

Estudo do conhecimento acerca de questões sociocientíficas, nanotecnologia, sequências didáticas e construção da argumentação publicadas no X, XI E XII ENPEC

Study of knowledge about socio-scientific issues, nanotechnology, didactic sequences and construction of argumentation published in X, XI, XII ENPEC

Estudio de saberes sobre temas sociocientíficos, nanotecnología, secuencias didácticas y construcción de argumentos publicados en la X, XI y XII ENPEC

Rafael Scheffer Pacheco (prof.rafaelscheffer@gmail.com)

Universidade Federal do Estado do Rio Grande do Sul - UFRGS, Brasil.
(Orcid 0000-0003-3207-2925)

José Vicente Lima Rabaina (jose.robaina@ufrgs.br)

Universidade Federal do Estado do Rio Grande do Sul - UFRGS, Brasil.
(Orcid 0000-0002-4604-3597)

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, Construção da Argumentação.

Abstract

Science teaching necessitates the recognition of the need for a variety of methodological approaches combined with an interdisciplinary perspective that links different themes and contributes to the construction of knowledge. This work is configured as a knowledge study that involves a review of the publications from X, XI, and XII ENPEC, where elements related to thematic areas were identified, including Nanotechnology, Didactic Sequences, Socio-Scientific Issues, and Argumentation Construction. In the course of our investigation, we identified 120 works related to these themes. We analyzed these different relevant topics and subsequently cross-referenced them to comprehend the evolving interplay of these complex themes and how this tapestry of knowledge has been presented in Brazilian research

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

Resumen

La enseñanza de la ciencia requiere el reconocimiento de la necesidad de una pluralidad de enfoques metodológicos junto con un enfoque interdisciplinario, relacionando diferentes temas y colaborando con la construcción del conocimiento. Este trabajo se configura como un estudio de conocimiento que trae una revisión de las publicaciones de la X, XI y XII ENPEC, en la que se identificaron elementos relacionados con los temas: Nanotecnología, Secuencia Didáctica, Cuestiones Sociocientíficas y Construcción de la Argumentación. Durante la búsqueda se identificaron 120 trabajos relacionados con estos temas. Los diferentes temas se analizaron por separado y, en un segundo momento, se cruzaron para comprender el avance de la intersección de la complejidad de estos temas y cómo este tejido de conocimiento se ha presentado en la investigación brasileña.

Palabras-clave: Enseñanza de las Ciencias, Nanotecnología, Secuencia Didáctica, Controversias Sociocientíficas y Construcción de Argumentación.

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 responsável pela incessante busca por caminhos que nos conduzam na direção de novos horizontes. É o conhecimento vivo que conduz à grande aventura da descoberta do universo, da vida, do homem (MORIN, 2005).

Para que as pessoas possam se posicionar ativamente na sociedade atual, 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 E MORTIMER, 2002; COBERN, 1995; LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001; AULER, 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 movido a proposta de ensino, abordado por meio do enfoque com ênfase na Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

A abordagem de temas científicos a partir de uma perspectiva CTS facilita a compreensão de temas teóricos que envolvem as ciências, principalmente devido à demonstração da correlação entre a ciência, a tecnologia e a realidade cotidiana do educando. Além disso, a discussão de assuntos científicos dentro da dimensão CTS explora uma construção mais ampla, que exige uma visão crítica que contraste diferentes concepções

presentes nos sistemas de ensino e constitua uma fonte de visões alternativas para o ensino (ANGOTTI e AUTH, 2001).

São inquestionáveis as diversas contribuições que o progresso tecnológico proporcionou nas últimas décadas. No entanto, é contraproducente acreditarmos apenas no desenvolvimento tecnológico sem levar em consideração as implicações desses processos desenvolvimentistas na constituição da sociedade moderna e sua complexidade de relações. Portanto, é preciso repensar esses processos a partir de uma construção crítica conforme Bazzo, Von Linsingen e Pereira (2019):

Parece ser consenso que, apesar da importância dos avanços dos conhecimentos que cada vez dominam mais a natureza, por mais paradoxal que possa parecer, a maioria da civilização humana ainda passa por necessidades que se configuram como absurdas quando comparadas com as possibilidades técnicas que o homem tem para saná-las, dependendo em essência de vontade política.

A abordagem do pensamento científico e tecnológico na perspectiva da CTS se difere do pensamento clássico da ciência instrucionista (DEMO, 2011), pois ela se opõe ao pensamento analítico, que separa e segmenta o conhecimento em disciplinas. A CTS concebe o conhecimento como um ente complexo, ou seja, não se pode apenas isolar uma parte do todo, mas isolar as partes umas das outras (MORIN, 2006). Na abordagem de Questões Sociocientíficas (QSC), identificamos que ela está imersa na perspectiva da CTS, pois carrega para o debate os impactos do uso e o avanço das tecnologias em temas como as implicações sociais, políticas, culturais, éticas e ambientais.

Este trabalho está configurado como uma pesquisa do tipo Estudo do Conhecimento que segundo Fellipetto et al. (2021), produções dessa natureza “consistem em registros de trabalhos acadêmicos que permite ter uma ideia da produção científica de uma determinada área, quais foram os temas mais estudados e nos indica possíveis carências de estudo.” Nessa perspectiva o Estudo do Conhecimento é uma ferramenta de mapeamento que oferece a possibilidade de identificação abertura de novas fronteiras do pensamento científico.

Algumas temáticas foram alvos deste trabalho na constituição do estado do conhecimento descrito na pesquisa realizada na base de dados do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC). Sendo assim, faremos uma breve descrição e ampliação de um trabalho já publicado nos Anais do ENPEC em redes 2021, acerca das questões sociocientíficas, sequência didática, construção da argumentação e de nanotecnologia.

CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS ACERCA DAS QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS (QSC), NANOTECNOLOGIA (N), SEQUÊNCIA DIDÁTICA (SD) E CONSTRUÇÃO DA ARGUMENTAÇÃO (CA).

Iniciaremos as considerações teóricas a partir das questões sociocientíficas (QSC), pois trata-se de uma forma de ensino que pode oferecer suporte para construção da argumentação, bem como para discussão de temas que envolvam a nanotecnologia.

De acordo com Reis e Galvão (2005), as questões sociocientíficas (QSC) representam um modelo de ensino relativamente novo, mas já existem diversos estudos que sugerem a eficácia dessa abordagem. Além disso, a pesquisa demonstra não apenas o potencial e a amplitude das discussões sobre QSC na sala de aula em termos de aprendizagem, mas também o impacto na promoção de processos relacionados à natureza científica e tecnológica, essa abordagem engloba um vasto campo de desenvolvimento cognitivo, social, político, moral e ético dos estudantes (GALVÃO e REIS, 2008; LEVINSON, 2001; RAMOS e SILVA, 2007; RAZERA e NARDI, 2001; REIS 1999; REIS e GALVÃO, 2005; VIEIRA e BAZZO, 2007; ZUIN e FREITAS, 2007).

Já o movimento CTS surgiu ao final da segunda guerra, quando se observou um rápido avanço e desenvolvimento de tecnologias que impactaram diretamente as relações humanas, a CTS surge como inicialmente ligada ao movimento pacifista, e que logo desenvolveu uma visão crítica acerca dos avanços tecnológicos, a abordagem CTS contempla a ideia de que o cidadão pode construir seu próprio ponto de vista, tomar suas próprias decisões e compreender que o que está em jogo no discurso dos especialistas. E ainda, que seu presente e o futuro de seus descendentes, dependem de suas ações e pontos de vista, constituindo um grande campo de estudo que compreende o posicionamento consciente e responsável acerca de diferentes temas científicos, incluindo aqueles ligados as QSC bem como as implicações do uso da nanotecnologia. (FOUREZ 1994; SANTOS E MORTIMER, 2009; COBERN 1995; LORENZETTI E DELIZOICOV, 2001).

As QSC estão imersas na grande área CTS, e tem o objetivo de fomentar a capacidade de construção de conhecimento a fim de tornar os cidadãos capazes e, segundo Pérez (2010), “permitir-lhes participar responsabilmente das discussões que envolvem as controvérsias científicas e tecnológicas do mundo contemporâneo.” O enfoque QSC na escola permite, segundo Galvão (2011), que os alunos possam aprender ciências de uma forma descontextualizada sem o peso do instrucionismo, entendido por Demo (2011), como aquela didática reprodutivista que conserva o aluno como objeto da sucata do conhecimento. Além disso, a abordagem QSC deu forma à abordagem CTS, abrindo a possibilidade para que a compreensão da ciência estivesse imbricada a uma diversidade de controvérsias e incertezas do

mundo moderno que, segundo Pedretti (2003), exige dos cidadãos um posicionamento crítico diante dos seus impactos e alcances.

A discussão de temas controversos requer que os cidadãos tenham capacidade de se inteirar e opinar responsabilmente acerca desses assuntos. Portanto, a responsabilidade sob as decisões no mundo científico não diz respeito somente aos cientistas, governos ou financiadores, mas também aos cidadãos plenamente engajados no exercício de sua cidadania (REIS, 2004). A Cidadania que não pode somente ser ensinada, mas tem de ser conquistada em um processo construído pelo indivíduo na medida em que luta por seus direitos e reivindica valores e princípios éticos (SANTOS e SCHNETZER, 2003).

A nanociência figura entre a lista de temas controversos e ainda é uma fronteira do conhecimento, portanto, o desconhecimento desta parte da ciência ainda causa desconfiança, muitas das vezes por desinteresse, justamente por considerar “complicada demais”, no entanto a nanociência já faz parte do cotidiano, e de forma acelerada novas frentes de pesquisas são instaladas, desbravando novos fronts de aplicação das maravilhas nanotecnológica, e com isso novas controvérsias surgem e precisam de um debate crítico e não minimalista.

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).

Além disso, existem diversas relações entre essa tecnociência, nominada assim na perspectiva de Mattedi (2006) e Hess (1997), e entendida por Mattedi, Martins e Premebida (2011, v. 1, p. 11) como sendo “a fusão da ciência, tecnologia, indústria e os sistemas econômico/financeiros que financiam este complexo de relações”, portanto, a nanotecnologia, retratada como tecnociência, possui uma extensa e complexa junção com as relações econômicas.

Há uma corrida global na busca de desenvolvimento das pesquisas em nanotecnologia. Para avaliar a extensão das publicações sobre o tema da nanotecnologia, foi realizada uma busca na plataforma *Web of Science*, utilizando, como descritor, a expressão “nano”. A pesquisa resultou em um total de 19.748 artigos publicados entre os anos 2000 e 2016.

Para realizar a abordagem de temas controversos que envolvem a nanotecnologia em sala de aula, pode-se optar pelo uso de Sequências didáticas (SD) pois, 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 E MASSIL, 2011; ZANON, 2007).

No desenvolvimento de SD com alunos em sala de aula, deve-se considerar o conhecimento prévio que lhe é intrínseco, pois esse conhecimento tácito é fonte indispensável para a construção e o desenvolvimento de novos saberes. Além disso, possibilitar as interações e as discussões entre colegas e professores constitui um processo em que os novos conhecimentos são erigidos e complexificados, como um novo mecanismo pedagógico. A SD também propicia a utilização de situações reais do cotidiano, levando o estudante a observar e a confrontar o seu conhecimento prévio com as novas informações que são descobertas (SILVA e BEJARANO, 2013).

Para Zabala (1998), a Sequência Didática é uma proposta metodológica, determinada e ordenada por atividades que formam as unidades didáticas, que são realizadas a partir de certos objetivos educacionais, conhecidos pelos sujeitos envolvidos. Ainda assim, Zabala (1998) declara que o planejamento e a avaliação de uma sequência didática não podem acontecer de forma distinta da atuação do professor em sala de aula, ou seja, a avaliação deve ocorrer paralelamente ao planejamento, pois é a avaliação que permite ao professor estabelecer novas propostas a fim de otimizar o processo de ensino desenvolvido durante a aplicação de uma SD. Assim, uma sequência de ensino parte de uma sistematização que é feita por meio da leitura, do debate e de recursos que promovam a contextualização do conhecimento no dia a dia dos alunos, pois é, a partir desse momento, que o aluno pode descobrir, de forma mais evidente, a aplicação do conhecimento por ele reconstruído.

As sequências didáticas também podem carecer, em muitos casos, de diversos ciclos, que devem ser cuidadosamente planejados, a fim de dar conta de temáticas complexas que necessitem de uma abordagem interdisciplinar do objeto de estudo. Estabelecer os objetivos que se deseja alcançar com o uso dessa ferramenta metodológica é importante, pois a transversalidade dos temas pode, não dificilmente, levar a um objetivo distinto do prospectado na criação da SD.

Podemos ainda considerar que as SD podem constituir uma alternativa transformadora para o processo educativo, rompendo com “aquela didática reprodutivista que conserva o aluno como objeto da sucata do conhecimento” (DEMO, 2011, p. 49), ou seja, uma didática centrada

praticamente ou totalmente em aulas orais, repletas de conceitos, fenômenos, nomenclaturas, fórmulas e teorias, cobradas em forma de testes e provas (LIMA e TEIXEIRA, 2012; MOTOKANE, 2015).

Além do disso, durante a abordagem de temas que envolvem QSC em nanotecnologia, a SD possibilita também, analisar o desenvolvimento da construção de habilidades argumentativas e o desenvolvimento do pensamento crítico. As pesquisas em torno do processo de construção da argumentação (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, p.17).

Diversas pesquisas têm sido desenvolvidas a fim de compreender a construção da argumentação. Dentre os pensadores desse tema, há o estudo de Toulmin (2006), que busca uma alternativa ao estudo da argumentação de forma matematizada. O modelo proposto por ele pretende estabelecer uma avaliação racional dos argumentos, procurando determinar uma relação lógica e prática da argumentação por meio da identificação do encadeamento de seus componentes.

No entanto, alguns autores como Driver, Newton e Osborne (2000) apontam que, embora o uso da argumentação possua validade e seja um instrumento válido no processo de aprendizagem, a ferramenta de análise dos argumentos proposta por Toulmin não oferece subsídio para avaliar a validade dos argumentos e, segundo eles, considera a argumentação em seu aspecto apenas estrutural. Eles também apontam para a limitação da análise de argumentos coletivamente construídos, pois não valoriza os aspectos dialógicos, apenas analisa a retórica.

Portanto, ao se realizar uma reflexão acerca do estudo da argumentação, identificamos que o modelo proposto por Toulmin (2006) oferece suporte para a identificação de elementos presentes na constituição do argumento, viabilizando uma análise da complexidade e de sua formação, mas não de seu aspecto epistêmico.

Além do mais, a abordagem das temáticas acerca da nanotecnologia, CA, SD e QSC, propiciam um ambiente, 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 ciência ao seu cotiado, com sua comunidade, economia, política e cultura (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001).

METODOLOGIA

Este trabalho é caracterizado como exploratório e descritivo e se configura como um estudo do conhecimento do tipo qualitativo, realizado por meio da análise de trabalhos submetidos e depositados na base de dados do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC).

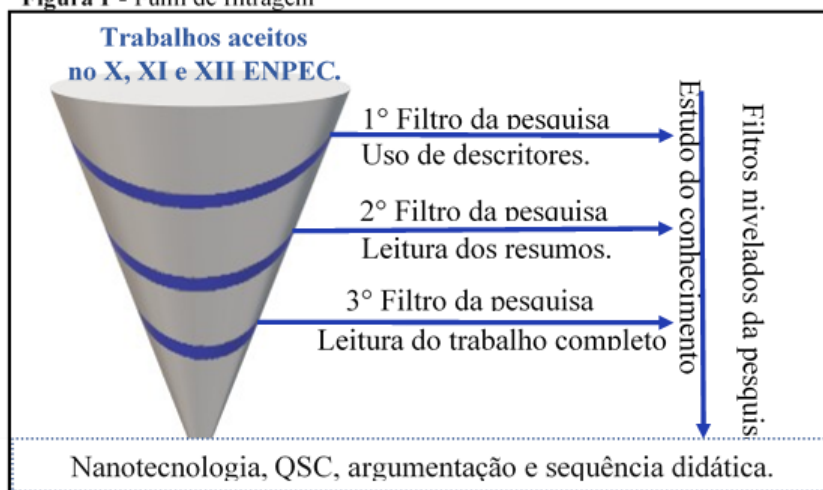
Nessa perspectiva, Boccato (2006, p. 266) afirma que a pesquisa bibliográfica busca a resolução de um problema (hipótese) por meio de referenciais teóricos publicados, em que são analisadas e discutidas as várias contribuições científicas. Optamos por limitar o objeto de pesquisa apenas aos trabalhos publicados no evento citado, por compreender que essa base de dados representa o conjunto das produções científicas no tema de educação em ciências no Brasil.

Neste estudo, utilizamos o que chamamos de filtros de pesquisa e definimos, como sendo o primeiro filtro, a realização de uma investigação baseada na estratégia de busca por descritores que, segundo Utagawa, Gambarito e Pereira (2018), servem como forma de catalogar publicações, facilitando a busca de trabalhos publicados. Desse modo, utilizamo-nos dessa ilação para analisar os trabalhos do X, XI e XII ENPEC, publicados no período compreendido entre os anos de 2015 e 2019, sendo que partimos de uma base de 4.037 trabalhos aceitos e publicados nos três encontros mencionados nesse período.

Algumas etapas foram organizadas por critérios procedimentais aos quais nominamos de filtros nivelados. Esses filtros correspondem, primeiramente, à análise dos títulos, em seguida, aprofunda-se o refinamento avançando para o resumo e, finalmente, prossegue-se para o trabalho completo. Essas etapas têm o propósito de filtrar os artigos publicados para a obtenção de uma base de dados que contenha um número representativo de trabalhos e uma proposta condizente com o objetivo desta pesquisa, sobre a qual reiteramos o interesse de descrever o atual estado do conhecimento na perspectiva dos últimos três ENPEC.

Para facilitar a compreensão da metodologia utilizada na construção desta pesquisa bibliográfica, alvitramos um esquema em forma de funil, que foi seccionado por filtros nivelados, a fim de ilustrar os parâmetros que foram utilizados por esta pesquisa.

Figura 1 - Funil de filtragem



Fonte: Elaborado pelos autores, 2020.

Conforme explicitado na Figura 1, o primeiro procedimento metodológico foi o uso de descritores a fim de limitar o número de trabalhos que deveriam ser analisados. Dessa forma, partimos do uso dessa técnica e obtivemos os 120 trabalhos na configuração, conforme a tabela a seguir:

Quadro 1 – 1º filtro nivelado, uso de descritores (X, XI e XII ENPEC)

Título do Evento	Local de busca	X ENPEC (2015)	XI ENPEC (2017)	XII ENPEC (2019)
Construção da argumentação	Online	8	7	3
Nanotecnologia	Online	3	1	1
QSC	Online	13	13	16
Sequência didática	Online	23	20	12
Total		47	41	32

Fonte: Elaborado pelos autores, 2020.

Já na segunda etapa do filtro nivelado – ilustrado na Figura 1 - funil de filtragem –, em um nível mais profundo e nivelado da seção reta proposto como segundo filtro, os trabalhos elegíveis para composição de nossa base foram submetidos à leitura dos seus resumos, da qual obtivemos o total de 62 trabalhos correlacionados com a proposta desta pesquisa, conforme a configuração da tabela a seguir:

Quadro 2 – 2º filtro nivelado, leitura dos resumos (X, XI e XII ENPEC)

Título do Evento	Local de busca	X ENPEC (2015)	XI ENPEC (2017)	X ENPEC (2019)
Construção da argumentação	Online	7	5	2
Nanotecnologia	Online	2	1	1
QSC	Online	8	7	5
Sequência didática	Online	12	8	4
Total		29	21	12

Fonte: Elaborado pelos autores, 2020.

Ao avançarmos para a próxima etapa do filtro nivelado – ilustrado na Figura 1 - funil de filtragem –, correspondente à terceira e última etapa do processo de limitação da construção da base de trabalhos, submetemos os 62 trabalhos à leitura completa, da qual obtivemos um conjunto de 22 trabalhos, conforme descrito no quadro a seguir:

Quadro 3 – 3º filtro nivelado, leitura completa (X, XI e XII ENPEC)

Título do Evento	Local de busca	X ENPEC (2015)	XI ENPEC (2017)	X ENPEC (2019)
Construção da argumentação	Online	3	2	0
Nanotecnologia	Online	1	0	0
QSC	Online	3	1	3
Sequência didática	Online	2	5	2
Total		9	8	5

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Durante o processo de leitura dos trabalhos completos, alguns parâmetros foram estabelecidos com o intuito de nortear o processo de seleção de artigos que compõem este estudo do conhecimento, a citar:

Tabela 1 – Parâmetros de seleção de trabalhos.

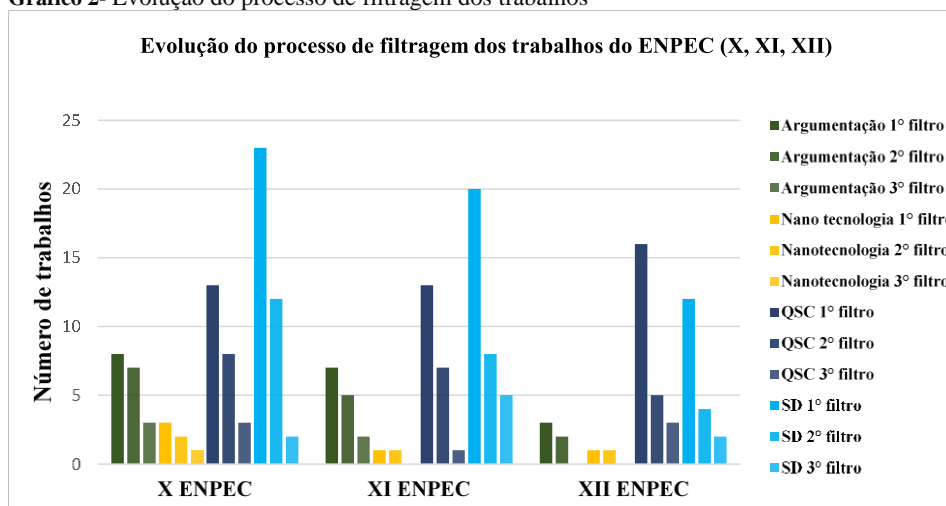
Parâmetros	Descrição
R1	Congruência entre o título o resumo e o desenvolvimento do trabalho.
R2	Construção da fundamentação teórica coerente com o conjunto de trabalhos lidos.
R3	Constituição do trabalho em: Relato de experiência, revisão bibliográfica.
R4	Contribuições para popularização da ciência e da tecnologia.
R5	Abordagem interdisciplinar de conhecimentos científicos.
R6	Clareza na metodologia, de maneira que seja possível identificar os procedimentos.
R7	Entrelaçamento entre os diferentes temas propostos neste estudo do conhecimento.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2020.

Os parâmetros não têm por objetivo reavaliar os trabalhos no sentido de sua pertinência, pois estes já foram avaliados e publicados. A aplicação desses parâmetros tem o intento de ancorar a pesquisa a fim de diminuir a sucumbência ao encantamento pela diversidade de trabalhos que, de certa forma, pode se constituir uma via de tangenciamento do objetivo do estudo do conhecimento. Além disso, os parâmetros facilitaram o processo de seleção dos artigos, definindo de forma mais ampla a contribuição de cada trabalho na construção desta base. Durante a leitura de cada um dos artigos, foi adicionada a codificação dos parâmetros, tornando necessário que, ao final do artigo, pelo menos três parâmetros fossem contemplados durante a leitura completa, para que este se tornasse elegível para elaboração deste estudo.

O processo de filtragem dos trabalhos, quantificados nos quadros 1, 2 e 3, foram expressos graficamente, em que se percebe o estreitamento da constituição da base de manuscritos que constituíram a estrutura desta pesquisa a partir da aplicação dos filtros.

Gráfico 2- Evolução do processo de filtragem dos trabalhos



Fonte: Elaborado pelos autores, 2020.

No entanto, com o propósito de identificarmos uma relação mais próxima entre os trabalhos selecionados após a aplicação do procedimento descrito metaforicamente de funil de filtragem, utilizamos o processo de cruzamento de temas que apresentassem uma intersecção entre os temas investigados. Essa filtragem também teve o objetivo de facilitar a identificação da construção complexa entre os temas da nanotecnologia, QSC, sequência didática e construção da argumentação.

Para facilitar a construção de um painel comparativo e analítico, optou-se pela codificação dos temas chaves, ficando disposto da seguinte maneira: (N) Nanotecnologia, (QSC) Questões sociocientíficas, (SD) Sequência didática, (CA) Construção da argumentação.

Tabela 2 – Cruzamento 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.

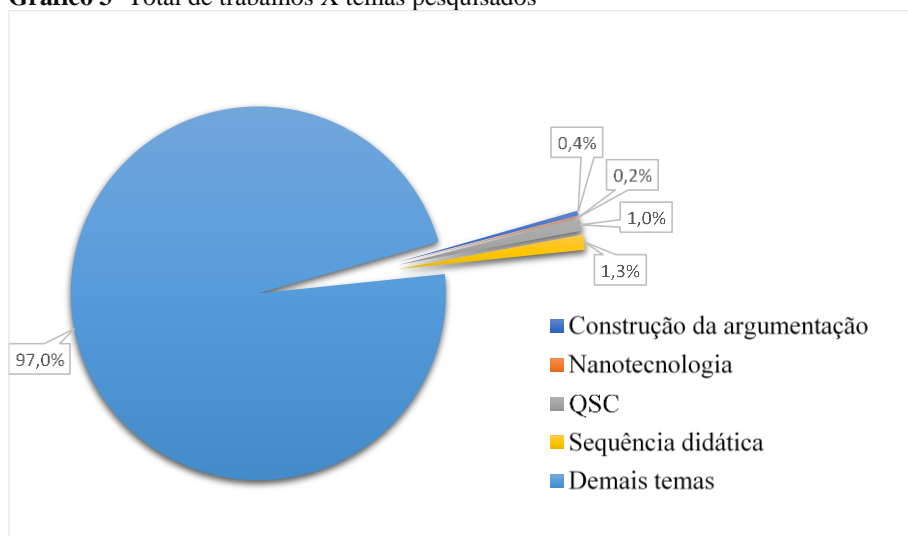
Os cruzamentos foram obtidos a partir da leitura completa dos trabalhos que possuíam as características descritas anteriormente na Tabela 1 – Parâmetros de seleção de trabalhos. Além disso, após a leitura dos trabalhos, também submetemos suas temáticas a uma discussão entre os pesquisadores, que, por sua vez, decidiram pela inclusão ou exclusão na base desta pesquisa.

ANÁLISE DE DADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise das 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. Dentre os trabalhos selecionados, apenas cinco tratavam desse assunto no período de 2015 a 2019, sendo que o evento ocorre bianualmente.

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 no período pesquisado do ENPEC.

Gráfico 3- Total de trabalhos X temas pesquisados



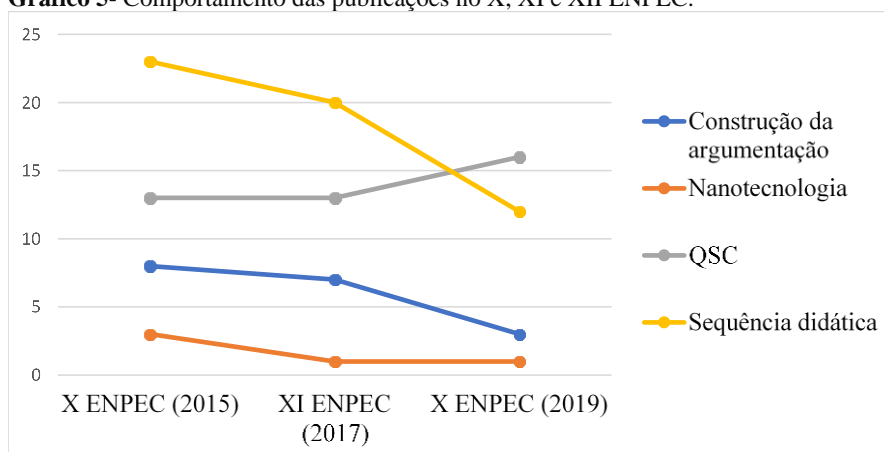
Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

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

Quando consideramos apenas o universo dos trabalhos selecionados, descritos na Tabela 3, identificamos que os quatro diferentes temas analisados por esta pesquisa possuem uma quantidade de trabalhos muito diferentes. À vista disso, encontramos uma maior concentração de trabalhos nas temáticas (SD) e (QSC).

Além disso, a única temática que manteve uma tendência de alta de publicações foi a atinente ao estudo de QSC, embora em números absolutos a pesquisa sobre o tema seja ainda muito tímida. Já as pesquisas publicadas a respeito das sequências didáticas tiveram uma expressiva diminuição, passando de 23 para 12 publicações, o que demonstra uma redução de 52%. A temática do estudo da argumentação também apresentou a significativa redução de 38%. No entanto, o tema da nanotecnologia precisa ser destacado, pois manteve-se estável nos últimos dois encontros, tendo apenas um único trabalho publicado, em cada edição do evento. O gráfico a seguir facilita a visualização dessas relações de queda e aumento de publicações sobre esses temas.

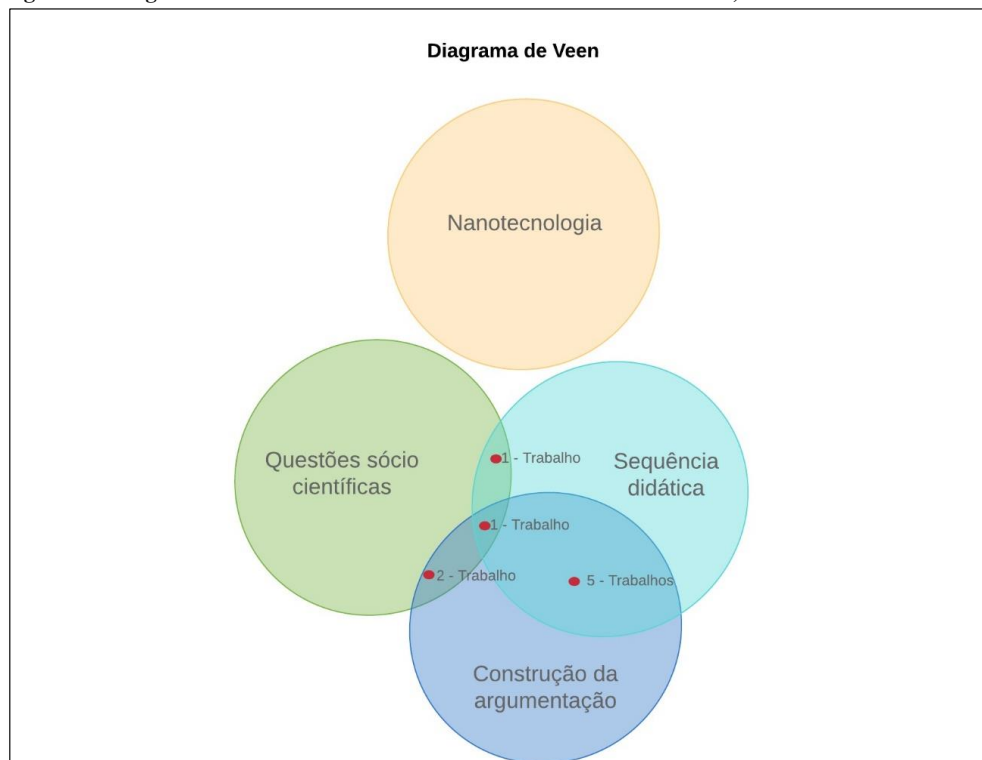
Gráfico 5- Comportamento das publicações no X, XI e XII ENPEC.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Também identificamos a limitada quantidade de artigos obtidos por meio do cruzamento dos descritores associados à leitura dos artigos. Do cruzamento entre os descritores (QSC) x (SD) e (QSC) x (CA), foi encontrado apenas um trabalho, e os demais cruzamentos entre os descritores não resultaram trabalhos.

Figura 2 – Diagrama de Veen relacionado aos trabalhos selecionados no X, XI e XII ENPEC.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2020.

Realizamos também os cruzamentos entre os três termos (QSC) x (SD) x (CA) e obtivemos apenas um retorno. Contudo, quando realizamos o cruzamento entre os quatro

termos não obtivemos nenhum retorno, o que demonstra a pertinência da pesquisa que se pretende desenvolver.

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.

No entanto quando o tema é a nanotecnologia, existem poucos trabalhos publicados nas últimas três edições do ENPEC, entretanto há 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 descrevem Rodríguez e Pino (2017), 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. Já as QSC que compartilham o mesmo enfoque com a CTS, conforme descrevem Silva e Robaina (2020), complementam-se 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 esse processo de reflexão crítica na formação do aluno da educação básica ou do ensino superior.

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

ALVES-FILHO, M. O estranho íntimo. **Jornal da Unicamp**, Edição Temática- 402, 2008.

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.

ANGOTTI, J. A. Fragmentos e totalidades no conhecimento científico e no ensino de ciências. **Tese** (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

BARGALLÓ, C. M.; TORT, M. R. Plantear preguntas: un punto de partida para aprender ciencias. **Revista Educación y Pedagogía**, v. 18, n. 45, p. 61–71, 2006.

BAZZO, Walter Antonio; VON LINSINGEN, Irlan; PEREIRA, Luiz Teixeira do Vale. O QUE SÃO E PARA QUE SERVEM OS ESTUDOS CTS. In: XLVII CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 1., 2019, Fortaleza. **Anais [...]** Fortaleza: Cobenge, 2019. v. 1, p. 1-8.

BOCCATO, V. R. C. Metodologia da pesquisa bibliográfica na área odontológica e o artigo científico como forma de comunicação. **Rev. Odontol.** Univ. Cidade São Paulo, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 265-274, 2006.

BRASIL. (INCT). 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.

BRASIL (MCTIC). Volume I - Nanotecnologia. **PLANO DE AÇÃO DE CT&I PARA TECNOLOGIAS CONVERGENTES E HABILITADORAS: Nanotecnologia**, Brasília: Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (SETEC), v. I, p. 1-66, 2018.

BUSHAN, Bharat. "**Springer Handbook of Nanotechnology**", First Edition, New York, Springer Verlag, 2004.

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.

DEMO, Pedro. **Educar pela pesquisa**. 9. ed. Campinas: Autores Associados, 2011. 148p

FELLIPETTO, Ilda de Franceschi *et al.* Estado do Conhecimento sobre Sustentabilidade, Educação Ambiental e Agrícola no Ensino de Química no Ensino Médio. **Revista Insignare Scientia**, Cerro Largo, v. 4, n. 6, p. 127-144, dez. 2021.

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 (RS), v.18, n. 3, 2005. p. 323 – 329.

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 seqüências didáticas em um curso a distância de formação continuada de professores.** In.: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, VIII. Campinas, 2011.

HESS, David. *Science Studies: An Advanced Introduction.* New York/London: New York University Press, 1997.

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.

MATTEDI, Marcos. **Sociologia e Conhecimento: introdução à abordagem sociológica do problema do conhecimento.** Chapecó, SC: Editora Argos, 2006.

MATTEDI, Marcos Antônio; MARTINS, Paulo R.; PREMEBIDA, Adriano. A nanotecnologia como tecnociência: contribuições da abordagem sociológica para o entendimento das relações entre nanotecnologia, sociedade e ambiente. **Pensamento Plural**, Pelotas, ano 2011, v. 1, ed. 09, p. 115-138.

MENDES, Mirian Rejante; SANTOS, Wildson Luiz. Argumentação em discussões sociocientíficas. **Investigação em ensino de ciências**, V18, n. 3 p.621-643, 2013.

MORIN, E., **Ciência com consciência**, Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, ed. 9ª, 2005, 350p.

MORIN, E. *Educação e complexidade: os sete saberes e outros ensaios.* 6. ed. São Paulo: **Cortez**, 2013.

PEDRETTI, E. **Teaching science, technology, society and Environment (STSE) education:** Preservice Teachers' philosophical and pedagogical landscapes, em ZEIDLER, D. (Org). *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education.* 2003.

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.

RAMOS, M. B.; SILVA, H. C. Controvérsias científicas em sala de aula: uma revisão bibliográfica contextualizada na área de ensino de ciências e nos estudos sociológicos da ciência & tecnologia. **VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - VI ENPEC**, Florianópolis, SC, Brasil, 2007.

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.

SANTOS, W.; SCHENETZLER, R. **Educação em química**: compromisso com a cidadania. 3.ed. Ijuí. RS: Unijuí, 2003.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira; MORTIMER, Eduardo Fleury. Abordagem de Aspectos Sociocientíficos em Aulas de Ciências: Possibilidades e Limitações. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.14(2), 2009.

SILVA, E.L.; BEJARANO, N.R.R. As tendências das sequências didáticas de ensino desenvolvidas por professores em formação nas disciplinas de estágio supervisionado das Universidades Federal de Sergipe e Federal da Bahia. **IX Congresso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias**, nº extra, p. 942- 1948, Girona, 2013.

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.

UTAGAWA CY, GAMBARATO BC, PEREIRA VG. O uso de descritores em artigos científicos na área de educação em saúde. **Revista de Saúde Digital e Tecnologias Educacionais**. [online], volume 3, n. 1. Editor responsável: Luiz Roberto de Oliveira. Fortaleza, ago. 2018, p. 27-40. Disponível em: <http://periodicos.ufc.br/resdite/index>. Acesso em 28.06.2020.

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. AP V.; FREITAS, D. A aula de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental: ações que favorecem a sua aprendizagem. **Ciências e Cognição**, v. 10, p. 93-103, 2007.

ZUIN, V. G.; FREITAS, D. A utilização de temas controversos na formação de licenciados numa abordagem CTSA. **Ciência & Ensino**, vol. 1, n. 2, jun. 2007.