O Ensino de Energia em Ciências: Breve Levantamento dos Trabalhos Publicados sobre o Tema

Teaching of Energy in Science: A Brief Survey of the Literature on the Topic

Leonardo Fillipe de Souza e Souza,^{a,*} Michelle Jakeline Cunha Rezende^a

^a Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Química, Cidade Universitária, CT, Bloco A, CEP 21941-909, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI)

*E-mail: profleofillipe@gmail.com

Recebido: 28 de Março de 2021

Aceito: 28 de Março de 2021

Publicado online: 25 de Maio de 2021

The concept of energy is one of the most important themes in the teaching of natural sciences; however it is abstract, presents a historical complexity and a relative difficulty in being taught and assimilated. In Brazil, documents such as the National Curriculum Parameters Secondary Education (PCNEM) and the complements to the National Curriculum Parameters Secondary Education (PCN+) encourage interdisciplinarity and contextualization of teaching, using the concept of energy as an example. A review of the published works on the topic can help to identify proposals for approach, new directions for research and contribute to an improvement in teaching and learning the concept. This article presents the evolution of the theme over time, including the review of works that analyzed the concept in basic education books, developed teaching methods and approach to the theme associated with an assessment of the impact on learning, in addition to conceptions about the concept of energy from the students' point of view.

Keywords: Energy concept; science teaching; chemistry teaching; review

1. Introdução

O conceito de energia é um dos temas essenciais para o ensino,¹ considerado como unificador, âncora, frutífero, multidisciplinar e capaz de gerar um ensino mais integrado.²⁻⁹ Porém é um conceito abstrato, com uma complexidade científica, filosófica e histórica, além de ser difícil de ser ensinado, aprendido e definido.¹⁰⁻¹³ Neste sentido, desde a década de 1980 há uma preocupação sobre o ensino e a aprendizagem do conceito de energia. No Brasil, documentos oficiais alertam sobre a importância do conceito, como os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM), que propõem que o ensino de ciências deve ter mais significado e pode ser mais contextualizado, exemplificando o conceito de energia como interdisciplinar e com potencial para dialogar entre os saberes populares e o conhecimento científico.¹⁴ Os complementos dos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCN+) relatam que energia é um conceito comum em diversas áreas e que a falta de conexão sobre o tema pode gerar uma “colcha de retalhos energética” que será memorizada e interpretada de maneiras diferentes pelos alunos.¹⁵

Nesta perspectiva, um levantamento bibliográfico sobre o tema pode ajudar docentes do ensino médio a tomar conhecimento do que já foi pesquisado e planejar melhor suas aulas com base nos relatos de sucesso. Aos pesquisadores nessa área, a compilação desses trabalhos pode contribuir para a identificação de novas pesquisas, corroborando para decisões de estudo, estímulo a dúvida, ressignificação do conhecimento e possibilidades de novas metodologias.¹⁶ Segundo Bento (2012), a revisão da literatura é uma parte indispensável na construção de um trabalho científico, tendo como objetivos: 1) Delimitar o problema; 2) Procurar novas linhas de pesquisa; 3) Evitar abordagens infrutíferas; 4) Ganhar perspectivas metodológicas; e 5) Identificar possíveis investigações futuras.¹⁷

O presente artigo apresenta uma revisão dos trabalhos publicados nos últimos anos sobre o conceito de energia no ensino de ciências no Brasil e no exterior. As publicações contemplam propostas de ensino e abordagem, trajetória histórica do conceito de energia, análise do tema em livros do ensino básico, estudos de aprendizagem, além de concepções sobre o conceito de energia a partir da visão dos alunos.

2. Metodologia da Pesquisa Realizada sobre o Tema Energia

A revisão da literatura apresentada neste artigo foi iniciada em agosto de 2019 e a busca pelos trabalhos foi realizada com os termos: 1) Ensino de energia em Biologia, Física e Química;

2) Sequência didática abordando o tema energia; e 3) Sequência didática abordando o tema energia em Química. Para a pesquisa foram utilizadas as bases de dados ERIC (*Educational Resources Information Center*) e Web of Science (WoS), a plataforma Google Acadêmico e o portal de periódicos CAPES/MEC.

Na primeira etapa, a pesquisa foi realizada nas bases de dados ERIC e Web of Science, utilizando os termos “*teaching energy in chemistry, physics and biology*” e “*energy teaching sequence*”. Na base de dados ERIC, aplicou-se o filtro “*high school*” com o objetivo de delimitar as referências para trabalhos do ensino médio/secundário. Na base Web of Science não se usou o filtro “*high school*”, pois o número de referências já era bem reduzido. A pesquisa com o primeiro termo forneceu 55 referências na base ERIC e 19 referências na base Web of Science. Ao utilizar o termo “*energy teaching sequence*”, o número de trabalhos encontrados na base ERIC e Web of Science foi de 8 e 95, respectivamente. A Figura 1 sumariza os resultados desse levantamento.

No portal de periódicos da CAPES, a pesquisa foi delimitada por artigos e ao utilizar o termo “ensino de energia em Química, Física e Biologia” foram encontrados

81 artigos. A pesquisa com o termo “sequência didática de energia” forneceu 88 artigos. Ao restringir para “sequência didática de energia em Química”, o número foi reduzido a 12 artigos, como mostrado na Figura 2.

A última pesquisa foi realizada na plataforma Google Acadêmico e a busca pelos mesmos tópicos levou a um número elevado de referências. Os termos “ensino de energia em Química, Física e Biologia” e “sequência didática de energia” exibiram 56900 e 40600 resultados, respectivamente. Em virtude disso, a pesquisa foi realizada novamente em associação aos nomes das revistas Química Nova na Escola (QNESE), Debates em Ensino de Química (REDEQUIM) e Ensenanza de las Ciencias (REEC). Os Anais do Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ) e do Simpósio de Educação em Química (SIMPEQUI) também foram incluídos nesse levantamento. Este recurso teve por objetivo concentrar a busca por trabalhos realizados no Brasil. O número de referências apontadas para cada pesquisa é mostrado na Tabela 1.

Os resultados da pesquisa mostram que as primeiras publicações voltadas para uma discussão da abordagem conceitual de energia nas aulas do ensino básico datam do

Figura 1. Resultado da pesquisa realizada nas bases de dados ERIC e WoS (último acesso em julho/2020)

Figura 2. Resultado da pesquisa realizada no portal de periódicos CAPES/MEC sobre o ensino de energia em ciências (último acesso em julho/2020)

Tabela 1. Número de trabalhos encontrados por termo utilizado no Google Acadêmico (último acesso em julho/2020)

Termo utilizado	Número de trabalhos
Ensino de energia em Química, Física e Biologia	56900
Sequência didática de energia	40600
Ensino de energia em Química, Física e Biologia e REEC	3760
Sequência didática de energia e REEC	580
Ensino de energia em Química, Física e Biologia e ENEQ	644
Sequência didática de energia e ENEQ	656
Ensino de energia em Química, Física e Biologia e QNESC	611
Sequência didática de energia e QNESC	567
Ensino de energia em Química, Física e Biologia e SIMPEQUI	67
Sequência didática de energia e SIMPEQUI	87
Ensino de energia em Química, Física e Biologia e REDEQUIM	33
Sequência didática de energia e REDEQUIM	46

início da década de 80.¹⁸⁻¹⁹ Entretanto, uma intensificação dos estudos e experiências é observada mais recentemente, já no século XXI, mais especificamente na última década, como mostra a Figura 3.

Os trabalhos resultantes da pesquisa apresentaram diferentes abordagens, como por exemplo, fontes de energia, energia e meio ambiente, energia e combustíveis, entre outras.^{20,21} Nesse artigo de revisão, especificamente, o foco está nas publicações que abordam o conceito de energia na sua essência e que estejam associadas ao ensino de ciências, especialmente ao ensino de Química. Com base nessa perspectiva, foi realizada a leitura dos títulos e dos resumos das referências encontradas nas bases ERIC e Web of Science e no portal de periódicos CAPES/MEC, selecionando aquelas que iriam compor o corpo da pesquisa.

Mesmo com o direcionamento dado à busca na plataforma Google Acadêmico, o número de referências ainda foi considerado elevado e uma análise superficial apontou que os termos usados levaram a muitas fontes que não apresentavam relação com o objetivo da pesquisa. Dessa forma, os resumos de congresso e dissertações relatados nesse trabalho são resultantes de um levantamento não sistemático.

A Tabela 2 reúne as 31 referências selecionadas ao longo de doze meses para compor o corpo desse trabalho. Vale ressaltar que cada publicação cita um novo conjunto de referências, contribuindo com efeito para a ampliação do universo de referências disponibilizadas sobre o tema.

3. Abordagem do Conceito de Energia a partir dos Trabalhos Selecionados

Nessa seção, será realizada uma breve exposição dos trabalhos selecionados em sequência cronológica. Ao adotar essa sistemática, pretende-se possibilitar um melhor entendimento da evolução dos trabalhos voltados para o tema e contribuir para um planejamento mais embasado do ensino de energia em ciências.

O artigo de Cohen e Ben-Zvi (1982) figura entre as primeiras publicações sobre o tema.¹ Nele, os autores relatam que a compreensão do conceito de energia é essencial para aprendizagem dos conteúdos de Química, e citam a termoquímica a título de ilustração. Ao mesmo tempo, mencionam que o ensino de energia em Química

Número de referências sobre o conceito de energia encontradas nas bases ERIC e WoS por ano

Figura 3. Número de referências encontradas sobre o conceito de energia, por termo pesquisado e ano, nas bases ERIC e WoS (último acesso em julho/2020)

Tabela 2. Artigos selecionados para o corpo da pesquisa

Ano	Referência
1982	Cohen, I.; Ben-Zvi, R. Chemical energy: A learning package . <i>Journal of Chemical Education</i> , 59, 656.
1986	Segura, C. S. Reflexiones en torno al concepto de energia. Implicaciones curriculares . <i>Enseñanza de las Ciencias</i> , 4, 247.
1993	Angotti, J. A. P. Conceitos unificadores e ensino de física . <i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i> , 15.
1998	Mortimer, E. F.; Amaral, L. O. F. Quanto mais quente melhor: calor e temperatura no ensino de termoquímica . <i>Química Nova na Escola</i> , 7, 30.
1998	Oliveira, R. J.; Santos, J. M. T. A energia e a Química . <i>Química Nova na Escola</i> , 8, 19.
1998	Solbes, J.; Tarín, F. Algunas Dificultades em torno a la Conservación de la Energía . <i>Enseñanza de las ciencias</i> , 16, 387.
2003	Assis, A.; Teixeira, O. P. B. Algumas considerações sobre o ensino e a aprendizagem do conceito de energia . <i>Ciência & Educação</i> , 9, 41.
2004	Bañias, C.; Mellado, V.; Ruiz, C. Los libros de texto y las ideas alternativas sobre la energía del alumnado de primer ciclo de educación secundaria obligatoria . <i>Caderno Brasileiro de Ensino de Física</i> , 21, 296.
2005	Arias, A. G. El concepto “energía” en la enseñanza de las ciencias . <i>Revista Iberoamericana de Educación</i> , número especial.
2006	Barbosa, J.; Borges, A. O entendimento dos estudantes sobre energia no início do Ensino Médio . <i>Caderno Brasileiro de Ensino de Física</i> , 23, 182.
2006	Bucussi, A. A. Introdução ao Conceito de Energia . Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
2006	Ornellas, A. A Energia dos tempos antigos aos dias atuais , EdUfal: Maceió.
2007	Jacques, V.; Milaré, T. O conceito de energia em um livro didático de oitava série do ensino fundamental . <i>Anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)</i> , Florianópolis, Brasil.
2008	Burattini, M.P.T.C. Energia uma Abordagem Multidisciplinar . <i>Livraria da Física</i> : São Paulo.
2009	Araujo, M. C. P. Nonenmacher, S. Energia: Um conceito presente nos livros didáticos de Física, Biologia e Química do Ensino Médio . <i>Revista do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade do Sul de Santa Catarina</i> , 2, 1.
2010	Brito, T. C.; Castro, D. L. Análise de Concepções Sobre Energia Química Antes e Depois de uma Atividade de Ensino sobre Rotulagem de Alimentos . <i>Ciência em Tela</i> , 3, 1.
2010	Silva Júnior, C. N. A energia e suas implicações no ensino-aprendizagem da química . <i>Tese de Doutorado</i> , Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
2015	Elias, J.A. Física, Química e História: Uma Proposta Interdisciplinar para o Ensino Médio . <i>Dissertação de Mestrado</i> , Universidade de Brasília.
2015	Ferreira, P. C. O ensino de energia a partir de uma sequência didática que valorize o conhecimento prévio dos estudantes . <i>Dissertação de Mestrado</i> , Universidade Cruzeiro do Sul.
2015	Pereira, J. S. O ensino do tema a energia e suas transformações: a pedagogia de projetos como suporte pedagógico . <i>Dissertação de Mestrado</i> , Universidade de Brasília.
2016	Silva, R. P. O ensino de ligações químicas por meio do conceito de energia: uma proposta didática para o Ensino Médio . <i>Dissertação de Mestrado</i> , Universidade Federal de Uberlândia.
2016	Lima, J. Sequência didática para o ensino da termodinâmica . <i>Dissertação de Mestrado</i> , Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
2016	Poggi, V.; Miceli, C.; Testa, I. Teaching energy using an integrated science approach . <i>IOP Publishing Ltd, Physics Education</i> , 52, 1.
2017	Simões Neto, J. E.; Amaral, E. M. R. Uma proposta para o perfil conceitual de energia nos contextos do ensino da física e da química . <i>Anais do XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)</i> , Florianópolis, Brasil.
2018	Parma, M.; Brugnago, E. L.; Bellucco, A. Replanejando uma sequência de ensino investigativa sobre conservação da Energia . <i>Experiências em Ensino de Ciências</i> , 13, 92.
2018	Radetzke, F. S.; Leite, F. A.; Güllich, R. I. C.; Uhlmann, R. I. M. Conceito energia em livros didáticos brasileiros da área de Ciências da Natureza . <i>Revista Tecnê, Episteme y Didaxis: TED</i> , número extraordinário, 1.
2018	Takaoglu, Z. B. Energy Concept Understanding of High School Students: A Cross-grade Study . <i>Universal Journal of Educational Research</i> , 6, 653.
2019	Lira, N. N. A. Teatro no ensino de ciências: o caso do conceito de energia na formação docente . <i>Dissertação de Mestrado</i> , Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
2019	Souza, C. R. R. Uma sequência didática para ensino da transformação e conservação da energia sob perspectiva da teoria da aprendizagem significativa . <i>Dissertação de Mestrado</i> , Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.
2020	Hansen, T. R.; Marsango, D.; Brum, D. L.; Clerici, K. S.; Santos, R. A. 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 . <i>Investigação em Ensino de Ciências</i> , 25, 120.
2020	Radetzke, F. S.; Leite, F. A. O conceito energia em produções acadêmico-científicas da área de Ciências da Natureza . <i>Ensino & Pesquisa</i> , 18, 108.

tem dificuldades como: 1) definição do conceito em processos químicos; 2) consumo de tempo para ensinar os cálculos da variação de entalpia de processos químicos, por exemplo, em detrimento do significado do que está se calculando; e 3) realização de experimentos que muitas vezes não demonstram uma correlação tão relevante com a parte teórica. Com o objetivo de facilitar e melhorar a compreensão do aluno sobre o conceito de energia em Química, os autores propõem um conjunto de cinco atividades interligadas: 1) atividades em grupo como, por exemplo, debates sobre o tema; 2) atividades experimentais conectadas ao conceito de energia em Química; 3) aplicação de questionário ao decorrer das aulas teóricas e práticas; 4) discussão em sala de aula, liderada pelo professor, sobre as respostas dos alunos ao questionário; e 5) utilização de jogos de aprendizagem, pois auxiliam na compreensão do conceito de energia e proporcionam uma atividade agradável para a turma. As atividades foram aplicadas em nove turmas da segunda série do ensino médio em Israel e como resultado os autores relataram que o uso das cinco atividades ajudou a melhorar o entendimento do aluno sobre o conceito de energia em Química.¹

Ainda na década de 80, Segura (1986) expõe que o tema energia e os assuntos correlacionados são bastante abstratos. Segundo Segura, os livros introduzem o tema de forma incompleta e os currículos não conectam o conceito científico de energia com seu uso no cotidiano. A autora propõe a inclusão gradual de fundamentos da termodinâmica no currículo escolar além de discussões em sala sobre as fontes de energia, o uso de energia, racionamento e consumo de energia. Em seu trabalho não é apresentado um modelo didático elaborado, mas uma proposta que se baseia em três pontos que devem ser ensinados, nesta ordem, de maneira gradual: 1) Definição do conceito de energia; 2) Transformações de energia; e 3) Abordagem do conceito de entropia.¹³

Em 1993, Angotti relata que é necessário utilizar conceitos “âncoras” para tentar minimizar excessos de fragmentações do pensamento de estudantes e dos professores. O uso de “âncoras” caminha na contramão da prática docente que muitas vezes ensina ciências da natureza de uma maneira fragmentada. O autor propõe o uso de quatro conceitos unificadores: transformações, regularidades, escala e energia. O último conceito é considerado pelo autor como um “camaleão” do conhecimento científico, tendo a possibilidade de fazer uma conexão dos conhecimentos de ciência e tecnologia, como também de outras esferas do conhecimento. A energia é apontada pelo autor como determinante para relacionar ciência, tecnologia e sociedade.²

Mortimer e Amaral (1998) relatam que “definir e entender” energia não é simples. O artigo indaga, por exemplo, o ensino de termoquímica e conceitos como energia, calor e temperatura, ressaltando a dificuldade de ensinar e aprender esses conceitos. O principal objetivo dos autores é discutir as concepções de calor e temperatura, sugerindo quatro atividades que facilitem a compreensão dos

alunos e os façam correlacionar concepções cotidianas com conceitos científicos. Os autores concluem que a discussão dos conceitos básicos na sala de aula é muito importante para gerar um conhecimento íntegro sem desalinhar conhecimento científico e concepções cotidianas.¹² No mesmo ano, Oliveira e Santos expõem que é preciso ter um questionamento do uso do termo “energia química” e um olhar crítico às definições nos livros de ciências. Os autores fazem um apanhado histórico do tema “energia” e “calor” até chegar aos livros de Química do ensino médio e superior, questionando o uso do termo “energia química” em livros, principalmente do ensino médio, que não explicam o que é energia química, atrelando a mesma às reações químicas, mas não a uma energia potencial. Diferente dos livros do ensino superior que fazem esta conexão. Os autores propõem o uso do termo “energias envolvidas nos processos químicos”, de forma que o mesmo permite fazer referência à energia potencial, eletrostática e cinética ao invés de reuni-las em um conceito específico como “energia química”.²² Ainda em 1998, Solbes e Tarín pontuam que o conceito de energia é frutífero e unificador. Em seu trabalho, os autores dão ênfase às dificuldades sobre ensinar e aprender a conservação de energia e relatam que o princípio é introduzido no ensino de uma maneira pouco clara e sem considerar as dificuldades dos alunos. Para examinar o ensino e a aprendizagem sobre a conservação de energia, os autores analisaram livros didáticos e aplicaram questionários com professores e alunos. A partir dos resultados, Solbes e Tarín concluíram que o ensino da conservação de energia não considera ideias anteriores dos alunos, não explica fenômenos do cotidiano dos alunos e raramente mostra a conservação da energia em toda a Física, dando ênfase apenas à mecânica e termodinâmica. Em relação à aprendizagem sobre a conservação de energia, os alunos continuam formulando ideias erradas sobre energia, como energia relacionada apenas a movimento e que a conservação de energia só pode ser usada na mecânica e termodinâmica. Na finalização do artigo, os autores propõem a criação de alguns materiais para o ensino de energia e sua conservação.⁸

A partir de 2000, observa-se um aumento do número de publicações sobre o tema, sobretudo envolvendo autores brasileiros. Assis e Teixeira (2003) também afirmam que energia é um conceito unificador, sendo importante do ponto vista conceitual e tecnológico, mas ressaltam que as noções fundamentais do conceito de energia não são triviais de serem tratadas. Para tentar minimizar este problema, os autores propõem o uso de uma abordagem histórica e de textos “alternativos” com o intuito de ajudar na compreensão e entendimento do conceito de energia.³

Bañas, Mellado e Ruiz (2004) analisaram através de um questionário a compreensão do conceito de energia por alunos do ensino médio de três escolas de Badajoz (Espanha). Após a análise do questionário respondido pelos alunos, os autores compararam com a parte teórica do conceito de energia em livros utilizados em escolas

do ensino médio. Segundo os autores, a escolha do tema energia deve-se ao fato de ser um tema central a Ciências da Natureza, ser um conceito multidisciplinar, ter uma natureza integradora, além de ser um dos conceitos mais importantes do currículo de ciências no ensino médio da Espanha. O questionário utilizado no trabalho foi composto por perguntas abertas, fechadas e semifechadas, que foram baseadas em livros de diferentes autores e de pesquisas anteriores. Os livros selecionados para a análise do conceito de energia foram de cinco editoras diferentes, os quais são os mais utilizados pelas escolas do ensino médio da Espanha. Segundo os autores, os livros didáticos tendem a explicar energia de forma semelhante a compreensão dos alunos, porém o conceito de energia nos livros é definido e relacionado apenas como trabalho mecânico, sem enfatizar ideias de calor, temperatura, transferência e energia química. Os autores concluem que as experiências de vida dos alunos, livros didáticos, professores, cultura, mídia, divergência da linguagem cotidiana e científica acabam influenciando em um entendimento de energia de maneira complexa.⁴

Arias (2005) expõe que existe uma grande diferença entre o conceito de energia do conhecimento popular e científico. Segundo o autor, o conceito de energia melhora, evolui e expande a cada ano, mas conceitos modernos de energia, como a relação de energia à massa, ainda são poucos empregados em livros didáticos do ensino médio. O autor alerta para o uso de dois tipos de energia no ensino: o primeiro é uma energia perfeitamente mensurável (cinética, potencial, entre outras) e o segundo é como uma energia armazenada (eólica, solar, entre outras). Por fim, Arias conclui que energia tem significados distintos em ciências e no conhecimento popular, cabendo a ciência tentar ensinar o conceito de maneira mais abrangente.²³

Em 2006, Barbosa e Borges corroboram afirmações de autores anteriores ao mencionarem que energia é um dos temas mais difíceis de ser ensinado e aprendido. As justificativas incluem o fato de ser usado em diferentes disciplinas, ter um alto grau de abstração e apresentar uma explicação voltada para nomes e manifestações de energia, que se confundem aos conceitos de força, movimento e potência. A partir disto, os autores propuseram uma pesquisa sobre os “modelos iniciais de energia” para saber como os alunos entendem energia. Barbosa e Borges consideram importante valorizar o conhecimento prévio que o aluno

tem sobre energia, mesmo que seja fragmentado. A pesquisa foi feita com trinta e cinco estudantes da primeira série do ensino médio (supletivo), em uma escola pública da rede municipal de Belo Horizonte, com faixa etária de 17 a 30 anos, portanto uma turma bem heterogênea. Barbosa e Borges tentaram analisar como os seus alunos entendiam o conceito de energia, baseando-se em um trabalho desenvolvido por Watts em 1983,²⁴ em que o autor estruturou e definiu modelos de energia mais comuns, a partir de desenhos feitos por um grupo de alunos sobre o significado de energia. A partir dos desenhos, Watts fez uma divisão em sete tipos comuns de energia concebidos pelos participantes da pesquisa, que não necessariamente eram os tipos encontrados na literatura, mas que poderiam ser utilizados como âncoras ou subsunçores para o aprendizado. A Tabela 3 mostra os modelos de energia definidos a partir desse estudo.

O resultado da pesquisa realizada por Barbosa e Borges mostrou que os alunos não dispunham de modelos mentais consistentes para a interpretação e explicação de situações apresentadas a eles. Além disso, os autores ressaltaram grande dificuldade dos estudantes em associar o conceito de energia a situações cotidianas.¹⁰ No mesmo ano, Bucussi (2006) produziu o volume “Introdução ao conceito de energia” para a série “textos de apoio ao professor de Física” do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. O volume propõe um aprendizado de maneira não arbitrária e com uma contextualização histórica. O primeiro capítulo é uma introdução sobre como o autor pensa e como o volume foi organizado. O segundo capítulo de sua obra é sobre o saber científico, onde revisa os pensamentos dos cientistas Galileu Galilei, Leibniz, Lagrange, Joseph Black, Rumford, Carnot, Mayer, Helmholtz, Colding e Joule; assim como as teorias de *vis viva*, calórico e o princípio da conservação da energia. No mesmo capítulo, Bucussi faz um apanhado da evolução histórica do conceito de energia e enfatiza as contribuições da termodinâmica, da teoria eletromagnética e da física moderna. No terceiro capítulo, o autor relata como é o entendimento de energia no cotidiano, as concepções alternativas (energia como vida, força, movimento, material e relacionada a fenômenos físicos) e a definição de energia. Segundo Bucussi, o seu trabalho pode contribuir para introduzir o conceito de energia, assim como, chamar a atenção para a importância do ensino de energia

Tabela 3. Modelos de energia definidos por Watts²⁴

Modelo	Definição
Antropocêntrico	Ideia de energia associada aos seres humanos
Reservatório	Objetos que possuem energia e são carregados
Substância	Energia presente em um objeto, que vai ser utilizada a partir de um disparo
Atividade	Relacionada ao movimento
Produto	Energia como um subproduto de um estado
Funcional	Energia como combustível
Fluido	Energia como transferência em processos

em Física. O autor propõe um planejamento curricular mais contextualizado, com mais significados e relevâncias dos tópicos estudados e destaca que, para a primeira série do ensino médio, poderia haver uma maior integração entre Biologia, Química, História e Geografia em relação ao ensino de energia.²⁵ Concomitantemente, Ornelas (2006) escreveu o caderno temático: “A Energia dos tempos antigos aos dias atuais”, através de uma iniciativa da Usina Ciência e do Museu de História Natural da Universidade Federal de Alagoas, com o financiamento do Ministério da Educação. O caderno temático foi produzido para ajudar os professores a lecionarem de forma mais contextualizada, interdisciplinar e motivadora. O caderno é dividido em doze capítulos que começam na energia aristotélica e *vis viva*, permeando pela relação massa-energia, quantificação da energia, até chegar à energia de cada dia, energia e a vida e o consumo de energia. O material didático é muito rico e mostra como o ensino do tema energia pode ser bem interligado, fazendo com que o professor e o aluno tenham um conhecimento mais consolidado.²⁶

Jacques e Milaré (2007) relatam que o conceito de energia é unificador, frutífero, inter-relaciona vários conteúdos, por isso, é de extrema importância no aprendizado de ciências. Os autores analisaram como o conceito de energia é abordado em um livro do nono ano do ensino fundamental, recomendado pelo Programa Nacional do Livro e Material Didático (PNLD), de acordo com a proposta dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). Além da análise, os autores propõem uma discussão das concepções alternativas sobre o conceito de energia, ou seja, das construções coerentes feitas pelos alunos e que tende a ter mais utilidade do que a própria verdade científica. Os resultados encontrados apontam que: 1) Concepções alternativas de energia não foram consideradas em textos do livro didático; 2) O conceito de energia não teve um aprofundamento no livro, o que acabou dificultando a aprendizagem; e 3) O caráter unificador do conceito de energia não é explorado no livro. Os autores propõem uma avaliação minuciosa do livro didático utilizado pelo professor do ensino básico, identificando os aspectos positivos e negativos do livro utilizado, além de um debate sobre os conceitos presente no livro em sala de aula. Para isso, Jacques e Milaré propõem que os professores tenham uma formação mais crítica e colaborativa para a aprendizagem significativa dos alunos.⁷

Para Burattini (2008) a energia é uma palavra com múltiplos usos. Em seu livro “Energia uma abordagem multidisciplinar” a autora faz um apanhado em diversas áreas do conhecimento com o intuito de gerar elementos essenciais para a compreensão e reflexão do tema. O livro é dividido em sete capítulos que permeiam na Biologia, História, Ecologia, Filosofia, Física e Tecnologia. O livro não é um trabalho científico, portanto não tem resultados e conclusões, mas possui um conteúdo muito rico, trazendo elementos fundamentais para a construção de um trabalho sobre energia.⁵

Em 2009, Araújo e Nonenmacher pesquisaram a abordagem de energia em livros didáticos de Biologia, Física e Química. Os livros foram indicados por um grupo de doze professores de Ijuí, no Rio Grande do Sul. Após a análise dos livros, ficou constatado que a transposição do conteúdo energia é feita de uma maneira limitada e fragmentada, não relacionando Biologia, Física e Química como Ciências da Natureza. Como uma possível solução, as autoras propõem a busca por novas formas de ensinar energia, que proporcionem uma formação mais crítica, ativa e que transponha o conteúdo de uma maneira mais significativa para o aluno.²⁷

No ano seguinte, Brito e Castro (2010) contextualizaram o conteúdo de energia através de uma metodologia envolvendo alimentos e rótulos nutricionais. A pesquisa foi aplicada em um colégio estadual no município de Duque de Caxias, com alunos da segunda série do ensino médio. Segundo as autoras, o conceito de energia é importante para o entendimento de muitos fenômenos científicos, mas não é simples de ser definido. Sendo assim, as autoras tentaram dar significado ao conceito de energia através da temática dos alimentos. A pesquisa foi dividida em três encontros. No primeiro encontro, foi aplicado um questionário para detectar os conhecimentos prévios dos alunos sobre a temática do trabalho. No segundo encontro, foi realizada uma aula sobre energia química contextualizando o tema a rótulos nutricionais, a importância da alimentação, tipos de dieta, discussão sobre unidades calóricas, valor energético total de um alimento, diferença entre bebidas comuns e *light*. Por fim, no último encontro, um questionário foi aplicado com o objetivo de avaliar o aprendizado e o trabalho realizado. Os resultados mostraram que a proposta de ensino foi bem aceita pelos alunos e auxiliou no processo de ensino e aprendizagem. Por fim, as autoras concluíram que a proposta é uma alternativa de ensino mais contextualizado e propõem uma reflexão sobre o sistema de ensino atual e as formas de ensino adotadas.¹¹

No mesmo ano, Silva Júnior (2010) investigou os livros de Química Geral do ensino superior no tocante a abordagem do conceito de energia, assim como a percepção do estudante de graduação em Química sobre o conceito de energia e as transformações químicas. O autor elaborou um ciclo de estudos com o propósito de ter uma abordagem que inter-relacione o conceito de energia e suas implicações no processo de aprendizagem em Química. Para Silva Júnior, o conceito de energia não pode ser abordado de maneira estanque, mas sim integrado com outros conceitos, pois a fragmentação contribui para criar dificuldades de aprendizagem. Na análise de oito livros de Química Geral do ensino superior verificou-se que existe preocupação com conteúdos prévios, mas a utilização do conceito de energia como fundamental para aprendizagem de alguns conteúdos de Química não fica explícita. Em alguns livros, os conceitos de energia potencial e cinética são apresentados em um breve resumo, como um subtópico. Ao analisar a compreensão

do conceito de formas de energia por alunos que estavam concluindo a disciplina de Química Geral, ficou constatado, por meio de um questionário aplicado, que alguns alunos usam os termos energia potencial, química, térmica e nuclear, porém outros ainda usam a linguagem cotidiana como energia calórica, caloria e combustão como forma de energia. No mesmo questionário, perguntou-se quais conteúdos estudados em Química Geral têm conexão com energia. A termodinâmica foi o conteúdo que apresentou o maior número de citações. Mas, quando foram perguntados sobre quais formas de energia podem ser utilizadas para quantificar uma reação (energia livre, entalpia e entropia), a maioria dos alunos respondeu entalpia, quando poderiam ter marcado todas. Para tentar atenuar algumas concepções equivocadas, o autor aplicou dois experimentos com a turma: o primeiro tratou da reação do alumínio com ácido clorídrico e do alumínio com hidróxido de sódio, já o segundo experimento expôs a reação de amônia com ácido clorídrico. Nos dois experimentos, o conceito de energia foi usado para explicar os fenômenos físicos e químicos que ocorrem nas reações. Ficou constatado em seu trabalho que a fragmentação dos conceitos químicos dificulta a aprendizagem, e que, para uma maior compreensão, é necessária uma articulação de conceitos podendo gerar um entendimento do conteúdo estudado em nível macroscópico e microscópico, e promovendo assim uma melhora no ensino de Química e na aprendizagem do aluno.²⁸

Para Elias (2015), a adoção de estratégias interdisciplinares é necessária para conectar a escola com a complexidade do mundo. O autor apresenta uma proposta didática interdisciplinar entre Física, Química e História, tendo como eixo o tema “energia”, em especial os modelos energéticos adotados pelos povos e suas consequências socioambientais, tendo sempre um diálogo entre história e ciências da natureza. O trabalho foi desenvolvido em uma escola pública do Distrito Federal através de um minicurso, tendo como origem as demandas e soluções energéticas das sociedades ao longo da história da humanidade, da pré-história à atualidade, com uma abordagem de Física e Química, que foram divididas em cinco estágios: pré-história, história antiga, idade média, idade moderna e idade contemporânea. Através das discussões, na

aplicação, ficou confirmada a dificuldade no entendimento de conceitos abstratos como o de energia. O artifício para diminuir essa dificuldade foi adotar conceituações “simples” e “claras”, através de apresentações, material escrito, exercícios, experimentos e espaços para discussão. Com resultados bem satisfatórios sobre o aprendizado e um engajamento dos alunos, o autor considerou que a interdisciplinaridade e a transposição didática foram fundamentais para o sucesso do trabalho e para a compreensão do que é energia, assim como pode corrigir concepções errôneas sobre energia. Segundo o autor, o trabalho estabeleceu uma relação mais harmoniosa entre os conhecimentos de diferentes disciplinas.²⁹

Ferreira (2015) produziu uma sequência didática, como produto do mestrado em ensino de ciências, com o intuito de ensinar o conceito de energia de maneira significativa para alunos do curso técnico em automação industrial do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo. O autor considerou os conhecimentos prévios dos alunos e, a partir disso, verificou que os alunos correlacionavam energia com eletricidade e profissões como a de físico, engenheiro elétrico e técnico em eletrônica. A partir deste momento, foi introduzido o estudo de energia com uma reportagem sobre a construção da usina de Belo Monte e, em seguida, foram apresentados os conceitos de fontes e formas de energia, perfazendo um total de três aulas. Ferreira usou mapas conceituais e questões dissertativas como avaliações. Por fim, o autor relatou que a sequência didática obteve um resultado satisfatório com os alunos e a mesma cumpriu o objetivo de uma aprendizagem significativa.³⁰ No mesmo ano, Pereira (2015) também publicou sobre uma sequência didática elaborada a partir de uma situação investigativa na perspectiva da pedagogia de projetos, com a finalidade de possibilitar a aprendizagem de habilidades e competências associadas ao tema “energia e suas transformações”. A sequência didática foi aplicada em turmas de primeira série do ensino médio de uma escola pública no sudoeste do Estado da Bahia em seis encontros, divididos conforme Figura 4. O autor relata que a sequência didática através de projetos pode ser uma boa alternativa para superar a falta de motivação dos alunos e a monotonia gerada pelo ensino tradicional.³¹

Figura 4. Organização da sequência didática elaborada por Pereira (2015)³¹

Silva (2016) propôs o ensino de ligações químicas sem se basear na “regra do octeto”, mas sim a partir do conceito de energia com subsídios didáticos, teóricos e metodológicos para o ensino médio. A proposta de ensino de ligações químicas foi dividida em sete unidades didáticas, sendo a primeira uma revisão de conceitos como teoria atômica, distribuição eletrônica e propriedades periódicas. A segunda unidade foi uma introdução sobre as ligações químicas a partir de um experimento de condutibilidade elétrica e outro experimento sobre as propriedades dos materiais. Na terceira unidade, o conceito de ligações foi abordado a partir do conceito de energia. Na quarta unidade foi relatada que a diferença entre os átomos gera ligações distintas. Nesta unidade foram realizadas algumas reflexões sobre os experimentos de condutibilidade e propriedades da matéria que foram executados na segunda unidade. A quinta unidade consistiu em uma explicação detalhada das ligações covalentes a partir de orbitais atômicos, conceitos de hibridização e gráficos de energia. Nesta unidade também abordou-se geometria das moléculas e interações intermoleculares. Na sexta unidade, o objetivo foi explicar a formação dos sólidos iônicos. A sétima e última unidade discorreu sobre a formação das ligações metálicas. Segundo o autor, a proposta didática é um caminho para romper com paradigmas e dogmas sobre o ensino de ligações químicas.³²

Lima (2016) construiu uma sequência didática para o ensino de termodinâmica com o uso de tecnologias da informação e comunicação (TIC) como produto do Mestrado Profissional em Ensino de Física. O intuito era de melhorar o ensino de Física. A sequência didática foi aplicada durante nove encontros em uma turma de segunda série do ensino médio de um colégio agrícola da rede estadual do Paraná. A sequência didática foi dividida em quatro módulos: ciência, tecnologia e sociedade (módulo 1), energia e trabalho (módulo 2), primeira lei da termodinâmica (módulo 3) e segunda lei da termodinâmica (módulo 4). Nos módulos foram utilizados vídeos, simuladores e gravações de vídeos feitas pelos próprios alunos. Como resultado, a autora relata que em turmas agitadas e desinteressadas aconteceu um melhor engajamento e participação dos alunos em comparação com as aulas tradicionais. Além disso, o rendimento dos alunos melhorou em termos de notas. A autora concluiu que o método tornou a aprendizagem mais significativa com relação à termodinâmica.³³ No mesmo ano, Poggi, Miceli e Testa (2016) apresentaram uma abordagem interdisciplinar do ensino de energia, baseada na primeira e na segunda lei da termodinâmica, com a finalidade de interpretar processos físicos, químicos e biológicos, tendo um foco nas formas, transferência e conservação de energia associadas à entropia. No primeiro momento da pesquisa, os alunos realizaram experimentos com o objetivo de introduzir as formas e as trocas de energia. No segundo momento, foi enfatizada a conservação da energia em processos, aproveitando para explicar entalpia padrão de uma reação e destacar que a energia não é criada e não é consumida na

formação de um produto químico. Os autores reiteram que o conceito de entropia faz com que o aluno compreenda a conservação de energia de um modo melhor. No terceiro momento, alunos inspecionaram quantitativamente a ideia de conservação de energia em sistemas químicos e biológicos. Com a introdução da primeira lei da termodinâmica na sequência, os alunos calcularam a quantidade de energia entre níveis tróficos de um ecossistema. Dessa maneira, os alunos são ajudados a entender que os processos naturais têm uma direção espontânea. O módulo foi implementado em uma escola no norte da Itália, de maneira optativa, durante um período de seis semanas, com 39 alunos de 15 e 16 anos de idade. Como resultado, os autores concluíram que os alunos tiveram uma melhor compreensão dos conceitos básicos de energia e que a interdisciplinaridade e os experimentos estimularam e promoveram um maior envolvimento dos alunos com a disciplina. Segundo os autores, a introdução do conceito de entropia foi crucial para uma melhor compreensão dos conceitos envolvidos. Por fim, os autores enaltecem a abordagem interdisciplinar no ensino de energia em ciências de uma maneira geral.³⁴

Simões Neto e Amaral (2017) pesquisaram a trajetória histórica para a compreensão do significado de energia passando pela metafísica aristotélica, complexo força-energia, teoria do calórico, teoria dinâmica do calor e a conservação de energia. A finalidade da pesquisa foi tentar entender como licenciandos em Química, Física e Biologia compreendem o conceito de energia. Após a pesquisa histórica e sem ministrar aulas teóricas, os autores perguntaram aos alunos do sexto período de Licenciatura em Física e em Química, o que os mesmos entendiam por energia. Como resultado, perceberam que a associação mais comum de energia foi com o movimento. Outra resposta relacionou energia à transformação, sendo essa mais comum entre os alunos de Licenciatura em Química. Os licenciandos em Física deram respostas associadas à conservação de energia. Com isso, os autores concluíram que o desenvolvimento do conceito de energia não aconteceu de forma linear e a maneira como os alunos responderam à pergunta sobre o que é energia está relacionada com a construção e o desenvolvimento do conceito científico do que é energia.³⁵

Parma, Brugnago e Belluco (2018) relatam que o conceito de energia é ensinado como último tópico na mecânica clássica. De uma forma não tradicional, os autores propuseram iniciar o ensino de mecânica clássica com o conceito de conservação de energia em uma sequência didática, para melhor correlacionar os conceitos de velocidade e energia cinética, força elástica e energia potencial, força gravitacional e energia potencial gravitacional. A aplicação ocorreu em uma escola da rede pública estadual na cidade de Joinville (Santa Catarina), com alunos da primeira série do ensino médio, dos períodos diurno e noturno, durante seis meses. A sequência didática contemplou aulas sobre a história da física, conceitos da

física aristotélica, aspectos históricos da revolução científica na era moderna, noções de astronomia e cosmologia. Por fim, foi realizado o experimento de lançamento de uma esfera sobre uma rampa inclinada. O objetivo do experimento foi levar aos alunos uma situação-problema para instigar e ensinar os conceitos de energia, além de discutir sobre a metodologia da pesquisa, o modo de registro e apresentação dos resultados experimentais.³⁶

Radetzke *et al.* (2018) pesquisaram como o conceito de energia é relacionado entre as disciplinas de Ciências da Natureza nos livros de Biologia, Física e Química utilizados no ensino básico pelo Programa Nacional do Livro e Material Didático (PNLD) no ano de 2012. No total foram analisados nove livros didáticos (três de Biologia, três de Física e três de Química). Nos livros de Biologia, o conceito de energia aparece em oito trechos, em tópicos como atividade celular, metabolismo energético, ecossistemas, aspectos da nutrição e alimentos. Nos livros de Física foram encontrados seis trechos que se referem à energia, inseridos nos tópicos de energia potencial, gravitacional, cinética e mecânica. Nos livros de Química foram encontrados quatro trechos que falam sobre energia, o tema foi citado em tópicos como termoquímica e processos químicos. Os autores concluem que os livros didáticos analisados não abordam o conceito de energia de maneira integrada, mesmo tendo um grande potencial para interdisciplinaridade. E ressaltam a importância do professor nesta conexão entre os conceitos de energia em Ciências da Natureza.³⁷

Takaoglu (2018) afirma que energia é um conceito difícil de ser entendido por estudantes de todos os níveis de ensino, do fundamental ao superior. Nesse trabalho, o autor pesquisou como alunos do ensino médio em escolas da Turquia compreendem a energia e os conceitos relacionados, através de um questionário com perguntas sobre o tema energia, formas de energia, conservação e exemplificação. Takaoglu, assim como outros autores, também aponta o fato dos conceitos sobre energia serem abstratos acarretando uma difícil compreensão. Equívocos conceituais foram detectados em todas as séries do ensino médio, mas à medida que os alunos avançam de série há um aumento percentual de alunos que respondem corretamente ou parcialmente os questionários sobre energia. Nesse trabalho, ficou constatado que os alunos do ensino médio entendem que a energia existente em um corpo vivo é oriunda apenas de alimentos, não associando as moléculas presentes nos alimentos e todo o ciclo de produção destas moléculas. Outro equívoco feito pelos alunos é associar energia apenas a objetos em movimento. Um ponto interessante dessa pesquisa é a confusão dos alunos com relação às formas e fontes de energias (renováveis e não renováveis). Como proposta, o autor coloca que o ensino de energia deve ser feito de maneira progressiva, ensinando primeiro os conceitos e depois as leis e teorias, de forma que novos conceitos não devam ser ensinados antes que os conceitos básicos fiquem bem fundamentados. A outra proposta

é o ensino de energia de uma maneira integrada entre Biologia, Física e Química para uma melhor compreensão e fortalecimento dos conceitos.⁹

Lira (2019) desenvolveu uma sequência didática na forma de oficinas para professores em formação nos cursos de Biologia, Física e Química, a fim de propiciar subsídios teóricos e práticos para desenvolverem atividades teatrais no ensino de ciências, e assim irem além das metodologias tradicionais oferecidas pelos cursos de graduação. Segundo a autora, o teatro pode propiciar um diálogo entre as áreas humanísticas e científicas, além de estimular o desenvolvimento de criatividade, curiosidade, pensamento crítico, compreensão da ciência como uma construção humana. Lira adotou o tema energia na sequência didática, pois o mesmo atua e percorre pelas ciências da natureza, além de trazer uma complexidade científica, histórica e filosófica para as aulas. A sequência didática foi aplicada como um curso de extensão para licenciandos de Biologia, Física e Química da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, em quatro encontros de quatro horas, totalizando dezesseis horas presenciais e quatro horas à distância. No primeiro encontro foi feita uma rápida revisão e discussão sobre energia, assim como foi introduzido o contexto das atividades teatrais. No segundo encontro foi promovida uma discussão sobre as implicações e possibilidades das atividades teatrais no ensino de ciências, além de um esclarecimento e realização dos jogos teatrais, método utilizado na educação e formação de atores. No terceiro encontro foram feitas atividades na perspectiva das diversas concepções apresentadas sobre energia, além da construção de um roteiro teatral. No quarto e último encontro, todo o conteúdo explorado nos encontros anteriores foi posto em prática na realização de improvisação de cenas, jogos e roteiros teatrais. A autora afirma que, com a aplicação da sequência didática, foi perceptível a evolução dos alunos sobre o conceito de energia e o uso dos jogos teatrais proporcionaram o desenvolvimento da linguagem corporal, artística, comunicação e expressão, facilitando assim os processos de ensino e aprendizagem.³⁸

No mesmo ano, Souza (2019) também elaborou uma sequência didática, usando como referencial teórico a Teoria da Aprendizagem Significativa. O trabalho consistiu em ensinar o princípio geral da conservação de energia para alunos da primeira série do ensino médio/técnico do curso técnico integrado em manutenção e suporte em informática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Campus Jataí (IFECTGJ). Segundo o autor, os alunos têm muitas dificuldades ao iniciar o curso de Física com o estudo do movimento, pois o mesmo tem cálculos, linguagem matemática, além de certo preconceito inicial, do aluno, em relação à disciplina. A partir do exposto, o autor fez uma pesquisa com professores de Física do IFECTGJ para saber qual era o melhor conteúdo programático para se iniciar o ensino de Física para a primeira série. O conteúdo escolhido pelos professores foi conservação de energia. Após a pesquisa,

Souza começou a elaborar a sequência didática com seis encontros de uma hora e trinta minutos. No primeiro encontro, para levantar os conhecimentos prévios dos alunos, foi feita uma atividade com vinte e uma imagens e dez palavras ou expressões que os alunos deveriam correlacionar com energia. No segundo encontro, os conhecimentos prévios dos alunos foram trabalhados, foram realizados três experimentos e um desafio mental, para introduzir a conservação e transformação da energia. No terceiro encontro, o princípio da conservação de energia foi trabalhado a partir de um vídeo e uma aula expositiva. No quarto encontro, o conceito de conservação de energia foi abordado a partir de um simulador. No quinto encontro as formas e transformações de energia também foram apresentadas usando simuladores. Além disso, os alunos também construíram um mapa conceitual, que serviu como avaliação da aprendizagem significativa. No último encontro foi feita uma avaliação final da sequência didática. Com o uso da sequência didática, o autor pontua que os alunos ficaram mais motivados, interessados e participativos nas atividades em sala de aula. A sequência didática também contribuiu para que os alunos compreendessem significativamente o conceito do princípio geral da conservação da energia. Por fim, Souza faz uma indagação: “Seria possível desenvolver o ensino de Física, em nível médio, a partir do conceito de energia?”.³⁹

Em 2020, dois grupos de pesquisa também reuniram um conjunto de referências sobre o conceito de energia na forma de artigo. Hansen *et al.* (2020) relatam que o conceito de energia permite uma abordagem interdisciplinar e unificadora para o ensino básico, fazendo com que se tenha uma melhor compreensão da sociedade e do ambiente. Os autores fizeram uma revisão da literatura de como o conceito de energia tem sido desenvolvido no currículo da educação básica. O resultado mostrou que existem pesquisas sobre o conceito em diversas áreas, mas que ainda há uma dificuldade na abordagem do assunto pelos professores, principalmente da maneira trans-multi-inter-disciplinar. Os autores destacam que os professores em formação enfatizam a falta de um ensino de energia mais integrado em ciências na universidade. Hansen *et al.* acreditam que a formação continuada dos professores pode corrigir a falta de integração do conceito de energia em ciências e que é essencial o diálogo entre aluno e professor na sua construção. Com efeito, a revisão realizada por Hansen *et al.* é mais uma importante contribuição para as discussões sobre o conceito de energia.⁶ Por fim, Radetzke e Leite (2020) também caracterizam o conceito de energia como integrador nas ciências da natureza. As autoras fizeram um levantamento qualitativo em revistas qualificadas de Biologia (Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia), Física (Revista Brasileira de Ensino em Física) e Química (Química Nova na Escola) para tentar encontrar situações metodológicas e interpretações de estudo em relação ao conceito de energia. Um total de 86 artigos (15 de Biologia, 64 de Física e 7 de Química) foram encontrados com a existência do termo energia, porém os mesmos foram

delimitados para os que discutiam sobre o conceito de energia. As autoras analisaram que os artigos da revista de Biologia dão mais ênfase ao metabolismo energético, fluxo de energia em ecossistemas, fontes de energia, transformações, fotossíntese e outros processos. Os artigos de Física destacam a melhor compreensão sobre a quantização de energia, energia livre de um sistema, transferência de calor, energia interna, conservação de energia e energia mecânica. Na Química, os artigos discutem transferência de calor, fontes de energia e a inquietação em relação à compreensão dos conceitos abordados. As autoras concluem que o conceito de energia é mais abordado em artigos de Física como atividades experimentais, enquanto na Biologia e Química os artigos têm um enfoque em compreender como o aluno entende o conceito de energia. E alertam que as disciplinas não são excludentes, mas sim complementares para uma aprendizagem mais efetiva e encadeada.⁴⁰

4. Considerações Finais

A partir do levantamento realizado, pode-se considerar que a forma de abordagem do conceito de energia se diferenciou ao longo dos anos, sendo possível estabelecer quatro períodos: 1) 1980-1990; 2) 1990-2000; 3) 2000-2010; e 4) 2010-2020. Pela pesquisa feita, nota-se que na primeira década (1980-1990) havia muitos trabalhos internacionais sobre o ensino de energia, indagando e propondo novas práticas. No mesmo intervalo de tempo, o Brasil ainda tinha poucas propostas de ensino e discussões sobre o ensino de energia. No segundo período (1990-2000), começou a surgir os trabalhos sobre o ensino de energia em Química, Física e Biologia no Brasil, mas com poucas propostas de ensino. A terceira década (2000-2010) é muita frutífera na realização de pesquisas sobre o tema no país. Neste intervalo, há produções de materiais ricos em interdisciplinaridade e contextualização. Isso pode ser explicado devido ao surgimento dos PCNEM em 2000, que propõe o ensino mais integrado e contextualizado. Mais recentemente (2010-2020), começam a surgir trabalhos com a inclusão de mapas mentais, instrumentos tecnológicos como softwares e simuladores, além do uso do conceito de sequência didática e unidade de ensino potencialmente significativa, que pretendem integrar melhor o ensino dentro de uma disciplina ou em um grupo de disciplinas.

Outro ponto bem interessante é um maior quantitativo de trabalhos desenvolvidos no âmbito da disciplina de Física. Pode-se inferir que a disciplina nos últimos anos foi a que mais apresentou propostas de trabalho e indagações sobre o ensino de energia.

Por fim, espera-se que o presente trabalho possa ajudar em pesquisas, decisões de estudo, indagações e novas propostas de ensino de energia em ciências, visando o constante aperfeiçoamento dos métodos de ensino e a melhoria efetiva da aprendizagem do conceito por parte dos alunos.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro (Código de Financiamento 001) e bolsa de pós-graduação concedida à Leonardo Souza.

Referências Bibliográficas

- Cohen, I.; Ben-Zvi, R.; Chemical energy: A learning package. *Journal of Chemical Education* **1982**, 59, 656. [CrossRef]
- Angotti, J. A. P.; Conceitos unificadores e ensino de física. *Revista Brasileira de Ensino de Física* **1993**, 15. [Link]
- Assis, A.; Teixeira, O. P. B.; Algumas considerações sobre o ensino e a aprendizagem do conceito de energia. *Ciência e Educação* **2003**, 9, 41. [CrossRef]
- Bañás, C.; Mellado, V.; Ruiz, C.; Los libros de texto y las ideas alternativas sobre la energía del alumnado de primer ciclo de educación secundaria obligatoria. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* **2004**, 21, 296. [Link]
- Burattini, M. P. T. C.; *Energia uma Abordagem Multidisciplinar*, Livraria da Física: São Paulo, 2008.
- Hansen, T. R.; Marsango, D.; Brum, D. L.; Clerici, K. S.; Santos, R. A.; 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. *Investigação em Ensino de Ciências* **2020**, 25, 120. [CrossRef]
- Jacques, V.; Milaré, T.; *Anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)*, Florianópolis, Brasil, 2007. [Link]
- Solbes, J.; Tarín, F.; Algunas Dificultades em torno a la Conservación de la Energía. *Enseñanza de las ciencias* **1998**, 16, 387. [Link]
- Takaoglu, Z. B.; Energy Concept Understanding of High School Students: A Cross-grade Study. *Universal Journal of Educational Research* **2018**, 6, 653. [CrossRef]
- Barbosa, J.; Borges, A.; O entendimento dos estudantes sobre energia no início do Ensino Médio. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* **2006**, 23, 182. [Link]
- Brito, T. C.; Castro, D. L.; Análise de Concepções Sobre Energia Química Antes e Depois de uma Atividade de Ensino sobre Rotulagem de Alimentos. *Ciência em Tela* **2010**, 3, 1. [Link]
- Mortimer, E. F.; Amaral, L. O. F.; Quanto mais quente melhor: calor e temperatura no ensino de termoquímica. *Química Nova na Escola* **1998**, 7, 30. [Link]
- Segura, C. S.; Reflexiones en torno al concepto de energía. Implicaciones curriculares. *Enseñanza de las Ciencias* **1986**, 4, 247. [Link]
- Brasil. Secretaria da educação básica. Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2000. [Link]
- Brasil. Secretaria de educação básica. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+). Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2002. [Link]
- Echer, I. C.; A revisão de literatura na construção do trabalho científico. *Revista gaúcha de enfermagem* **2001**, 22, 5. [CrossRef]
- Bento, A.; Como fazer uma revisão da literatura: Considerações teóricas e práticas. *Revista JA (Associação Acadêmica da Universidade da Madeira)* **2012**, 65, 42. [Link]
- Duit, R.; *International Workshop on problems concerning students*, West Germany, 1981.
- Solomon, J.; *science in a social context conference*, Harlech, North Wales, 1980.
- Damasio, F.; Tavares, A.; O ensino de Ciências através do debate sobre as alternativas energéticas com enfoque na questão ambiental. *Experiências em Ensino de Ciências* **2007**, 2, 57. [Link]
- Metz, S.; *Fuel for thought: Building energy awareness in grades 9-12*, NSTAPress: Arlington, 2012. [Link]
- Oliveira, R. J.; Santos, J. M. T.; A energia e a Química. *Química Nova na Escola* **1998**, 8, 19. [Link]
- Arias, A. G.; El concepto “energía” en la enseñanza de las ciencias. *Revista Iberoamericana de Educación* **2005**, número especial. [Link]
- Watts, M.; Some alternative views of energy. *Physics Education* **1983**, 18, 213. [CrossRef]
- Bucussi, A. A.; Introdução ao Conceito de Energia. *Textos de Apoio ao Professor de Física* **2006**, 17, 1. [Link]
- Ornellas, A.; *A Energia dos tempos antigos aos dias atuais*, EdUfal: Maceió, 2006. [Link]
- Araujo, M. C. P. Nonenmacher, S.; Energia: Um conceito presente nos livros didáticos de Física, Biologia e Química do Ensino Médio. *Revista do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade do Sul de Santa Catarina* **2009**, 2, 1. [CrossRef]
- Silva Júnior, C. N.; *Tese de Doutorado*, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2010. [Link]
- Elias, J. A.; *Dissertação de Mestrado*, Universidade de Brasília, 2015. [CrossRef]
- Ferreira, P. C.; *Dissertação de Mestrado*, Universidade Cruzeiro do Sul, 2015. [Link]
- Pereira, J. S.; *Dissertação de Mestrado*, Universidade de Brasília, 2015. [CrossRef]
- Silva, R. P.; *Dissertação de Mestrado*, Universidade Federal de Uberlândia, 2016. [Link]
- Lima, J.; *Dissertação de Mestrado*, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2016. [Link]
- Poggi, V.; Miceli, C.; Testa, I.; Teaching energy using an integrated science approach. *IOP Publishing Ltd, Physics Education* **2016**, 52, 1. [CrossRef]
- Simões Neto, J. E.; Amaral, E. M. R.; *Anais do XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)*, Florianópolis, Brasil, 2017. [Link]
- Parma, M.; Brugnago, E. L.; Bellucco, A.; Replanejando uma sequência de ensino investigativa sobre conservação da Energia. *Experiências em Ensino de Ciências* **2018**, 13, 92. [Link]
- Radetzke, F. S.; Leite, F. A.; Güllich, R. I. C.; Uhmman, R. I. M.; Conceito energia em livros didáticos brasileiros da área de Ciências da Natureza. *Revista Tecnê, Episteme y Didaxis: TED* **2018**, número extraordinário, 1. [Link]
- Lira, N. N. A.; *Dissertação de Mestrado*, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2019. [Link]
- Souza, C. R. R.; *Dissertação de Mestrado*, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, 2019. [Link]
- Radetzke, F. S.; Leite, F. A.; O conceito energia em produções acadêmico-científicas da área de Ciências da Natureza. *Ensino e Pesquisa* **2020**, 18, 108. [CrossRef]