

REDEQUIM

Revista Debates em Ensino de Química

ISSN 2447-6099

15

CONTROVÉRSIAS SOCIOCIENTÍFICAS EM PESQUISAS DESENVOLVIDAS EM PORTUGAL: UM ESTUDO SOBRE AS POTENCIALIDADES E LIMITES NA PROMOÇÃO DA REFLEXÃO SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA

Socioscientific Issues in Researches Carried Out in Portugal: A Study About Potentialities and Limits in Promoting Reflection About Nature of Science

RESUMO

A inserção de abordagens sobre a Natureza da Ciência (NdC) no Ensino de Ciências tem recebido atenção por parte de documentos oficiais, bem como de pesquisadores da área, uma vez que esta pode possibilitar que o aluno compreenda a construção do conhecimento científico como um processo histórico, em estreita relação com as condições sociais, políticas e econômicas de uma determinada época. Todavia, a implementação de abordagens que possibilitem reflexões sobre NdC ainda é um desafio. Tendo por base tais argumentos, este estudo tem como objetivo investigar quais as potencialidades e/ou limites das Controvérsias Sociocientíficas na promoção da reflexão sobre a Natureza da Ciência. A constituição dos dados foi realizada a partir de um mapeamento das teses e dissertações desenvolvidas no Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, na área de ensino de ciências, no período de 2009 a 2019 e subsequente envio de uma questão aos pesquisadores: “Com base na tese ou dissertação que realizou, qual ou quais são as potencialidades e/ou limites da sua investigação na promoção da reflexão sobre Natureza da Ciência?”. Portanto, o corpus desta investigação corresponde às respostas dadas pelos pesquisados a esta questão, sendo a análise realizada por meio da Análise Textual Discursiva (ATD). Quanto aos resultados, no que se refere às potencialidades, esteve em primeiro plano a instrumentalização para intervenção social, bem como o desenvolvimento da comunicação oral e escrita. Em relação às limitações, foram citadas dificuldades na gestão do tempo, currículos muito extensos e lacunas relativas à formação de professores.

Palavras-Chave: Ensino de ciências. Natureza da ciência. Controvérsias sociocientíficas.

ABSTRACT

The insertion of approaches on the Nature of Science (NOS) in Science Education has been receiving attention from official documents, as well as from researchers in the area, since it can enable students to understand the construction of scientific knowledge as a historical process, in a direct relation with the social, political and economic conditions of a given time. However, the implementation of approaches that allow reflections on NOS is still a challenge. Based on such arguments, this study aims to investigate what are the potentials and/or limits of Socioscientific Controversies in promoting reflection on the Nature of Science. The constitution of the data was carried out based on a mapping of the theses and dissertations developed at the Institute of Education of the University of Lisbon, in the area of science teaching, in the period from 2009 to 2019 and subsequent sending of a question to the researchers: “Based on in your thesis or dissertation, what are the potentials and/or limits of your research in promoting a reflection on Nature of Science?”. Therefore, the corpus of this investigation corresponds to the answers given by the respondents to this question and the analysis is carried out through the Discursive Textual Analysis (DTA). As for the results, regarding the potentialities, the instrumentalization for social intervention was at the forefront, as well as the development oral and written communication. Regarding the limitations, difficulties in time management, very long curricula and gaps related to teacher training were mentioned.

Keywords: Science teaching. Nature of Science. Socioscientific controversies.

Joanez Aires

joanez.ufpr@gmail.com

Universidade Federal do Paraná (UFPR)
<http://orcid.org/0000-0002-2925-0826>

Pedro Reis

preis@ie.ulisboa.pt

Universidade de Lisboa (UL)
<https://orcid.org/0000-0002-9549-2516>



INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o uso didático da Natureza da Ciência (NdC) tem sido recomendado por diversos pesquisadores, nacionais e estrangeiros, que investigam as potencialidades desta abordagem na educação em ciências (MATTHEWS, 1995; McCOMAS, 2000; GIL-PÉREZ *et al.*, 2001; FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011; GALVÃO; REIS; FREIRE, 2011; PEDUZZI; SILVA; AIRES, 2014; BARBOSA; AIRES, 2018).

Abordagens sobre a NdC permitem que o aluno desenvolva uma concepção mais crítica em relação à Ciência, compreendendo como e quais fatores influenciam sua construção. Nesse sentido, tal abordagem pode possibilitar que o estudante desenvolva compreensões mais adequadas sobre os aspectos sociais, epistemológicos e metodológicos relacionados à construção do conhecimento científico. Tal abordagem pode possibilitar, também, o entendimento de que o conhecimento científico não se constitui de verdades eternas e absolutas, mas de construções dinâmicas que podem se alterar ao longo do tempo.

No entanto, pesquisas realizadas com professores vêm demonstrando que estes têm dificuldades em promover reflexões sobre NdC no Ensino de Ciências, o que dificulta o alcance dos objetivos que estas possibilitariam, conforme argumentam Galvão, Reis e Freire:

A promoção da compreensão da natureza da ciência constitui um dos eixos fundamentais dos currículos de ciências actuais, procurando que os alunos entendam a produção do conhecimento científico e tomem decisões sobre assuntos de base científica com impacto directo na sua vida. Contudo, a investigação demonstra que os professores não integram esta vertente no seu ensino, comprometendo as aprendizagens dos alunos sobre esta temática. (GALVÃO, REIS; FREIRE, 2011, p. 505)

Sobre as dificuldades dos professores no desenvolvimento da abordagem sobre a NdC nas suas aulas, argumentamos que estas podem estar relacionadas às dificuldades epistemológicas e metodológicas, as quais, entre outros aspectos, dizem respeito à quase ausência de temáticas como estas, nos cursos de formação de professores nas graduações em Ciências, Química, Física e Biologia. Sendo assim, inferimos que se o professor conhecer aspectos epistemológicos, bem como metodológicos, que permitam que sejam tratados temas relacionados à NdC nas suas aulas de ciências, as chances de se atingir os objetivos desta abordagem podem aumentar consideravelmente. Neste trabalho, a metodologia investigada corresponde às Controvérsias Sociocientíficas (CSC), as quais, segundo Hilário e Reis:

(...) centram-se em polémicas, despoletadas pelos eventuais impactos sociais de inovações científicas e tecnológicas, que dividem a comunidade científica e a sociedade em geral, e para as quais diferentes grupos de cidadãos propõem explicações e tentativas de resolução incompatíveis, baseadas em valores alternativos (HILÁRIO; REIS, 2011, p. 87).

E, justamente por estarem centradas em polémicas relacionadas à ciência e à tecnologia, as CSC podem permitir inúmeras reflexões relativas à NdC. Tendo por base essa premissa, este estudo tem como objetivo investigar as potencialidades e/ou limites das Controvérsias Sociocientíficas na promoção da reflexão sobre a Natureza da Ciência em pesquisas desenvolvidas em uma universidade portuguesa.

Tal estudo tem como objeto Teses (T) e Dissertações (D), desenvolvidas no Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, que versaram sobre Controvérsias Sociocientíficas e Natureza da Ciência no ensino de Ciências, no período de 2009 a 2019.

O artigo é estruturado apresentando, primeiramente, compreensões presentes na literatura sobre Natureza da Ciência e Controvérsias Sociocientíficas e, finalmente, a análise de uma questão enviada aos autores das T e D daquele Instituto.

NATUREZA DA CIÊNCIA (NdC)

A preocupação com as concepções dos estudantes sobre a NdC e, conseqüentemente, com a necessidade de promoção de concepções mais adequadas a respeito da ciência, tem sido objeto de pesquisa de filósofos, historiadores, sociólogos e educadores de ciências desde o início do século XX. Estes veem na abordagem contextual do ensino de ciências, uma possível solução para inúmeros problemas desse ensino, os quais já foram extensamente relatados pela literatura (TEIXEIRA; FREIRE JR.; EL-HANI, 2009; GIL-PEREZ *et al.* 2001; FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011; GALVÃO; REIS; FREIRE, 2011; PEDUZZI; MARTINS; FERREIRA, 2012).

A inclusão de abordagens que contemplem NdC no ensino de ciências tem como objetivo levar os alunos a refletir sobre o modo como o conhecimento científico é construído, fundando-se, para tanto, nos pontos em que há consenso entre grande parte dos epistemólogos da ciência ocidental. Alguns dos aspectos consensualmente considerados relevantes no âmbito do ensino de ciências (EL-HANI, 2009; GIL-PEREZ *et al.*, 2001), dizem respeito à construção coletiva da ciência, à não existência de um método científico universal, à não neutralidade da ciência, à provisoriade do conhecimento científico, à influência de fatores externos na atividade científica, à necessidade de combate à concepção empírico-indutivista da ciência, entre outros aspectos.

Mesmo não havendo consenso sobre uma definição única para a NdC, há consenso quanto a importância de se refletir a respeito, uma vez que tais reflexões podem fornecer visões mais realistas sobre a ciência, sobre as quais os professores deveriam focar seu trabalho em sala de aula, para evitar que sejam perpetuadas visões equivocadas ou pouco adequadas sobre a ciência e o trabalho do cientista.

Segundo Moura (2014), a NdC é entendida como um dos aspectos fundamentais no que diz respeito à construção, estabelecimento e organização do conhecimento científico. De uma maneira geral, refere-se à epistemologia e à sociologia da ciência, aos valores e crenças inerentes ao conhecimento científico e seu desenvolvimento. O objetivo de se abordar a NdC é de que os estudantes possam desenvolver uma base conceitual que lhes permita compreender a natureza das teorias científicas. Nas palavras de Moura:

Estudar a natureza da ciência significa compreender como o homem constrói o conhecimento científico em cada contexto e em cada época, tendo como base suas concepções filosóficas, ideológicas e metodológicas. (MOURA, 2014, p. 37)

Sendo assim, há consenso sobre o fato de que, para que as pessoas não “adquiram” visões consideradas inadequadas a respeito da ciência, ou, dito de outro modo, para que as pessoas não desenvolvam compreensões pouco elaboradas a respeito da ciência, é necessário que a NdC seja problematizada ao longo da sua formação. É com este intuito que Forato, Pietrocola e Martins argumentam que reflexões a respeito das concepções sobre a NdC são importantes para a formação de professores e alunos, as quais incluem:

(...) a compreensão da ciência como uma atividade humana; entender a Ciência se desenvolvendo em um contexto cultural de relações humanas; conhecer sobre as ciências e não apenas os conteúdos científicos; possibilitar certo conhecimento metodológico como um antídoto à interpretação empírico-indutivista da Ciência. (FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011, p. 32-33)

Estes autores acreditam que esses preceitos sejam básicos para que se possa elaborar uma compreensão mais adequada a respeito da NdC, em que a ciência corresponde a uma construção coletiva, pertencente a um contexto social, o qual exerce influência inclusive sobre o cientista. Nesse sentido, Barbosa e Aires (2018a) acrescentam a importância de se compreender que os cientistas usam de sua criatividade e imaginação na formulação de hipóteses, sendo também influenciados por outros cientistas e outras ideias, já que não vivem em um mundo à parte, sendo o empreendimento científico, sobretudo, um empreendimento humano.

Tais preceitos estão exatamente em oposição ao que geralmente é veiculado, por exemplo pela mídia, ou ainda por muitos livros didáticos, nos quais os cientistas aparecem como seres dotados de capacidades extraordinárias que, em momentos de *insight* genial e isolados em seus laboratórios, fazem grandes ‘descobertas’. Este é apenas um dos aspectos presentes nos estudos sobre a NdC, em que se faz necessário o conhecimento dos processos de construção do conhecimento científico e não apenas dos seus produtos. No bojo desta compreensão, salienta-se que as discussões sobre NdC podem contribuir também para que o estudante venha a entender quão complexa e dinâmica é a Ciência e como esta é influenciada por fatores tanto internos quanto externos a esta.

Nesse sentido, estudar a NdC no contexto contemporâneo, segundo Tala e Vesterinen (2015), pode possibilitar, ao estudante, condições de interpretar a Ciência de seu tempo, criando possibilidades para que este consiga compreender as aplicações científicas no seu dia a dia, bem como tenha condições de participar de discussões públicas sobre a ciência, avaliando seu impacto na sociedade e no ambiente.

Outros autores que também têm pesquisado compreensões consideradas equivocadas ou pouco elaboradas sobre a ciência, são GIL-PÉREZ *et al.* (2001), que no artigo ‘Para uma imagem não deformada do trabalho científico’ apresentam 7 visões consideradas por estes como ‘visões deformadas’ do trabalho científico, sendo elas: visão empírico indutivista e ateuórica da Ciência; visão rígida; visão aproblemática e ahistórica; visão exclusivamente analítica; visão acumulativa de crescimento linear; visão individualista e elitista da ciência e imagem descontextualizada. Tais visões, conhecidas como consensuais a respeito da Ciência, categorizaram uma série de aspectos que foram definidos como ‘características essenciais do trabalho científico’. Tais aspectos são considerados elementos fundamentais na compreensão da NdC, uma vez que podem fornecer subsídios para que não sejam veiculadas visões consideradas equivocadas sobre a ciência.

Na busca por uma síntese sobre a relevância de um ensino de ciências que contemple reflexões sobre a NdC, argumentamos que este ensino, quando apresenta tais reflexões, pode constituir-se em grande potencial para formar alunos e professores mais críticos e integrados com o mundo e com a realidade em que vivem, pois passam a compreender os processos de construção da ciência, de modo a perceber as influências políticas, sociais e econômicas presentes no desenvolvimento desta. Logo, passam a perceber que a ciência não é fruto de acasos, como muitas vezes é apresentada aos alunos, mas de contextos externos e internos a ela. Portanto, quanto mais esclarecidas estiverem as pessoas a respeito da produção da ciência, mais estarão em condições de intervir criticamente neste processo.

Todavia, as questões que se colocam são: como inserir abordagens sobre NdC no ensino? Como mostrar ao estudante que a ciência não está alheia aos problemas sociais, econômicos e políticos, uma vez que é influenciada por estes fatores? Que estratégias didáticas poderiam oferecer melhores possibilidades para essa inserção?

É neste âmbito de reflexão e compreensão sobre a NdC, quando o indivíduo pode desenvolver habilidades que lhe possibilitem intervir criticamente na sociedade em que vive, que se inserem as controvérsias sociocientíficas.

CONTROVÉRSIAS SOCIOCIENTÍFICAS (CSC)

Nas últimas décadas, pesquisadores da área de ensino de ciências (REIS, 1999; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; FREDERICO-AGRASO, 2006; FORGIARINI; AULER, 2009; GALVÃO; REIS; FREIRE, 2011; SCHEID; REIS, 2016), vêm apontando as potencialidades educativas das discussões sobre as CSC em sala de aula. Não só em relação à aprendizagem dos conteúdos, mas principalmente no desenvolvimento cognitivo, social, político, moral e ético dos estudantes. Assim como, em relação às aprendizagens sobre os processos de natureza científica e tecnológica.

De tal maneira, em que a abordagem das CSC pode extrapolar o estudo apenas dos conteúdos, Galvão e Reis (2008) argumentam que quando são incluídas discussões sobre temas científicos e tecnológicos controversos nas aulas de ciências, os quais podem dividir tanto a sociedade, quanto a comunidade científica, estas têm potencial para preparar os alunos para uma participação mais ativa e responsável na sociedade. Ou seja, as CSC podem promover também o desenvolvimento do ativismo junto aos alunos.

Neste artigo, o conceito 'ativismo' refere-se a um processo de resolução coletiva, democrática, fundamentada em investigação e negociada de problemas socioambientais. A ação comunitária informada (fundamentada em investigação) é frequentemente considerada um aspecto importante da alfabetização científica (HODSON, 1998), capacitando os alunos como cidadãos críticos e produtores de conhecimento, em vez de colocá-los no papel de consumidores de conhecimento, como as práticas de ciência escolar parecem frequentemente encorajar (REIS, 2014; BENCZE; SPERLING, 2012). Este conceito mais amplo de alfabetização científica inclui o desenvolvimento nos alunos da "capacidade e do compromisso de tomarem ações apropriadas, responsáveis e efetivas sobre questões de interesse social, económico, ambiental e moral-ético" (HODSON, 2003, p. 658). Os problemas sociais e ambientais atuais só podem ser resolvidos através de currículos de ciências orientados para a ação sociopolítica, a fim de "produzir ativistas: pessoas que lutarão pelo que é certo, bom e justo; pessoas que trabalharão para reformular a sociedade segundo pautas mais justas socialmente; pessoas que trabalharão vigorosamente no melhor interesse da biosfera" (HODSON, 2003, p. 645).

No que se refere a utilização das CSC nas aulas de ciências, muitos estudos apontam vantagens (HILÁRIO; REIS, 2009). Assim, é possível destacar que os estudantes:

- a) Percebem que a Ciência é uma construção cultural e social, repleta de controvérsias e influenciada por valores e interesses;
- b) Compreendem de forma realista a política envolvida na Ciência e como isso afeta a sociedade;
- c) Entendem os argumentos dos cientistas, grupos de protesto e governos;
- d) Percebem os paradoxos existentes em decisões relacionadas com ciência e tecnologia e identificam os conflitos de valores e interesses existentes;
- e) Constatam que não existem consensos absolutos sobre os riscos envolvidos em algumas situações;
- f) Desenvolvem capacidades de construção de conhecimento de forma autônoma por meio da pesquisa;
- g) Estabelecem relações entre o que aprendem na escola e o que vivenciam na vida real.

Sobre exemplos de CSC, os que têm estado mais presentes na mídia correspondem à produção e uso de biocombustíveis; à clonagem de seres vivos; ao uso de agrotóxicos e de plantas geneticamente modificadas na produção de alimentos; ao aumento do aquecimento global; ao uso de animais para testes científicos; aos estudos com células-tronco; à produção de energia por diferentes meios; à instalação de indústrias estrangeiras; às mudanças

climáticas; ao desmatamento; à poluição atmosférica; aos alimentos transgênicos; entre outros (KRUPCZAK; AIRES, 2019).

Tendo em vista que grande parte dos estudos sobre CSC pode ser considerada desdobramento dos estudos sobre CTS, para o campo da educação, se faz necessário situar que, em relação especificamente às interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), Auler e Bazzo (2001) e Santos e Mortimer (2002) afirmam que quando a abordagem CTS é inserida no contexto escolar como proposta de trabalho, esta pode proporcionar um maior significado ao ensino de ciências, capacitando os estudantes a questionar os impactos causados pelo desenvolvimento científico e tecnológico no seu contexto social. Dessa maneira, o enfoque CTS tem sido apresentado como uma possibilidade para a abordagem de questões envolvendo a natureza do conhecimento científico e tecnológico e seus papéis/implicações na sociedade.

Pelo que foi exposto até momento, percebe-se que uma educação em ciências que tem por base CSC busca mais do que a simples transmissão de conteúdos. O objetivo é a formação de um cidadão que saiba, sim, usar os conceitos científicos para decodificar a ciência presente em sua vida. Mas que, para além disso, também consiga ter um melhor entendimento sobre as relações entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e as implicações de tudo isso em sua vida.

A partir dos argumentos expostos, parece ser consensual na literatura da área que as interfaces existentes entre CSC e NdC, quando consideradas em conjunto no ensino de ciências, podem propiciar a formação de cidadãos mais críticos, conscientes e atuantes no mundo em que vivem e, portanto, justificar-se-iam iniciativas no sentido de viabilizar tal formação.

Todavia, como já apontaram inúmeras pesquisas (McCOMAS, 2000; NIAZ, 2012; KRUPCZAK; AIRES, 2018), mesmo que nas últimas décadas a temática NdC esteja assumindo posição de destaque na maior parte dos currículos de ciências, a maioria dos professores ainda ignora tais orientações e continua a veicular concepções pouco adequadas acerca dela nas suas aulas.

Nesse sentido, Reis (2013) também aponta que professores de ciências têm implementado pouco as CSC nas suas aulas e que este fato pode estar relacionado a vários fatores, os quais são também apontados pela investigação da área. Essas investigações têm demonstrado que a discussão sobre CSC nas escolas depende de vários fatores e que o conhecimento e estudo destes podem subsidiar os professores no desenvolvimento de atividades que envolvam tais controvérsias e, consequentemente, NdC. Dentre tais fatores elencados por Reis, podem ser destacados:

a) as concepções dos professores sobre a ciência, a cidadania, o currículo, a educação em ciências e a relevância educativa desse tipo de atividades; b) o conhecimento didático dos professores relativamente à concepção, gestão e avaliação de atividades de discussão em sala de aula; c) o conhecimento dos professores sobre a natureza da ciência e as dimensões sociológicas, políticas, éticas e econômicas dessas controvérsias; e d) sistemas de avaliação que valorizem a discussão de controvérsias sociocientíficas. (REIS, 2013, p. 2)

Tais argumentos corroboram nossa argumentação inicial para que, de fato, as reflexões sobre NdC possam estar presentes nas salas de aula, é fundamental que estas estejam presentes ao longo da formação dos professores. Para além das dificuldades epistemológicas na formação inicial destes, bem como do distanciamento entre as pesquisas acadêmicas e a sala de aula, há ainda a questão da tradição de ensino de ciências presente nas escolas, a qual é vista ainda como uma coleção de fatos a serem transmitidos, privilegiando a transmissão de conteúdos tidos como 'verdades absolutas' das ciências naturais. Por isso, defendemos a introdução de reflexões sobre a NdC, na formação inicial e

continuada de professores e em propostas didáticas, para que tais ações possam constituir-se em possibilidades de romper com a tradição cultural científica, bem como com a formação ambiental (MALDANER, 2001), às quais foram expostos ao longo da sua vida, e que estão ainda presentes nas ações dos professores e, por conseguinte, nas escolas.

METODOLOGIA

Esta investigação é de natureza qualitativa, portanto os dados são predominantemente descritivos e trabalhados num universo de significados, valores e motivos particulares. Por isso, em um nível mais profundo dos fenômenos, os quais não podem ser reduzidos somente a cálculos e variáveis (MINAYO, 2001).

O objeto de análise corresponde às Teses (T) e Dissertações (D) produzidas no Instituto de Educação da Universidade de Lisboa que tratam das Controvérsias Sociocientíficas, com o objetivo de identificar as potencialidades e/ou limites do uso destas para promoção da reflexão sobre a Natureza da Ciência no ensino de ciências.

A constituição dos dados ocorreu em duas etapas. Na primeira, foi realizado um mapeamento de todas as dissertações e teses desenvolvidas no Instituto de Educação da Universidade de Lisboa que versassem sobre Controvérsias Sociocientíficas no ensino de ciências. Foram elencadas todas as T e D do período entre 2009 a 2019, localizadas no site do repositório institucional daquela Universidade, que apresentassem no título ou nas palavras-chave os termos: controvérsias sociocientíficas, ativismo, ação sociopolítica e cidadania ativa. A delimitação, a partir de 2009, está relacionada ao ano em que começaram a ser defendidas T e D sobre CSC naquele Instituto.

Na segunda etapa, foram lidos todos os resumos, bem como foi realizada uma leitura flutuante do texto completo, com especial atenção à introdução, metodologia, discussão dos resultados e considerações finais. O objetivo era verificar se os trabalhos analisados apresentavam alguma discussão sobre as potencialidades e/ou limites do uso das CSC para a promoção da reflexão sobre a Natureza da Ciência no ensino de ciências. Como foram localizados poucos trabalhos que faziam referência à NdC, solicitamos que os autores das T e D respondessem a uma pergunta que lhes foi enviada por correio eletrônico. Tal questão consistia no seguinte: “Com base na tese ou dissertação que realizou, qual ou quais são as potencialidades e/ou limites da sua investigação na promoção da reflexão sobre Natureza da Ciência?”. Portanto, o corpus da investigação passa a ser somente as respostas dos pesquisados dadas a esta questão única.

Tais respostas foram analisadas por meio da Análise Textual Discursiva (ATD). De acordo Moraes e Galiuzzi (2016), esta se constitui de três fases. Na primeira, é realizado um levantamento e análise do corpus da pesquisa, por meio da desmontagem dos textos, de modo a identificar os pontos relacionados ao objetivo da mesma. A segunda fase consiste na categorização, que corresponde ao estabelecimento de relações entre as unidades de significado, de modo a combiná-las e classificá-las, chegando às categorias. Na terceira fase deve ocorrer a interpretação dos dois estágios anteriores, buscando captar o emergente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Primeira Etapa: mapeamento das D e T.

A partir do mapeamento de todas as dissertações e teses desenvolvidas no IE/UL, que versavam sobre CSC no ensino de ciências, foram localizadas 14 dissertações de mestrado e 5 teses de doutorado, no período de 2009 a 2019 (ANEXO 1).

Segunda Etapa: análise das respostas dos pesquisadores por meio da ATD.

Nesta segunda etapa da pesquisa, passamos a analisar o corpus da investigação, o qual corresponde somente às respostas dadas pelos pesquisadores à questão enviada. Do

total das 14 dissertações e 5 teses localizadas, obtivemos retorno de quatro dissertações (D1, D3, D11 e D12) e três teses (T1, T3 e T5). A pesquisa D11 foi descartada das análises, contudo, por ter como objeto uma rede social e não professores e alunos. A pesquisa T3, embora também utilize redes sociais, foi analisada porque o objeto de estudo foi os alunos e as redes, nesse caso, serviram apenas como plataforma do estudo.

Quadro 1: Dissertações cujos autores responderam à pergunta enviada

Código	Dissertações de mestrado
D1	A discussão de controvérsias sociocientíficas na promoção de competências de cidadania em alunos da disciplina de biologia do 12º ano. 2009. Dissertação de Mestrado - Instituto de Educação da Universidade de Lisboa. Lisboa. Portugal.
D3	A utilização de blogues na discussão de controvérsias sociocientíficas. 2012. Dissertação de Mestrado - Instituto de Educação da Universidade de Lisboa. Lisboa. Portugal.
D12	Questões sociocientíficas e a gestão democrática na formação inicial e continuada de professores: as potencialidades na Web 2.0. 2016. Dissertação de Mestrado - Instituto de Educação da Universidade de Lisboa. Lisboa. Portugal.

Fonte: os autores (2018-2019)

Quadro 2: Teses cujos autores responderam à pergunta enviada

Código	Teses de doutorado
T1	A discussão como metodologia de educação em ciências no ensino superior. 2013. Tese de Doutorado - Instituto de Educação da Universidade de Lisboa. Lisboa. Portugal.
T3	Potencialidades das redes sociais na promoção de ativismo fundamentado sobre problemáticas sociais de base científica e tecnológica. 2017. Tese de Doutorado Instituto de Educação da Universidade de Lisboa. Lisboa. Portugal.
T5	O desenvolvimento de atividades investigativas com recurso à web 2.0 promotoras de uma cidadania ativa no âmbito da investigação e inovação responsáveis. 2017. Tese de Doutorado - Instituto de Educação da Universidade de Lisboa. Lisboa. Portugal.

Fonte: os autores (2018-2019)

Na pergunta, havíamos solicitado que os pesquisadores discorressem sobre as potencialidades e limites da abordagem das CSC na promoção da reflexão sobre NdC, as quais passamos a analisar por meio das três fases da ATD.

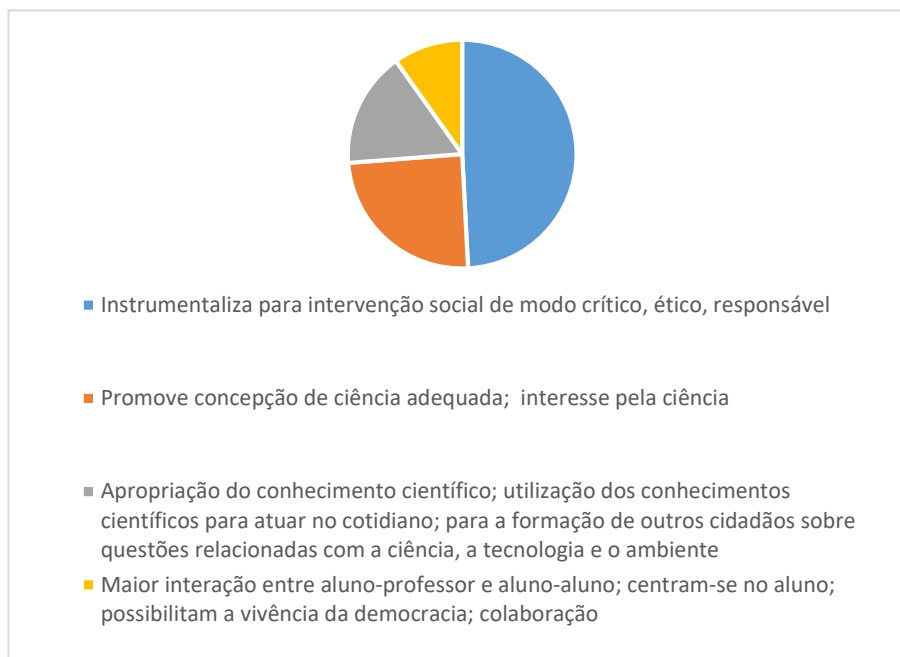
Na **primeira fase** da análise (ATD), realizamos a leitura do corpus da pesquisa, buscando primeiramente desmontar os textos, relativos às potencialidades e aos limites das CSC para a promoção da reflexão sobre NdC. Tal desmontagem consiste em Unidades de Contexto (UC), Unidades de Significado (US) e possíveis Categorias (C). Cada texto/resposta enviado pelos pesquisadores foi considerado na íntegra (ANEXO 2).

Na **segunda fase** da análise (ATD), que corresponde à categorização, buscamos estabelecer relações entre as unidades analisadas, de modo a combiná-las e classificá-las, chegando às categorias emergentes (ANEXO 3).

Na **terceira fase** da análise (ATD), interpretamos as categorias que emergiram das fases anteriores, que foram três: Potencialidades das CSC, Desenvolvimento de competências e Limites, as quais são apresentadas nas Figuras 1, 2, 3 e 4, com o objetivo de estabelecer uma escala de maior e menor frequência nas respostas, em relação aos objetos (alunos e professores). Importante esclarecer que para cada categoria

(potencialidade, competência ou limite), foi considerado apenas uma unidade de significado, ou seja, contabilizamos apenas uma vez que cada autor se reportou a ela (ANEXO 4).

Figura 1 – Síntese categorias D e T potencialidades alunos



Fonte: os autores.

Em relação à categoria **Potencialidades das CSC**, tendo como objeto alunos, observamos que a mais citada pelos pesquisadores, correspondeu à “instrumentalização para intervenção social de modo crítico, ético e responsável”. Tal instrumentalização evidencia que todos os trabalhos analisados têm identidade com o projeto de pesquisa ao qual estão vinculados, que corresponde ao “We Act”ⁱ, o que era esperado, pois este Projeto tem como característica uma forte identidade com a ação e com o preparo dos alunos para atuarem criticamente na sociedade, indo ao encontro de um dos principais objetivos do trabalho com as CSC, que consiste no desenvolvimento de atitudes e habilidades para a cidadania (HILÁRIO; REIS, 2009; LEDERMAN; ANTINK; BARTOS, 2014; KRUPCZAK e AIRES, 2019). Nas palavras do pesquisador T5:

“Os alunos consideraram que esta abordagem lhes permitiu, com maior frequência e iniciativa própria, participar em discussões sobre questões éticas da ciência e da sociedade, discutir sobre problemas atuais ponderando sobre o efeito desses problemas afetam as suas vidas, desenvolver projetos que consideram importantes e socialmente relevantes, aprender a agir de forma socialmente responsável (...).” (T5)

Somente em segundo lugar, aparece na categoria Potencialidades das CSC, a ‘promoção da concepção de ciência adequada e interesse pela ciência’, que faz referência à questão que foi enviada aos pesquisadores, a qual lhes indagava ‘qual ou quais são as potencialidades e/ou limites da sua investigação na promoção da reflexão sobre Natureza da Ciência?’. Ou seja, todos os pesquisadores se referiram às potencialidades das CSC para o alcance dos objetivos desta. Todavia, foram poucos os que se referiram às reflexões sobre a NdC, mesmo que estas também constituam um dos objetivos do Projeto We Act, do qual os pesquisadores participaram. E, mesmo que os pesquisadores tenham consciência de que os alunos e professores, de modo geral, apresentam visões consideradas deformadas sobre a ciênciaⁱⁱ, conforme argumenta D1:

“(...) os alunos entendem a ciência como um campo do conhecimento consensual, linear e progressivo (que decorre sem retrocessos ou interrupções), não limitado pela sociedade onde se gera e, livre de valores. Para esta concepção tem contribuído o ensino das ciências, o qual tem, maioritariamente decorrido, centrado no professor e na teoria única.” (D1)

Ou mesmo tendo consciência de que trabalhar com as CSC pode levar os alunos a refletirem sobre NdC, conforme argumenta D1:

“As discussões de controvérsias sociocientíficas (...) podem contribuir para entender o conhecimento científico como um processo em construção, com história, em estreita relação com as condições sociais, políticas e económicas de uma determinada época, com aplicações que têm implicações na sociedade e que geram controvérsia e que como tal podem ter diferentes interpretações dependendo dos intervenientes.” (D1)

Chama a atenção o fato de, do total das 19 pesquisas (14D e 5T), apenas 7 (4D e 3T) responderem à pergunta enviada e destas, apenas 3 fazerem referência às potencialidades das CSC para reflexões sobre NdC. Uma vez que muitos dos pesquisadores afirmaram que veem nas CSC tais potenciais e há farta literatura da área do ensino de ciências que aponta a não reflexão sobre a NdC como um dos principais problemas desta área de ensino (GIL-PEREZ *et al.*, 2001; FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011; GALVÃO; REIS; FREIRE, 2011; PEDUZZI; MARTINS; FERREIRA, 2012).

Alguns destes problemas são tratados como as já reportadas ‘visões deformadas de ciência’, as quais correspondem a visões que consideram a ciência ateorica, rígida, aproblemática, ahistórica, acumulativa, de crescimento linear, individualista, elitista e, socialmente neutra (GIL-PEREZ *et al.*, 2001).

É sabido que todas estas visões, que aparecem com frequência nas aulas de ciências, em conjunto ou não, podem inculcar no aluno uma compreensão absolutamente equivocada sobre o conhecimento científico, inclusive sobre o porquê de se estudar ciências e qual a função da ciência e do cientista na sociedade. Um ensino de ciências que não traz para o debate discussões que propiciem reflexões a respeito de todas estas visões, tratando apenas dos produtos e não dos processos de construção do conhecimento científico, muito pouco contribui para a formação de cidadãos críticos e conscientes do seu papel na sociedade. Portanto, consideramos que discutir as CSC, as quais tratam essencialmente das relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, sem que reflexões sobre NdC estejam presentes, parece um tanto inócuo. Ou, para se dizer de outro modo, parece faltar parte importante da reflexão.

Todavia, o objetivo aqui não é o de apontar o que carece nestas pesquisas, mas sim o porquê desta lacuna. E sobre isso, temos elementos para afirmar, os quais foram trazidos, não só da literatura (AULER, 2002; CARVALHO; GIL-PEREZ, 2011), mas também da nossa longa experiência com formação de professores, que, novamente, o problema está na formação inicial dos mesmos. Seja no Brasil ou em Portugal, para referenciar apenas os países em questão neste estudo, os professores, em geral, têm lacunas na formação epistemológica, o que é parte significativa do problema. Sobre isso, Maldaner argumenta que “reflexões epistemológicas devem contemplar o conhecimento científico produzido como sistema conceitual coerente e poderoso de agir sobre o mundo concreto para modificá-lo e recriá-lo” (MALDANER, 2006, p. 108).

A falta de tais reflexões não possibilita a problematização do modelo de ciência instaurado a partir do século XVII, fazendo com que o professor em formação não reflita sobre a construção da ciência, mantendo concepções que acabam ficando evidentes na sua prática docente. Ou seja, o professor sempre transmitirá nas suas aulas a visão de ciência ou de docência que internalizou durante sua formação. Estas concepções internalizadas ao longo

da formação de uma vida são denominadas por Maldaner (2006) como ‘formação ambiental’, as quais precisam ser problematizadas em algum momento da formação dos futuros professores.

Portanto, para que o professor consiga trazer para as suas aulas visões consideradas adequadas ou menos equivocadas ou simplistas sobre a ciência, como a construção coletiva desta, a não existência de um método científico universal, a não neutralidade da ciência, a provisoriedade do conhecimento científico, a influência de fatores externos na atividade científica (...), ele precisa ter tido a oportunidade de refletir sobre tais aspectos, ao longo da sua formação. Caso contrário, irá apenas repetir as visões que também lhe foram passadas.

No entanto, mesmo que tenha sido localizada esta lacuna nos trabalhos analisados, podemos considerar que as pesquisas portuguesas conseguem avançar em relação às pesquisas brasileiras sobre a temática CSC. Uma vez que na instituição estudada, a maioria das pesquisas tem como objeto ações de professores a partir das CSC nas aulas de ciências. Enquanto, no Brasil, as pesquisas ainda estão utilizando as CSC para o ensino dos conteúdos científicos (KRUPCZAK; AIRES; REIS, 2020). Ou seja, lá visando ação, atuação crítica e cidadã e aqui visando, em geral, ainda, a compreensão de conteúdos. Esta última aparece também nas pesquisas portuguesas, como apresentamos em seguida, porém em menor número.

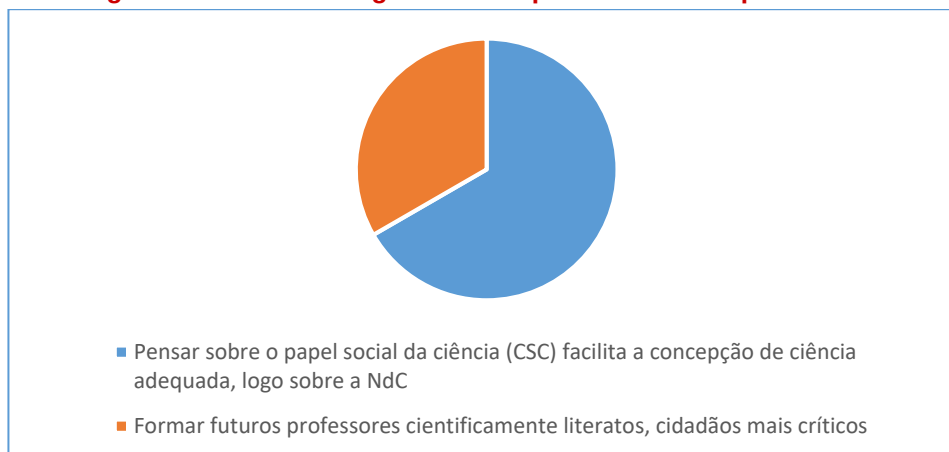
Ainda sobre Potencialidades das CSC, em terceiro lugar, chama a atenção a utilização das CSC para a ‘apropriação do conhecimento científico’. Este fato demonstra que a visão mais tradicional de ensino de ciências até então está presente, mesmo quando o professor se utiliza de abordagens e metodologias inovadoras, como é o caso de D3.

“Como potencialidades ligadas diretamente à natureza da ciência, verifica-se que esta metodologia auxilia na aprendizagem do conteúdo científico e na compreensão da ciência (...).” (D3)

Esta visão mais tradicional de ensino, associada à transmissão e recepção dos conteúdos, a um ensino mais ‘bancário’, nas palavras do educador Paulo Freire, é alvo de críticas por parte dos pesquisadores da área de ensino de ciências, há décadas. Contudo, também há décadas, vários têm sido os esforços de pesquisadores e professores no sentido de superar uma prática mais tradicional, buscando levar novos ares ao ensino de ciências. Como parte destas tentativas, várias têm sido as temáticas e linhas de investigação que buscam oferecer metodologias e abordagens que propiciem aquele ensino almejado. Nesse âmbito, uma destas temáticas diz respeito às CSC em questão neste estudo (KRUPCZAK; AIRES, 2019).

As demais potencialidades relatadas dizem respeito à utilização dos conhecimentos científicos para atuar no cotidiano, para a formação de outros cidadãos sobre questões relacionadas com a ciência, a tecnologia e o ambiente, entre outros, mas todas relacionadas apenas às CSC, não às potencialidades destas para a reflexão sobre NdC.

Figura 2 – Síntese categorias D e T potencialidades professores



Fonte: os autores.

Quando o objeto de estudo foi os professores, ou seja, quando foram analisados cursos de formação de professores, as potencialidades das CSC para a reflexão sobre NdC ficaram mais evidentes, ficando em primeiro plano, haja vista que os pesquisadores relataram que ‘pensar sobre o papel social da ciência, facilita a concepção de ciência adequada, logo sobre a NdC’, conforme argumentam T1 e D12:

“Para os professores participantes do estudo ficou claro que o conhecimento não é um ‘dado adquirido’ e que não existem verdades absolutas.” (T1)

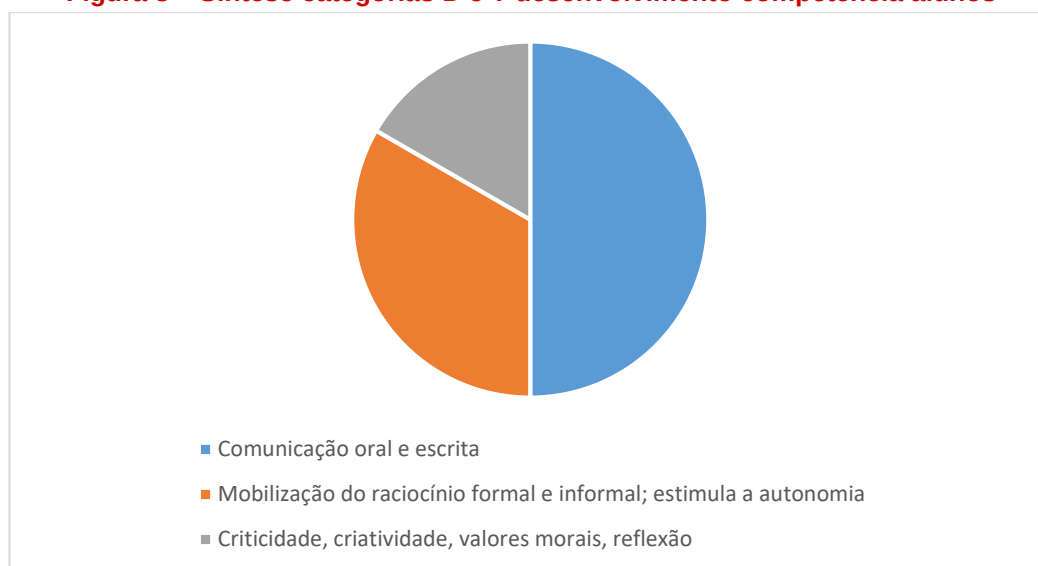
“Nesse contexto, ainda que não de forma completa, pode-se perceber que elementos da NdC acabaram por permear as proposições e promover algumas propostas para sala de aula que conduziram a outras maneiras de pensar o ensino de ciências.” (D12)

Todavia, mesmo que os relatos dos pesquisadores apresentem a NdC em primeiro plano, se faz necessário prestar atenção que estes relatos contemplam suas análises posteriores aos cursos que foram seus objetos de estudo. Ou seja, durante os cursos oferecidos, os professores participantes tiveram uma formação que lhes permitiu tais reflexões, que antes não tinham. Este dado só corrobora a importância dos cursos de formação docente, pois, para que consigam implementar reflexões sobre NdC nas suas aulas, estes necessitam ‘falar confortavelmente sobre questões da NdC, conduzir discussões, responder rapidamente e apropriadamente às questões, esclarecer equívocos, dar bons exemplos, etc. (BARBOSA; AIRES, 2018a, p. 118), habilidades que os professores só conseguem desenvolver se tiverem uma formação para tal.

Em segundo lugar, ainda quando os professores constituíram o objeto de estudo, os pesquisadores se reportaram às potencialidades das CSC para ‘formar futuros professores cientificamente literatos, cidadãos mais críticos’, como foi o caso de T1, que só reforça os argumentos apresentados acima:

“Apesar da NdC não ter sido um objetivo explícito do estudo, ao procurar formar futuros professores cientificamente literatos, e por consequência, cidadãos mais críticos e conhecedores da complexidade das problemáticas que afetam a nossa sociedade, estaria nessa altura, necessariamente a trabalhar aspetos que são próprios da natureza da ciência.” (T1)

Figura 3 – Síntese categorias D e T desenvolvimento competência alunos



Fonte: os autores.

No que se refere à categoria emergente **Desenvolvimento de competências**, tendo como objeto de estudo os alunos, todos os argumentos dos pesquisadores ressaltaram várias competências desenvolvidas a partir do trabalho com as CSC, principalmente a ‘melhora da comunicação oral e escrita dos alunos’, conforme relatam T3 e D1:

“Constatou-se que os fóruns de discussão (sobre as CSC) facilitam o desenvolvimento de capacidades de comunicação, argumentação e reflexão (...)” (T3)

“(as CSC) contribuem para a evolução das competências de argumentação, passando os alunos a emitir opiniões fundamentadas, e conseguindo alguns adicionar contra-argumentos e respectivas refutações nos seus discursos. Permitem o desenvolvimento de competências de comunicação oral e escrita.” (D1)

Conforme se observa nas falas dos pesquisadores, a melhora na comunicação dos alunos encontra-se evidenciada no desenvolvimento da capacidade de argumentação destes. Considerando que, de acordo com Aleixandre e Bustamante, “por argumentação entende-se a capacidade de relacionar dados e conclusões, de avaliar enunciados teóricos à luz dos dados empíricos ou procedentes de outras fontes” (apud SASSERON; CARVALHO, 2011, p.99), é possível considerar que o trabalho com as CSC tem um grande potencial para propiciar um ensino de ciências que consegue se distanciar substancialmente daquele modelo tradicional de ensino, no qual o aluno se mantém passivo às explicações do professor. Pois o trabalho com as CSC exige que o aluno a todo momento se posicione criticamente, manifestando sua opinião. E, como suas opiniões precisam ser fundamentadas, o aluno se sente ‘intimidado’ a sair da sua passividade e se manifestar, seja por meio da fala ou da escrita, exercitando, desta forma, sua capacidade de argumentação, trazendo conceitos científicos e estabelecendo relações entre dados e enunciados, nas reflexões sobre as questões controversas em estudo.

Em segundo lugar, ainda sobre o desenvolvimento de competências, os pesquisadores relataram a ‘mobilização do raciocínio formal e informal, o estímulo à autonomia’, como no caso de D1:

“Colaboram para a mobilização do raciocínio informal, confrontando os alunos com vários modelos de raciocínio (racional, emotivo e intuitivo), e permitindo-lhes perceber que a

resolução das questões científicas pode estar associada a uma diversidade de valores.” (D1)

Em terceiro, estão o desenvolvimento da criticidade, criatividade, valores morais, reflexão, conforme apontam T5 e D1:

“Os alunos consideraram que esta abordagem lhes permitiu, com maior frequência e iniciativa própria, participar em discussões sobre questões éticas da ciência e da sociedade, discutir sobre problemas atuais ponderando sobre o efeito desses problemas afetam as suas vidas, desenvolver projetos que consideram importantes e socialmente relevantes, aprender a agir de forma socialmente responsável e desenvolver exposições científicas.” (T5)

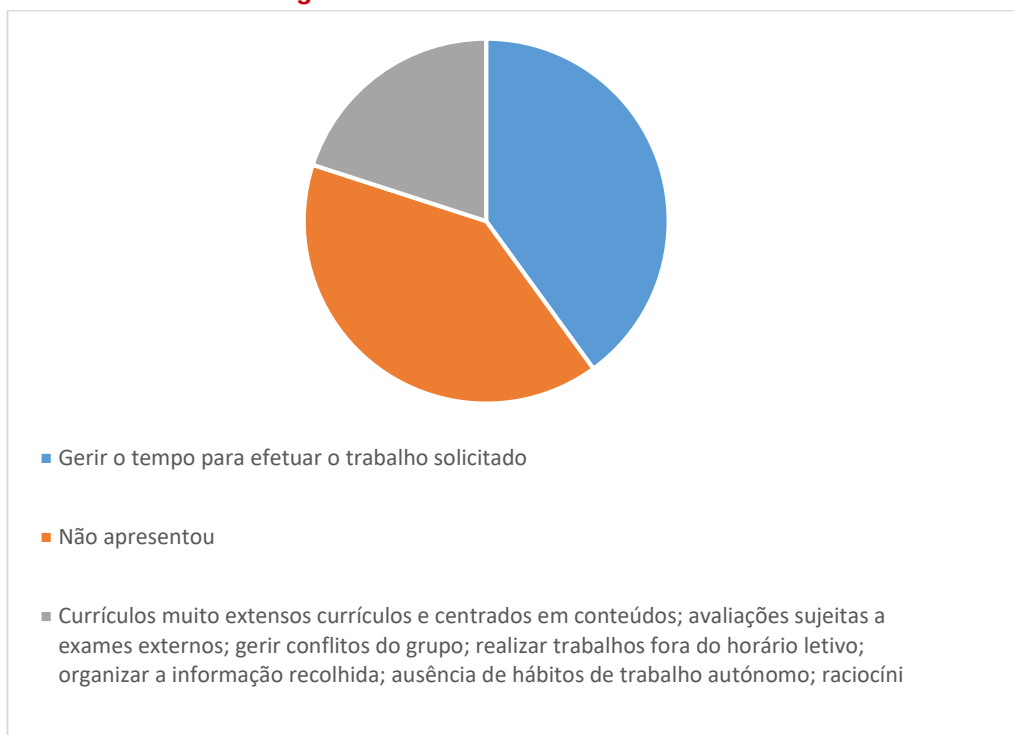
“(as CSC permitem) uma melhor capacidade de avaliar a informação veiculada pelos *media*.” (D1)

No que se refere às competências relatadas pelos professores, após os cursos de formação, estas convergiram sobre as ações para inserção das controvérsias em sala de aula, como D12:

“Ao apresentar o trabalho sobre como professores e futuros professores atuam no âmbito da inserção de controvérsias sociocientíficas nas suas aulas de ciências, tinha-se o objetivo de promover uma reflexão sobre as dificuldades e possibilidades pensadas por esses profissionais para promover ações que pudessem inserir as controvérsias em sala de aula.” (D12)

Ou seja, mais uma vez, a formação de professores se mostrou fundamental para que estes tenham condições de desenvolver atividades que envolvem CSC em suas aulas.

Figura 4 – Síntese limites D e T alunos



Fonte: os autores.

No que se refere à categoria limites das CSC na promoção da reflexão sobre NdC, o principal limite apontado, quando o objeto eram os alunos, esteve relacionado com o tempo. Ou seja, com a dificuldade em gerir o tempo para trabalhar com as CSC, conforme apontam T3 e D1:

“No que respeita aos principais obstáculos sentidos durante as atividades, torna-se claro que os alunos apontaram ter sentido maiores dificuldades, em gerir o tempo para conseguirem efetuar todo o trabalho solicitado.” (T3)

“Apesar da discussão de controvérsias sociocientíficas contribuir para o desenvolvimento da literacia científica dos alunos, ela apresenta algumas limitações, nomeadamente o tempo que exige.” (D1)

Quanto à categoria limites das CSC na promoção da reflexão sobre NdC, o principal limite apontado, quando o objeto era os alunos, esteve relacionado com o tempo. Ou seja, com a dificuldade em gerir o tempo para trabalhar com as CSC, conforme apontam T3 e D1:

“No que respeita aos principais obstáculos sentidos durante as atividades, torna-se claro que os alunos apontaram ter sentido maiores dificuldades, em gerir o tempo para conseguirem efetuar todo o trabalho solicitado.” (T3)

“Apesar da discussão de controvérsias sociocientíficas contribuir para o desenvolvimento da literacia científica dos alunos, ela apresenta algumas limitações, nomeadamente o tempo que exige.” (D1)

A questão da gestão do tempo é um problema que permeia a maioria das abordagens e metodologias inovadoras. Nas aulas tradicionais, o professor é sujeito ativo, tendo o planeamento do tempo sob seu completo domínio. Todavia, nas aulas em que o aluno assume o protagonismo, como é o caso das CSC, pois o que as caracteriza é justamente o desenvolvimento da criticidade, ativismo, argumentação, entre outras habilidades, o tempo não pode mais ser mensurado pelo controle das aulas tradicionais e, este fato, assusta um pouco os professores, não só por não estarem ainda adaptados a estas novas práticas, mas principalmente, em função dos currículos muito extensos.

Em segundo lugar estão as falas que não indicaram quaisquer limites na abordagem das CSC, embora não saibamos se foi porque não as encontraram ou esqueceram-se de mencionar.

Finalmente, em terceiro lugar, aparece como limites significativos, novamente a questão da dificuldade de gerir o tempo, tendo em vista os currículos muito extensos e centrados em conteúdos, como relata D1:

“(...) sua aplicação não se torna fácil num modelo de ensino, como o português, com currículos muito extensos e com avaliações sujeitas a exames externos, centrados essencialmente em conteúdos, e com um peso determinante na progressão de estudos dos alunos.” (D1)

Ainda pertinente aos limites, das duas pesquisas que tinham como objeto os professores, o problema relatado com mais ênfase esteve relacionado ao fato de os pesquisadores não terem tratado de forma explícita a NdC ao longo do curso proposto. Todavia, sobre este fato, consideramos que talvez os próprios pesquisadores só tenham observado essa possibilidade após serem levados a pensar sobre isso, com a pergunta que lhes enviamos. Conforme se observa no relato de T1:

“Por conseguinte, as únicas limitações que poderei considerar existirem é que para um conhecimento mais aprofundado da natureza da ciência e fazer um ensino intencional das suas características teria sido vantajoso fazer essa análise de forma explícita com os alunos. O que não aconteceu quando trabalhei as atividades de discussão.” (T1)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo investigar as potencialidades e/ou limites das Controvérsias Sociocientíficas na promoção da reflexão sobre Natureza da Ciência em pesquisas desenvolvidas no Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, de 2009 a 2019.

A análise das T e D demonstrou que são poucos os trabalhos que fazem referência direta à NdC, por isso decidimos enviar uma questão aos investigadores, indagando-lhes se na tese ou dissertação que realizaram, conseguiram identificar potencialidades e/ou limites das CSC para a promoção da reflexão sobre Natureza da Ciência.

Do total das 14 dissertações e 5 teses analisadas, obtivemos retorno de 4 dissertações (D1, D3, D11 e D12) e 3 teses (T1, T3 e T5). A pesquisa D11 foi descartada das análises por ter como objeto uma rede social e não professores e alunos.

A partir das análises, observamos a emergência de três categorias: Potencialidades das CSC, Desenvolvimento de competências e Limites.

No tocante à categoria **Potencialidades das CSC**, no resultado mais expressivo, observamos que os pesquisadores não se referiram em primeiro plano à promoção da reflexão sobre NdC, mas sim que estas podem instrumentalizar os alunos para intervenção social de modo crítico, ético e responsável. E, somente em segundo plano aparecem as potencialidades das CSC para a promoção de uma concepção de ciência adequada e o interesse pela ciência.

Quanto a este resultado, se observarmos os objetivos primeiros das CSC, bem como o Projeto *We Act*, ao qual tais pesquisas estiveram vinculadas, é possível considerá-lo coerente. Contudo, chama a atenção o fato de que, além da NdC também fazer parte dos objetivos do referido Projeto, a maioria dos pesquisadores relatou que tem consciência de que os alunos e professores, de modo geral, apresentam concepções consideradas pouco elaboradas sobre a ciência e que as CSC podem propiciar a revisão de tais concepções. Sobre tal fato, a pergunta que fazemos é: por que então os pesquisadores, ao trabalharem com as CSC nas suas pesquisas, tendo essa consciência, tiveram dificuldades em promover reflexões sobre NdC com os alunos e professores?

A este respeito, corroboramos o que a literatura da área (GIL-PEREZ *et al.*, 2001; FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011; GALVÃO; REIS; FREIRE, 2011), bem como nossa experiência com formação de professores nos permite afirmar: esta dificuldade em promover reflexões sobre NdC, está relacionada às lacunas na formação epistemológica dos professores. Sendo que tais lacunas são resultado de toda uma formação em que os professores estiveram expostos a concepções consideradas pouco elaboradas sobre a ciência, as quais foram cristalizadas ao longo de séculos e se fazem ainda muito presentes nas salas de aula. Esta presença é registrada na fala de Gil-Perez *et al.*, quando argumentam que faria sentido pensar que professores que têm uma formação científica deveriam ter adquirido e estar em condições de transmitir uma imagem adequada de como ocorre a construção da ciência, todavia “(...) numerosos estudos têm mostrado que tal não acontece e que o ensino – incluindo o ensino universitário – transmite, por exemplo, visões empírico-indutivistas da ciência que se distanciam largamente da forma como se constroem e produzem os conhecimentos científicos” (GIL-PEREZ *et al.*, 2001, p. 126). Por tais razões e, pelo que mostra os resultados deste estudo, enfatizamos a necessidade de uma formação inicial que contemple epistemologia. Ou seja, que possa ser propiciada ao professor em

formação a oportunidade de problematizar as imagens ou concepções de ciência, às quais ele foi submetido ao longo da sua vida, para que não continue a repeti-las nas suas aulas e, conseqüentemente, formando outras gerações de indivíduos com tais concepções.

Em relação à categoria **Desenvolvimento de competências**, observou-se principalmente a melhora da comunicação oral e escrita dos alunos. A partir dos relatos dos pesquisadores, consideramos que tal melhora esteve evidenciada no desenvolvimento da capacidade de argumentação daqueles. Tal dado vai inteiramente ao encontro de um dos principais objetivos do trabalho com as CSC, que consiste em instrumentalizar o aluno para agir criticamente na sociedade e, para tanto, este aluno precisa ter capacidade de argumentação, trazendo conceitos científicos e estabelecendo relações entre dados e enunciados nas reflexões sobre as questões controversas em estudo.

Sobre a categoria **Limites**, a principal limitação esteve relacionada com o tempo. Ou seja, com a dificuldade em gerir o tempo para trabalhar com as CSC, tendo em vista os currículos muito extensos. Esta gestão do controle do tempo, porém, não é um problema restrito às CSC, mas a toda e qualquer abordagem ou metodologia inovadora, pois nestas, tal controle não está mais nas mãos somente do professor e ele não é mais o único sujeito ativo da ação, já que nestas aulas, o aluno assume o protagonismo. E este é o esperado, pois é justamente a partir deste protagonismo que o aluno desenvolverá sua criticidade, ativismo, argumentação (...), aspectos fundamentais que definirão a formação do sujeito atuante na sociedade, objetivo principal do trabalho com as CSC.

Finalizamos argumentando que as CSC parecem apresentar mais potencialidades que limites, para a promoção da compreensão da NdC. Todavia, há que se oportunizar aos professores, durante sua formação inicial, reflexões sobre epistemologia, para que consigam trazer para as suas aulas, ao trabalhar com as CSC, visões menos equivocadas ou simplistas sobre a construção da ciência.

REFERÊNCIAS

AULER, Décio; BAZZO, Walter Antonio. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 1, p. 1-13, 2001.

AULER, Décio. **Interações entre ciência-tecnologia-sociedade no contexto da formação de professores de ciências**. PPGECEM – UFSC. Tese de Doutorado, 2002.

BARBOSA, Flávio. T.; AIRES, Joanez. A natureza da ciência e a formação de professores: um diálogo necessário. **Actio: Docência em Ciências**, v. 3, p. 115-130, 2018.

BENCZE, Larry., & SPERLING, Erin. R. Student-teachers as advocates for student-led research-informed socioscientific activism. **Canadian Journal of Science, Mathematics & Technology Education**, v. 12, n. 1, p. 62-85, 2012.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; GIL-PEREZ, Daniel. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. Cortez, 2011.

FORATO, Thaís. C. M.; PIETROCOLA, Maurício; MARTINS, Roberto de A. Historiografia e natureza da Ciência na sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 28, n. 1, p. 27-59, 2011.

FORGIARINI, Márcia Soares; AULER, Décio. A abordagem de temas polêmicos: o caso do "florestamento" no RS (ISSN 1579-1513). **REEC. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 8, n. 2, p. 399-421, 2009.

FREIRE, Paulo. **Educação como Prática da Liberdade**. Editora Paz e Terra, Rio de Janeiro: 1967.

GALVÃO, Cecília; REIS, Pedro; FREIRE, Sofia. A discussão de controvérsias Sociocientíficas na formação de professores. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 3, p. 505-522, 2011.

GIL-PÉREZ, Daniel et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**. v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

HILÁRIO, Teresa; REIS, Pedro. Da discussão à ação sociopolítica sobre controvérsias sócio-científicas: uma questão de cidadania. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**. v. 3, n. 1, 2013.

HILÁRIO, Teresa; REIS, Pedro. Potencialidades e limitações da discussão de controvérsias sociocientíficas através da representação de papéis: um estudo de caso. **Nuances**, v. 19, p. 86-95, 2011.

HODSON, Derek. **Teaching and learning science**: Towards a personalized approach. Buckingham: Open University Press, 1998.

HODSON, Derek. Time for action: science education for an alternative future. **International Journal of Science Education**, v. 25, n. 6, p. 645-670, 2003.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; FREDERICO-AGRASO, M. A argumentação sobre questões sociocientíficas: processos de construção e justificação do conhecimento em sala de aula. **Educação em Revista**, v. 43, p. 13-33, 2006.

KRUPCZAK, Carla; AIRES, Joanez. Natureza da Ciência: o que os pesquisadores brasileiros discutem? **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemática**, v. 14, n. 32, p. 19-32, 2018.

KRUPCZAK, Carla; AIRES, Joanez. Controvérsias sociocientíficas: uma análise da produção acadêmica brasileira. **Vidya** (Santa Maria. online), v. 39, p. 277-299, 2019.

KRUPCZAK, Carla; AIRES, Joanez; REIS, Pedro. Controvérsias sociocientíficas: análise comparativa entre Brasil e Portugal. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemática** (no prelo).

LEDERMAN, N. G.; ANTINK, A.; BARTOS, S. Nature of science, scientific inquiry, and socio-scientific issues arising from genetics: A pathway to developing a scientifically literate citizenry. **Science & Education**, v. 23, n. 2, p. 285-302, 2014.

LINHARES, Elisabete F.; REIS, Pedro. Formar futuros professores para a ação sociopolítica no contexto da educação em ciências. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia**, v. 11, n. 2, p. 86-104, 2018.

MALDANER, Otávio. A. **A formação inicial e continuada de professores de química**. professor/pesquisador. 3ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2006.

MATTHEWS, Michael. R. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.

McCOMAS, William. F. The principal elements of the nature of science: Dispelling the myths. In: W. F. McComas (Ed.), **The nature of science in science education**: Rationales and strategies. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, p. 53-70, 2000.

MINAYO, Maria Cecília de Souza (org.). **Pesquisa Social**: teoria, método e criatividade. 18 ed. Petrópolis: Vozes, 2001.

MOURA, Breno. A. O que é natureza da ciência e qual sua relação com a história e filosofia da ciência? **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 7, n. 1, p. 32-46, 2014.

MORAES, Roque.; GALIAZZI, Maria. C. **Análise Textual Discursiva**. 3ª ed. Unijuí: Ijuí, 2016.

Niaz, Mansoor. *From 'science in the making' to understanding the nature of science: An overview for science educators*. New York: Routledge, 2012.

PEDUZZI, Luiz O. Q.; MARTINS, André; FERREIRA, Juliana Mesquita Hidalgo (Org). **Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino**. Natal: EDUFRRN, 2012.

REIS, Pedro. Da discussão à ação sociopolítica sobre controvérsias sócio-científicas: uma questão de cidadania. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, v. 3, n. 1, 2013.

REIS, Pedro. A discussão de assuntos controversos no ensino das ciências. **Inovação** (Lisboa), v. 12, p. 107-112, 1999.

REIS, Pedro. Potencialidades e limitações de sessões de discussão de controvérsias sociocientíficas como contributos para a literacia científica. **Revista de Estudos Universitários**, v. 35, p. 167, 2009.

REIS, Pedro; GALVÃO, C. Os professores de Ciências Naturais e a discussão de controvérsias sociocientíficas: dois casos distintos. **REEC. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 7, p. 746-772, 2008.

REIS, Pedro. Promoting students' collective socio-scientific activism: Teacher's perspectives. In: S. Alsop & L. Bencze (Eds.) **Activism in science and technology education**. London: Springer, p. 547-574, 2014.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 110-132, 2000.

SCHEID, Neide. M. J. e REIS, Pedro. As tecnologias da informação e da comunicação e a promoção da discussão e ação sociopolítica em aulas de Ciências naturais em contexto português. **Ciência & Educação**, v. 22, n. 1, p. 129-144, 2016.

SASSERON, Lucia. H.; CARVALHO, Ana. M. P. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 1, p. 97-114, 2011.

TALA, Suvi; VESTERINEN, Veli-Matti. Nature of Science contextualized: studying nature of Science with scientists. **Science & Education**, v. 24, p. 435-457, 2015.

TEIXEIRA, Elder Sales; FREIRE JR. Olival; EL-HANI, Charbel Niño. A influência de uma abordagem contextual sobre as concepções acerca da natureza da ciência de estudantes de física. **Ciência & Educação**, v. 15, n. 3, p. 529-556, 2009.

Notas do Artigo:

ⁱ O Projeto “*We Act*” tem por objetivo investigar materiais, metodologias e abordagens que subsidiem professores e estudantes na realização de ações informadas e negociadas sobre natureza da ciência e questões sociocientíficas (SCHEID; REIS, 2016).

ⁱⁱ Neste trabalho utilizamos “visões deformadas”, a partir de Gil-Pérez *et al.* (2001, p. 126), que consiste em “visões empírico indutivistas da ciência que se distanciam largamente da forma como se constroem e produzem os conhecimentos científicos”.