



O CONCEITO DE ENERGIA EM PERIÓDICOS DA ÁREA DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: A DISCUSSÃO DA CONSERVAÇÃO/DEGRADAÇÃO DE ENERGIA EM PRÁTICAS EDUCATIVAS DE PERSPECTIVAS FREIRE-CTS

The concept of energy in Journals of the Sciences Education area: the discussion of the Energy concept/degradation in Freire-STS educational perspective practices

Taís Regina Hansen [tais.rhansen@gmail.com]
*Programa de Pós-Graduação em Ensino Física
Universidade Federal de Santa Maria – UFSM
Avenida Roraima, 1000, Santa Maria, RS, Brasil*

Daniel Marsango [denifenton.com@gmail.com]
*Programa de Pós-Graduação em Física
Universidade Federal de Santa Maria – UFSM
Avenida Roraima, 1000, Santa Maria, RS, Brasil*

Débora Larissa Brum [dlarissa.br@gmail.com]
*Programa de Pós-Graduação em Educação
Universidade Federal do Paraná – UFPR
R. XV de Novembro, 1299, Curitiba, PR, Brasil*

Kátia Slodkowski Clerici [clericikatia@gmail.com]
*Programa de Pós-Graduação em Física
Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC
R. Roberto Sampaio Gonzaga, Florianópolis, SC, Brasil*

Rosemar Ayres dos Santos [roseayres07@gmail.com]
*Professora da área de Ensino de Física
Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS
Avenida Jacob Reinaldo Hauptenthal, 1580, Cerro Largo, RS, Brasil*

Resumo

O conceito de energia é amplamente utilizado no cotidiano para descrever e explicar vários fenômenos presentes na natureza. Desse modo, permite abordagem interdisciplinar e unificadora para o currículo escolar, levando à compreensão de várias relações da nossa sociedade com o ambiente, nas quais muitas mudanças do ecossistema envolvem as transformações de energia em processos biológicos, físicos e químicos. Por exemplo, os processos de transformação de energia estão presentes em praticamente todas as máquinas construídas pela sociedade e, por vezes, constitui o pano de fundo de muitos problemas socioambientais como as mudanças climáticas. Assim, para a compreensão e enfrentamento desses, considera-se fundamental o entendimento do conceito de Energia. Nesse sentido, investigamos: como o tema energia (conservação/degradação) tem sido trabalhado no currículo da Educação Básica? Objetivando, por meio de pesquisa bibliográfica, compreender quais têm sido os encaminhamentos, no campo curricular, dados a esse conceito. Metodologicamente seguimos a Análise de Conteúdo, fundamentada em Bardin, sendo o *corpus* composto por seis periódicos considerando sua representatividade, conforme Educação em Ciências. Os resultados são discutidos a partir de cinco categorias a priori, obtidas de Auler, Dalmolin e Fenalti (2009): Abrangência dos temas; Surgimento dos temas; Disciplinas envolvidas na estruturação dos temas; Relação tema/conteúdo; Conteúdo tradicional designado de tema. Por meio das quais, verificamos a importância da abordagem temática freireana e CTS

para o entendimento do conceito de Energia em suas diversas áreas do saber do currículo escolar. Assim, por meio da investigação compreendemos que o conceito de energia diferencia-se em diferentes áreas; entretanto, nas práticas efetivas em que ele foi trabalhado, houve dificuldades dos professores na abordagem do conceito, bem como no reconhecimento da energia como sendo estruturadora para os componentes curriculares que ministram. Desse modo, em parcela das abordagens o mesmo continuou muito ligado às concepções tradicionais. Entretanto, constatamos que a maioria das práticas foram capazes de propiciar mais participação dos estudantes no processo educacional. Também, o conceito pode ser considerado como chave para abordagem de temas universais e da promoção da interdisciplinaridade na Educação Básica, rompendo a visão de estar restrito a um conteúdo de determinado componente curricular. Desta forma, a temática pode possibilitar a ampliação de trabalhos e aplicações na área da educação formal, que levem em conta o caráter de formação social e cidadã, de sujeitos crítico-reflexivos e participativos, aptos a intervirem e apontarem solução de problemas de sua comunidade, de seu mundo vivido.

Palavras-Chave: Educação em Ciências; Currículo; Conservação/Degradação de Energia; Ciência-Tecnologia-Sociedade; Questões socioambientais.

Abstract

The concept energy is widely used in our daily lives to describe and explain various phenomena present in nature. In this way, it allows us to bring an interdisciplinary and unifying approach to the school curriculum, leading to an understanding of the various relationships of our society with the environment, in which many of the changes in our ecosystem involve energy transformations in biological, physical and chemical processes. In this sense, we investigate how the theme energy (conservation / degradation) has been approached in the Basic Education curriculum? Aiming, through bibliographic research, to understand what have been the referrals in the curriculum field, given to this concept. Methodologically we follow the Content Analysis based on Bardin (1977), being the corpus composed of six journals in the area of Science Education, selected for their representativeness in the area. The results are discussed from five a priori categories: Scope of themes; Emergence of the themes; Disciplines involved in structuring the themes; Theme / content relation; Traditionally designated theme content. Through this, we verify the importance of the thematic approach and the STS assumptions for the understanding of the concept of Energy in its various areas of knowledge of the school curriculum. In addition, we found that the concept can be considered as key to addressing universal themes and promoting interdisciplinary in basic education, breaking the vision of being restricted to a content of a particular curricular component. In general, with the analysis we perceive difficulties on the part of teachers in approaching the concept, so the same remained closely linked to old traditional conceptions. However, we found that most practices were able to provide greater participation of students in the educational process, so the theme can enable the expansion of works and applications in the area of formal education, which take into account the character of social and educational background citizen, of critical-reflexive and participative subjects, able to intervene and point out the solution of problems of their community, of their lived world.

Keywords: Science Education; Curriculum; Conservation/Degradation of Energy; Science-Technology-Society; Social-environmental issues.

INTRODUÇÃO

Na sociedade contemporânea, o consumo, ou melhor, os processos de transformação de energia constituem o pano de fundo de muitos problemas socioambientais. A utilização indiscriminada dos denominados recursos naturais, muitas vezes, associada à busca de novas *fontes de energia*, tem gerado danos ambientais de várias naturezas, como alterações na fauna e flora devido à emissão de gases poluentes, como também o uso indiscriminado de defensivos agrícolas, os agrotóxicos, com grandes concentrações de componentes químicos, entre outros fatores. Nesse sentido, compreender como o conceito/tema de energia (conservação/degradação) tem sido trabalhado no currículo da Educação Básica, constitui o foco de nossa pesquisa. Assim, considerando que vivemos um momento de consumismo desenfreado, da obsolescência planejada¹, nos permite inferir que esse está associado a uma lógica

¹ Obsolescência programada é o nome que se dá à estratégia de mercado que estimula o consumo repetitivo por meio da redução do tempo de vida útil de um produto. Tal redução pode acontecer de três maneiras: pelo lançamento de um produto em uso com uma nova aparência, tornando a anterior ultrapassada; pela impossibilidade de concerto do produto em uso; por sua tecnologia não funcionar mais, tornando lentos alguns dispositivos ou impossibilitando o uso do equipamento em alguns casos (Assumpção, 2017,

insustentável em termos socioambientais (Santos, 2016). Segundo Illich (1974), a forma utilizada nos dias atuais, para produzir energia em grande parte, acaba com os recursos e contamina o ambiente. Ele frisa que à medida que, com a excessiva utilização, o carvão, o petróleo, o gás natural e o urânio serão consumidos em um curto espaço de três gerações, ocasionando nesse período transformações irreversíveis tanto no ser humano quanto na atmosfera. Aspectos que podem ser evitados a partir de uma compreensão crítica sobre a ligação direta entre trocas energéticas e fenômenos entrópicos irreversíveis.

Nessa perspectiva, remetendo ao contexto escolar, a definição do termo energia possui caráter universal e transdisciplinar, abrangendo diversas áreas do conhecimento, tais como Biologia, Química e Física. Dessa forma, em suas diversificadas aplicações conduz a uma pluriconceitualidade, ou seja, não há uma definição única do que é energia; Watts (1983), por exemplo, define energia em Antropocêntrica, Reservatório, Substância, Atividade, Produto, Funcional e Fluido². Essa variabilidade de conceito relativo à temática, como refere Driver, Rushworth e Squeres (1994), vem ocasionando aos estudantes grandes dificuldades, uma vez que estes não conseguem perceber o processo de conservação e *transferência* de energia, apenas compreendendo essa temática como um conteúdo ou como uma simples definição, geralmente associada na Física ao conceito de “. . . a capacidade de um sistema físico para executar trabalho” (Hirça & Akdenýz, 2008, p. 2). Já no âmbito das Ciências Biológicas, os estudos de Gayford (1986) revelam que cerca de 80% dos estudantes da Educação Básica, mesmo após contato com essa temática, não consideram a respiração dos seres vivos como um importante processo biológico movido a trocas energéticas. Para a Química, o conceito é definido, em livros didáticos, como uma quantidade *armazenada*, a qual é liberada em diferentes processos de reações (Denial, Davies, Locke, & Reavy, 1985). Em consonância, Millrath e Santos (2014), referindo-se aos estudantes de nível básico, ressaltam que:

“Normalmente eles não conseguem desprender o termo energia de eletricidade, o que dificulta a compreensão da energia como um todo. Quando se fala em energia química ou energia celular, parece ser um conceito distinto e não conseguem relacioná-las entre si e com as demais formas de energia. Também existe uma dificuldade em perceber que a energia está relacionada a trabalho, que ao comeremos estamos adquirindo energia e quando corremos estamos transformando esta energia, que os animais e vegetais necessitam do Sol como fonte primária de energia e que, sem ele todas as demais tornam-se somente conceitos, pois uma das características da possibilidade da vida na Terra é a distância do Sol, que fornece luz e calor, que são tipos de energia capazes de promover os demais tipos de energia através da convecção, da fotossíntese, da movimentação dos seres, etc” (p. 2-3).

Ainda neste âmbito, Assis e Teixeira (2003) destacam que o conceito se constitui como uma grande dificuldade no processo de ensino e aprendizagem devido à complexidade e abrangência que traz para a temática uma série de interpretações de acordo com cada área da Ciência. Entretanto, embora complexo, o conceito de energia nos permite compreender, por meio da Química, Física e Biologia, que muitos dos problemas socioambientais relacionados às atividades humanas e sua influência sobre os denominados recursos naturais, muitas vezes, associada à queima de combustíveis fósseis, extração de florestas nativas, etc, gera impactos de ordem social e ambiental. Com isso, a pertinência e urgência do aprofundamento desse tema no campo educacional parecem justificadas. Destacamos que uma forma de considerar tais propósitos e tornar facilitado o processo de ensino-aprendizagem é através de um currículo que contemple a abordagem de temas contemporâneos, viés que vai ao encontro da perspectiva do movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), criado após a Segunda Guerra Mundial, com o intuito de preparar os estudantes para o exercício da cidadania, por meio de um currículo baseado na vivência deles, buscando, entre outros aspectos, a superação da visão de neutralidade da Ciência e a participação social (Santos & Mortimer, 2001). Neste sentido, Santos, já em 1992, através de revisão bibliográfica sobre desdobramentos do movimento CTS no campo educacional, destacava que:

“A inclusão dos temas sociais é recomendada por todos os artigos revisados sendo justificada pelo fato de eles evidenciarem as inter-relações entre os

p.19). Ou seja, diminuição proposital da vida útil dos produtos, produzindo-os com materiais mais frágeis, com a finalidade de obtenção de lucro com a venda de novos objetos para substituição desses que foram descartados.

² Antropocêntrica – energia associada com seres humanos; Reservatório – associada a depósito onde objetos possuem energia e são recarregáveis, perante outros apenas gastam o que possuem; Substância – por meio da interação do sistema, onde a energia se encontra “adormecida” dentro dos objetos, que são ativados por um dispositivo de disparo; Atividade – energia como uma atividade óbvia, no sentido de que, havendo atividade, há energia; Produto – energia é um subproduto de um estado ou de um sistema; Funcional (combustível) – energia vista como uma ideia muito geral de combustível associada a aplicações tecnológicas que visam a proporcionar conforto para a humanidade; Fluido – a energia é um fluido, que se transfere de um sistema a outro (Watts, 1983).

aspectos da ciência, tecnologia e sociedade e propiciarem condições para o desenvolvimento de atitudes de tomada de decisão dos alunos” (p. 139).

Além disso, Assis e Teixeira (2003) salientam que a perspectiva CTS é uma alternativa para o ensino sobre energia de forma plural, ou seja, vinculando todas as áreas e respectivos significados atribuídos ao conceito, o que facilita o processo de ensino-aprendizagem. Além destes, autores como Martins, Guarnieri e Pereira (2008), Bañas, Jiménez e Ruiz (2004) e Dias, Balestieri e Mattos (2006), também defendem a abordagem do conceito por meio da perspectiva CTS, associando questões sociais e ambientais. Neste sentido, Fernandes (2013) afirma que *“a abordagem do conceito energia na perspectiva CTS tem sua importância, pois oferece ao aluno uma visão crítica, principalmente dos processos de produção de energia, destacando aspectos relacionados à questão do desmatamento, aquecimento global, poluição de rios e do ar.”* (p. 3).

Cabe ressaltar que a inserção de temas sociais no currículo exige mudanças na prática e nas concepções pedagógicas, uma vez que, ainda hoje, a maioria dos professores da educação básica trabalha a partir da perspectiva tradicional de ensino, baseada na memorização e reprodução automática dos conceitos. É necessário que haja compreensão do papel social da educação em Ciências, para que os currículos não sejam transformados em mera aplicação das ciências à sociedade (Santos & Mortimer, 2000). Salientamos que questões que perpassam o currículo também fazem parte da proposta defendida pelo educador Paulo Freire, que tem na educação a razão maior de sua obra, a qual problematiza a concepção bancária de educação, que transforma o estudante em simples recipiente a ser preenchido. Além disso, o autor defende um currículo intrinsecamente motivador, que leve à reflexão, ao desenvolvimento do pensamento crítico, defendendo configuração curricular baseada na abordagem de temas, de problemas reais, através do que denominou de Tema Gerador, no sentido de problematizar a realidade vivida, tendo a vida da comunidade como ponto de partida (Freire & Shor, 1986; Freire, 1987).

Nesta concepção de educação, os conteúdos estão sempre se renovando e se ampliando, de forma que devem ser problematizados e não depositados na cabeça dos estudantes, o que caracteriza a educação bancária (Freire, 1987). Os professores, trabalhando interdisciplinarmente o tema procedente da investigação temática, são desafiados a problematizá-lo com os estudantes. Nesse contexto, tanto Freire, quanto desdobramentos do movimento CTS, postulam currículos estruturados em torno de temas, cuja compreensão requer uma abordagem interdisciplinar, o que representa trabalhar o conhecimento por meio da reitegração de aspectos anteriormente isolados pelo tratamento disciplinar. Strieder (2008) considera que a articulação entre os ideais freireanos e o enfoque CTS é viável e enriquecedora, *“uma vez que ambas as propostas apresentam elementos, ou seja, pressupostos comuns, especialmente no que diz respeito à busca da superação da cultura do silêncio e por uma maior participação na sociedade”* (p. 159).

Ainda nesse âmbito de temas geradores, introduzidos por Freire e que podem ser utilizados pelo enfoque CTS, Auler, Dalmolin e Fenalti (2009) analisaram, por meio de pesquisa bibliográfica, implementações de propostas didático-pedagógicas pautadas por tais pressupostos. Para tal, utilizaram-se de anais de eventos, coletâneas de cadernos de formação e guias didáticos. Aprofundaram na pesquisa a análise quanto à natureza dos temas envolvidos nas implementações efetivadas em sala de aula, sintetizando sua pesquisa em cinco categorias: a) Abrangência dos temas; b) Surgimento dos temas; c) Disciplinas envolvidas na estruturação dos temas; d) Relação tema/conteúdo; e) Conteúdo tradicional designado de tema.

Assim, a partir de uma pesquisa bibliográfica mais ampla, a qual está inserida no contexto de um edital de fomento, houve como resultados dois grandes conjuntos: Práticas efetivadas envolvendo o conceito energia e trabalhos que analisam a presença desse conceito em livros didáticos, currículos e museus de ciências. Priorizamos a análise do *corpus*, composto por artigos de seis periódicos, como indicado a seguir, na metodologia, amparados nas cinco categorias propostas por Auler, Dalmolin e Fenalti (2009), procurando compreender os encaminhamentos teórico-metodológicos atribuídos ao conceito de energia durante as práticas realizadas nos espaços formais de ensino. E, ainda, buscamos compreender como estão sendo abordadas as temáticas que problematizam problemas sociais, como, por exemplo, as denominadas mudanças climáticas, a despeito da discussão sobre sua origem, antropocêntrica ou um ciclo natural, na qual um aprofundamento na compreensão dos processos de conservação/degradação o conceito de energia é central. Desse modo, investigamos: quais têm sido os encaminhamentos, no campo curricular, dados ao conceito de energia?

O CONCEITO DE ENERGIA E O CURRÍCULO ESCOLAR: ALGUNS DESDOBRAMENTOS

A educação em ciências, na Educação Básica, deu-se, historicamente, de forma predominantemente internalista, valorizando a Ciência-Tecnologia (CT) neutra, a disciplinarização e o papel do cientista como detentor do conhecimento. Essa forma de educação tem desconsiderado temas atuais vividos pela sociedade e, aparentemente, pode ser entendida como de pouca utilidade, como referido por Nascimento e Von Linsingen (2006). Seguindo nessa linha de raciocínio, para a compreensão e enfrentamento de problemas contemporâneos, como as denominadas mudanças climáticas, a despeito da discussão sobre sua origem, antropocêntrica ou um ciclo natural, um aprofundamento na compreensão dos processos de conservação/degradação de energia é central. Em discordância com as definições que, muitas vezes, são apresentadas de forma considerada vaga aos estudantes, o conceito de energia permite compreender, de modo interdisciplinar, muitos fenômenos diretamente ligados ao nosso cotidiano e até mesmo à nossa própria existência. Sejam eles naturais, como a transformação da energia nuclear em energia radiante no sol, que garante a vida em nosso planeta, ou fenômenos em que há a intervenção do homem a fim de maior qualidade de vida e conforto, como o aproveitamento de energia solar para produção de energia elétrica ou aquecimento da água.

De acordo com Solbes e Tarín (1998), o conceito de energia é abordado na educação básica de forma vaga e, desta forma, os estudantes não compreendem aspectos relevantes como a conservação, transformação e transferência da energia. Assim, percebemos um déficit em nosso ambiente escolar no que diz respeito às discussões das diversas implicações causadas pelas ações antropogênicas relativas às transformações energéticas e, visto que estas podem causar diversos problemas de cunho socioambiental, sua problematização é indispensável. Como o caso das hidrelétricas, que são responsáveis pela maior parte da energia elétrica produzida em nosso país e, mesmo sendo consideradas fontes renováveis de energia, apresentam danos socioambientais elevados e imensuráveis, os quais são pouco discutidos em sala de aula. Tais aspectos tendem a se tornar mais agravantes conforme a comercialização de artefatos tecnológicos, a qual vem se expandindo e demandando mais energia elétrica. “O desenvolvimento tecnológico tem ocorrido de maneira desordenada, sobretudo ao atender muito mais os interesses de mercado do que as reais necessidades humanas” (Santos & Mortimer, 2001), resultando em um processo linear entre mais tecnologias, maior adesão das fontes energéticas e aumento dos impactos gerados.

Ademais, o desenfreado uso de novas tecnologias e o consumo irresponsável por grande parcela da população gera em nossa sociedade uma grande quantidade de lixo, tornando necessárias medidas paliativas, como a reciclagem. Assim, para amenizar o problema, utilizamos uma grande demanda de energia, que vai desde o combustível para o transporte dos rejeitos até a energia elétrica utilizada pelas máquinas que realizam o processo de reciclagem, ocasionando mais problemas devido ao volume invisível da degradação de energia (Auler, 2007).

Além disso, vivemos hoje no contexto do consumismo, que nos leva a uma dicotomia social entre o consumo exacerbado por parte da população do planeta e o subconsumo, ou seja, o não suprimento das necessidades básicas de outra parte. E, permanecer nesse modelo, no qual a obsolescência planejada alimenta um consumo exacerbado para um conjunto da população, é insustentável quando entendemos que estão diretamente ligadas a trocas energéticas e a fenômenos entrópicos irreversíveis, como o caso dos gases emitidos pelos veículos automotores, que, além de deixar compostos como dióxido de carbono, que são exemplos de energia degradada, contribuem para formação das ilhas de calor em aglomerados populacionais, entre outros problemas globais (Auler, 2002; Santos, 2016). Dagnino (2008) entende que nessa perspectiva a sociedade limita-se em apenas aceitar os impactos gerados pelo avanço da CT, sem tomar consciência e buscar outras formas alternativas de redução dos impactos gerados pelos artefatos científico-tecnológicos. Assim, o papel da sociedade parece estar “em aceitar a CT, como se ela tivesse vida própria e apropriar-se dela fazendo um bom uso.” (Rosa & Auler, 2016, p. 216) restringindo-se a uma participação entendida como pós-produção. Nesse sentido, Rosa e Auler (2016) salientam que:

“Problematizar a participação limitada ao pós-produção não significa que ela não deva ocorrer. Pelo contrário, precisamos ter acesso e dar atenção aos impactos oriundos da CT. No entanto, entendemos que, ficar restrito a esse tipo de participação, significa endossar a ideia de que o único objetivo da sociedade é receber o produto científico-tecnológico “pronto” e tirar o melhor proveito, a fim de reduzir impactos socioambientais considerados negativos” (p. 214).

Nesse viés, cabe à educação potencializar uma “cultura de participação”, além de promover uma alfabetização tecnocientífica que gere mudanças a partir da formação de sujeitos com hábitos e atitudes voltadas à sustentabilidade. A fim de que,

“a população possa, além de ter acesso às informações sobre o desenvolvimento científico-tecnológico, ter também condições de avaliar e participar das decisões que venham a atingir o meio onde vive (...), comece a questionar sobre os impactos da evolução e aplicação da ciência e tecnologia sobre seu entorno. . .” (Pinheiro, Silveira & Bazzo, 2007, p. 72).

O enfoque CTS leva consigo proposta da abordagem temática como eixo estruturado para o currículo escolar, em uma educação voltada à equidade e sustentabilidade, salientando que a inserção de temas sociais, no currículo, exige mudanças nas práticas e nas concepções pedagógicas, havendo necessidade de outros referenciais que o sustente e que permita atividades de forma articulada entre os diversos componentes curriculares. Nesse sentido, Santos (2016) defende a ideia de que,

“pressupostos freireanos e de CTS, articulados, podem balizar propostas educacionais para a constituição de uma cultura de participação social, tendo em vista que o movimento CTS, apesar de apresentar-se de forma polissêmica, defende, em linhas gerais, configurações curriculares balizadas por temas, por problemas reais contemporâneos que, devido a sua complexidade, necessitam abordagens de caráter multidisciplinar” (p. 66).

Nessa perspectiva, Auler (2007) fez uma análise de trabalhos publicados sobre intervenções curriculares efetivas e propõe um balizamento teórico-metodológico alicerçado em três eixos: 1) configurações curriculares mediante a abordagem de temas de relevância social, de problemas abertos; 2) Interdisciplinaridade, considerando a complexidade do problemas/temas e 3) Democratização dos processos de tomada de decisão em temas envolvendo Ciência-Tecnologia.

Assim, no âmbito de temas geradores, em pesquisa constituída por revisão bibliográfica, Auler, Dalmolin e Fenalti (2009), levando em consideração e aprofundando os três eixos apostados por Auler (2007), analisaram implementações de propostas didático-pedagógicas pautadas por pressupostos freireanos e referenciais ligados ao enfoque CTS. Para tal, utilizaram-se de anais de eventos³, coletâneas de cadernos de formação⁴ e guias didáticos⁵. Nessa pesquisa, foi aprofundada a análise quanto à natureza dos temas envolvidos nas implementações efetivadas. Sintetizam a pesquisa em cinco categorias:

a) Abrangência dos temas: a maioria dos temas, presentes nos artigos, pautados no referencial CTS, podem ser caracterizados como mais “universais”, de abrangência geral, sendo assim, trataram de temas não vinculados a comunidades específicas, utilizáveis em vários contextos. Como exemplos, destacam-se: Plantas, Água, Recursos Naturais, Os metais, Atividades Físicas, Problemas Globais, Cinema. Enquanto no *Guia Didático* investigado, encontram-se temáticas relacionadas a problemáticas ocasionadas pelo desenvolvimento científico e tecnológico. Por fim, a *coletânea de cadernos de formação*, baseada em encaminhamentos freireanos, buscou a problematização de temáticas ligadas à realidade do próprio educando, sendo assim, encontram-se temas de abrangências locais.

b) Surgimento dos temas: nos relatos presentes no documento *Movimento de Reorientação Curricular – Relatos de Práticas*, de inspiração freireana, todos os temas estruturados e implementados, com algumas variações, surgiram do processo de investigação temática de Freire (1987). Na análise referente aos trabalhos do enfoque CTS, em nenhum dos trabalhos analisados há indicativos de que houve alguma participação do estudante, da comunidade escolar, no processo de definição dos temas. Dessa forma, a grande maioria das temáticas foi selecionada pelos professores que justificavam a escolha pela grande repercussão na mídia, ou por ser um tema propício para trabalhar determinado conteúdo.

c) Disciplinas envolvidas na estruturação dos temas: Bem como no *Guia Didático*, no qual a dimensão da interdisciplinaridade é marcante, na *coletânea de cadernos de formação* encontramos a relação indissociável entre as temáticas e a interdisciplinaridade, ou seja, os campos disciplinares são articulados para entendimento da temática. Já nos trabalhos presentes nos *Anais*, mais da metade apresentam o envolvimento de apenas uma disciplina. Assim, nos encaminhamentos CTS, ainda predominam abordagens disciplinares. Além disso, em todos os trabalhos foi possível identificar que as disciplinas envolvidas estavam restritas às denominadas ciências da natureza: Biologia, Física, Química, Geologia e Matemática.

³ III Seminário Ibérico CTS no Ensino das Ciências (37 artigos analisados), VII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias (31 artigos analisados), IV Seminário Ibérico CTS en la Enseñanza de las Ciencias (15 artigos analisados).

⁴ A análise de coletâneas de cadernos de formação baseou-se na coletânea denominada *Movimento de Reorientação Curricular - Relatos de Práticas*, a qual constitui-se de relatos de intervenções curriculares realizadas na década de 80, quando Paulo Freire se encontrava na condição de Secretário Municipal de Educação de São Paulo.

⁵ Fonte bibliográfica, criada pelo Grupo Argo de Renovação Educativa, constituída de dez livros (guias didáticos) os quais abrangem temáticas relacionadas com os avanços da Ciência e Tecnologia.

d) Relação tema/conteúdo: questionando *qual o papel do tema na configuração curricular?*, na *coletânea de cadernos de formação*, foram encontradas configurações curriculares que trabalham conhecimentos em função de temas. Enquanto nos *Anais*, com enfoque CTS, tem um total de 36% de trabalhos analisados foram implementações em que o tema é trabalhado em função de conteúdos definidos a priori. Contudo, também está presente a concepção de conteúdo em função do tema. Ou seja, implementações em que os temas aparecem primeiro e depois se definem os conteúdos para uma melhor compreensão dos mesmos.

e) Conteúdo tradicional designado de tema: Em 21% dos trabalhos encontrados nos *Anais*, foram identificados os conteúdos tradicionalmente trabalhados designados como temas, ou seja, os temas acabam aparecendo como sinônimos dos próprios conteúdos escolares. Por exemplo: eletromagnetismo, energia, capacidade térmica, física moderna, entre outros. Possivelmente, o termo energia possa assumir essa dupla conotação. De um lado, um conceito central dentro da estrutura conceitual da física. De outro, um tema socioambiental da maior relevância. A mesma análise não é possível, por exemplo, com a nomenclatura eletromagnetismo. Mesmo sem desconsiderar o papel, a importância social desse conceito, tal nomenclatura não possui repercussão social. Quanto ao conceito de energia, no âmbito da estrutura conceitual, cabem considerações de Moreira (1992, citado por Bucussi e Ostermann, 2006).

“Se tivéssemos que citar um único conceito físico como o mais importante para a Física, e para toda a ciência de um modo geral, este seria, sem dúvida, o conceito de energia. De maneira análoga, se tivéssemos que citar qual o mais útil princípio físico para toda a ciência, a escolha, certamente, recairia sobre o princípio de conservação da energia. Aliás, não é difícil de perceber que estas escolhas estão relacionadas” (p.2).

Nessa perspectiva, procuraremos verificar através das categorias apresentadas anteriormente, bem como dos resultados brevemente expostos, se há repercussão de ambos em trabalhos, que utilizam a abordagem temática, presentes em alguns dos principais periódicos da educação em Ciências, apresentados a seguir. Além disso, buscamos aprofundamentos na compreensão dos processos de conservação/degradação de energia e percepções ou possibilidades para o enfrentamento de problemas contemporâneos, como as denominadas mudanças climáticas, a despeito da discussão sobre sua origem, antropocêntrica ou um ciclo natural. Desse modo, o presente trabalho, inserido no contexto de pesquisa mais ampla, buscou compreender a seguinte questão: quais têm sido os encaminhamentos, no campo curricular, dados ao conceito de energia? Existe em práticas implementadas na Educação Básica a vinculação entre o conceito e o viés temático proposto por Freire e pelo movimento CTS? Considerando desdobramentos dessa questão, definiu-se como objetivos avaliar intervenções curriculares estruturadas em torno do conceito energia, bem como sinalizar encaminhamentos pautados pelos referenciais assumidos: Freire e CTS. Tendo em vista tais aspectos, a metodologia e resultados da pesquisa são relatados no decorrer desse trabalho.

METODOLOGIA

Essa pesquisa foi de cunho qualitativo, portanto, não se preocupa com a representatividade numérica, mas, com o aprofundamento da compreensão do fenômeno estudado (Gerhardt & Silveira, 2009). O *corpus* de análise esteve constituído de artigos presentes em periódicos da área de Educação em Ciências: Do contexto brasileiro: a) Alexandria – Revista de Educação em Ciência e Tecnologia (2008-2018); b) Ciência & Ensino (1996-2015); c) Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC) (2001-2018); d) Ciência & Educação (1994-2018); e) Revista Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências (1999-2018); E, do contexto europeu: a) Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias (REEC) (2002-2018). A opção por essas revistas levou em consideração sua representatividade na área. No que tange a REEC, ponderamos que parte considerável de seus artigos contemplam pesquisas realizadas no contexto brasileiro, além disso, trata-se de um periódico online com publicações em vários idiomas. Buscamos contemplar desde a primeira edição de cada periódico (Quadro 1) até a última do ano de 2018.

A dinâmica de trabalho em termos metodológicos e de organização dos dados desenvolveu-se pela análise de Conteúdo de Bardin (1977), a qual consiste em *“uma técnica de investigação que através de uma descrição objetiva, sistemática e quantitativa do conteúdo manifesto das comunicações, tem por finalidade a interpretação destas mesmas comunicações”* (p. 31) e estrutura-se em três etapas.

Na primeira etapa, denominada como pré-análise, a autora visa a três objetivos: *“escolha dos documentos a serem submetidos à análise, a formulação das hipóteses e dos objetivos, e a elaboração de indicadores que fundamentam a interpretação final”* (Bardin, 1977, p. 95), consistindo em um processo

subdividido em leitura fluante, escolha dos documentos, formulação das hipóteses e dos objetos, referênciação dos índices e a elaboração de indicadores e por fim preparação do material. Assim, seguindo as etapas, o primeiro critério de seleção dos artigos consistia em esses conterem a palavra energia em seu título e/ou resumo e/ou palavras-chave. Posteriormente, com a leitura e análise, constatamos que muitos artigos atendiam ao critério de seleção, porém, em muitos desses, quando se referiam à energia, apenas eram citados tipos de energia, não tratando do conceito propriamente dito; desta forma, quando mencionavam os termos conservação e/ou degradação de energia, referiam-se à conservação da energia mental, cinética, entre outros tipos de energia que não à conservação, relacionada à primeira Lei da Termodinâmica, e degradação, relacionada à segunda Lei da Termodinâmica. Como buscamos contemplar os objetivos propostos, selecionamos os artigos que tratassem/discutissem, em especial, sobre a conservação e/ou degradação de energia, ou seja, relacionados com as Leis da Termodinâmica. Considerando que são esses fenômenos presentes na natureza e que estão relacionados com problemas socioambientais, como a utilização desenfreada dos recursos naturais nas transformações de energias presentes nas máquinas construídas pela sociedade e nas possíveis consequências de tais processos de transformação e degradação, como nas mudanças climáticas globais.

Nesse contexto, selecionamos para a análise trinta e quatro (34) artigos, que foram, então, subdivididos em dois grandes conjuntos para melhor discussão. Desses, vinte e um (21) discutem práticas educativas implementadas no contexto formal de ensino e treze (13) Livros didáticos, currículos e museus de ciências, conforme indicado no Quadro 1. Nesse trabalho, priorizamos a análise dos artigos sobre práticas educativas implementadas, no que tange à abordagem do conceito/tema energia, pois entendemos que as práticas efetivadas são mais significativas para contexto escolar e para a construção do sujeito crítico frente aos temas relacionados à transformação e degradação de energia.

Quadro 1- Artigos selecionados.

| Conjunto | Revista | Autores | Ano, Vol, Nº | Nº |
|---|---|---|-------------------|-----|
| Práticas Efetivadas | Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ISSN 1806-5104) | Silva, L. L. | 2009, v.9, n.2 | A1 |
| | | Boff, E. T. O. & Pansera-de-Araújo, M. C. | 2011, v.11, n.1 | A2 |
| | | Souza, V. C. A. & Justi, R. | 2010, v.10, n.2 | A3 |
| | Revista eletrônica de Enseñanza de las Ciencias (ISSN 1579-1513 D. L. OU - 18/2002) | Coimbra, D., Godoi, N. & Mascarenhas, Y. P. | 2009, v.8, n.2 | A4 |
| | | Covaleda, R., Moreira, M. A. & Caballero, M. C. | 2009, v.8, n.2 | A5 |
| | | Grings, E. T. D. O., Caballero, C. & Moreira, M. A. | 2008, v.7, n.1 | A6 |
| | | Teixeira Júnior, J. G. & Silva, R. M. G. | 2009, v.8, n.2 | A7 |
| | | Massoni, N. T. & Moreira, M. A. | 2010, v.9, n.2 | A8 |
| | | Souza, V.C.A. & Justi, R. | 2012, v. 11, n. 2 | A9 |
| | | Flores-Camacho, F. & Ulloa-Lugo, N. | 2014, v. 13, n. 2 | A10 |
| | Revista Ciência e Educação (online ISSN 198050X Print ISSN 1516-7313) | Cirino, M. M., Souza, A. R., Santin Filho, O. & Carneiro, M. C. | 2009, v.15, n.1 | A11 |
| | | Covolan, S. C. T. & Silva, D. | 2005, v.11, n.1 | A12 |
| | | Sarmiento, A. C. H. et al. | 2013, v. 19, n.3 | A13 |
| | | Bulegon, A. M. & Tarouco, L. M. R. | 2015, v. 21, n.3 | A14 |
| | | Zamorano, R. O., Moro L. E. & Gibbs, M. H. | 2011, v.17, n.2 | A15 |
| | Revista Alexandria (ISSN 1982-5153) | Bravo-Torija, B.; Eirexas, F. & Jiménez-Aleixandre, M. P. | 2008, v.1, n.1 | A16 |
| | | Maldaner, A. O.; Costa-Beber, L. B. & Machado, A. R. | 2012, v. 5, n.1 | A17 |
| | | Rothberg, D. & Quinato, G. A. C. | 2016, v.9, n.1 | A18 |
| | Revista Ciência e Ensino (ISSN 1980-8631) | Stuchi, A. M. & Almeida, M. J. P. | 2014, v.3, n.2 | A19 |
| | Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (ISSN 1415-2150) | Hülsendeger, M. J. V. C. | 2007, v.9, n.2 | A20 |
| | | Zanotello, M. & Almeida, M. J. P. M. | 2013, v.15, n.3 | A21 |
| Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ISSN 1806-5104) | Araújo, I. S. & Veit, E. A. | 2004, v. 4, n.3 | A22 | |
| | Mattos, C. & Hamburger, A. I. | 2004, v.10, n.3 | A23 | |
| | Custódio, J. F. & Pietrocola, M. | 2004, v.10, n.3 | A24 | |
| | Batista, I. D. L. | 2004, v.10, n.3 | A25 | |

| | | | | |
|---|---|---|-------------------------|-----|
| Livros Didáticos, Currículos e Museus de Ciências | ISS 1516-7313) | Vilches, A., Gil-Pérez, D., González, M. & González, E. | 2006, v.12, n.1 | 26 |
| | | Concari, S. B. | 2001, v.7, n.1 | A27 |
| | Revista Ciência e Ensino (ISSN 1980-8631) | Auler, D. | 2007, v.1, n. especial. | A28 |
| | Revista Alexandria (ISSN 1982-5153) | Almeida, M. J. P. M.; Silva, H. C. & Machado, J. L. M. | 2009, v.1, n.1 | A29 |
| | | Baldow, R. & Monteiro Jr, F. N. | 2010, v.3, n.1 | A30 |
| | | Milazzo, A. D. D. & Carvalho, A. A. F. | 2008, v.1, n.2 | A31 |
| | | Macedo, C. C. & Silva, L. F. | 2010, v.3, n.3 | A32 |
| | Revista eletrônica de enseñanza de las ciencias (ISS1579-1513 D. L. OU - 18/2002) | Coleoni, E. A.; Gangoso, Z. E. & Hamity, V. H. | 2007, v.6, n.2 | A33 |
| | | Gordillo, M. M. | 2003, v.2, n.3 | A34 |
| | Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (ISSN 1415-2150) | - | - | - |

Fonte: Autoria Própria

Na segunda etapa tem-se a organização da análise, ou seja, a *exploração do material*, que consiste essencialmente na fragmentação dos textos e na codificação dos dados, podendo ser delimitada por meio de recortes de uma palavra-chave, um tema, objetos, personagens, etc. Sendo que, “*por recorte, agregação e enumeração, permite atingir uma representação do conteúdo, ou da sua expressão, susceptível de esclarecer o analista acerca das características do texto, que podem servir de índices*” (Bardin, 1977, p. 103). Momento em que realizamos a seleção de excertos/recortes, os nossos núcleos de sentido para análise e discussão das categorias.

Por fim, na terceira e última etapa temos o tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação, em que ocorre um processo de categorização, isto é, uma classificação das unidades em categorias com seus semelhantes, por meio do qual alcançamos “*os resultados brutos obtidos a fim de que sejam significativos e válidos e possam proporcionar ao pesquisador propor inferências e adiantar interpretações a propósito dos objetivos previstos*” (Bardin, 1997, p. 101).

Assim, através da análise do *corpus*, composto pelos vinte e um (21) artigos identificados no quadro 1, apresentamos nossos resultados por meio das cinco categorias a priori, propostas por Auler (2007), Auler, Dalmolin e Fenalti (2009), que vão desde a abrangência, motivação e disciplinas relacionadas ao tema de energia até seu conteúdo e maneira com que é trabalhado em sala de aula na Educação Básica. Buscando compreender, então, quais são os encaminhamentos dados ao conceito de energia durante o desenvolvimento das práticas efetivas, através da investigação de como surgem os temas e o quanto abrangem em relação ao tema, as disciplinas e os conteúdos no ambiente formal de ensino. Salientamos que os excertos que não se enquadravam em nenhuma das categorias citadas anteriormente não são discutidos em nossa análise.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Durante o desenvolvimento da pesquisa, tivemos acesso a diferentes práticas efetivadas sobre o conceito de energia com enfoque em sua conservação e/ou degradação. Muitas intervenções destacaram a importância do tema, relacionando com temáticas mais abrangentes, sejam elas globais ou locais. Além disso, em nossa investigação o conceito de energia permitiu compreender que a abordagem temática com o conceito é tratada de diferentes maneiras. Diante disso, assim como em pesquisa anterior, buscamos explorar tais características através de cinco categorias a priori, definidas por Auler (2007) e Auler, Dalmolin e Fenalti (2009), apresentadas anteriormente.

Quanto ao conceito de energia presente no *corpus* de análise, esse é voltado a processos científicos como reações químicas, principalmente na análise da energia interna e energias de ativação. Outro modo de abordagem desse conceito é a científico-tecnológica através de temas com uso de tecnologias como máquinas térmicas (condicionador de ar, por exemplo), conseqüentemente, a abordagem de geração de energia elétrica, transformação de um tipo de energia em outro e as *perdas* (dissipação) na forma de calor. Em artigos que contemplam CTS/CTSA, a abordagem refere-se à transformação de energia no processo de combustão (nutrição/pirâmides alimentares) dos organismos (alimentação, energia biológica) abordando conceitos de energia na forma de calor e degradação de energia.

Assim, com a análise dos resultados, agrupamos o conjunto dos artigos em: a) práticas efetivadas (21 artigos); e b) livros didáticos, currículos e museus de ciências (13 artigos). Sendo que, para esse trabalho, demos maior atenção às práticas educativas efetivadas/implementadas. Dessas, treze (13) eram intervenções pontuais e oito (08) sistemáticas. As práticas pontuais objetivavam a coleta de informações para análise do sistema educacional e da prática; para tal, faziam uso, como instrumento de coleta de dados, de entrevistas, questionários (na maioria, semiestruturados), observações através de diários e gravações com a execução de minicursos, entre outras. Já, as sistemáticas apresentavam objetivos e características semelhantes às pontuais e se utilizavam de questionários, seminários, observações, entrevistas, gravações e acompanhamento de aulas como instrumentos de coleta de dados. Na comparação entre os tipos de intervenções, nas sistemáticas existia um maior acompanhamento de aulas, bem como o acompanhamento contínuo dos estudantes, perdurando um período mínimo de quatro meses, chegando a um ano letivo. Nesse âmbito, com a realização da análise e do redimensionamento das cinco categorias (Auler, Dalmolin & Fenalti, 2009), obtivemos as seguintes dimensões:

Abrangência dos Temas

Tanto nas intervenções pontuais quanto nas sistemáticas a maioria dos temas são de abrangências universais, em que podemos considerar que os temas locais estão vinculados com pelo menos um tema universal. Podemos perceber que, dentre os temas, vinte (20) apresentavam temas universais: Educação para o trânsito, entropia, energia, hidrelétricas e alimentos e um (01) locais. Desses temas, apenas seis (06) podem ser classificados como atuais, considerando, também, a sua data de publicação. Sobressaindo da mera abordagem histórica e indo em direção ao debate de temas que apontam para “. . . a aquisição de conhecimentos na perspectiva da compreensão de temáticas ou situações significativas, bem como a problematização de mitos associados a esses conhecimentos . . .” (Auler, 2002, p. 21). Tais trabalhos trazem como motivação para as discussões os problemas atuais da humanidade e sua relação socioambiental figurando, também, o tema local com preocupações semelhantes, como podemos observar na fala de Bravo-Torija, Eirexas e Jiménez-Aleixandre (2008):

“Nesta perspectiva, e para promover a responsabilidade e a competência ambientais sobre os recursos naturais, enquadra-se a unidade didática sobre os recursos pesqueiros. Trata-se de uma questão com uma grande carga afetiva e emocional, já que na Galícia a pesca é uma importante atividade econômica e muitas pessoas vivem, direta ou indiretamente, dela” (p. 195).

Perspectiva essa, também, encontrada, por exemplo, no trabalho de Coimbra, Godoi e Mascarenhas (2009), ao desenvolverem com estudantes questões da temática energia presente em edições do Enem. Em uma das questões apresentadas, discutem com seus estudantes as implicações da radioatividade emitidas por aparelhos de Raio-X tanto para a medicina quanto no organismo daqueles que são submetidos aos exames de tomografia e ultrassom. Além disso, debatem as implicações do funcionamento de uma usina nuclear e a utilização do urânio como combustível nessa usina, ressaltando, também, o problema de armazenamento dos resíduos que essas produzem.

Acreditamos que, embora seja relevante a discussão dos impactos ocasionados pelos artefatos científico-tecnológicos, designados por Dagnino (2008) como impactos pós-produção, necessitamos dar atenção maior para a própria agenda de pesquisa que criará tais artefatos, ou seja, a pré-produção, uma vez que,

“Na análise de impactos pós-produção, a participação limita-se a reduzir os impactos negativos e potencializar os positivos. Em evitar o mau uso, garantindo seu bom uso. Já a segunda tendência, análise de impactos pré-produção, o conceito de participação é mais amplo, sendo que cabe à sociedade sinalizar para a produção de determinado produto de CT. Na concepção de participação pós-produção, ainda comparecem marcas da suposta neutralidade do desenvolvimento de CT . . . focar as análises de impactos pré-produção é assumir a priori o desenvolvimento de CT como humanamente controlável e condicionado por valores” (Roso, 2012, pp.7-8).

Portanto, ressaltamos que a produção dos artefatos científico-tecnológicos, como o caso das usinas nucleares, merece uma atenção desde a agenda de pesquisa que irá criá-los, uma vez que, segundo Dagnino (2008), focalizando apenas na dimensão do uso da CT, mascaramos a lógica de produção da mesma, que perpassa por valores denominados capitalistas, sendo esses ofuscados e desvinculados de problematizações e participação social. Em virtude de que tais aparatos sofrem/oferecem grandes

influências políticas e econômicas, que em muitos casos podem ser substituídos de outras formas, como o caso da energia nuclear, que, por ser subsidiada por diversas outras fontes de energia disponíveis em nosso ecossistema, sua discussão pré-produção se torna indispensável. Nesse sentido, Roso (2012) ressalta ainda que:

“ . . . é importante minimizar os danos causados por determinado tipo de desenvolvimento de CT (o que seria pós-produção). Entretanto, se faz igualmente fundamental fomentar uma cultura de não somente minimizar esses danos, mas evitar danos através de análises pré-produção. Análises potencializadas por uma ampliação da participação pública, por uma “cultura de participação”, algo que cabe a escola considerar ao pensar seus objetivos educacionais, levando em conta, por exemplo, a esfera axiológica, geralmente ausente do que fazer educacional, aspecto que precisa ser preconizada ao pensarmos dinâmicas de tomada de decisões democráticas” (p. 11).

Por fim, podemos verificar que esses temas trazem à tona discussões sociocientíficas, que permitem verificar o caráter tecnológico da ciência para diferentes fins, confirmando, dessa maneira, que *“cada vez mais a linha de pesquisa CTS se consolida, principalmente, na Educação em Ciências”* (Roso, 2012, p. 2). Assim, as práticas apontam caminhos que perpassam desses “temas geradores” e do investigar, à reflexão sobre sua realidade e o seu atuar com ela (Freire, 1987). Todavia, se faz necessário um maior estímulo frente às análises de impactos pré-produção, visto que a

“ . . . não linearidade, uma relação não direta entre mais CT e mais qualidade de vida, para o conjunto da sociedade, não decorre apenas do bom ou mau uso de CT (ou do não uso), mas também do fato de que o produto científico-tecnológico incorpora, internaliza, materializa valores, interesses daqueles atores sociais que conceberam esse produto” (Rosa & Auler, 2016, p. 222).

Surgimento dos Temas

De acordo com os artigos pertencentes ao *corpus* de análise, percebemos que os temas relacionados ao conceito de energia tiveram inspiração em publicações científicas, na mídia e em pesquisas globais. Em nenhum dos trabalhos constatamos que a seleção do tema foi por sugestão dos estudantes, desta forma nenhuma das práticas atendeu ao pressuposto freireano de investigação temática do tema gerador. De forma geral, verificamos que a escolha ocorreu devido à preocupação em ressignificar o conceito de energia, buscando possibilidades metodológicas consideradas eficazes no processo de ensino-aprendizagem do conceito.

Nesse sentido, as motivações para a escolha dos temas se resumem pelo poder de controvérsia e discussão, pela possibilidade de maior aprendizado devido a sua contemporaneidade, interdisciplinaridade e presença na mídia como principalmente problemas da humanidade ou de uma comunidade específica. Focando nas dificuldades de definição do conceito, conforme destacado por Coimbra, Godoi e Mascarenhas (2009), amparados em Rocha Filho, Bernardes e Borges (2006),

“Energia é um conceito muito abrangente e, por isso mesmo, muito abstrato e difícil de ser definido de modo preciso com poucas palavras de um modo preciso. A transdisciplinaridade, transcendendo a visão fragmentada e estanque das disciplinas tradicionais, possibilita uma visão holística do tema. Uma diversificação dos enfoques em torno do mesmo assunto permite aprofundar sua compreensão, descartando algumas noções ingênuas e ampliando o horizonte intelectual do educando” (p. 629).

Todavia, podemos destacar também que aparecem dois casos em que o tema não é trabalhado pela sua importância, abrangência e/ou disseminação. Em um, o tema aparece apenas como complemento, ferramenta de caráter didático objetivando destacar a importância do texto ou introdução de um tópico conceitual. Como em Boof e Pansera-de-Araújo (2011), que teve como temática *Alimentos: produção e consumo*. Sua análise foi subdividida em episódios, em que somente nos primeiros evidenciaram discussões mais amplas do tema:

“Nos três primeiros episódios evidenciam-se discussões da primeira etapa da SE, cujo foco está nos significados atribuídos pelos licenciandos, quando foram problematizados sobre o alimento como fonte de matéria e energia. Os demais

episódios mostram uma sequência de atividades desenvolvidas com o propósito de ampliar as compreensões dos estudantes sobre o conceito de energia” (p.).

Enquanto Colovan e Silva (2005) buscaram o tema pela pouca pesquisa nessa área e a dificuldade do aprendizado e sua impopularidade (tema calórico, entropia):

“Pesquisadores da área (Ben-Zvi, 1999; Sichau, 2000) consideram a Física Térmica, especialmente no que se refere ao conceito de energia e leis da termodinâmica, como sendo um tópico “impopular” entre os estudantes e difícil de se trabalhar, por tratar fenômenos em que a matemática que os exprime aparece dissociada do cotidiano vivenciado por esses indivíduos. Talvez assim, para superar essa dissociação de conceitos intrincados por sua natureza própria, poderíamos utilizar a Evolução das ideias do conceito de Entropia e da Física Térmica como um meio de trazer para perto do estudante uma ciência que não se apresenta como algo pronto, mas que se encontra sempre em constante construção” (p. 98).

Assim, ressaltamos, embasados em Freire e Shor (1986), que a motivação deve participar do reconhecimento pelo estudante da importância que o conhecimento possui para sua vida, ou seja, dentro do próprio ato de estudar, fato que só será possível se as temáticas estiverem ligadas diretamente a suas vivências. Nesse sentido, é fundamental que o estudante perceba a ligação entre as questões energéticas e seu mundo vivencial, só assim a temática terá significado para ele e estará auxiliando na “*formação de atitudes e valores*” (Santos & Mortimer, 2001, p.107).

Disciplinas Envolvidas na Estruturação do Tema

O âmbito da contextualização e da interdisciplinaridade estão presentes desde os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) como eixos estruturantes. Tais esferas são defendidas a partir da convergência entre o conhecimento científico-tecnológico, buscando, dessa forma, o rompimento da disciplinaridade para fins da produção do conhecimento.

“Na perspectiva escolar, a interdisciplinaridade não tem a pretensão de criar novas disciplinas ou saberes, mas de utilizar os conhecimentos de várias disciplinas para resolver um problema concreto ou compreender um determinado fenômeno sob diferentes pontos de vista. Em suma, a interdisciplinaridade tem uma função instrumental. Trata-se de recorrer a um saber diretamente útil e utilizável para responder às questões e aos problemas sociais contemporâneos” (MEC, 2000, p. 21).

Complementando isso, Lück (1994) salienta que precisamos que professores de distintas áreas trabalhem com mesmo enfoque, defendendo o ideal da interdisciplinaridade, buscando engajar professores numa prática conjunta que possam trabalhar conceitos e conteúdos em diferentes perspectivas, correlacionando ao mundo vivido pelos estudantes.

O caráter interdisciplinar é previsto ainda pelo enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), “*o qual enfatiza a quebra de fronteiras rígidas e excludentes entre os saberes*” (Pinheiro, Silveira & Bazzo, 2007, p. 81), buscando um ensino voltado à reflexão e contextualização que forme um cidadão crítico e interativo com a sociedade. Ainda conforme os autores, “*Nesse encaminhamento, o ensino-aprendizagem passará a ser entendido como a possibilidade de despertar no aluno a curiosidade, o espírito investigador, questionador e transformador da realidade.*” (p. 77). Referindo-se às temáticas trabalhadas com o enfoque CTS, Angotti (1991) ressalta que a energia é a “*grandeza que pode e deve, mais do que qualquer outra, balizar as tendências de ensino que priorizam hoje as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade*” (p.115), uma vez que a temática tange a diversas áreas do saber.

Tendo em vista a relevância do campo da interdisciplinaridade, analisamos quais dos artigos abordaram tal aspecto. Sendo assim, dos vinte e um (21) artigos que apresentavam práticas educativas, dez (10) das práticas traziam uma abordagem interdisciplinar geralmente associada à área das ciências naturais relacionando duas ou mais disciplinas, como destaca Maldaner, Costa-Beber, e Machado (2012): “*significação dos conceitos nas aulas de Biologia, Física e Química envolve um sistema conceitual amplo e, também, transdisciplinar. Os conceitos não ocorrem isoladamente, mas constituem um todo, um sistema*” (p. 107). Apesar de que na quase totalidade a interdisciplinaridade ocorria através da “*presença*” de professores pesquisadores de uma só disciplina na construção e desenvolvimento do trabalho.

Assim, em nossa análise, identificamos que o conceito de Energia pode ser abordado e trabalhado tanto de forma interdisciplinar como por uma única disciplina. Como, por exemplo, em um dos relatos o conceito de energia foi abordado somente por um grupo de professores da área de Química, como afirmam Souza e Justi (2010):

“As atividades propostas aos alunos foram desenvolvidas a partir das ideias contidas no diagrama Modelo de Modelagem . . . e de discussões com um grupo de professores participantes do projeto de pesquisa Formação de Professores e Ensino de Química através de Modelos – Investigações a partir de pesquisa-ação” (p. 6).

Verificamos, ainda, trabalhos como de Coimbra, Godoy e Mascarenhas (2009), que ressaltavam a importância da interdisciplinaridade, mas, ao trabalharem a temática energia com educação de jovens e adultos, limitavam-se a uma única disciplina. Entretanto, destacamos a relevância de trabalhos deste tipo, por evidenciarem desde a abordagem histórica até as implicações sociais que a temática abrange.

“. . . o tema energia é fundamental para a compreensão de processos mecânicos, termodinâmicos e eletromagnéticos. No entanto, a questão da utilização dos recursos energéticos delinea ações políticas e governamentais; a energia dos combustíveis, dos alimentos e do átomo permeia o contexto da química e das revoluções estudadas em História, entre outros.” (2009, p. 230).

No artigo de Boff & Pansera-de-Araújo (2011), podemos encontrar a descrição de uma prática que buscava um processo de reorganização curricular, denominado: Situação de Estudo (SE), o qual tem o propósito de contribuir para melhoria da Educação Básica a partir de um enfoque interdisciplinar. Para os autores,

“Ao desenvolver os conteúdos escolares na forma de SE, entende-se que é possível fazer uma abordagem dos conceitos de Biologia, Química e Física, articulados com outras áreas do conhecimento e de modo a contemplar reflexões sobre questões sociais, culturais e as interações entre as Ciências da Natureza, suas Tecnologias e a Sociedade. Ao abordar situações reais, conforme concepção da SE, é necessário desenvolver capacidades interdisciplinares, não apenas como uma proposta teórica, mas, como uma prática que precisa ser permanentemente reconstruída” (p. 148).

Assim, podemos constatar que, para os autores, a abordagem de situações presentes no cotidiano dos estudantes, indicadas como sendo fundamental pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), engloba mais que uma área do saber e, se efetivada dessa maneira, contribui significativamente para a formação dos estudantes, uma vez que *“todos os conhecimentos contribuem em igual escala nas tarefas de lutar por um mundo mais justo e mais humano”* (Pinheiro, Silveira & Bazzo, 2007, p. 82).

Nesse âmbito, na referida SE com a temática: Alimentos: produção e consumo, a qual trabalhou o significado do conceito de energia expresso em rótulos de alimentos, além das diferentes definições de energia permitindo, assim, *“integrar conceitos de diversas áreas do conhecimento e constituir espaços de significação e ressignificação, mais amplos e inter complementares”* (Boff & Pansera-de-Araújo, 2011, p. 162).

Em outra SE, com a temática *“Interconversões de energia em processos biofísicoquímicos”*, podemos perceber *“que no decorrer das aulas a professora de Química buscou estabelecer relações entre os conceitos, bem como, com conceitos de outras áreas do saber”* (Maldaner, Costa-Beber & Machado, 2012, p. 101). Fato muito positivo, uma vez que *“os estudantes quando vão falar dos tipos de energia, eles tendem a falar da Energia da Química, da Física e da Biologia”* (Maldaner, Costa-Beber & Machado, 2012, p. 101). Outro fator positivo, destacado pelos autores, é que *“Estudantes envolvidos com a proposta curricular em sucessivas SE não aceitam a Ciência como verdade inquestionável, pelo contrário, questionam bastante para entender a lógica que fundamenta os conceitos”* (p. 101). Tal aspecto vai ao encontro das perspectivas do enfoque CTS, quando esse julga que *“A ciência não é uma atividade neutra e o seu desenvolvimento está diretamente imbricado com os aspectos sociais, políticos, econômicos, culturais e ambientais”* (Santos & Mortimer, 2001, p. 96) e, portanto, não deve ser considerada uma verdade absoluta.

Por fim, podemos perceber que a temática energia possui caráter unificador, que permite desenvolver e trabalhar com viés da interdisciplinaridade desde a área das Ciências na perspectiva CTS,

até das Ciências Humanas, devido a suas implicações históricas, políticas e geográficas que levaram a sua construção. Desse modo, percebe-se que a temática, ao ser incorporada de maneira interdisciplinar, tem sua importância resgatada e rompe-se a crença de ser uma questão difícil de ser trabalhada, uma vez que, por ser compreendida de maneira abstrata, em contextos distintos e com concepções diferentes, resulta por não admitir uma definição precisa, fato esse que acarretar em transtornos a professores e, principalmente a estudantes, que não conseguem ver a inter-relação do mesmo com as implicações Sociais, Tecnológicas e Científicas que a temática permite explorar (Angotti, 1991; Terrazzan, 1985). Dessa forma, podemos destacar que *“o ensino que se pretende é aquele que propicie condições para o desenvolvimento de habilidades, o que não se dá simplesmente por meio do conhecimento, mas de estratégias de ensino muito bem estruturadas e organizadas”* (Pinheiro, Silveira & Bazzo, 2007, p. 80).

As Relações Tema/Conteúdo

A abordagem por temáticas vem sendo citada desde os PCN, mas apresentando-se com diversificados focos no ensino de ciências, que vão desde metodologia e conceitos, até propostas de estruturação do currículo da nossa Educação Básica pelo enfoque CTS e, mais especificamente, a abordagem Freireana, a qual contempla o contexto social do estudante como ponto de partida para sua aprendizagem (Freire, 2008). O tratamento de conteúdos pela abordagem temática permite torná-los socialmente relevantes, desenvolvendo um ensino de Ciências que estabeleça conexões entre a sociedade e a ciência, de maneira que os conteúdos científicos estudados sejam relevantes para o entendimento de situações cotidianas e propiciem ao educando a identificação de problemas e de soluções para os mesmos (Auler, 2002).

Em nossa análise, o tratamento temático é apresentado em duas perspectivas: na primeira, os autores definem uma temática específica em função dos conteúdos a serem trabalhados, de um currículo já estabelecido, na qual o tema contextualiza e motiva o desenvolvimento dos conteúdos abordados, que, para Halmenschlager e Souza (2012), reforçam a organização tradicional do currículo, pouco contribuindo para a abordagem menos linear e fragmentada dos conteúdos escolares. Enquanto na segunda, o tema precede o conteúdo, convergindo para esses pela dialogicidade e questionamentos feitos ao abordar o tema, ou seja, não existe um currículo já definido, mas questionamentos frente aos conteúdos necessários para a abordagem do tema. Fato percebido, por exemplo, na prática efetivada por Bravo-Torija, Eirexas & Jiménez-Aleixandre (2008) sobre gestão dos recursos pesqueiros e a aquicultura, na qual os conteúdos foram selecionados de acordo com o entendimento do tema.

“O trabalho na aula sobre a gestão dos recursos naturais, quer a dos recursos pesqueiros, e as consequências que determinadas atividades humanas têm sobre o meio marinho, requer a utilização de conceitos científicos, por exemplo, cadeia alimentar, recurso renovável, maturidade sexual, etc. que podem oferecer dificuldades. Ademais, os argumentos a este respeito apresentam uma considerável complexidade, pois devem levar em conta não só dimensões científicas, senão outras sociais, econômicas, ou políticas, e também uma componente ética e de valores pessoais” (p. 191-192).

Já em outra prática educativa, Stuchi & Almeida (2014) buscaram trabalhar com diversos temas através do resgate histórico de uma usina hidrelétrica desativada, procurando abordar a Física a partir do contexto regional, a fim de ajudar *“estudantes, professores e comunidade a saberem mais sobre o local onde vivem”* (p. 69). Uma vez que os autores acreditam que, dessa maneira, *“os estudantes poderão atribuir maior sentido às suas vivências, relacionando o que aprenderam com as informações que tinham”* (p. 70). Para a elaboração da sequência didática, foram inicialmente avaliadas as concepções que os estudantes apresentavam referentes às ruínas de uma usina, a partir das quais se elaboraram diversas estratégias de ensino, envolvendo experimentos de Física, vídeos sobre Eletromagnetismo e usinas hidrelétricas, entrevistas com antigos trabalhadores da usina ainda residentes no local e aulas de campo.

Sendo assim, podemos destacar que a abordagem temática abrangeu tanto estudantes e professores quanto a própria comunidade local, onde esses *“não seriam meros instrumentos de pesquisa, mas sim, participantes da aquisição de conhecimentos como sujeitos desse conhecimento, reelaborando sua experiência cotidiana para a formação de novos conhecimentos.”* (Stuchi & Almeida, 2014, p. 72) Ao final da sequência didática, os estudantes realizaram apresentações sobre Física, Meio Ambiente, História Regional e Turismo. Cabe salientar que esses assuntos eram *“de interesse dos alunos que, além da Física, estavam preocupados com a degradação ambiental do rio Almada e das fontes de água da vila, com uma melhor compreensão da história local e com a reflexão sobre estratégias para a geração de empregos”* (Stuchi & Almeida, 2014, p. 74). Demonstra-se, assim, a relevância que tais práticas apresentam, visto que

são capazes de alcançar um dos objetivos do enfoque CTS de uma “educação para ação social responsável” (Auler, 2002). Onde, de acordo com Rubba (1991), o indivíduo é capaz de provocar mudanças sociais na busca de melhor qualidade de vida para toda a população.

Além disso, podemos destacar que “*O aumento da autoestima dos estudantes e das professoras foi evidente. Todos se sentiram mais valorizados com a presença do pesquisador. Os assuntos tratados possibilitaram a aproximação de gerações em torno de um interesse comum, que fez com que pudessem valorizar mais o local em que vivem e sua história*” (Stuchi & Almeida, 2014, p.18). Reafirmamos, assim, que a adoção de temas que estejam diretamente vinculadas aos alunos é de primordial importância para auxiliar na formação de atitudes e valores (Santos & Mortimer, 2001).

Assim, percebemos que a abordagem temática vai além do tratamento de tópicos e conteúdos, levando ao entendimento dos conceitos científicos que auxiliam a compreensão da problemática em questão e apontam caminhos para superação dos problemas do ensino propedêutico tradicional. Portanto, o ensino com temas geradores propostos pelo educador Paulo Freire, balizados com enfoque CTS, podem colocar em debate/confronto os saberes prévios do estudante, possibilitando, pela dialogicidade e problematização, a construção de um nível maior de compreensão do estudante da sua realidade e pela criticidade promover sua transformação (Freire, 1987; Delizoicov, 1991).

Conteúdo Tradicional Designado de Tema

Ao considerar a abordagem de temas, pode-se perceber que em alguns casos os conteúdos ainda estão sendo trabalhados desvinculados desses e recaem no denominado modelo tradicional de ensino, podendo ser fragmentado e não vinculado às vivências do estudante. Além disso, o próprio conteúdo acaba sendo designado como tema, como, por exemplo, em Cavalede, Moreira e Caballero (2009), que falam sobre fundamentos da termodinâmica e em Teoria das Colisões de Cirino, Souza, Santin Filho e Carneiro (2009), que destacam conteúdos de cinética química e termodinâmica, em especial a segunda Lei, que propõe a existência da entropia, focados em ressaltar a importância da estatística e probabilidade no Ensino Médio.

“A preparação dessa cidadania destina-se a desenvolver, no aluno, habilidades para enfrentar desafios impostos pela sociedade, ao mesmo tempo em que se pretende resgatar valores éticos e morais. Neste sentido, a aprendizagem da Probabilidade e Estatística pode contribuir, também, no desenvolvimento do espírito crítico, na capacidade de analisar, tomar decisões e interferir no processo” (Cirino, Souza, Santin Filho & Carneiro, 2009, p. 191).

Também encontramos outras perspectivas, como, por exemplo, a de Flores-Camacho & Ulloa-Lugo (2014), que sugere a discussão de entropia iniciando pela construção histórica e encaminhando para as discussões mais atuais:

“Sugerimos que la enseñanza de la entropía debería beneficiarse de la riqueza histórica y del debate actual que este concepto presenta y, que los alumnos deberían tener la oportunidad de conocer esos desarrollos, si bien no con la intención de que se adhieran a uno específico – cosa que puede ocurrir según sus posibilidades representacionales – sí con la posibilidad de que amplíen su imagen sobre el desarrollo de los conceptos físicos y que tomen un papel más activo en sus procesos de comprensión o de aprendizaje.” (p. 215).

Entendemos que tema como esses apesar de propiciar reflexão histórica de conceitos, ainda podem ser considerados pouco significativos para os estudantes e acabam por ser internos à própria Ciência, resultando em pouco diálogo, sem estimular os estudantes para tomada de consciência e para atuação cidadã, uma vez que se caracterizam como temas com os quais a sociedade em geral pouco pode dialogar (Auler, Dalmolin & Fenalti, 2009).

Em uma visão mais geral, observamos nos artigos que os temas abordados nas implementações são amplamente vinculados aos sistemas de informação (TV, rádio, jornais, internet), sendo, por isso, propícios para abordagens educacionais. Constatamos, portanto, que os encaminhamentos curriculares referentes aos conceitos de energia vinculam-se à sociedade atual, de forma ligada diretamente à economia, ao meio ambiente e voltado ao modelo atual da sociedade, que é a busca individual pelo conforto através das tecnologias e inovações. Assim, são mais mencionadas, junto com fontes de energia, as transformações energéticas voltadas e ligadas às mudanças climáticas, sendo temas considerados "interessantes" e ligados à vivência do estudante, o que, conforme a constatação de Bock (1999), é de fundamental importância para

o aprendizado, uma vez que “Somos sempre a fim de aprender coisas que são úteis e têm sentido para nossa vida” (p. 122).

Por fim, compreendemos que, além da visão de uma ciência em construção, precisamos avançar no âmbito da formação cidadã, isto só pode acontecer em currículos balizados na superação da educação bancária e partindo para uma educação como “*prática de liberdade*” em que os conteúdos sejam portas para abordagem de temáticas relacionadas à realidade dos estudantes e se comprometam em ampliar a dinâmica de processos de tomada de decisão, proposta pelos encaminhamentos CTS (Auler, 2002, Freire, 1987). Uma vez que o aprender, segundo Auler (2007), ocorre “*no processo de busca de respostas, de encaminhamentos para problemas contemporâneos, na procura de respostas para situações existenciais, na reinterpretção e ressignificação da experiência vivida*” (p. 184).

CONSIDERAÇÕES

Por meio da investigação, percebemos que o conceito de energia apresenta-se distribuído de maneira diversificada em diferentes áreas, todavia constitui-se conceito-chave para trabalhar a interdisciplinaridade. Tratando-se da análise realizada, nas práticas efetivas em que foi trabalhado com o conceito, percebemos dificuldades dos professores na abordagem do conteúdo, bem como no reconhecimento da temática de energia como sendo estruturadora trans-multi-inter-disciplinar para os componentes curriculares que ministram.

Cabe ressaltar que, ao trabalhar o conceito, os estudantes tiveram mais participação no processo educacional, como participação em laboratório ou construção conceitual voltada a temas mais próximos da vivência desses, e, com isso, obtiveram resultados mais efetivos. Apesar dos aspectos positivos, podemos destacar que o conceito continuou, na maioria das práticas efetivadas, muito ligado a antigas concepções tradicionais, assim, esteve associado de forma incorreta a sistemas macroscópicos que desfavorecem a percepção do estudante da maneira como o conceito está intrínseco no ambiente que o envolve. Assim, reiteramos que o primordial ao processo de ensino/aprendizagem é a participação ativa de ambos os lados, professores e estudantes, em diálogos que trazem a construção conceitual através de experimentos não somente práticos laboratoriais, mas em ambientes naturais, de forma ampla e multidisciplinar.

Ao tratar das concepções de professores em formação e nas revisões de literatura sobre o conceito, percebemos que os autores enfatizam a pluriconceitualidade da temática e também apontam que os cursos de formação de professores apresentam o déficit ao trabalhar a temática energia como termo unificador, onde entendemos que essa defasagem será refletida nos ambientes escolares. Dessa forma, acreditamos que a formação inicial e continuada são peças-chave para que o conceito energia seja trabalhado de forma articuladas a outras disciplinas do currículo escolar, rompendo a visão clássica de que o conceito é apenas um conteúdo restrito a uma seção da Física e com uma definição diferenciada para cada área do saber, indo ao encontro da temática unificadora que a mesma abrange, enriquecida de fenômenos físicos, químicos, biológicos junto às transformações sociais, tecnológicas e ambientais que a temática energia abrange.

Quanto aos resultados esperados da pesquisa anterior de Auler, Dalmolin e Fenalti (2009), percebemos grande convergência, com exceção da categoria um (abrangência dos temas), onde o conceito de energia apresenta como grande diferencial a presença de temas locais se equiparado às pesquisas anteriores, quanto à categoria dos surgimentos dos temas, em ambos os casos os estudantes não participaram da escolha, sendo essa delimitada pelos professores. Na terceira categoria, vemos a defesa do ideal da interdisciplinaridade, onde tanto o conceito energia é defendido com propostas que perpassam uma única disciplina, bem como os temas citados pelos autores da pesquisa anterior. Na quarta categoria, vemos que o conceito de energia em nossa investigação ainda se restringe muito como um conteúdo se equiparado às outras pesquisas. E por fim, na última categoria, constatamos que em ambas as pesquisas muitos conteúdos acabam por serem designados como tema.

Assim, entendemos que nossos objetivos foram cumpridos e ampliamos as discussões do conceito de energia com os pressupostos Freire-CTS, além de promover uma análise que permite a educadores e estudantes acreditarem no *inédito viável* de Freire, que propõe o conhecimento e a emancipação como o grande diferencial das práticas políticas e pedagógicas. Desse modo, percebemos, com a análise dos artigos, que o primordial ao processo de ensino-aprendizagem é a participação ativa de professores e estudantes, em diálogo problematizador da realidade, que permite a construção conceitual através de diversas formas teórico-metodológicas e não somente com práticas laboratoriais, por exemplo, mas em ambientes naturais, de forma ampla, interdisciplinar.

Dessa forma, em termos de continuidade, entendemos que algumas dimensões emanam aprofundamento. Dentre as quais, a categoria concepções/teorias, determinada no âmbito dessa pesquisa. Assim, a categoria necessita de aprofundamento considerando que um conjunto significativo de artigos relativos ao conceito de energia demonstra o interesse dos professores/pesquisadores em abordar temáticas voltadas para o desenvolvimento científico-tecnológico e, de certa forma, também, o desenvolvimento social, sinalizando novos desafios para a educação em ciências.

Agradecimentos

CAPES e FNDE.

REFERÊNCIAS

- Angotti, J. A. P. (1991). *Fragmentos e totalidades no conhecimento científico e no ensino de ciências*. (Tese de doutorado). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP. Recuperado de <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48133/tde-20052015-095531/pt-br.php>
- Assis, A., & Teixeira, O. P. B. (2003). Algumas considerações sobre o ensino e a aprendizagem do conceito de energia. *Ciências & Educação (Bauru)*, 9(1), 41-52. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132003000100004>.
- Auler, D. (2007). Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. *Ciência & Ensino*, 1(esp.), 1-20. Recuperado de <http://200.133.218.118:3535/ojs/index.php/cienciaeensino/article/viewFile/147/109>
- Auler, D. (2002). *Interações entre Ciência–Tecnologia–Sociedade no contexto da formação de professores de ciências*. (Tese de doutorado). Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC. Recuperado de <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/82610>
- Auler, D, Dalmolin, A. M. T., & Fenalti, V. S. (2009). Abordagem Temática: natureza dos temas em Freire e no Enfoque CTS. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 2(1), 67-84. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6170805>
- Bañas, C., Jiménez, V. M., & Ruiz, C. (2004). Los libros de texto y las ideas alternativa sobre la energía del alumnado de primer ciclo de educación secundaria obligatoria. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 21(3), 296-312. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/ejemplar/403129>
- Bardin, L. (1977). *Análise de conteúdo*. Lisboa, Portugal: Edições 70.
- Bock, A. M. B. (1999). *Psicologias: uma introdução ao estudo de Psicologia*. São Paulo, SP: Saraiva.
- Boff, E. T. O., & Pansera-de-Araújo, M. C. (2011). A Significação do Conceito Energia no Contexto da Situação de Estudo Alimentos: Produção e Consumo. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 11(1), 145-164. Recuperado de <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4127>
- Bucussi, A. A., & Ostermann, F. (2006). Projetos curriculares interdisciplinares e a temática da energia. *Experiências em Ensino de Ciências*, 1(1), 01-13. Recuperado de http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID14/pdf/2006_1_1_14.pdf
- Bravo-Torija, B., Eirexas Santamaria, F., & Jiménez-Aleixandre, M. P. (2008). Educação para a sustentabilidade: a gestão de recursos do mar. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 1(1), 191-208. Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/viewFile/37429/28751>
- Cavalea, R., Moreira, M. A., & Caballero, M. C. (2009). Los conceptos de sistema y equilibrio en el proceso de enseñanza/aprendizaje de la Mecánica y Termodinámica. Posibles invariantes operatorios. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8(2), 722-744. Recuperado de http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen8/ART19_Vol8_N2.pdf

- Cirino, M. M., Souza, A. R., Santin Filho, O., & Carneiro, M. C. (2009). A intermediação da noção de probabilidade na construção de conceitos relacionados à cinética química. *Ciência & Educação (Bauru)*, 15(1), 189-219. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132009000100012>
- Coimbra, D., Godoi N., & Mascarenhas, Y. P. (2009). Educação de jovens e adultos: uma abordagem transdisciplinar para o conceito de energia. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8(2), 628 - 647. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/37522740.pdf>
- Colovan, S. C. T., & Silva, D. (2005). A entropia no ensino médio: utilizando concepções prévias dos estudantes e aspectos da evolução do conceito. *Ciência & Educação (Bauru)*, 11(1), 98-117. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132005000100009>.
- Dagnino, R. (2008). *Neutralidade da ciência e determinismo tecnológico: um debate sobre a tecnociência*. Campinas, RS: Unicamp.
- Delizoicov, D. (1991). *Conhecimento, Tensões e Transições*. (Tese de doutorado). Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP. Recuperado de <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/75757>
- Denial, M.J., Davies, L., Locke, A.W., & Reavy, M.E. (1985). *Investigating chemistry*. London, England: Heineman Educational Books.
- Dias, R. A., Balestieri, J. A. P., & Mattos, C. R. (2006). Um exercício de uso racional da energia: o caso do transporte coletivo. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 23(1), 7-25. <https://doi.org/10.5007/%25x>
- Driver, R., Rushworth, P., Squires, A., & Wood-Robinson, V. (1994). *Making sense of secondary science: Research into children's ideas*. New York, United States of America: Routledge.
- Fernandes, J.P. (2013). O tema energia e a perspectiva Ciência-TecnologiaSociedade (CTS) no Ensino de física: possíveis articulações nos documentos oficiais curriculares. In *IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - SP* (p. 8). Águas de Lindóia, São Paulo, SP. Recuperado de http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/ixenpec/atas/resumos/R0938-1.pdf
- Flores-Camacho, F., & Ulloa-Lugo, N. (2014). ¿Cómo enseñan la entropía los profesores universitarios? *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. 13(2), 201-221. Recuperado de http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen13/REEC_13_2_5_ex827.pdf
- Freire, P. (2008). *Pedagogia da autonomia*. São Paulo, SP: Paz e Terra.
- Freire, P. (1987). *Pedagogia do oprimido*. Rio de Janeiro, RJ: Paz e Terra.
- Freire, P., & Shor, I. (1986). *Medo e ousadia: O Cotidiano do Professor*. Rio de Janeiro, RJ: Paz e Terra.
- Gayford, C. G. (1986). Some aspects of the problems of teaching about energy in school biology. *European Journal of Science Education*, 8(4), 443-50. Recuperado de <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0140528860080410?journalCode=tsed19>
- Halmenschlager, K. R., & Souza, C. A. (2012). Abordagem temática: uma análise dos aspectos que orientam a escolha de temas na situação de estudo. *Investigações em Ensino de Ciências*, 7(2), 367-384. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/190>
- Hirça, N., Çalik, M. & Akdeniz, F. (2008). Investigating grade 8 students' conceptions of 'energy' and related concepts. *Journal of Turkish Science Education*, 5(1), 75-87. Recuperado de <http://www.tused.org/index.php/tused/article/view/23>
- Illich, I. (1974). *Energia e equidade*. Barcelona, Espanha: Barral.
- Jakobsson, A., Makitalo, A., & Saljo, R. (2009). Conceptions of Knowledge in Research on Students' Understanding of the Greenhouse Effect: Methodological Positions and Their Consequences for Representations of Knowing. *Science Education*, 93(6), 978-995. Recuperado de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/sce.20341>

- Lück, H. (1994). *Pedagogia interdisciplinar: fundamentos teórico-metodológico*. Petrópolis, RJ: Vozes.
- Macedo, E. (2004). Ciência, tecnologia e desenvolvimento: uma visão cultural do ensino de ciências. In: A.C. Lopes & E. Macedo (Orgs.). *Currículo de ciências em debate* (pp.119-152). Campinas, SP: Papirus.
- Maldaner, A. O., Costa-Beber, L. B., & Machado, A. R. (2012). Desenvolvimento e Aprendizagem de Conceitos Biofísicoquímicos em uma situação de estudo: mapa conceitual e metaconceitual como instrumentos de investigação. *Alexandria – Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 5(1), 85-111. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6170778>
- Martins, F. R., Guarnieri, R. A., & Pereira, E. B. (2008). O aproveitamento da energia eólica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 30(1), 1304. <https://doi.org/10.1590/S1806-11172008000100005>
- MEC – Ministério da Educação. (2000). *Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio*. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. Brasília, DF: MEC. Recuperado de <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>
- Millrath, R. A., & Santos, S. A. (2014). Proposta de Ensino do tema Energia em Ciências do Nível Fundamental (séries finais) para alunos com Altas Habilidades/Superdotação. In *Caderno PDE: Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE – PR* (p.18). Curitiba, PR.
- Nascimento, T. G., & Von Linsingen, I. (2006). Articulações entre o enfoque CTS e a pedagogia de Paulo Freire como base par o ensino de ciências. *Convergencia*, 13(42), 95-116. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/conver/v13n42/v13n42a6.pdf>
- Pinheiro, N. A. M., Silveira, R. M. C. F., & Bozzo, W. A. (2007). Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio. *Ciências & Educação (Bauru)*, 13(1), 71-84. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132007000100005>
- Rocha Filho, J. B., Basso, N. R. S., & Borges, R. M. R. (2006) Repensando uma proposta interdisciplinar sobre ciência e realidade. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 5(2), 323-336. Recuperado de http://reec.webs.uvigo.es/volumenes/volumen5/ART7_Vol5_N2.pdf
- Rosa, S. E., & Auler, D. (2016). Não neutralidade da ciência-tecnologia: problematizando silenciamentos em práticas educativas CTS. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 9(2), 203-231. Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/1982-5153.2016v9n2p203>
- Roso, C. C. (2012). Tomada de Decisões em Ciência-Tecnologia-Sociedade: análise na educação em ciências. In *Atas do IX Seminário de Pesquisa em Educação da região Sul – RS* (p.15). Caxias do Sul, RS, Brasil. Recuperado de <http://www.ucs.br/etc/conferencias/index.php/anpedsul/9anpedsul/paper/viewFile/622/261>
- Rubba P. A. (1991). Integration STS into school science and teacher education: beyond awareness. *Theory into Practice*, 30(4), 303-315. Recuperado de <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00405849109543516?journalCode=htip20>
- Santos, R. A. (2016). *Busca de uma participação social para além da avaliação de impactos da Ciência Tecnologia na Sociedade: sinalizações de práticas educativas CTS*. (Tese de doutorado). Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. Recuperado de <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/3513>
- Santos, W. L. P. (1992). *O Ensino de Química para formar o cidadão: Principais Características e Condições para a sua Implantação na Escola Secundária Brasileira*. (Dissertação de mestrado). Programa de Pós-Graduação em Educação, UNICAMP, Campinas, SP. Recuperado de <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/253086>

- Santos, W. L. P., & Mortimer, E. F. (2000). Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio*, 2(2), 133-162. <https://doi.org/10.1590/1983-21172000020202>
- Santos, W. L. P., & Mortimer; E. F. (2001). Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. *Ciência & Educação (Bauru)*, 7(1), 95-111. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132001000100007>
- Solbes, J., & Tarín, F. (1998). Algunas dificultades en torno a la conservación de la energía. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(3), 387-397. Recuperado de <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21544>
- Souza, V. C. A., & Justi, R. (2010). Estudo da utilização de modelagem como estratégia para fundamentar uma proposta de ensino relacionada à energia envolvida nas transformações químicas. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 10(2), 1-26. <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/3978>
- Strieder, R. B. (2008). *Abordagem CTS e Ensino Médio: espaços de articulação*. (Dissertação de mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP. Recuperado de <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81131/tde-01072013-135158/pt-br.php>
- Stuchi, A. M., & Almeida, M. J. P. (2014). Energia como Tema de Estudo e Valorização da Comunidade como Consequência. *Ciência & Ensino*, 3(2), 66-83. Recuperado de <http://200.133.218.118:3536/ojs/index.php/cienciaeensino/article/view/881>
- Terrazzan, E. A. (1985). *A Conceituação não-convencional de energia no pensamento dos estudantes*. (Dissertação de mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.
- Watts, D. M. (1983). Some alternative views of energy. *Physics Education*, 18(5), 213-216. Recuperado de <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/0031-9120/18/5/307/meta>

Recebido em: 21.02.2019

Aceito em: 19.04.2020