade científica atual está fortemente influenciada por discussões públicas sobre os limites de seu desenvolvimento, o que está ligado a determinados interesses do poder político e econômico. Nestes termos, a ciência é considerada pelos licenciandos segundo uma visão mais humana, com erros e valores e com uma importante responsabilidade social no sentido de que cabe ao Estado e aos cidadãos problematizá-la e regulá-la, de forma que a tecnocracia é questionada para abrir as possibilidades de participação (T11, p. 214).

Estes resultados indicam que as CSC também podem ser bastante úteis na compreensão da NdC no contexto da formação inicial de professores.

As quatro pesquisas analisadas aqui indicam que as CSC podem ser utilizadas como contexto real e atual para refletir sobre a NdC. Os indivíduos podem compreender com mais facilidade como funciona a ciência e quais seus benefícios e limitações.

Conclusão

Consideramos que o objetivo desta pesquisa, que foi o de analisar “se”, e “como” as CSC são usadas pelos pesquisadores brasileiros para abordar a NdC, foi alcançado. No que se refere a “se”, os resultados mostram que são pouquíssimos os trabalhos que aproveitam as potencialidades das CSC para abordar a NdC, o que deve servir de alerta para que professores/pesquisadores, ao trabalharem com as CSC, incluam as reflexões sobre NdC de modo explícito em suas aulas e estratégias didáticas. No que se refere ao “como”, D10, D23 e T11 usaram abordagens explícitas, baseadas na discussão de textos. Já T9 usou uma CSC como pano de fundo para identificar as visões de ciência dos cidadãos de Maringá. Como o número de trabalhos encontrados não foi expressivo, a variedade de estratégias também foi reduzida. Mas, na literatura existem outras abordagens, como o uso de experimentos e de casos históricos.

Entre as quatro teses e dissertações encontradas, apenas uma, D23, teve como público os alunos do Ensino Médio. Outras duas, D10 e T11, focaram na formação de professores e T9 na população em geral. Mesmo com públicos diferentes, as quatro pesquisas demonstraram que as CSC podem facilitar a compreensão da NdC. Adicionalmente, no caso específico de D23, a realização de um júri simulado permitiu aos alunos perceber que eles são cidadãos e que, por isso, podem contribuir com os processos de tomada de decisão que ocorrem na sociedade. Além disso, os estudantes puderam entender a NdC de forma prática, contextualizada e diretamente relacionada com suas vidas.

Karisan e Zeidler (2017) realizaram uma revisão da literatura como a deste artigo, mas no âmbito das principais revistas internacionais de Educação Científica. Os autores também encontraram um número relativamente pequeno de trabalhos (sete) e também encontraram indícios que as CSC fornecem o contexto ideal para a compreensão adequada da NdC. Karisan e Zeidler (2017, p.

139, tradução nossa) afirmam que “ao longo das últimas três décadas, a premissa fundamental da educação científica não é ensinar mais e mais conteúdo, mas sim focar o que é essencial para a alfabetização científica e ensiná-la de forma mais eficaz e de maneira autêntica aos alunos”. Assim, defende-se neste artigo que as CSC representam uma abordagem eficiente para a alfabetização científica, pois, permitem a compreensão dos conteúdos científicos, da NdC e das relações ciência-tecnologia-sociedade, todas de forma contextualizada.

Entretanto, percebe-se que são poucos os professores que utilizam a abordagem das CSC, especialmente para iniciar discussões sobre a NdC. Isto pode ocorrer porque eles não se sentem seguros para realizar tais atividades, por falta de conhecimento sobre elas. Portanto, é fundamental que a formação inicial e continuada de professores aborde a estrutura didática das CSC. Além disso, existem poucos exemplos de propostas didáticas que os docentes possam usar como modelo. Assim, espera-se que esta investigação divulgue o potencial das CSC para a compreensão da NdC e estimule a produção de novas pesquisas, em particular as voltadas para a educação básica.

O mundo contemporâneo tem como característica a presença massiva da ciência e tecnologia e as CSC são cada vez mais comuns, é difícil ver um jornal e não se deparar com elas. Portanto, os cidadãos precisam entender as contribuições e limitações da ciência e como ela pode ser fundamental para enfrentar os desafios atuais e futuros. A compreensão e a tomada de decisão sobre CSC dependem de vários fatores relacionados à NdC, como a interpretação que os estudantes fazem dos dados, o que consideram boas evidências e como percebem as interações sociais presentes na ciência. Uma educação científica que preza apenas os produtos da ciência ignora a ciência do mundo real, criando imagens simplistas do empreendimento científico. Assim, é fundamental proporcionar aos estudantes uma compreensão dos problemas reais, eles precisam estar preparados para tomar decisões, logo, os currículos de ciências devem incluir a NdC e as CSC.

Referências

- Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Lederman, N. G. (1998). The nature of science and instructional practice: making the unnatural natural. *Science Education*, 82(4), 417-436.
- Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Improving science teachers' conceptions of nature of science: A critical review of the literature. *International journal of science education*, 22(7), 665-701.
- Azevedo, N. H., & Scarpa, D. L. (2017). Revisão sistemática de trabalhos sobre concepções de natureza da ciência no ensino de ciências. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 17(2), 579-619.
- Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE). (2019). *Percepção pública de C&T no Brasil*: resumo executivo. Brasília.
- Fernandes, G. W. R., Rodrigues, A. M., & Ferreira, C. A. R. (2018). Elaboração e validação de um instrumento de análise sobre o papel do cientista e a natureza da ciência e da tecnologia. *Investigações em Ensino de Ciências*, 23(2), 256-290.
- Clough, M. P. (2006). Learners' responses to the demands of conceptual change: Considerations for effective nature of science instruction. *Science & Education*, 15(5), 463-494.
- Clough, M. P., & Olson, J. K. (2012). Impact of a nature of science and science education course on teachers' nature of science classroom practices. In: Khine, M. S. (Ed.). *Advances in nature of science research*. Springer, Dordrecht, 247-266.

- Eastwood, J. L., Sadler, T. D., Zeidler, D. L., Lewis, A., Amiri, L., & Applebaum, S. (2012). Contextualizing nature of science instruction in socioscientific issues. *International Journal of Science Education*, 34(15), 2289-2315.
- Faria, C., Freire, S., Galvão, C., Reis, P., & Figueiredo, O. (2014). "Como trabalham os cientistas?": potencialidades de uma atividade de escrita para a discussão acerca da natureza da ciência nas aulas de ciências. *Ciência & Educação (Bauru)*, 20(1), 1-22.
- Flick, U. (2009). Pesquisa qualitativa: por que e como fazê-la. In: Flick, U. *Introdução à pesquisa qualitativa*. 3. ed. (pp. 20-38). Porto Alegre: Artmed.
- Gil, A. C. (2002). *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas.
- Reis, P., & Hilário, T. (2009). Potencialidades e limitações de sessões de discussão de controvérsias sociocientíficas como contributos para a literacia científica. *Revista de Estudos Universitários*, 35(2), 167-183.
- Karisan, D., & Zeidler, D. L. (2017). Contextualization of nature of science within the socioscientific issues framework: A review of research. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 5(2), 139-152.
- Khishfe, R. (2014). Explicit nature of science and argumentation instruction in the context of socioscientific issues: An effect on student learning and transfer. *International Journal of Science Education*, 36(6), 974-1016.
- Khishfe, R., & Lederman, N. (2006). Teaching nature of science within a controversial topic: Integrated versus nonintegrated. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(4), 395-418.
- Kolstø, S. D. (2001). Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. *Science Education*, 85(3), 291-310.
- Krupczak, C. (2019). *Natureza da ciência nas pesquisas sobre controvérsias sociocientíficas: o estado do conhecimento no contexto brasileiro*. Dissertação de Mestrado em Educação em Ciências e em Matemática – Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- Krupczak, C., & Aires, J. A. (2018). Natureza da ciência: o que os pesquisadores brasileiros discutem?. *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, 14(32), 19-32.
- Krupczak, C., & Aires, J. A. (2019). Controvérsias sociocientíficas: uma análise da produção acadêmica brasileira. *VIDYA*, 39(1), 277-290.
- Krupczak, C., Lorenzetti, L., & Aires, J. A. (2020). Controvérsias sociocientíficas como forma de promover os eixos da alfabetização científica. *Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia*, 9(1), 1-20.
- Lederman, N. G. (2007). Nature of science: Past, present, and future. In: Abell, S. K., Lederman, N. G. (Ed.). *Handbook of research on science education*. NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 831-879.
- Lederman, N. G., Antink, A., & Bartos, S. (2014). Nature of science, scientific inquiry, and socio-scientific issues arising from genetics: A pathway to developing a scientifically literate citizenry. *Science & Education*, 23(2), 285-302.
- Matthews, M. R. (2012). Changing the focus: from nature of science to features of science. In: Khine, M. S. (Ed.). *Advances in nature of science research*. Dordrecht: Springer, 3-26.
- McComas, W. F., CLOUGH, M. P., & ALMAZROA, H. (1998). The role and character of the nature of science in science education. In: McComas, W. F. (Ed.). *The nature of science in science education: rationales and strategies*. New York: Kluwer Academic Publishers, 3-40.

Mundim, J. V., & Santos, W. L. P. D. (2012). Ensino de ciências no ensino fundamental por meio de temas sociocientíficos: análise de uma prática pedagógica com vista à superação do ensino disciplinar. *Ciência & Educação (Bauru)*, 18(4), 787-802.

Oki, M. D. C. M., & Moradillo, E. F. D. (2008). O ensino de história da química: contribuindo para a compreensão da natureza da ciência. *Ciência & Educação (Bauru)*, 14(1), 67-88.

Pérez, D. G., Montoro, I. F., Alís, J. C., Cachapuz, A., & Praia, J. (2001). Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação (Bauru)*, 7(2), 125-153.

Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2004). The morality of socioscientific issues: Construal and resolution of genetic engineering dilemmas. *Science Education*, 88(1), 4-27.