

Ensino de questões sociocientíficas envolvendo a nanotecnologia como articuladora da construção da argumentação por meio de sequências didáticas: Uma revisão das publicações do X, XI e XII ENPEC.

The teaching of socio-scientific issues involving nanotechnology as an articulator of the construction of argumentation through didactic sequences: A review of the publications of X, XI, XII ENPEC.

Rafael Scheffer Pacheco

UFRGS- Universidade Federal do Rio Grande do Sul
prof.rafaelscheffer@gmail.com

José Vicente Lima Robaina

UFRGS- Universidade Federal do Rio Grande do Sul
jose.robaina@ufrgs.br

Resumo

O ensino de ciências requer o reconhecimento da necessidade da pluralidade de abordagens metodológicas em conjunto com uma atuação interdisciplinar, relacionando diferentes temas e colaborando com a construção do conhecimento. Este trabalho se configura como um estudo do conhecimento que traz uma revisão das publicações do X, XI e XII ENPEC, nas quais se identificou elementos relacionados às temáticas: Nanotecnologia, Sequência Didática, Questões Sociocientíficas e Construção da Argumentação. Durante a busca, foram identificados 120 trabalhos relacionados a esses temas. As diferentes temáticas foram analisadas separadamente e, em um segundo momento, foram cruzadas a fim de compreender o andamento da intersecção da complexidade dessas temáticas e como essa tessitura do conhecimento tem se apresentado nas pesquisas brasileiras.

Palavras-chave: Ensino de Ciências, Nanotecnologia, Sequência Didática, Questões Sociocientíficas e Construção da Argumentação.

Abstract

The science teaching requires recognition of the need for a plurality of methodological approaches in conjunction with an interdisciplinary approach, relating different themes and collaborating with the construction of knowledge. This work is configured as a study of knowledge that brings a review of the publications of X, XI and XII ENPEC, where elements related to thematic themes were identified: Nanotechnology, Didactic Sequence, Socio-Scientific Issues and Construction of Argumentation. During the search, 120 works related to these themes were identified. The different appropriate themes were analyzed, and later they

were crossed to understand the progress of the intersection of the complexity of these themes and how this texture of knowledge has been presented in Brazilian research.

Key words: Science Teaching, Nanotechnology, Didactic Sequence, Socio-Scientific Issues, Construction of Argumentation.

Introdução

Vivemos em um momento distinto na contemporaneidade, pois o desenvolvimento científico, técnico e cultural floresce em ritmo acelerado, principalmente quando comparado a outros momentos históricos. O constante anseio de descobrir e aprender é o que move o espírito humano, e esse desejo único é o responsável pela incessante busca por caminhos que nos conduzam em direção a novos horizontes. É o conhecimento vivo que conduz à grande aventura da descoberta do universo, da vida, do homem (MORIN, 2005).

Atualmente, mais do que nunca, para que as pessoas possam se posicionar ativamente na sociedade, é preciso que elas se tornem indivíduos ativos no processo de construção social e, para isso, é necessário que haja a alfabetização científica (FOUREZ, 1994; SANTOS; MORTIMER, 2002; COBERN; GIBSON; UNDERWOOD, 1995; LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001; AULER; DELIZOICOV, 2001). Portanto, alfabetizar os cidadãos em ciência e tecnologia é hoje uma emergência do mundo contemporâneo. Não se trata de dar vistas às benesses dos avanços científicos, como os meios de comunicação tentam sugerir, mas de disponibilizar as representações que permitam ao cidadão construir seu ponto de vista, tomar suas próprias decisões e compreender que o que está em jogo no discurso dos especialistas é seu presente e o futuro de seus descendentes. Essa necessidade tem já a algumas décadas movido a proposta de ensino, abordado por meio do enfoque com ênfase na Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), que possui uma ampla bibliografia que compreende diversas discussões na área de ciências acerca da temática CTS.

Algumas temáticas foram alvos deste trabalho na constituição do estudo do conhecimento descrito na pesquisa realizada na base de dados do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC). Temos como objetivo fazer uma análise das relações acerca do ensino de nanotecnologia, utilizando questões sociocientíficas (QSC), abordadas por meio de sequências didáticas (SD), bem como observar o quanto essas abordagens colaboram para a Construção da Argumentação (CA) em ciências.

Breve discussão acerca de nanotecnologia, QSC, SD e CA

O físico e professor Richard Feynman (1918-1988), ganhador do Nobel de Física de 1965, provocou ceticismo na plateia ao declarar, em 29 de dezembro de 1959, durante uma conferência ocorrida nos Estados Unidos, que a ciência seria capaz de manipular e arranjar os átomos como se fossem os tijolos que compõem uma parede. Décadas depois, no entanto, essa metáfora já é uma realidade cada vez mais comum, ainda assim, constitui-se como um conceito permeado por desconfianças e desinformação.

A nanotecnologia é o fruto da pesquisa em nanociência e tem chegado silenciosamente nas casas dos cidadãos que, muitas vezes, não percebem que estão fazendo uso dela. Considerada como uma das principais tecnologias do século XXI, a nanotecnologia tem grande potencial no mercado por viabilizar o processo de criação de novos materiais, Brasil (2010).

Existem diversas controvérsias que envolvem o uso e a aplicação da nanotecnologia, como por exemplo: produção de alimentos, geração de energia, medicina, uso militar entre

outros, trabalhar estas controvérsias, que envolvem perspectivas sociocientíficas em sala de aula é relativamente novo Reis e Galvão (2005), porém há vários trabalhos que sugerem esse tipo de abordagem. Alguns trabalhos demonstram não só as potencialidades e a abrangência das discussões sobre QSC na sala de aula para a aprendizagem, mas também dos processos da natureza científica e tecnológica, que envolvem o vasto campo de desenvolvimento cognitivo, social, político, moral e ético dos estudantes (GALVÃO; REIS, 2008; LEVINSON, 2001; RAZERA; NARDI, 2001; REIS 1999; REIS; GALVÃO, 2005; VIEIRA; BAZZO, 2007; ZUIN; FREITAS, 2007).

Para realizar a abordagem de temas controversos da nanotecnologia em sala de aula, observa-se que as SD se constituem um tipo de estratégia que oportuniza o ensino por meio de atividades diversificadas. Além disso, as SD podem ser muito úteis na abordagem destes temas permeados por debates sociocientíficos, onde, este instrumento metodológico pode contribuir para o processo de aprendizagem, oferecendo a elaboração de propostas de análise e resolução de problemas sociocientíficos (GUIMARÃES; GIORDAN, 2011; ZANON, 2007).

Além do disso, durante a abordagem de temas que envolvem QSC em nanotecnologia, surge também, a possibilidade de analisar o desenvolvimento da construção de habilidades argumentativas e o desenvolvimento do pensamento crítico. As pesquisas em torno do processo de CA, no ensino de ciências, têm sido amplamente discutidas no mundo todo. No entanto, em âmbito nacional, essa temática tem sido pouco explorada, conforme aponta Mendes (2013).

A realização de práticas que estimulem a CA, por meio da abordagem de QSC, colaboram para a construção de uma argumentação baseada na dialética, estimulando a construção de múltiplas leituras (SADLER; DONNELLY, 2006), sem o estabelecimento de uma égide irrefutável do conhecimento científico, estabelecida pelos possesores, ditos absolutos, do conhecimento técnico.

Além do mais, a abordagem das temáticas acerca da nanotecnologia, CA, SD e QSC, concedem um ambiente propício, para que por meio da iteração e debates se construa novas compreensões acerca das pesquisas científicas, potencializando a possibilidade de transcender a educação baseada na reprodução de conceitos científicos, oportunizando aos estudantes lerem o mundo associando seu cotiado, com sua comunidade, economia, política e cultura (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001).

Metodologia

Este trabalho exploratório e descritivo está configurado como um estudo do conhecimento do tipo qualitativo, e realiza-se por meio da análise de trabalhos submetidos, aprovados e depositados na base de dados do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC). Segundo Ferreira (2005), produções dessa natureza permitem analisar o que já foi produzido sobre determinado assunto em diferentes tempos, espaços e mecanismos de publicação. Trata-se de um recorte sobre o tema a partir de uma revisão bibliográfica.

Neste estudo, utilizamos o que chamamos de filtros de pesquisa. Como primeiro filtro, definimos a realização de uma investigação baseada na estratégia de busca por descritores que, segundo Utagawa, Gambarato, Pereira (2018), servem como uma forma de identificar publicações, facilitando sua busca sobre os trabalhos publicados. Sendo assim, utilizamo-nos dessa ilação para analisar os trabalhos do X, XI e XII ENPEC no período que compreende os

anos de 2015 a 2019, sendo que partimos de uma base de 4.037 trabalhos aceitos e publicados no período citado.

Após a aplicação do uso de descritores, propostos no primeiro momento da filtragem da pesquisa, foram compilados 120 trabalhos dentre os 4.037 que foram catalogados no X, XI e XII ENPEC. Já, em um segundo momento, foi realizada a leitura dos resumos dos 120 trabalhos, dos quais identificamos somente 62 trabalhos correlacionados à proposta desta pesquisa. Na terceira etapa realizamos a leitura desses 62 trabalhos completos de maneira sucessiva, conforme recomenda Salvador (1986). Procuramos, primeiramente, efetuar uma leitura exploratória, averiguando se as informações eram pertinentes aos arquétipos do estudo e, na sequência, realizamos uma leitura do tipo seletiva e crítica com o propósito de identificar quais materiais estavam afinados à pesquisa e à sua temática.

Dessa forma, após as sucessivas etapas de filtragem e leitura dos trabalhos, construímos a base de estudo do conhecimento sobre os temas nanotecnologia, SD, QSC e CA, que resultou em 22 trabalhos.

Por outro lado, para identificarmos uma relação mais próxima entre os trabalhos selecionados, após os procedimentos de seleção, utilizamos o processo de cruzamento de temas com o objetivo de verificar trabalhos que apresentam uma intersecção entre os temas investigados. Além disso, essas etapas foram realizadas para facilitar a identificação da construção complexa entre os temas da nanotecnologia, QSC, SD e CA. No Quadro 1 a seguir, apresentamos a codificação implementada para a construção de um painel comparativo e analítico:

Quadro 1 - Temas chave

Abreviação	Tema
(N)	Nanotecnologia
(QSC)	Questões sociocientíficas
(SD)	Sequência didática
(CA)	Construção da argumentação

Fonte: Elaborado pelos autores, (2020).

Quadro 2 – Cruzamentos codificados

Temática	X ENPEC	XI ENPEC	XII ENPEC	TOTAL
N	1	0	0	1
QSC	3	1	3	7
SD	2	5	2	9
CA	3	2	0	5
N x QSC	0	0	0	0
N x SD	0	0	0	0
N x CA	0	0	0	0
QSC x SD	1	0	0	1
QSC x CA	1	0	1	2
SD x CA	2	3	0	5
N x QSC x SD	0	0	0	0
N x QSC x CA	0	0	0	0
QSC x SD x CA	0	0	1	1
N x QSC x SD x CA	0	0	0	0

Fonte: Elaborado pelos autores, (2020).

Os cruzamentos foram obtidos a partir da leitura completa dos trabalhos que possuíam características concomitantes entre duas ou mais temáticas. Após a leitura dos trabalhos, suas propostas foram submetidas a uma análise quanto a sua pertinência para cada uma das abordagens temáticas.

A partir dessas análises e leituras, emergiram alguns trabalhos que apresentavam tautocronias – interações harmônicas de diferentes temas –, que constituem a base do estudo do conhecimento acerca de cada um dos diferentes assuntos. Foi possível, assim, verificar, como eles interagem entre si, demonstrando o processo de tessitura do conhecimento científico.

Acerca dessas relações, foram identificados os seguintes trabalhos e suas inter-relações, conforme o quadro que segue:

Quadro 3 – Trabalhos obtidos após cruzamentos

TEMA	TRABALHO	REFERÊNCIA
QSC x SD	Contribuições das questões sociocientíficas para se pensar a natureza do conteúdo de ciências: um olhar a partir da filosofia de Theodor Adorno.	CARNIO M.P.; CARVALHO, W.L.P.
SD x CA	Ações e princípios para o planejamento de sequências didáticas argumentativas	SCARPA, D.L.; MENNA, V.B.C.
QSC x CA	Proposição de uma Ferramenta Analítica para avaliar a Qualidade da Argumentação em Questões Sociocientíficas	PENHA, S.P.; CARVALHO, A.M.P.
SD x CA	Aspectos epistêmicos da construção do dado de um argumento em uma Sequência Didática Investigativa em Ecologia.	RATZ, S.V.S.; MOTOKANE, M.T.
SD x CA	A qualidade dos argumentos dos alunos em uma Sequência Didática que Usa a História da Ciência e a Argumentação no Ensino de Física.	ANÔNIMO
SD x CA	A relação entre os movimentos epistêmicos de professores em formação inicial e os elementos dos argumentos construídos pelos alunos em uma sequência didática investigativa sobre biodiversidade	CAMARGO, G.H.;
SD x CA	A controvérsia agroecológica em uma abordagem intercultural de Educação Científica: a biodiversidade nos discursos de licenciandos do campo	SILVA, D.K.; KATO, D.S.
QSC x CA	Análise dos argumentos de professores de ciências sobre estratégias didáticas que favorecem a abordagem de questões sociocientíficas no ensino das ciências	VALE, W.K.M.; BATINGA. V.T.S.
QSC x SD x CA	A argumentação por analogia na discussão de uma questão sociocientíficas.	DAMASCENA, K.B.; MOZZER, N.B.

Elaborado pelos autores, (2020).

Análise de dados

Ao analisar as últimas três edições do ENPEC, é possível identificar que algumas temáticas ainda parecem estar distantes das discussões no ensino de ciências no Brasil, como por exemplo, pesquisas que evidenciem e popularizem o conhecimento científico em nanociência e suas aplicações tecnológicas. Dos trabalhos selecionados, apenas cinco, no período de 2015 a 2019, abordavam essas questões.

No entanto, é preciso considerar que o conjunto dos trabalhos filtrados da base de dados compreende apenas 120 trabalhos de um total de 4037, representando assim 2,9% do total de artigos publicados nas três referidas edições do ENPEC.

Além do mais, temas como a análise da CA ainda se constituem em um desafio no ensino de ciências. Atualmente, grande parte das pesquisas utilizam a metodologia de análise da CA proposta por Toulmin (2006). Porém sua proposta não é consenso, principalmente porque essa ferramenta possibilita uma análise mais estrutural e não epistêmica.

Quando consideramos apenas o universo dos trabalhos selecionados por esta pesquisa, identificamos que os quatro temas analisados possuem uma quantidade de trabalhos muito diferente. As temáticas que apresentaram maior concentração de trabalhos foram (SD) e (QSC).

Entretanto, ao analisar os artigos que apresentam diferentes temas em uma mesma publicação, percebemos uma predominância de interações entre os temas de (CA) e (SD). Após realizar cruzamentos, os dois temas citados apresentam uma maior afinidade. A relação entre esses dois temas pode ser explicada da seguinte forma: enquanto a avaliação da CA fornece elementos para identificar o processo de encadeamento do conhecimento, a SD disponibiliza um caminho prático para que ela ocorra.

Também pode-se identificar após os cruzamentos, que se encontrou apenas um trabalho com os descritores (SD), (QSC) e (CA). Já os demais cruzamentos entre os quatro descritores não retornaram resultados.

Além disso, no cruzamento entre os três termos (QSC) x (SD) x (CA), obtivemos apenas um retorno. Porém, quando realizamos o cruzamento entre os quatro termos, não obtivemos nenhum resultado.

Ao realizar a leitura dos trabalhos, percebe-se que a abordagem da (CA) sempre está imbricada à ideia de avaliar os resultados de uma prática, procurando produzir parâmetros que identifiquem o processo de ensino ou aprendizagem. Ao abordar o uso das sequências didáticas, os trabalhos procuram demonstrar a execução das atividades pedagógicas, uma vez que esse tipo de estratégia oferece um caminho para exequibilidade das propostas.

Na análise da temática da nanotecnologia, identificamos, nos poucos trabalhos publicados, uma preocupação com o processo de educação e popularização da ciência e da tecnologia, o que de fato vai ao encontro das ideias presentes na abordagem CTS, conforme descreve Rodríguez e Pino (2017). Os autores percebem que a CTS promove estratégias diferenciadas no campo da Educação Científica com o intuito de melhorar a formação cidadã e promover uma visão mais adequada de ciência e tecnologia.

Por fim, as QSC que compartilham o mesmo enfoque com a CTS são descritas por Silva e Robaina (2020) como uma forma de completude, frente a uma mesma finalidade voltada à educação científica, buscando a formação de cidadãos aptos para atuarem em uma sociedade democrática. Portanto, a abordagem das QSC, nos trabalhos analisados, procura, por meio da realização de atividades pedagógicas, mediar o processo de reflexão crítica na formação do aluno da educação básica ou do ensino superior.

Conclusões

Ao analisar os trabalhos publicados nas últimas três edições do ENPEC acerca das temáticas: nanotecnologia, CA, SD e QSC, constatamos a quase inexistência de trabalhos que articulem estas discussões voltados à abordagem destas temáticas, no entanto, encontramos sim, seus componentes apresentados e discutidos de forma individual em várias pesquisas.

A abordagem das QSC envolvendo a nanotecnologia associada ao processo de CA por meio de SD, é uma forma de popularização da ciência e tecnologia, bem como, pode ser uma estratégia no processo de construção do conhecimento. Além disso, ainda existe uma necessidade de mais estudos que vinculem o ensino de temas científicos com a realidade cotidiana dos estudantes, principalmente aqueles temas que ainda estão distantes da sociedade como aponta Mendes (2013).

A abordagem de temas controversos, em um assunto como a nanotecnologia permite corrigir a distorção causada pela interpretação infalível da ciência, bem como, possibilitar momentos de interação dialógica que possibilitem um ambiente mais favorável ao processo de construção argumentativa.

Referências

- AULER, Décio; DELIZOICOV, Demétrio. ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA PARA QUÊ? **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 5, n. 1, p. 122-134, jun. 2001.
- BRASIL. Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Nanomateriais de Carbono. **A nanotecnologia possibilita a criação de produtos mais eficientes**. Brasília, 2010. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/ciencia-e-tecnologia/2010/08/nanotecnologia-possibilita-a-criacao-de-produtos-mais-eficientes>. Acesso em: 12 jul. 2020.
- COBERN, Willian; GIBSON, Adrienne; UNDERWOOD, Scott. Valuing Scientific Literacy. In: **The science teacher**, Arlington: United States, dec. v. 62, n. 9, p. 28-31, 1995.
- FOUREZ, Gérard. **Alphabétisation scientifique et technique**. Parcourir Les Collections Bruxelles, v.1. 1994.
- GALVÃO, Cecília; REIS, Pedro. A promoção do interesse e da relevância do ensino da ciência através da discussão de controvérsias sociocientíficas. In: Vieira, R. M.; Pedrosa, M. A. F.; Paixão, I. P.; Martins, A.; Caamaño, Vilches, A. & Martín-Díaz, M. J. **Ciência-tecnologia-sociedade no ensino das ciências: Educação científica e desenvolvimento sustentável**. p. 131-135. Aveiro: Universidade de Aveiro. 2008.
- GUIMARÃES, Yara. A. F.; GIORDAN, Marcelo. Instrumento para construção e validação de sequências didáticas em um curso a distância de formação continuada de professores. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, VIII. 2011Campinas.
- LORENZETTI, Leonir; DELIZOICOV, Demétrio. ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NO CONTEXTO DAS SÉRIES INICIAIS. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 1, n. 3, p. 45-61, jan. 2001. Semestral. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/epec/v3n1/1983-2117-epec-3-01-00045.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2020.
- LEVINSON, Ralph. As Ciências ou as Humanidades: Quem deve ensinar as controvérsias sem Ciência? 12. ed. Campinas: **Proposições**, 2016. 72 p.
- MENDES, Mirian Rejante; SANTOS, Wildson Luiz. Argumentação em discussões sociocientíficas. **Investigação em ensino de ciências**, V18, n. 3 p.621-643, 2013.
- MORIN, Edgar. **Ciência com consciência**, Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, ed. 9ª, 2005, 350p.
- SADLER, Troy D.; DONNELLY, Lisa A. Socioscientific Argumentation: the effects of content knowledge and morality. **International Journal Of Science Education**, [S.L.], v. 28, n. 12, p. 1463-1488, 6 out. 2006. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/09500690600708717>.
- FERREIRA, S. P. A.; DIAS, M. da G. B. B. Leitor e Leituras: Considerações sobre Gêneros Textuais e Construção de Sentidos. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, Porto Alegre, v.18, n. 3, p. 323 – 329. 2005.
- RAZERA, Júlio César; NARDI, Roberto. Assuntos controvertidos no ensino de ciências: a ética na prática docente. **Pró-posições**. vol. 12, n. 1, p. 94-109. 2001.
- REIS, Pedro Guilherme Rocha dos. **Controvérsias sócio-científicas: Discutir ou não discutir?: Percursos de aprendizagem**. 2004. 457 f. Tese (Doutorado) - Curso de Educação, Departamento de Educação, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2004. Cap. 7. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/277229986_Controversias_socio-cientificas_discutir_ou_nao_discutirPercurso_de_aprendizagem_na_disciplina_de_ciencias_da_terra_e_da_vida>. Acesso em: 10 nov. 2019.

RODRÍGUEZ, Andrei Steeven Moreno; PINO, José Claudio del. ABORDAGEM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE (CTS): perspectivas teóricas sobre educação científica e desenvolvimento na América Latina. **#tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia**, Canoas, v. 6, n. 2, p. 1-21, jun. 2017.

SALVADOR, A. D. Métodos e técnicas de pesquisa bibliográfica. Porto Alegre: **Sulina**, 1986.

SILVA, Cristine Roman Cardoso de Araujo; ROBAINA, José Vicente Lima. O ESTADO DA ARTE DAS QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS NO PERÍODO DE 2014 - 2018. **#tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia**, Canoas, v. 9, n. 1, p. 1-18, 2020.

TOULMIN, S E. **Os usos do argumento**. São Paulo: Martins Fontes, 2006.

VIEIRA, K. R. C. F. & BAZZO, W. A. Discussões acerca do aquecimento global: uma proposta CTS para abordar esse tema controverso em sala de aula. **Ciência & Ensino**, v. 1, número especial. 2007.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZANON, D. A. V.; DE FREITAS, D. A aula de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental: ações que favorecem a sua aprendizagem. **Ciências & Cognição**, v. 10, 2007.