

O que estamos discutindo sobre radioatividade e energia nuclear na interface Educação CTS/Natureza da Ciência?

Carolina Santos Bonfim

Universidade de Brasília – PPGEduc, Brasil. carol.sb88@gmail.com

Roseline Beatriz Strieder

Universidade Federal de Santa Catarina, PPGEduc-UnB, Brasil. roseline.fsc@gmail.com

Resumo: O presente trabalho busca compreender de que forma as temáticas “radioatividade” e “energia nuclear” são abordadas no âmbito CTS, levando em consideração elementos da Natureza da Ciência (NdC). Para tal, realizamos um levantamento bibliográfico no Encontro Nacional de Pesquisas em Educação em Ciências (ENPEC), principal evento da área de ensino de ciências no Brasil. Para exame das publicações selecionadas nos inspiramos na Análise de Conteúdo de Bardin, estabelecendo duas categorias a priori: fatores epistêmicos e ii) fatores não-epistêmicos. Os resultados indicam que há um prevaletimento de aspectos não-epistêmicos nesse contexto. Acreditamos que estudos dessa natureza podem além de explicitar as relações já existentes, promover uma maior aproximação entre esses campos.

Palavras-chave: Pesquisa Bibliográfica; Aspectos Epistêmicos; Aspectos Não-epistêmicos.

INTRODUÇÃO

Confluências entre Natureza da Ciência (NdC) e educação CTS têm sido feitas no ensino de ciências, intencionalmente ou não. Estudos como os de Pedretti e Nazir (2011) e Adúriz-Bravo (2016), por exemplo, apontam correspondências com relação às origens, princípios e objetivos, além de similaridades estruturais, embora haja características peculiares e intrínsecas de cada campo. Uma dessas peculiaridades diz respeito às abordagens em sala de aula, que no contexto de NdC, são mais demarcadas e menos difusas que nas abordagens CTS. De acordo com Strieder e Kawamura (2017), a multiplicidade as abordagens

CTS resulta em grande parte da influência que o campo exerce em variados contextos educacionais em nível internacional. Outra diferença entre ambas as áreas remete ao destaque dado aos aspectos não-epistêmicos da ciência e tecnologia nas abordagens CTS em comparação às abordagens de NdC (Bonfim, Strieder, Machado, 2022).

Amplamente, pode-se destacar como metas da educação CTS: compreender criticamente interrelações entre as tecnociências e a sociedade; embasar tomadas de decisão e o desenvolvimento de valores, visando uma sociedade mais participativa e socialmente justa; entender natureza da ciência (Santos, 2012), um elemento que se faz presente em currículos de ciências naturais e se volta às abordagens de conhecimentos metacientíficos (não)epistêmicos (Bejarano, Adúriz-Bravo, Bonfim, 2019). Segundo Amador, Ospina, Adúriz (2018), alunos podem relacionar mais efetivamente conteúdos e a episteme das ciências naturais com o cotidiano quando dominam conhecimentos metacientíficos. Ou seja, essa evidência dada a fatores metateóricos pode contribuir tanto para mudanças de concepções ingênuas sobre ciências quanto para a tomada de decisão.

A partir dos autores mencionados até aqui, podemos dizer que a educação CTS assim como a Natureza da Ciência buscam promover, por meio da alfabetização científica e tecnológica, a formação cidadã, contemplando em sala de aula elementos referentes ao *saber e fazer* científicos.

Diante do exposto e, pensando em uma maior aproximação entre educação CTS e NdC, pode-se abordar na sala de aula, tanto no ensino básico quanto nos cursos de licenciatura, temas que de certa forma envolvem controvérsias históricas e sociocientíficas. Este é o caso da controvérsia histórica em torno da radioatividade e das controvérsias sociocientíficas sobre a energia nuclear. Essas temáticas ganharam os holofotes em meio à emergência de vertentes ambientalistas no seio das ciências e ensino de ciências. O cenário misturava apreensão em relação às consequências do pós-guerra (especialmente sobre o uso das bombas atômicas) com críticas ao desenfreado “processo” motivado pelas tecnociências, além de registrar o surgimento da educação CTS e de NdC nos currículos de ciências.

Assim o presente trabalho propõe, por meio de um levantamento bibliográfico, depreender de que forma a radioatividade, bem como a energia nuclear são abordadas nesse contexto. Desse modo, buscamos responder: quais estratégias são utilizadas para abordá-las em sala de aula? Há publicações que buscam

contemplar as duas temáticas? De que forma? Quais e como os aspectos epistêmicos e (não)epistêmicos de NdC são explorados nas perspectivas CTS?

CONTEXTUALIZAÇÃO TEÓRICA

Educação CTS e Natureza da Ciência são considerados campos polissêmicos e tal característica pode ser associada à própria complexidade da ciência. Há diferentes olhares, interpretações e explicações e isso implica em uma diversidade de abordagens no âmbito educacional. A isso, somam-se questões vinculadas aos espaços que os pesquisadores têm para poder estabelecer suas propostas (Strieder & Kawamura, 2017). Vázquez–Alonso et al. (2014) afirmam que muitas das diligências para chegar as principais características de NdC envolvem as interações CTS. Os autores pontuam que NdC pode ser considerada uma herdeira das finalidades educacionais da Educação CTS. Na mesma linha, Mathews (1992) aponta que os programas CTS presentes nas universidades, representam uma abertura para possibilitar contribuições histórico-filosóficas na Educação em Ciências.

Fato é que o movimento Ciência, Tecnologia, Sociedade teve origem nos anos 1970 com a crescente preocupação das implicações sociais e ambientais, ocasionadas pelo “progresso” desenfreado da ciência e tecnologia (Schnetzler & Santos, 2010). “Progresso” esse alinhado a uma visão tradicional de ciência e tecnologia, criticada pelo referido movimento (Linsingen, 2007), que culminou na Educação CTS, uma linha de pesquisa em Educação em Ciências (Santos, 2011). Com relação ao construto pedagógico NdC, podemos pensar em alguns nomes que contribuíram significativamente para o seu estabelecimento, como o polímata inglês William Whewell (1794-1866), um dos primeiros a considerar que a História das Ciências é indispensável para o entendimento dos processos científicos (Matthews, 2012). Nessa linha, destaca-se também o químico norte-americano James B. Conant, que advogou e difundiu a abordagem histórica no ensino de ciências, através da obra “Harvard Cases Histories in Experimental Science” de 1957, obra seminal para muitos cursos nos Estados Unidos no pós II Guerra Mundial (Portela & Laranjeiras, 2005). Alia-se a esse movimento individual de algumas figuras, a atitude coletiva da comunidade acadêmica envolvida com a História, Filosofia e Sociologia das Ciências (HFS), para o desenvolvimento de “Natureza da Ciência”, fruto de uma reaproximação entre HFS e Didática das Ciências (Matthews, 2012). Vale salientar que há um interesse

crescente de ensinar NdC e história das ciências por parte da comunidade ibero-americana (Acevedo-Díaz, García-Carmona, Aragón, 2017)

Alguns aspectos de NdC, como “observações científicas são enviesadas por teorias” e “crenças científicas são partilhadas por meio de consenso” foram sinalizados por Aikenhead (1994), evidenciando a importância dos currículos CTS de contemplar elementos da epistemologia e sociologia das ciências, apesar de NdC não se resumir a esses elementos. Outras características de NdC também aparecem direta ou indiretamente nas perspectivas CTS, ao salientar que o empreendimento científico decorre da sociedade não neutra e dessa questão se derivam mitos sobre as ciências, tais como: superioridade do modelo de decisões tecnocráticas, perspectiva salvacionista da Ciência-Tecnologia e o determinismo tecnológico (Auler & Delizoicov, 2015), elementos que remetem a aspectos (não)epistêmicos de NdC. Também aparece em abordagens CTS, a discussão sobre “o caráter dinâmicos das teorias”, evidenciando que embora sejam confiáveis não são verdades absolutas (Fernandes & Strieder, 2017). Os supracitados fatores de NdC dizem respeito a características epistêmicas de NdC.

Portanto, podemos considerar que, apesar de incipiente, vemos iniciativas que buscam contemplar características de NdC no âmbito CTS, abrangendo aspectos epistêmicos e não-epistêmicos. Considera-se como epistêmicos, aspectos racionais ou cognitivos associados tanto ao conhecimento científico quanto aos processos e métodos da prática científica. Em contrapartida, os não-epistêmicos referem-se aos aspectos psicológicos, sociais e contextuais relacionados às ciências e aos cientistas, interna ou externamente à comunidade científica (Aragón-Méndez, Acevedo-Díaz, García-Carmona, 2018). Vale salientar que ainda que sejam separados para fins didáticos, do ponto de vista da filosofia da ciência são vistos como indissociáveis (Acevedo-Díaz et al., 2017).

Um vínculo entre Educação CTS e NdC são as Questões Sociocientíficas (QSC), uma vez que são fundamentadas na educação CTS e, por conseguinte, compreender NdC faz parte dos objetivos de ambas (Bonfim et al., 2022). Segundo Corando e Nunes-Neto (2018, p. 87) as QSC

são problemas ou situações geralmente complexos e controversos, que podem ser utilizados em uma educação científica contextualizadora, por permitir uma abordagem de conteúdos inter ou multidisciplinares, sendo os conhecimentos científicos fundamentais para a compreensão e a busca de soluções para estes problemas.

METODOLOGIA

Para responder à pergunta: “como a radioatividade e energia nuclear são abordadas na interface CTS/NdC?”, foi feito um levantamento bibliográfico, que consistiu em mapear os trabalhos completos do ENPEC nos últimos 10 anos, entre 2011 e 2021, em função da importância do evento para as pesquisas em educação em ciências. Optamos por tais temáticas por permitirem e potencializarem as discussões nesse contexto, principalmente pela possibilidade de contemplar controvérsias histórica e sociocientíficas.

Para o estabelecimento do *corpus* de análise, primeiramente, buscamos os termos “radioatividade”, “nuclear” e “radiação” em títulos, palavras-chave e resumos nos dispositivos de busca dos *websites* das seis edições do evento. Dessa busca, fizemos uma *leitura flutuante* e foram selecionados 26 trabalhos. Em seguida, realizamos uma leitura integral, a fim de identificar os estudos nos quais o enfoque CTS participasse do aporte teórico, permanecendo 12 trabalhos presentes na Figura 1:

Figura 1: trabalhos selecionados no levantamento bibliográfico.

Título dos trabalhos no ENPEC	Ano	Código
Percepção dos Estudantes do Ensino Médio da Rede Pública de Salvador, Bahia sobre Energia Nuclear	2011	A
Abordagem do tema controverso Radioatividade/Energia Nuclear em sala de aula no Ensino Médio – Um Estudo de Caso	2011	B
Leituras de Sites Relacionados à Energia Nuclear no Ensino Médio	2013	C
Energia Nuclear no Ensino Médio: desenvolvendo atividades didáticas com enfoque CTSA - uma possibilidade para a formação da cidadania	2013	D
Radioatividade e CTS: Resultados de uma implementação	2015	E
Relações Ciência, Tecnologia, Sociedade e Poder: leituras imagéticas dos usos e abusos da energia nuclear	2015	F
O Estudo da percepção de professores sobre o uso de novas tecnologias visando à implementação de projetos interdisciplinares	2015	G
“A Menina que Comeu Césio”: articulações entre literatura e ensino de Química	2017	H
Estudo da radioatividade em uma abordagem CTS para o ensino superior: caminhos para a tomada de decisão	2019	I
Do Ensino de Física à Democratização do Debate Nuclear	2019	J
Radioatividade: mocinha ou vilã? Uma sequência de ensino e aprendizagem com foco nas relações CTSA por meio de QSC's	2019	L
CTS e os Textos Complementares dos Livros Didáticos de Química do PNLD 2018: Uma Análise na Temática Radioatividade	2021	M

Para examinar as publicações selecionadas, inspiramo-nos em pressupostos da Análise de Conteúdo de Laurence Bardin (Bardin, 2016), partindo de duas categorias a priori: i) fatores epistêmicos e ii) fatores não-epistêmicos. Nos baseamos em Cordeiro e Peduzzi (2011), Acevedo-Díaz et al. (2017) e Aragón-Méndez et al. (2018) para a identificação dos referidos fatores.

RESULTADOS

A maioria dos trabalhos analisados envolvem práticas em sala de aula (B, C, D, E, F, I, J, L). Dois trabalhos são estudos sobre percepções de alunos (A) e professores (G) e dois trabalhos são sobre análises de livros (H e M), sendo M um livro didático e H uma obra literária.

As publicações A, B, C, J são de ensino de Física, enquanto E, H, L, M são de Química. F, G e I são de natureza multidisciplinar em sua maioria de ciências da natureza e D é da área de ensino de Biologia. Essa distribuição mais tendenciosa em relação à Física e à Química pode ser atribuída à recomendação do ensino de radioatividade e energia nuclear nessas disciplinas, que está expressa em documentos curriculares como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN; Brasil, 2006) e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC; Brasil, 2018). As temáticas também estão presentes em livros didáticos de ambas as áreas. Em Física, geralmente, tais assuntos são discutidos no contexto da Física Moderna e Contemporânea (FMC), sendo a Mecânica Quântica o mote das discussões. Em Química, são apresentados no âmbito de modelos e propriedades atômicas, em especial quando há a abordagem dos modelos atômicos de Rutherford e Bohr, bem como o próprio debate sobre “descoberta” da radioatividade.

A paridade no número de investigações encontradas entre 2011 e 2021 não reflete o cenário retratado por Cordeiro e Peduzzi (2010) e corroborado por Silva, Campos, Almeida (2013), claramente desbalanceado para a Química. Os primeiros autores sustentam que, embora a radioatividade seja um tema de fronteira entre Química e Física, os físicos parecem não se interessar por essa área. Inclusive, apontam que com relação à FMC é uma temática secundária em comparação com a relatividade e partículas elementares. A amostra analisada não é suficiente para afirmar que essa mudança se deu pelo crescimento nas pesquisas em Ensino de Física. Do mesmo modo, não encontramos nenhum artigo mais recente que pudesse embasar alguma conclusão nesse sentido.

As temáticas associadas a radioatividade e a energia nuclear podem ser vistas na Figura 2:

Figura 2: termos associados a radioatividade e a energia nuclear nos trabalhos analisados.



É possível notar que, dentre os temas abordados nos trabalhos, as menções ao acidente com o céσιο-137 ocorrido em Goiânia no ano de 1987 são as mais frequentes. Nesse contexto, são incluídos estudos voltados à sala de aula e à análise de livros didáticos e literários. Geralmente, essas publicações exploram históricos, científicos, tecnológicos e sociais do episódio, prevalecendo a abordagem de aspectos não-epistêmicos.

Outro ponto de destaque é a recorrência com que as discussões, especialmente aquelas voltadas para a sala de aula, lançam mão de dicotomias, como vantagens/desvantagens, benefícios/malefícios, contra/a favor, ao abordarem o uso da radioatividade e da energia nuclear. Segundo Rosa e Strieder (2021) esse tipo de discussão fomenta um discurso reducionista de ciência-tecnologia, por restringir os processos democráticos ao reduzir os mecanismos de participação social. Desse modo, deve-se “problematizar a presença de valores na definição da agenda de pesquisa” (Rosa & Strieder, 2021, p. 2), ao invés de somente focar nos produtos da tecnociência.

Alguns trabalhos são focados na radioatividade (E, H, I, L, M) outros são centrados na energia nuclear (A, C, D, F, G) e apenas em B e J é direcionado às duas temáticas. Dentre eles, se destacam as práticas abordadas por meio de controvérsias A, B, D, I, J e L, levando em consideração a tomada de decisão. Embora somente em L a QSC seja um referencial teórico. De acordo com

Santos et al. (2018), as QSC são bastante atuais no contexto brasileiro. Isso pode explicar o tardio e escasso número de trabalhos com essa vertente na amostra analisada. Acreditamos que a abordagem das duas temáticas, como ocorre em B e J, pode possibilitar a discussão tanto de controvérsias históricas quanto de sociocientíficas (no âmbito das QSC), concomitantemente. Contudo, nos supracitados trabalhos essa perspectiva não é adotada.

No caso das controvérsias históricas, vale ressaltar que se tratam de controvérsias científicas, isto é, que acontecem no âmbito das ciências. Oliveira (2014, p. 24) caracteriza controvérsia científica “como sendo um debate em um campo de desacordo, em que as práticas individuais alternativas concorrem como candidatos para a modificação de uma prática de consenso”. O autor pondera que o cerne desse tipo de contenda não é obrigatoriamente uma teoria ou hipótese sobre algum fenômeno. Considerando certos casos, o debate pode girar em torno de alguma questão específica ou do grau de confiança de algum instrumento ou método. Enquanto são comuns controvérsias histórico-científicas voltadas a elementos pertinentes do mundo natural, não são raras aquelas que se debruçam sobre variados aspectos da prática científica. Tais aspectos apontados pela autora podem ser classificados como epistêmicos. Em contrapartida, julgamos que controvérsias dessa natureza podem ser alicerçadas também em aspectos não-epistêmicos, uma vez que podem ser influenciadas por fatores políticos, econômicos e sociais.

As controvérsias histórico-científicas têm o potencial de demonstrar como tem se dado o desenvolvimento do conhecimento científico e seus episódios podem propiciar a inserção de aspectos de NdC em sala de aula. Por meio delas, podemos superar visões ingênuas sobre a ciência como a ideia de um desenvolvimento cumulativo e linear, por exemplo. No que concerne a radioatividade, podemos explorar desde a contenda em torno de algo mais amplo como o debate sobre a continuidade e descontinuidade da matéria, episódio que ocorreu entre o final do século XIX e início do XX, ou mesmo as discussões em torno do próprio fenômeno.

De acordo com Oliveira e Guerra (2013), é possível identificar nas investigações de Marie Curie o entendimento de que a radioatividade se refere às partículas subatômicas e a emissão de radiação está relacionada a liberação de partículas, que resulta na perda de massa. Explicação que contrasta com a de outra corrente vigente na época, encabeçada por Lord Kelvin, que considerava que a radiação derivava da interação das ondas de éter com o átomo. Ao postular que esse fenômeno se processaria no éter, que seria algo que preenchia

o espaço, Kelvin apresenta uma ideia contínua da matéria, oposta àquela defendida por Curie. Nesse contexto, os autores apontam alguns aspectos de NdC que poderiam ser abordados em sala, tais como: a concepção de ciência como uma construção humana; a influência do nacionalismo, pois a disputa se concentrava em duas diferentes visões defendidas por dois diferentes países. Enquanto os alemães defendiam o modelo contínuo, os ingleses defendiam o modelo descontínuo; o mito do método científico, uma vez que os experimentos desenvolvidos foram enviesados pelas teorias e hipóteses defendidas por cada lado; diferenças na interpretação de um fenômeno; critérios de validação do conhecimento. Possibilitando assim, a discussão de aspectos epistêmicos e não-epistêmicos.

No que se refere às contendas em torno da “descoberta” da radioatividade em si, podem ser salientadas as diferentes visões para interpretação dos chamados “raios de urânio” ou “raios de Becquerel”. Inclusive, no excerto em destaque no Quadro 1, o termo “raios” se encontra destacado entre aspas para reforçar que se tratava, na realidade, de radiação. Henri Poincaré, em suas revisões sobre os (então) recentes trabalhos publicados sobre raios-X, conclui que tais raios poderiam ter uma relação com o fenômeno de fluorescência, como afirma Martins (1990). Segundo o autor, uma série de cientistas, dentre eles, Becquerel seguem essa “pista falsa” que o leva a “esgotar” o tema e não chegar a conclusões substanciais “nem [sobre] a natureza das radiações emitidas pelo urânio nem [sobre] a natureza subatômica do processo”. A partir dessa falta de interesse acadêmico pela temática que Marie Curie encontra uma lacuna para ser explorada em sua tese de doutorado, demonstrando sua capacidade de imaginação e criatividade.

Quadro 1: fatores epistêmicos de NdC presentes nos trabalhos e respectivos trechos.

Fator epistêmico	Trecho
Diferenças na interpretação de um fenômeno	“Estes ‘raios’ eram, na realidade, partículas e radiação emitidas espontaneamente pelos átomos de sais de urânio estudados por Bequerel. Em seus estudos, Madame Curie observou que a radioatividade não é uma propriedade que se limita somente aos átomos de urânio, o que abriu caminho para novas pesquisas, realizadas não somente pelo casal Curie e Bequerel, mas também por Rutherford e mais tarde por Paul Ulrich Villard, Hans Geiger, dentre outros” (B, 2011, p. 4).
Caráter dinâmico do conhecimento científico	

Vale ressaltar que em um mesmo excerto é possível identificar e explorar mais de um aspecto de NdC, porém, isso dependerá do grau de conhecimento do professor tanto sobre o episódio quanto sobre NdC.

Sobre os episódios aqui explorados que são ausentes na amostra analisada, somente B traz alguma contexto histórico que, ainda assim, é explicitado apenas no referencial teórico do trabalho, sem uma menção direta à exploração desse contexto em sala de aula. Considerando exclusivamente o pequeno trecho narrado por nós sobre a controvérsia da radioatividade, é possível discutir vários aspectos epistêmicos de NdC que, inclusive, não foram identificados nos trabalhos (além dos identificados em B, destacados no Quadro 1), como: criatividade e imaginação, o papel da experimentação; metodologias científicas, diferença entre observação e inferência, domínio de algumas teorias científicas sobre outras, influência da especialidade do cientista no planejamento e desenvolvimento de uma investigação científica, entre outros.

Na esfera dos aspectos não-epistêmicos, podem ser discutidas questões de gênero, uma vez que Marie Curie sofreu opressão por ser mulher em vários momentos de sua trajetória, desde os percalços enfrentados para se tornar uma cientista à dificuldade de ser aceita por seus pares e mesmo de ser admitida como professora de uma universidade. No mesmo sentido, Marie foi vítima de xenofobia por ser polonesa. Aspectos referentes à personalidade de Marie, conhecida como uma mulher generosa, competente e determinada. As relações entre os cientistas nesse período, por exemplo, entre Marie e Pierre, entre Pierre e Jacques. Aspectos relacionados ao patriotismo, como a homenagem feita por Marie ao seu país, a Polônia, ao nomear um dos dois elementos descobertos como polônio, entre outros (para mais detalhes sobre esses episódios consultar Bonfim, 2021).

A situação mais recorrente na amostra analisada, no que se refere a história, diz respeito aos acidentes nucleares e ao uso de bombas atômicas durante a II Guerra Mundial, não sendo possível identificar elementos epistêmicos.

Enquanto as controvérsias histórico-científicas *cessam* no tempo, as sociocientíficas ainda *correm* no tempo. Muitas delas, inclusive, apresentam um componente histórico, em razão de durarem muito tempo, como é o caso das controvérsias em torno da homeopatia, iniciadas no final do sec. XVIII, período de sua idealização por Samuel Hahnemann. Na realidade, mesmo as ocorrem *no agora* podem apresentar esse caráter histórico, afinal existe a história do presente. Outra diferenciação entre tais tipos de controvérsias se dá necessariamente pelo engajamento do público, além da comunidade

científica. No mais, as controvérsias sociocientíficas são temáticas relevantes socialmente.

No que tange os debates sobre energia nuclear, as discussões não deveriam priorizar somente o seu uso por meio de argumentos dicotômicos, mas os fatores políticos, tecnológicos, socioeconômicos e ambientais que envolvem a instalação e operação de uma usina nuclear, por exemplo. Nessa linha, estão em maior e menor ênfase, os trabalhos A, I, J, e L. Fazemos um destaque para J, pois nele os alunos são envolvidos em uma situação controversa que diz respeito a instalação de uma usina nuclear, assumindo a posição de diferentes atores com distintas visões ideológicas (governantes, cidadãos, empresários sócios da nova usina, ambientalista, entre outros), por meio do role play. Para, a partir daí, tomarem uma decisão. Em síntese, enquanto o campo NdC considera mais importante a forma como os cientistas geram e validam dados e conhecimentos, muito mais importante do que as afirmações científicas produzidas (Azevedo & Scarpa, 2017), na educação CTS o foco é em quem define o problema, a pesquisa científica e o que será pesquisado. Esse problema tem um vínculo com a realidade local? O que está sendo pesquisado sobre energia nuclear? Quem está pesquisando sobre isso? Quem definiu essas questões? Quais as implicações dessas pesquisas? De onde provém os recursos para essas pesquisas? São questionamentos pertinentes a esse campo.

No Quadro 2, estão dispostos alguns dos fatores não-epistêmicos identificados na amostra analisada:

Quadro 2: fatores não-epistêmicos de NdC presentes nos trabalhos e respectivos trechos.

Fator não-epistêmico	Trecho
Aspectos morais e éticos	<p>“a promoção de uma educação científica e tecnológica dos cidadãos, auxiliando o aluno na construção de conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomar decisões responsáveis sobre questões de Ciência e Tecnologia no campo social” (D, 2013, p. 3).</p> <p>“Temos que reconhecer que a evolução da ciência trouxe grandes descobertas e invenções que permeiam os tempos modernos, porém, negligenciamos valores e padrões sociais e éticos de vivência e convivência humana”(F, 2015, p. 7)</p>
Influência da ciência na sociedade	<p>“Tal questão nos informa o quanto a ciência e sua aplicação pode se tornar uma arma capaz de influenciar profundamente a sociedade” (F, 2015, p. 4)</p>

Apoio político a investigação	“a ciência precisa cada vez mais do apoio do governo e uma relação recíproca se estabelece” (F, 2015, p. 5).
O papel da imprensa na divulgação da ciência e da tecnologia	“Acrescenta-se, inclusive, que o modo como a televisão veicula informações vinculadas à ciência e à tecnologia é objeto de estudo de pesquisas” (H, 2017, p. 5)
influência da sociedade na ciência	Há uma desigualdade [entre pobres e ricos], portanto, em relação ao acesso aos conhecimentos mais atuais sobre ciência e tecnologia (H, 2017, p. 5)

É evidente que, em comparação com os aspectos epistêmicos, os não-epistêmicos se sobressaem. Esses dados contrastam com as conclusões de Aragón-Méndez et al. (2016) e Aragón-Méndez et al. (2019), que apontam uma tendência nos trabalhos internacionais de enfatizar aspectos epistêmicos. Possivelmente, os países da América Latina sublinham aspectos não-epistêmicos no âmbito CTS, pois se referem a características que tocam no íntimo dos problemas enfrentados pela ciência e tecnologia nesses países. A exemplo, tem-se problemas como falta de financiamento, desigualdade e ausência de interação da sociedade sobre decisões que envolvem ciência e tecnologia, temas, de certo modo, abordados nos trabalhos em destaque no que tange, principalmente a energia nuclear.

Baseado em Gil-Pérez et al. (2001) consideramos que uma outra hipótese para a baixa incidência de aspectos epistêmicos no âmbito CTS diz respeito a própria natureza do movimento de privilegiar as complexas relações CTS em combate a visões neutras sobre a atividade científica. Além disso, a incipiência de tópicos referentes a NdC nos currículos também pode ser compreendida como mais uma razão para tal. Outro fator que pode ser levantado diz respeito a temática da radioatividade, pois têm sido incipientes artigos que se preocupam em abordá-la sob o ponto de vista da história e filosofia das ciências (Cordeiro & Peduzzi, 2011).

CONCLUSÕES

Constatamos da análise aqui proposta, centrada em trabalhos sobre radioatividade e energia nuclear publicados no ENPEC nos últimos anos, que na esfera da Educação CTS as discussões sobre aspectos não-epistêmicos de NdC têm sido priorizadas, principalmente aquelas referentes às características

externas à comunidade científica. Ademais, entendemos que há uma relação explícita entre a contemplação de elementos de NdC e a ausência de um contexto histórico, neste caso, sobre radioatividade. Enfatizamos que o artifício da dicotomia, frequentemente empregado, favorece a propagação de uma visão reducionista no que tange ciência-tecnologia, o que implica em encolhimento da participação social em uma dada matéria.

A necessidade de aproximarmos NdC e a educação CTS, ratificada pelos aspectos aqui debatidos, é especialmente evidente quando lidamos com propostas e práticas pedagógicas que se propõem a fomentar uma concepção crítica perante o conhecimento científico e tecnológico. Apontamos que, embora ainda restrita na amostra deste trabalho, a combinação entre controvérsias históricas e sociocientíficas pode ser uma promissora vertente para a articulação CTS-NdC.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aikenhead, G. (1994). What is STS Science Teaching? In: Solomon, J., & Aikenhead, G.S. *STS Education International Perspectives on Reform*. New York: Teacher's College Press.

Aragón-Méndez, M.M., García-Carmona, A.; Acevedo-Díaz J.A. (2016). Aprendizaje de estudiantes de secundaria sobre la naturaleza de la ciencia mediante el caso histórico de Semmelweis y la fiebre puerperal. *Revista Científica*, 27(3), 302-317.

Aragón-Méndez, M. M.; Acevedo-Díaz, J. A.; García-Carmona, A. (2019). Prospective biology teachers' understanding of the nature of science through an analysis of the historical case of Semmelweis and childbed fever. *Cult Stud of Sci Educ*, (14), 525-555.

Acevedo-Díaz, J. A.; García-Carmona, A.; Aragón, M. M. (2017). Historia de la ciencia para enseñar naturaleza de la ciencia: una estrategia para la formación inicial del profesorado de ciencia. *Educación Química*, (28), 140-146.

Auler, D, Delizoicov, D. (2015). Investigação de temas CTS no contexto do pensamento latino-americano. *Linhas Críticas*, 21(45), 275-296.

Bardin, L. *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2011.

Brasil.(2006). Secretaria de Educação Básica. *Orientações Curriculares Nacionais*. Brasília: Ministério da Educação.

Brasil. (2018). *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: Ministério da Educação.

Bejarano, N. R. R., Aduriz-Bravo, A; Bonfim, C. S. (2019). Natureza da Ciência (NOS): Para além do Consenso. *Ciência & Educação*, 25(4), 967-982.

Bonfim, C. S. (2021). Desvelando Marie Curie e sua prática científica: reflexões de gênero por meio de uma análise metabiográfica. In: Barbané, F. (Coord.). *Filosofia e historia de la ciencia y sociedade em Latinoamérica*. Vol. 2: A filosofia das ciências sociais na América do Sul / Ciencia, género(s) y feminismo(s). Buenos Aires: AFHIC.

Bonfim, C. S.; Strieder, R. B.; Machado, P. F. L. (2022). Articulações entre Educação CTS e Natureza da Ciência na Pesquisa em Educação em Ciências. *ALEXANDRIA: R. Educ. Ci. Tec.*, 15(2), 307-333.

Cordeiro; M. D.; Peduzzi, L. O. Q. (2010). As conferências Nobel de Marie e Pierre Curie: a gênese da radioatividade no ensino. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 27(3), 473-514.

Cordeiro, M. D., Peduzzi, L. O. Q. (2011). Aspectos da natureza da ciência e do trabalho científico no período inicial de desenvolvimento da radioatividade. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 33(3), 3601.

Mathews, M. R. (1992). History, philosophy and science teaching: the present reaprochement. *Science & Education*, 1(1), 11-48.

Oliveira, F. F.; Guerra, A. (2013). Controvérsia histórica: Uma possibilidade para problematização à respeito de aspectos de natureza da ciência. In IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (pp. 1-7). Brasil: Universidade de São Paulo. Consultado em: [http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/atas/resumos/R0450-1.pdf](http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/ixenpec/atas/resumos/R0450-1.pdf)

Oliveira, F. F. (2014). Controvérsia Histórica: uma possibilidade de problematização acerca de elementos de Natureza da Ciência no Ensino Médio. Rio de Janeiro: CEFET/RJ. Dissertação de mestrado.

Pedretti, E.; Nazir, J. (2011). Currents in STSE Education: Mapping a Complex Field, 40 Years On, *Science Education*, (95), 601-626.

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

Rosa, S. E.; Strieder, R. B. (2021). Perspectivas para a Constituição de uma Cultura de Participação em Temas Sociais de Ciência-Tecnologia. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação Em Ciências*, 21, 1-27.

Santos, W. L. P. (2011). Significados da educação científica com enfoque CTS. In Santos, W. L. P., & Auler, D. *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, pp. 21-47.

Schnetzler, R. P.; Santos, W. L. P. (2010). *Educação em Química: Compromisso com a Cidadania*. Porto Alegre: UNIJUI.

Silva, F. C. V.; Campos, A. F.; Almeida, M. A. V. (2013). Alguns aspectos do ensino e aprendizagem de radioatividade em periódicos nacionais e internacionais. *Amazônia – Revista de Educação em Ciências e Matemática*, 10 (19), 46-61.

Strieder, R. B.; Kawamura, M. R. (2017). Educação CTS: Parâmetros e Propósitos Brasileiros. *R. Educ. Ci. Tec.*, 10(1), 27-56.

Vázquez-A., Carmona, G., A. G.; Manassero, M. M. A.; Bennassar, R. A. (2014). Spanish students' conceptions about NOS and STS issues: A diagnostic study. *EURASIA J Math Sci Tech*, 10(1), 33-45.