



Ensino & Pesquisa

Ensino & Pesquisa magazine is an interdisciplinary journal of the State University of Paraná (UNESPAR), Center for Humanities and Education. Its objective is to publish scientific articles focused on undergraduate and teacher education. Quadrennial Classification 2013-2016 - Teaching B1. (Preprints Policy-AUTHOREA Platform) ISSN: 2359-4381

O conceito energia em produções acadêmico-científicas da área de Ciências da Natureza

Franciele Siqueira Radetzke. Mestranda do Curso de Pós Graduação em Ensino de Ciências (PPGEC) da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) Campus Cerro Largo, francielesradetzke@gmail.com

Fabiane de Andrade Leite. Doutorado em Educação nas Ciências pela UNIJUÍ, Professora de práticas de Ensino e Estágio Supervisionado no Curso de Química Licenciatura e Professora de Epistemologia e Políticas Públicas no Programa de Pós Graduação no Ensino de Ciências (PPGEC) - Nível Mestrado na Universidade Federal da Fronteira Sul, membro do Grupo de Estudos e Pesquisa em Ensino de Ciências e Matemática GEPECIEM e líder do Grupo de Estudos e Pesquisa em Políticas Públicas Educacionais e Práticas Pedagógicas – GEPPEPPE, fabiane.leite@uffs.edu.br

Resumo: Apresenta-se uma pesquisa com o objetivo de identificar estudos acerca do conceito energia em artigos acadêmico-científicos na área da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, tendo como foco a apresentação de relações conceituais. Centramos nossa análise em três revistas científicas brasileiras relacionadas ao ensino de Biologia, de Física e de Química, que remontam para aspectos metodológicos de ensino. Por meio da análise temática de conteúdos, foram encontrados 86 artigos, sendo 15 em periódico do ensino de Biologia, 64 do ensino de Física e 7 do ensino de Química. Com a leitura na íntegra dos artigos, quatro categorias emergiram, que expressam diferentes abordagens metodológicas acerca do estudo do conceito energia, sendo elas: abordagens pedagógicas; experimentos técnicos; pesquisas científicas e estudos de relações conceituais. A análise permite afirmar que o conceito energia é apresentado de forma mais recorrente em artigos relacionados ao ensino de Física. Da mesma forma, identifica-se limitações no que se refere ao estabelecimento de relações conceituais em torno do conceito energia na área. Destarte, foram identificadas aproximações quanto à utilização de abordagens metodológicas em artigos dos três componentes curriculares da área, porém de forma incipiente e sem aprofundamento teórico.

Palavras-Chave: Revisão bibliográfica, Ensino de Ciências, Energia.

The concept of energy in academic-scientific productions in the area of Natural Sciences

Abstract: A research is presented with the objective of identifying studies on the concept of energy in academic-scientific articles in the area of Natural Sciences and its Technologies, focusing on the presentation of conceptual relationships. We centered our analysis on three Brazilian scientific journals related to the teaching of Biology, Physics and Chemistry, which go back to methodological aspects of teaching. Through thematic content analysis,

86 articles were found, 15 in a journal on Biology teaching, 64 on Physics teaching and 7 on Chemistry teaching. With the full reading of the articles, four categories emerged, expressing different methodological approaches to the study of the energy concept, namely: pedagogical approaches; technical experiments; scientific research and studies of conceptual relationships. The analysis allows us to state that the concept of energy is presented more frequently in articles related to the teaching of Physics. Likewise, limitations are identified with regard to the establishment of conceptual relationships around the concept of energy in the area. Thus, approaches were identified regarding the use of methodological approaches in articles from the three curricular components of the area, however in an incipient way and without theoretical deepening.

Keywords: Bibliographic review, Science Teaching, Energy.

Submissão: 2020-03-14/Publicação: 2020-07-27

Introdução

No presente artigo buscamos discutir parte dos resultados construídos em uma investigação, que teve como foco o estudo de compreensões acerca da possibilidade de relações conceituais na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT). A origem da problemática da pesquisa esteve ancorada no interesse em investigar o processo de formação de conceitos e, mais especificamente, na busca de entendimentos que contribuam para qualificar a aprendizagem no ensino de Ciências em contexto de sala de aula.

O interesse, pela temática de pesquisa, qual seja das relações conceituais nos processos de ensinar e aprender, remete-se a perspectiva de que com esse olhar o estudo sobre determinados temas e conceitos exige do professor e do aluno um pensamento integrado (WENZEL, 2014). Nesse sentido, a autora (WENZEL, 2014) ancorada em Vigotski (2001), defende que um conceito é apenas compreendido na medida em que ele se relaciona com outros conceitos com diferentes níveis de generalidade. Sob essa perspectiva corroboramos as ideias de Vigotski (2001), ao afirmar que, “o conceito não é simplesmente um conjunto de conexões associativas que se assimila com a ajuda da memória, não é um hábito mental automático, mas um autêntico e completo ato do pensamento” (VIGOTSKI, 2001, p. 184).

Nessa direção, a intenção deste estudo está em analisar propostas de relações conceituais na área de CNT apresentadas em artigos acadêmico-científicos publicados em periódicos no Brasil. Compreendemos que o conceito científico deve ser apresentado de forma os alunos estabeleçam significado a ele e, com isso, possam utilizá-lo em diferentes contextos vivenciados. Para tanto, aproximar conceitos comuns entre as disciplinas de Biologia, Física e Química pode contribuir para integrar conhecimentos e qualificar o processo de aprendizagem na área de CNT.

Desse modo, as discussões aqui propostas colocam-se como possibilidade de diálogo entre as disciplinas da área de CNT, com vistas a atenuar a fragmentação conceitual que tem se alocado nos espaços de ensinar e de aprender dentro de uma mesma área de conhecimento. E por isso, a especial atenção com conceitos que possam aproximar-se das fronteiras entre as disciplinas, conforme proposto por Young (2007). Para o autor, o processo de aprendizagem tem mais chance de se tornar efetivo por meio de um currículo integrado em que “as fronteiras entre as disciplinas sejam fortalecidas” (YOUNG, 2007, p. 1298).

Em estudos anteriores (RADETZKE, LEITE, 2017)¹ realizamos análise da utilização de conceitos comuns em Livros Didáticos (LD) de Biologia, Física e Química de escolas da rede pública do interior do estado do Rio Grande do Sul. Nestes, identificamos que o conceito energia² é apresentado nos LD das três disciplinas e, dessa forma, caracterizamos como um conceito integrador na área de CNT. A discussão em torno do termo integrador articula-se aos diálogos de Lopes (2008, p.44), ao afirmar que o conhecimento científico “é compreendido como cada vez mais inter-relacionado [...] no processo de constante associação de conteúdos disciplinares a suas tecnologias”, e, amplia-se, com o entendimento de que as interconexões conceituais não impedem que as fronteiras entre as comunidades disciplinares permaneçam, ou seja, direciona-se o olhar para os entendimentos de cada disciplina (Biologia, Física e Química) no estudo de determinado conceito.

Com base nos estudos de Wirzbicki (2015), destacamos que quando as abordagens metodológicas não incitarem a construção de relações conceituais elas têm grande chance de comprometerem as aprendizagens, inibindo e distorcendo as potencialidades do desenvolvimento cognitivo dos estudantes. Nessa direção, de acordo com Angotti (1991) o conhecimento torna-se realmente consciente quando se prioriza a compreensão dos conceitos no sentido de universais. Para o autor, essa perspectiva enfatiza a capacidade relacional e articuladora dos conceitos de se associarem construtivamente a outros. O referido autor, em sua tese de doutorado (1991) focaliza discussões em torno do conflito entre a fragmentação (especialidade, profundidade) e a totalização (generalidade, extensão) que caracteriza o estudo do conhecimento científico na área de CNT.

¹ Tais estudos articulam-se a produção de um Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) no ano de 2017, desenvolvido na Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), *Campus* Cerro Largo. Cujo título é: Possíveis relações na área de ciências da natureza e suas tecnologias: um olhar para a significação conceitual. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/bitstream/prefix/1858/1/RADETZKE.pdf>.

² Destacado com vistas à entonar o conceito que direciona as discussões seguintes do estudo, uma vez caracterizado pelas autoras como um conceito integrador.

Dessa forma, compreendemos que o diálogo a ser construído no estudo de determinada temática, com base nos conceitos integradores, pode contribuir para a construção de conhecimentos mais significativos e ampliados, no entanto, delimitando-se sempre as especificidades de cada componente curricular. Desse modo, ao investigar as possibilidades de relações acerca do conceito energia nos LD identificamos três eixos de discussão que possibilitam o diálogo qualificado nos três componentes, sendo eles: *Abordagem Processual*, que ressalta a ideia de utilização de energia para entender processos (Biológicos, Físicos e Químicos); *Fontes de Energia*, que apresenta o entendimento do conceito como um produto, gerado ou produzido a partir de uma interação e *Abordagem Tipológica*, que busca conceituar o tipo (nome) de energia do qual determinado contexto de discussão expressa.

Nessa direção, com a intenção de compreender como o conceito energia é trabalhado nas três disciplinas da área de CNT (Biologia, Física e Química), apresentamos aqui um estudo bibliográfico realizado em revistas qualificadas da área de ensino de cada componente curricular. O objetivo remonta para a busca de relações entre os componentes ao apresentarem situações metodológicas e perspectivas de estudo com relação ao conceito energia.

Assim, direcionamos o olhar para a importância das relações conceituais na área de CNT de forma a construir um processo de aprender e de ensinar diferenciado, ampliado e articulado aos saberes de uma área de conhecimento. Tendo em vista que pelas relações conceituais é possível indiciar aspectos que visam à integração dos conteúdos sem eliminar o ensino de conteúdos específicos, considerando o desenvolvimento pessoal e social do aluno (BRASIL, 2000). Com isso, segue a discussão do processo metodológico realizado e dos resultados construídos com base em análises realizadas.

Procedimentos metodológicos

Tal investigação constitui-se como uma pesquisa de abordagem qualitativa do tipo bibliográfica (LÜDKE; ANDRÉ, 2001). Com o objetivo de investigar possibilidades de relações acerca do conceito energia e com atenção para situações metodológicas em cada um dos componentes curriculares, investiu-se em uma revisão de literatura em revistas da área de ensino de Biologia, de Física e de Química, considerando o período de 2012 a 2018, abrangendo os últimos 7 anos³. As revistas analisadas foram: Química Nova na Escola (Qualis B1); Revista

³ De antemão, numa primeira parte da pesquisa (RADETZKE, LEITE, 2017) foram analisados os últimos 5 anos (2012-2016), espaço de tempo considerável no qual poderia ter se formado mais de uma geração de professores.

Brasileira de Ensino de Física (Qualis A1) e na Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia (Qualis B2), a escolha pelas mesmas foi devido ao reconhecimento que as mesmas possuem em suas abordagens a discussão de tópicos de ensino de cada área de atuação, e ainda pelo reconhecimento expresso por pesquisadores e junto ao Qualis que lhes é conferido. Nesta busca, foram encontrados 86 artigos quando se considerou a presença do termo energia, no título e/ou nas palavras-chave e/ou no resumo. As possíveis discussões sobre o conceito e a forma como era apresentado foi seguido na análise dos artigos selecionados, portanto, a preocupação aqui foi de delimitar artigos que indicassem discussões sobre o conceito energia.

Realizamos a análise temática de conteúdo dos trabalhos acadêmicos encontrados nos artigos selecionados, como preconizam Lüdke e André (2001), sendo desenvolvida em três etapas: pré-análise, exploração do material e o tratamento dos resultados e interpretação (LUDKE; ANDRÉ, 2001). Na pré-análise como passo inicial, realizamos a leitura preliminar dos resumos dos trabalhos com o intuito de demarcar os focos de discussão acerca do conceito energia. Logo depois, a fim de explorar o material realizamos a demarcação de trechos e selecionamos excertos que melhor correspondem aos enfoques dos objetivos da pesquisa para, ao final delimitar as categorias temáticas e tratar os resultados propiciando a interpretação/produção dos mesmos com cotejamento da teoria em estudo. A categorização temática possibilitou empreender esforços de pesquisa em quatro flancos que compreendem indicativos para situações pedagógicas direcionadas ao conceito energia, quatro categorias centrais para discussão: i) abordagens pedagógicas, em que a escrita apresenta atividades voltadas para o processo de ensino e aprendizagem do conceito energia; ii) experimentos técnicos, que descreve estudos voltados para a própria compreensão do conceito; iii) pesquisas científicas, em que são apresentadas discussões teóricas em artigos da área de CN e outros em LD; e iv) estudos acerca das relações conceituais, que marcam diálogos entre os componentes curriculares da área.

Na sequência, destacamos as discussões com base nas temáticas investigadas e concepções de ensino advindas do processo de análise. Para tanto, os trabalhos citados que se remetem aos artigos analisados estão dispostos em itálico e seguem com as referências. Assim,

No entanto, após a conclusão do trabalho reconhecemos como importante expandir a análise para mais dois anos, visto as possibilidades decorrentes das novas orientações curriculares, a exemplo da BNCC.

resguardamos também as questões éticas de pesquisa, uma vez que foram analisados trabalhos acadêmicos selecionados em site de domínio público na Web 2.0⁴.

Análise e discussão

Em vivências compartilhadas no contexto escolar da educação básica, por meio da realização de atividades de iniciação à docência, identificamos dificuldades dos professores de Biologia, de Física e de Química na realização de práticas escolares que possibilitem aos alunos o estabelecimento de relações conceituais para além de um componente curricular. As preocupações oriundas dessas vivências orientam nossos estudos e nos direcionam a pesquisar a utilização de conceitos científicos trabalhados em sala de aula, que possam constituir redes de relações e aproximar as disciplinas da área de CNT na educação básica. Em especial o conceito energia é um termo utilizado em sala de aula, tanto no ensino de Biologia, como em Física e em Química, no entanto o significado em cada um dos componentes curriculares parece diferenciar-se, conforme já apontado:

[...] na **Biologia** a ‘energia flui, na Física é capacidade de realizar trabalho e na Química é agente de transformação e de movimento’ [...], quando se observam os livros didáticos desses componentes percebe-se que os conceitos estão distanciados e, portanto, existem problemas na sua contextualização (ARAÚJO; NONNEMACHER, 2009, p. 6).

O distanciamento entre os significados do conceito energia sinalizado em LD, conforme apresentado pelas autoras pode interferir na compreensão conceitual dos alunos fazendo com que eles não percebam que a energia trabalhada pelo professor de Física é a mesma apresentada pelos professores de Química e de Biologia, ou seja, “todos os professores trabalham com um mesmo conceito que possui as mesmas características: conservação e transformação” (MORAES; GUERRA, 2013, p. 1502).

Com vistas a potencializar as relações do conceito energia na área de CNT, buscamos analisar como o conceito é trabalhado na Biologia, na Física e na Química, atentando-se para as proximidades de abordagens metodológicas. Para tanto, a partir da leitura pré-análise (LÜDKE, ANDRÉ, 2001) nos artigos selecionados algumas perspectivas foram destacadas. Uma vez que essa etapa da pesquisa consiste em estabelecer um olhar inicial para os textos a serem analisados, nesse caso os artigos, ou seja, conhecer o texto ocasionando imprecisões e

⁴ <http://bdtd.ibict.br/vufind/>

orientações que pouco a pouco vão se tornando mais precisas, em função das hipóteses indiciadas, da projeção de teorias adaptadas sobre o material e de possibilidade da aplicação de técnicas utilizadas sobre outros materiais.

Assim, de acordo com o que está apresentado na tabela 1, é possível inferir que o conceito energia é apresentado de forma mais recorrente nos estudos realizados na área do ensino de Física. Todos os artigos selecionados apresentaram diferentes discussões teóricas que, de alguma forma, acenavam para a compreensão do conceito energia, em especial a atenção voltou-se em observar qual o direcionamento do artigo ao apresentar o conceito.

Tabela 1: Número de artigos com o descritor “Energia” nas revistas: Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF); Química Nova na Escola (QNE) e Associação Brasileira de Ensino de Biologia (SBenBio).

Ano/Revista	SBenBio	RBEF	QNE
2012	2	7	0
2013	0	12	1
2014	5	11	0
2015	0	7	3
2016	7	7	1
2017	0	10	0
2018	1	10	2
TOTAL	15	64	7

Fonte: Arquivo próprio

Aliado a isso, foi possível indiciar aproximações entre os estudos investigados, que direcionaram o processo de categorização dos artigos. Nessa etapa do processo, por meio de sucessivas leituras, os artigos foram organizados em quatro categorias *a posteriori*, sendo elas: ; **experimentos técnicos**, sobre os quais os autores buscam discutir leis e teorias sobre o conceito energia por meio de experimentos; **abordagens pedagógicas**, traz discussões metodológicas sobre o estudo do conceito energia em espaço da sala de aula; **estudos acerca das relações conceituais**, em que os artigos apresentam desafios e propósitos de tal perspectiva e o diálogo de atividades práticas sobre a questão e **pesquisas científicas** que dialoga questões teóricas sobre o conceito energia. A tabela 2 apresenta a incidência das categorias nos artigos analisados.

Tabela 2: Número de artigos em cada categoria identificada:

Categoria	Total	SBenBio	QNE	RBEF
Experimentos Técnicos	49	-	-	49
Abordagens Pedagógicas	26	11	5	10
Relações Conceituais	7	2	1	4
Pesquisas Científicas	4	2	1	1

Fonte: Arquivo Próprio

Por meio do estudo identificamos que o conceito energia tem sido objeto de investigação acadêmica apresentado, tanto em pesquisas, como em relatos de experiência. Nos artigos analisados observamos maior incidência do conceito energia em artigos que apresentam como propostas a realização de **experimentos técnicos**. Identificamos esta categoria na maioria dos artigos analisados da Revista Brasileira de Ensino de Física, perfazendo um total de 49 artigos (58,33% do total analisado).

Assim, destacamos que a perspectiva indicada em estudos acadêmicos relacionados ao ensino de Física não apresenta aproximações com os demais componentes curriculares (Biologia e Química) da área de CNT. Os artigos trazem discussões relacionadas à construção e análise de experimentos que buscam comprovar situações que, de alguma forma, relacionam o conceito energia. Por exemplo, o estudo do rompimento de fios sob a ação de impactos de tração; órbitas elípticas na quantização do espaço de fase; simulador de Oscilações Mecânicas; partículas e anti-partículas no cone da luz, entre outras situações que não se aproximam de discussões relacionadas a situações pedagógicas desenvolvidas com direcionamento para a construção e significação de conhecimentos pelos alunos. Essa categoria é evidenciada no excerto, retirado de um dos artigos:

[...] este trabalho apresenta a validação de uma ferramenta computacional gratuita, que serve para obtenção de medidas contínuas de objetos em movimento [...] O programa foi aplicado no rastreamento da esfera de um pêndulo aproximadamente simples. A metodologia utilizada para a validação toma como base a comparação dos valores medidos pelo programa, bem como os valores teóricos esperados segundo o modelo do pêndulo simples. O experimento se adequou ao método, pois foi construído respeitando os limites lineares do oscilador harmônico, minimizando as perdas de energia por atrito e tornando-o o mais ideal possível (PENÃ et al., 2013, p.1).

Nesse contexto, as perspectivas dos autores se voltam para entendimentos acerca de temáticas que diretamente ou indiretamente envolvem o conceito energia. Referem-se à discussão da realização de experimentos como viés de comprovação científica, como destacado em

vários sistemas de interesse físico e biológico podem ser descritos como osciladores auto-sustentados, que mantêm seu comportamento oscilatório por meio de um aporte de energia. Neste experimento investigamos o forçamento externo periódico no tempo deste tipo de sistema, destacando os fenômenos de sincronização de frequências, travamento de fase e sincronização generalizada (VIANA; CARVALHO, 2017, p.1).

No entanto, consideramos que tais perspectivas mesmo não direcionadas para a sala de aula fazem-se necessárias em contexto de pesquisas e elaboração de teorias, sobre as quais hipóteses são testadas e analisadas. Para Lima e Teixeira (2014, p. 2 e 3) os experimentos em contexto histórico das Ciências Naturais apresentam-se

[...] com o propósito de constituir um conhecimento racional e sistemático para revelar aspectos da realidade [...]. Confirmam ou definem novas teorias por informações analisadas e questionadas, teorizando fundamentos significativos para as suas considerações / conclusões.

Dessa forma, são necessárias ao nível de ensino quando possibilitam o alcance de novos estudos e sinalizam novas perspectivas para o entendimento de determinadas temáticas. É com esse enlace que o conceito energia é desenvolvido em sala de aula em **abordagens pedagógicas**, nos quais os artigos em suas discussões remontam para situações de estudo conceitual e também de experimentação, como colocado por Lima e Teixeira (2014, p.5)

[...] acreditamos que a experiência permite não somente os julgamentos, muitas vezes comuns a outros que também participam da atividade – do experimento – mas, sobretudo, põe o sujeito que experimenta em condições de construir conhecimentos diferentes – individuais. É um encontro do sujeito com particularidades do objeto, perceptíveis pela subjetividade de cada sujeito, intermediado pelos aspectos da experimentação e dos conhecimentos prévios.

Mediante o campo empírico analisado, identificamos 26 artigos (30,95% do total) que apresentam abordagens metodológicas por meio de diferentes instrumentos com discussões acerca do conceito energia, sendo 10 artigos na área da Física, 11 da Biologia e 5 da Química. Em todos os trabalhos analisados há indícios de entendimentos acerca da importância do processo de aprendizagem dos alunos, uma vez que os autores salientam a necessidade de participação dos alunos para a construção de seus conhecimentos.

Nas revistas do ensino de Biologia, as abordagens pedagógicas são direcionadas para o estudo do metabolismo energético, compreensão do fluxo de energia nos ecossistemas, fontes de energia, transformações, fotossíntese, além de outros processos. Como situações didático-pedagógicas, destacam-se os jogos didáticos, usina de ideias, narrativas, contribuições CTS (Ciência Tecnologia e Sociedade) por meio do estudo de problemáticas, além do estudo de

textos de divulgação científica. Nestas abordagens, observam-se características como contextualização, relação com os aspectos sociais, atividades em grupo além de outras que exigem a mobilização de várias áreas de conhecimento e mostram preocupação com o processo de construção de conhecimentos, conforme é apresentado por Muniz et al. (2012, p. 5):

[...] a intervenção foi motivada pelo texto - Modificação genética de bactéria aumenta produção de hidrogênio - [...] O texto poderia contextualizar discussões sobre Metabolismo Energético com as experiências cotidianas dos estudantes e com abordagens sócio-científicas, contribuindo para a formação de uma postura crítica e reflexiva [...]. Os alunos parecem compreender os conceitos científicos, mas não conseguem relacioná-los [...]. Buscamos, então, incluir atividades [...] que evidenciassem relações entre diferentes níveis de organização dos seres vivos.

Nas revistas do ensino de Física, os artigos que apresentam abordagens pedagógicas evidenciam a busca em facilitar e problematizar compreensões acerca da quantização de energia, energia livre de um sistema, transferências de calor, energia interna, conservação de energia e energia mecânica. Na categoria, abordagens pedagógicas, destacamos os artigos que apresentam experimentos de caráter investigativo, ou seja, que possibilitam a participação dos alunos nos processos de (re) construção de suas aprendizagens a partir de discussões que emergem da realização dos mais diversos experimentos. Melhorato e Nicoli (2012, p.1), em um dos artigos analisados destacam que “a experimentação é aliada e eficaz no processo ensino-aprendizagem, seja qual for o segmento de ensino a ser abordado”. E continuam, apresentando a discussão de alguns experimentos,

[...] com menor custo possível para demonstrar conceitos essenciais de quantização de energia, modelo corpuscular da luz e condução de eletricidade em sólidos aos alunos do terceiro ano de Ensino Médio, auxiliando de forma significativa na explanação de tópicos de física moderna (MELHORATO; NICOLI, 2012, p.1).

Já na Química, os artigos trazem discussões acerca da transferência de calor e fontes de energia. Os textos analisados demonstram preocupação com a compreensão dos conceitos abordados, ou seja,

[...] à medida que objetos e temas científicos permeiam nosso cotidiano, torna-se cada vez mais fundamental o domínio da linguagem e dos conceitos da ciência. O que se pretende é um ensino que favoreça a leitura e a interpretação de informações científicas e tecnológicas e que possibilite a tomada de decisões conscientes (QUADROS et al., 2015, p.1).

As discussões propostas nos artigos relacionados ao ensino de Química, na categoria abordagens pedagógicas, além da leitura e discussão de textos de divulgação científica valem-se do uso da experimentação em sala de aula, sempre de modo investigativo e com atenção para a linguagem decorrente da compreensão conceitual. Nessa mesma linha, Guimarães e Dorn (2013, p.1) salientam que “a atividade experimental pode ser uma estratégia metodológica útil na construção de significado de conceitos de química”. E seguem, destacando que há diversos tipos de experimentação como demonstração, comprovação, mecanismo de testar hipóteses e a possível mediação de conteúdos curriculares concomitante à realização dos experimentos, mas que, no entanto, por meio da última perspectiva é possibilitado um maior envolvimento dos alunos e, desse modo, ampliam-se as perspectivas com a construção e significação de conceitos.

Uma observação importante, é que os demais artigos assim como os anteriormente apresentados, contemplam perspectivas de abordagens pedagógicas relacionadas ao conceito energia de maneira a promover a participação dos alunos nas atividades propostas, haja vista a preocupação com a significação dos conceitos trabalhados. Compreendemos, de acordo com Vigotski (2001), que possibilitar apenas a participação dos alunos em sala de aula não garante a significação dos conceitos. De acordo com o autor, “a questão principal quanto ao processo de formação de conceitos é a questão dos meios pelos quais a operação é realizada” (2001, p. 69). Com isso, corroboramos as ideias do autor ao afirmar que “a formação de conceitos é o resultado de uma atividade complexa” (VIGOTSKI, 2001, p. 69), pois o processo “não pode ser reduzido à associação, à atenção, à formação de imagens [...]”.

Todos os artigos, analisados na categoria abordagens pedagógicas, apresentam limitações na explicação do processo de relação conceitual, conforme apresentado por Vigotski (2001). No recorte trazido da revista do ensino de Biologia é evidente a preocupação com a aprendizagem, porém os autores explicitam *que* “os alunos parecem compreender os conceitos científicos, mas não conseguem relacioná-los” (MUNIZ et al., 2012, p. 5). Na revista do ensino de Física, há preocupações com o conceito e as relações possíveis que o aluno poderá construir, porém não são apresentadas proposições de como este processo pode ocorrer. Já na revista do ensino de Química identificamos a busca por um instrumento que possa contribuir para o estabelecimento de relações conceituais pelos alunos, “a atividade experimental” (GUIMARÃES; DORN, 2013, p.1), mas não há maior explicação acerca de como este instrumento foi utilizado.

Ainda, cabe ressaltar que em todos os artigos apresentados são mantidas discussões específicas do conceito conforme cada campo de estudo e, desse modo, não estabelecem indícios de relações conceituais entre as demais disciplinas da área de CNT.

Pelas leituras realizadas destacamos que, em 4 artigos (4,76%), há discussões mais teóricas, categorizados em **pesquisas científicas** na área de CNT com enfoque no conceito energia. Tal perspectiva mostrou-se presente nas publicações dos três componentes curriculares. Na Química, encontramos um levantamento realizado por Silva e Gomes (2015) quanto aos artigos publicados na seção *Química e Sociedade* da Revista Química Nova na Escola, no período de 1995 a 2015, na qual foram analisadas as principais temáticas abordadas. Segundo os autores, o estudo permitiu identificar os temas Ciência/tecnologia, meio ambiente, saúde, alimentos, energia, polímeros e saberes populares como os mais recorrentes. Dos 63 artigos analisados por Silva e Gomes (2015) apenas 4 artigos acenam para o conceito *energia*, os quais estão relacionados ao estudo de pilhas, baterias e produção de combustíveis o que corresponde a um total de 6% do total analisado.

Na Física, os autores Alemany, Blanco e Torregrosa (2017), discorrem sobre a importância da história da Ciência para a significação das aprendizagens e do trabalho em sala de aula. Para os autores, os objetivos das atividades que envolvem a história da Ciência no ensino podem ser diferentes, no entanto conectados uns aos outros, entre os quais destacam-se: “Humanizar y aproximar la ciencia; [...] Problematizar la mecánica e Transmitir una imagen correcta del trabajo científico y de la mecánica” (ALEMANY; BLANCO; TORREGROSA, 2017, p. 1, 2). Compreendendo as contribuições da história da Ciência no processo de ensino e aprendizagem, os autores realizam uma pesquisa em LD do curso de bacharelado em Física a respeito da evolução da compreensão do conceito de fóton e da emissão e absorção da radiação. A busca decorre do fato que:

la aparición de la hipótesis cuántica a principios del siglo XX introdujo a la física en una crisis profunda. La necesidad de recurrir al carácter discreto de la distribución de la energía violaba todo lo que establecían el electromagnetismo y la mecánica (ALEMANY; BLANCO; TORREGROSA, 2017, p. 2).

Já na Biologia, dois artigos são destacados acerca de pesquisas relacionadas ao conceito energia, ambos de mesma autoria, Wirzbicki, Araújo e Del Pino, em anos diferentes, 2014 e 2016. Em um dos artigos, os autores, sublinham discussões quanto às abordagens do termo energia em LD de Biologia do Ensino Médio nos estudos sobre o metabolismo celular. Do estudo realizado, os autores destacam cinco categorias quanto à abordagem do conceito,

1) Seres vivos e energia na respiração, fermentação e fotossíntese; 2) Energia nas substâncias, nas ligações químicas e nas reações dos organismos – ADP e ATP; 3) Tipos e fontes de energia; 4) Energia na área de CNT; 5) Representações de energia (figuras, modelos, tabelas,...) (WIRZBICKI; ARAÚJO; DEL PINO, 2014, p. 6769).

Ainda, segundo os autores a falta de uma conceituação comum entre os componentes curriculares de uma mesma área de conhecimento, sem contemplar relações, pode limitar o processo de compreensão conceitual, pois é importante

[...] se os estudantes e os professores dos componentes de CNT conseguirem identificar que a energia está presente nas relações dos seres vivos entre si e com o ambiente; no metabolismo que os caracteriza a partir da energia potencial e cinética contida nas moléculas, que garantem o trabalho necessário ao processo vital, inter-relacionando complementarmente a biologia, a física e a química (WIRZBICKI; ARAÚJO, DEL PINO, 2014, p.6768)

Nessa direção, Wirzbicki (2016) destaca que nos mais variados processos de ensino e aprendizagem na área de CNT, o conceito energia limita-se ao campo de cada disciplina sem contemplar inter-relações, de modo que a sensação predominante expressa a “energia” da Biologia, da Física e da Química. De acordo com Wirzbicki, Araújo e Del Pino (2014, p. 6773), para avançar na significação dos conceitos sobre energia celular “é necessário mobilizar pensamentos em redes de relações entre conceitos, sendo imprescindível a ajuda dos professores das demais disciplinas da área”.

Nessa direção, os autores trazem na discussão do segundo artigo resultados de entrevistas com professores de Biologia sobre as compreensões do conceito energia ao longo da formação inicial e continuada. Neste estudo, enfatizam que a compreensão acerca do conceito energia,

[...] mantém-se restrita aos conhecimentos do senso comum, vinculada ao campo de cada disciplina das Ciências da Natureza, sem contemplar inter-relações entre linguagens, objetos, metodologias e significados conceituais intermediados na área” (WIRZBICKI; ARAÚJO; DEL PINO, 2016, p. 1568).

Assim, compreendemos que o distanciamento entre os componentes curriculares, observado em contexto escolar, justifica a relevância do presente estudo, no sentido de buscar conhecimentos e ações já realizadas que contribuam para a articulação entre conceitos na área de CNT de forma que possamos permanecer vigilantes e atuantes ao processo.

Diante do estudo, reafirmamos o entendimento que o conceito energia, como conceito integrador na área de CNT, pode promover o processo de aproximação dos componentes curriculares de Biologia, Física e Química, em especial, pelas **relações conceituais** a serem

estabelecidas. Essa perspectiva foi observada em 7 artigos (8,33%), sendo 1 da Química, 4 da Física e 2 da Biologia.

Tendo em vista a finalidade de nosso estudo, o qual abarca as relações conceituais na área de CNT, podemos afirmar que os artigos que contemplam essa categoria, mesmo que de maneira vaga, mostram-se desafiadores ao problematizarem a ideia, principalmente ao dialogarem acerca de atividades práticas envolvendo relações entre determinados componentes curriculares.

Nesse viés, na Biologia, os autores Souza et al (2016), dialogam acerca do uso da interdisciplinaridade como meio de superar a fragmentação entre os diferentes componentes curriculares, em que rompe com “as fronteiras existentes entre as disciplinas, e proporciona a construção de uma escola que se envolve na formação de cidadãos críticos que saibam relacionar o ensino com o social e o cultural” (SOUZA et al, 2016, p.5278). Aliado ao contexto da interdisciplinaridade, os autores discutem a realização de um projeto por alunos bolsistas do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação a Docência (PIBID). O projeto apresenta o estudo da transformação de energia a partir da mandioca de forma contextualizada, interdisciplinar e transversal, em que além dos conceitos científicos, foi possível investir nos aspectos sociais e culturais da mandioca na região.

Desse modo, a ideia de interdisciplinaridade no contexto, aproxima-se das perspectivas destacadas pelas relações conceituais, pois vários componentes curriculares trabalhariam juntos no estudo da transformação de energia a partir da mandioca, evidenciando processos de significação conceitual no estudo de determinado conceito visto por diferentes especificidades. Como primeira etapa do projeto destaca-se: “os professores de cada escola que se integraram à equipe do projeto, além do professor supervisor, trabalharam conteúdos específicos da sua área relacionados ao tema unificador ‘Energia’ (SOUZA et al, 2016, p.5280).

Desse modo, corroboramos as ideias dos autores ao afirmarem que “não é eliminando as disciplinas do currículo que a interdisciplinaridade será exercida, mas proporcionando a comunicação entre todas as áreas podendo expandir cada vez mais os conhecimentos” (SOUZA et al, 2016, p.5284). É nessa direção que investimos, no diálogo entre os componentes curriculares no estudo de determinado conceito, cada um contribuindo com suas particularidades na formação de um conhecimento ampliado, pois

[...] quando se examina o processo de formação de conceitos em toda a sua complexidade, este surge como um movimento do pensamento da pirâmide de conceitos, constantemente oscilando entre duas direções, do particular para o geral e do geral para o particular (VIGOTSKI, 2001, p. 101).

Nessa perspectiva Galembeck e Costa (2016), apresentam propostas metodológicas aos professores de Química e de Biologia por meio de diálogos entre as disciplinas que transitam pela história do planeta Terra, permeando temas como a química pré-biótica, as fontes de energia para a atividade biológica, reações de oxidação e redução, organização e metabolismo celular. Ou seja, introduz-se um diálogo entre a Biologia e a Química numa relação intrínseca aos conceitos concomitantes aos dois componentes curriculares, cada qual destacando a sua particularidade, conforme apresentado:

[...] ao utilizar exemplos de vias metabólicas fundamentais, com a glicólise e o ciclo de Krebs, permite aos professores de química e de biologia explorar conceitos bioquímicos centrais, como utilização diferencial de substratos e produtos, atividade enzimática, classificação de micro-organismos do ponto de vista da fonte de energia utilizada, etc. [...] os dois ramos podem ser utilizados para discutir conceitos de oxidação e de redução (GALEMBECK; COSTA, 2016, p.5).

Direcionando-se à temática norteadora desse estudo, as relações conceituais na área de CN, alguns artigos ressaltam de maneira intensa a perspectiva das relações conceituais, defendendo-as. Há exemplo, em um dos artigos publicados na Revista Brasileira de Ensino de Física, em que o autor apresenta compreensão dos conceitos energia e matéria:

não se trata de substituir as tradicionais disciplinas curriculares, divididas em compartimentos estanques, por outras ditas “interdisciplinares”, “multidisciplinares”, “transdisciplinares” [...] Trata-se, sim, de abrir o leque de cada disciplina tradicional para as citadas inserções que ela recebeu de outras, suas aplicações nestas outras (OLIVEIRA, 2015, p. 1).

É pertinente destacar, que o autor questiona as possibilidades quanto a perspectiva das relações conceituais, ou seja, infere sobre a importância de que o trabalho não deve estar voltado para a inserção de outras/novas disciplinas curriculares para que assim as relações conceituais pudessem ser trabalhadas, mas que se trata de redimensionar as ações das disciplinas já existentes abarcando o olhar para com os outros componentes curriculares, em seus desdobramentos históricos e nos estudos de determinados conceitos científicos.

Aliado a isso, um dos trabalhos analisados Moraes e Guerra (2013), propõem um projeto pedagógico acerca da temática, Física moderna no estudo de energia, por meio do uso da história e filosofia da Ciência, o que possibilita, na visão dos autores, discussões em torno do processo de construção da Ciência e as implicações de cada disciplina nesse processo.

Compreendemos que o processo de relação conceitual se enaltece em práticas que privilegiam uma abordagem contextualizada e interdisciplinar acerca de determinada

problemática. De modo que em uma das publicações da área de Biologia, as autoras Bock, Szynweski e Araújo (2012) destacam uma sequência didática que abarca a contextualização e a interdisciplinaridade por meio de aulas expositivas e dialogadas simultâneas de Biologia, Física e Química, sobre uma temática ou situação que pode ser descrita e compreendida com os conceitos destes três componentes, e que possibilite aos estudantes constituírem o seu próprio conhecimento (BOCK; SZYNWESKI; ARAÚJO, 2012).

As questões apresentadas ressaltam os diálogos entre os componentes curriculares por meio da história da Ciência, que considera as especificidades de cada componente curricular no estudo de determinado fenômeno, ou ainda a contextualização dos conceitos discutidos. Essas perspectivas fazem-nos pensar na real possibilidade que os conceitos integradores possuem em aproximar as disciplinas de uma determinada área de conhecimento. Tal direcionamento potencializa os processos de aprendizagem e amplia horizontes, no entanto, na prática é um processo na maioria das vezes difícil de ser alcançado e, principalmente, significado. Dessa forma, acreditamos na importância de manter-nos vigilantes discutindo ideias, analisando práticas e reconstruindo concepções.

Diante do estudo delineado constatamos que no componente curricular de Física, ao trabalhar com experimentos técnicos, encerra-se ao domínio de seu próprio campo do saber. Ou seja, ao realizar experimentos como simples comprovação de teorias não há avanços no sentido de uma aprendizagem significativa e, por consequência, não promove diálogo com outros campos do saber. O que queremos ressaltar com isso é a interconexão que nos é possibilitada entre a aprendizagem significativa e as relações conceituais, um estudo que acreditamos ser de grande importância na área do ensino de CNT, que nos desafia a pensar e dialogar novas perspectivas.

É relevante apresentar ainda, que os campos de estudo da Física, da Química e da Biologia mostram-se preocupados com as relações conceituais, tendo em vista que apresentam estudos observados na categoria relações conceituais. Isso demonstra que a ideia dos conceitos integradores em “aproximar as ‘várias ciências’, (dos cientistas, dos currículos, dos professores, dos alunos) preservados os níveis de formação e cognição” (ANGOTTI, 1991, p. 196) é importante e que precisa sempre estar sendo dialogada nos diferentes espaços de educação.

Nessa direção, acreditamos na necessidade de um trabalho mais coletivo entre os professores da área de CNT, no sentido da construção de relações que se entrelaçam e fortalecem o processo de significação conceitual que poderá ser construída pelos alunos e professores. É por meio do diálogo entre os professores dos componentes curriculares que os

pressupostos teóricos direcionados a uma área de conhecimento podem ser efetivados, e, com isso, o planejamento coletivo torna-se fundamental. Comprendemos que este ainda é um desafio a ser mais dialogado no espaço escolar e de formação, seja inicial e continuada.

Considerações finais

As ideias aqui apresentadas permitem afirmar a possibilidade das relações conceituais na área de CNT, há exemplo do conceito energia, haja vista que os componentes curriculares de Biologia, Física e Química compartilham situações comuns, tais como as expressas nas categorias identificadas nos artigos analisados: abordagens pedagógicas, pesquisas técnicas e relações conceituais. No entanto, o processo de pesquisa possibilitou compreender que o conceito energia é utilizado de forma mais recorrente em artigos do ensino de Física, sendo estudado como objeto de estudo em atividades experimentais, enquanto que na Biologia e Química identificamos estudos mais direcionados para as compreensões conceituais dos alunos. Tais indícios nos remetem aos dilemas e desafios da área de CNT, quando o assunto é as relações conceituais.

Defendemos que o estudo que abarca as relações conceituais carece ser dialogado nos espaços de ensino e aprendizagem, o que remonta as ideias de Vigotski (2001) ao destacar que a compreensão de conteúdos e conceitos é potencializada, por meio das mais variadas relações conceituais. Dessa forma, as categorias discutidas nesse estudo não são excludentes, mas se somam na busca por uma aprendizagem efetiva entrelaçada pelas relações conceituais.

Dessa forma, ressaltamos a importância em nos mantermos vigilantes nos estudos de trabalhos e abordagens metodológicas que incitem o desafio das relações conceituais num movimento. É nessa relação que apostamos votos de concretização da busca pela construção de uma aprendizagem no ensino de Ciências, ampliada e construtora da própria história.

Referências

- ALEMANY, F.S.; BLANCO, J.D.; TORREGROSA, J.M. La introducción del concepto de fotón en bachillerato. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 2, 2017.
- ANGOTTI, J. A.P. **Fragmentos e Totalidades no Conhecimento Científico e no Ensino de Ciências**. 1991. Tese (Doutorado em Didática), Faculdade de Educação Didática, São Paulo, 1991.

- ARAÚJO, M. C.P de; NONENMACHER, S. Um conceito presente nos livros didáticos de Física, Biologia e Química no Ensino Médio. **Revista Poiésis**, v. 2, n.1, p. 1-13, 2009.
- BOCK, K.C.; SZYNWELSKI, B.E.; ARAÚJO, M.C.P. de. Os conceitos unificadores - transformações e energia- nas situações de estudo “água e vida” e “de alguma forma tudo se move”. **Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia**, v.5, 2012.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 2ª ed. São Paulo: Cortez, 2007.
- GALEMBECK, E.; COSTA., C. A evolução da composição da atmosfera terrestre e das formas de vida que habitam a Terra. **Revista Química Nova na Escola**, v. 38, n. 4, p. 318-323, 2016.
- GUIMARÃES, C.C.; DORN, R.C. Efeito Estufa Usando Material Alternativo. **Revista Química Nova na Escola**, v. 37, n.2, p.153-157, 2013
- LIMA, K.E.C.; TEIXEIRA, F.M.; Sentido e entendimentos sobre experimento e experimentação para o ensino de ciências. **Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia**, v.7, p. 4528-4539, 2014.
- LOPES, A. C. **Políticas de integração curricular**. Rio de Janeiro: UERJ, 2008.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: E.P.U., 1986.
- MELHORATO, R.L.; NICOLI, G.T. Da física clássica à moderna: o simples toque de uma sirene. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.34, n. 3, 2012.
- MORAES, A.; GUERRA, A. História e a filosofia da ciência: caminhos para a inserção de temas física moderna no estudo de energia na primeira série do Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.35, n.1, 2013.
- MUNIZ, C.R.R., et al. Estudo de desenvolvimento de um a intervenção para o ensino de metabolismo energético - segundo protótipo. **Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia**, v.5, p. 1-11, 2012.
- OLIVEIRA, P.M.C. Energia e Matéria: Da Fundamentação Conceitual às Aplicações Tecnológicas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.37, n.4, 2015.
- PEÑA, N. et al. Instrumento livre para medidas de movimento. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n.3, 2013.
- QUADROS, A. L de, et al. A Construção de Significados em Química: A Interpretação de Experimentos por Meio do Uso de Discurso Dialógico. **Revista Química Nova na Escola**, v. 37, n.3, p. 204-213, 2015.
- RADETZKE, F.S.; LEITE, F. de. A. Possíveis relações na área de ciências da natureza e suas tecnologias: um olhar para a significação conceitual. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação). Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Química-Licenciatura, Cerro Largo, 2017. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/bitstream/prefix/1858/1/RADETZKE.pdf>. Acesso em: 21 de Abr. de 2020.
- SOUZA et al. A transversalidade e a interdisciplinaridade na formação de professores de ciências e biologia a partir da cultura da mandioca: uma experiência do PIBID de biologia da universidade federal de lavras. **Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia**, v. 9, p.5277-5288, 2016.
- SILVA, R.R. da; GOMES, V.B. A Seção Química e Sociedade : Contribuições para um Ensino em Diferentes Contextos. **Revista Química Nova na Escola**, v.37, n.2, p.146-153, 2015.
- VIANA, R.L.; CARVALHO, F.F de. Sincronização entre um oscilador de fase e um forçamento externo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.37, n.4, 2017.

- VIGOTSKI, L.S. **A construção do Pensamento e da Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.
- WENZEL, J. S. **A escrita em processos interativos: (re)significando conceitos e a prática pedagógica em aulas de química**. Curitiba: Appris, 2014.
- WIRZBICKI, S. M. **As aprendizagens do conceito energia do metabolismo celular nas interações entre professores e estudantes mediadas pelos livros didáticos de biologia do ensino médio**. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.
- WIRZBICKI, S.M.; ARAÚJO, M.C.P DE.; DEL PINO, J.C. Categorias de análise a partir de descritores de ‘energia’ nos livros didáticos de biologia. **Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia**, v. 7, p. 6765-6775, 2014.
- YOUNG, M. Pra que servem as escolas? **Educação e Sociedade**. Vol 28, n. 101, p. 1287-1302, 2007.