

Concepções sobre energia na perspectiva de professores de Química e Biologia em formação continuada

Conceptions about energy from the perspective of chemistry teachers and biology in continuing education

Resumo

No presente trabalho apresentamos resultados parciais de uma pesquisa sobre o tema energia junto a professores em formação continuada em um mestrado profissional em ensino de ciências. O objetivo dessa etapa inicial do trabalho é analisar as concepções de professores de Química e Biologia em relação ao conceito de energia, calor, trabalho e energia interna, com ênfase em transferência, transformação, conservação e dissipação da energia. As informações foram coletadas por meio de questionários e analisadas sob o referencial de análise de conteúdo. Os resultados evidenciaram uma sobreposição de concepções entre os professores participantes da pesquisa e alunos do ensino médio.

Palavras chave: Energia; concepções alternativas; aspectos energéticos.

Abstract

In the present work we present partial results of a research on the subject of energy with teachers in continuing education in a professional master's degree in science education. The objective of this initial stage of the work is to analyze the conceptions of chemistry and biology teachers in relation to the concept of energy, heat, work and internal energy, with emphasis on transfer, transformation, conservation and energy dissipation. The information was collected through questionnaires and analyzed under the content analysis framework. The results evidenced an overlap of conceptions between the teachers participating in the research and high school students.

Key words: Energy; alternative conceptions; energetic aspects.

Introdução

A palavra energia é muito usada em nosso dia a dia, seja com conotação científica ou não. Uma das características marcantes na utilização do termo energia é seu aspecto polissêmico, tanto dentro de contextos do senso comum, como dentro do próprio âmbito científico. De acordo com Optiz et al (2017), a compreensão do conceito científico de energia pode ser modulada pela zona disciplinar na qual ele é tratado. Na Física, os aspectos referentes à conservação da energia são bastante destacados dentro da Mecânica, o que não é muito enfatizado na Química e principalmente na Biologia, em que o uso de termos como “fonte de energia” e “energia produzida” podem corroborar com um entendimento de criadouro de

energia, de forma contraditória à sua conservação. A falta de compreensão da conservação da energia reforça a possível distinção desse conceito em domínios disciplinares das ciências da natureza. A divergência conceitual disciplinar de energia acaba impedindo que possa ser explorado um de seus grandes potenciais no âmbito do ensino de ciências, seu caráter integrador entre as ciências da natureza. Pois, energia é um conceito central dentro das ciências, além de um conceito transversal, o que a torna um intercepto para os três ramos das ciências da natureza. Optz et al (2017) destaca quatro aspectos fundamentais para uma compressão sólida do conceito de energia, independente do domínio disciplinar em que o conceito é tratado. São eles: transformação, transferência, conservação e dissipação. Os dois últimos são bastante ressaltados, pois apresentam relação direta com a primeira e segunda leis da Termodinâmica.

Muitos estudos já foram realizados nas últimas décadas em relação aos aspetos energéticos dentro do ensino de ciências (CARSON & WATSON, 2002), (OPTIZ et al, 2017), (MORAIS, 2015), (MILLAR, 2005) e (NETO, 2016). A maior parte desses trabalhos concentram suas análises na perspectiva de concepções alternativas do aluno, apontando para uma enorme dificuldade dos estudantes em compreenderem esse conceito abstrato, destacando também a incapacidade em reconhecerem a uniformidade dos aspectos energéticos em domínios disciplinares distintos. Por outro lado, desproporcionalmente pouco tem se estudado sobre como os professores de ciências, principalmente em formação continuada, abordam e constroem o conceito de energia em suas aulas. Segundo os trabalhos de Pacca e Henrique (1994) e Driver et al (1994) observamos sete categorias principais para as concepções alternativas sobre energia: energia centrada no homem, modelo depositário de energia, energia como ingrediente, energia como atividade óbvia, energia como produto, energia funcional e energia a partir de modelos de transferência de fluxo. Utilizaremos essa classificação para balizar nosso estudo sobre as concepções dos professores.

Em relação aos quatro aspectos fundamentais para a compreensão do conceito de energia, Optiz et al. (2017) observaram que eles são compreendidos de maneiras distintas dentro de domínios disciplinares diferentes. A conservação da energia é mais evidenciada em limites disciplinares da Física, enquanto que no contexto da Química e principalmente da Biologia, esse aspecto é pouco compreendido por estudantes na educação básica. O autor também ressalta dificuldade dos alunos compreenderem a dissipação de energia em determinadas situações em que o calor despreendido não fica evidente. Carson & Watson (2002), apontam que alunos no ensino médio apresentam uma enorme dificuldade em compreender conceitos fundamentais da Termodinâmica, tais como: Entalpia, entropia, energia interna e energia livre de Gibbs, devido ao elevado grau de abstração exigido para a compreensão desses conceitos. Diante do exposto, nesse trabalho buscamos investigar se essa dificuldade também é encontrada por parte de professores em formação continuada. Compreendemos que os estudos relacionados à formação e concepção dos conceitos científicos na formação continuada são de suma importância para a construção sólida e adequada de conceitos científicos nos níveis mais fundamentais do ensino de ciências. Portanto, entendemos que a análise das concepções dos professores de ciências acerca do conceito de energia, é fundamental para uma abordagem desse conceito de maneira fluida e integradora entre as ciências da natureza, como proposto por Optiz et al. (2017).

Metodologia

Para a construção do *corpus* da análise, um questionário foi respondido por treze professores de ciências, em formação continuada, alunos de um mestrado profissional em ensino de ciências. Foram analisadas as respostas de quatro questões relacionadas respectivamente a: i)

conceito de energia de forma geral, concepções sobre calor, trabalho e energia interna, ii) diferenciação ou modulação disciplinar da abordagem energética dentro das ciências naturais, iii) aspectos energéticos inerentes (conservação, dissipação, transferência e transformações) e iv) capacidade de identificar processos espontâneos. Em relação à primeira questão, foi solicitado aos participantes que expressassem por meio de desenhos, textos, modelos e outras formas de expressão, como eles compreendem os conceitos de energia, calor, trabalho e energia interna. Na sequência, os participantes responderam a três questões de múltipla escolha, com o objetivo de verificar respectivamente: i) como os professores compreendem a abordagem do conceito de energia dentro de uma perspectiva disciplinar, ii) sua capacidade em reconhecer os aspectos de transformação, transferência, conservação e dissipação da energia em diversos processos e situações, iii) sua capacidade em reconhecer processos espontâneos e iv) qual parâmetro termodinâmico é usado para atribuir espontaneidade aos respectivos processos. As duas últimas questões foram construídas de modo a contemplar diversas situações que são tratadas tradicionalmente dentro dos limites disciplinares da Física, Química e Biologia como, por exemplo, uma bola de ping pong solta de uma altura de 2 m quicando até parar, a combustão da glicose em um calorímetro e a formação de ATP nas células, respectivamente. Buscamos analisar a possível influência do domínio disciplinar nas respostas dos participantes. Para compreendermos as concepções dos professores sobre o tema energia, usamos a Análise de Conteúdo (AC) como método de pesquisa. De acordo com Bardin (2011), a organização da AC ocorre em torno de três eixos cronológicos; pré-análise; exploração do material; o tratamento dos resultados, sua inferência e interpretação. A pré-análise dos dados consiste em uma organização prévia, com características operacionais visando uma sistematização das ideias iniciais, de forma a traçar um plano de análise para as etapas seguintes. Dividimos os materiais gerados em dois blocos, de acordo com a formação dos professores, sendo seis professores de Química (PQ) e sete de Biologia (PB).

Após essa organização dos materiais, iniciou-se uma leitura flutuante do *corpus*, visando adquirir impressões superficiais emergentes das respostas. Posteriormente, buscamos observar com mais rigor as possíveis ideias emergentes do *corpus*. Com base nas mensagens obtidas criamos um texto em que expressamos e organizamos as principais ideias dos professores sobre o tema energia. A partir desse texto buscamos obter padrões para criar categorias e realizar inferências, e finalmente discutir os resultados com base na literatura pertinente.

Resultados e discussão

Em relação ao conceito de energia, observamos uma predominância de concepções relacionadas com a capacidade de gerar ação ou movimento, energia como calor ou movimento de partículas submicroscópicas, visão utilitária de energia ou força propulsora necessária para realização de algum processo, e materialização de energia, como passível de estocagem. A seguir destacamos alguns trechos das respostas dos professores, como forma de ilustrar respectivamente cada categoria supracitada:

“O conceito está relacionado com a capacidade de produção, ação/movimento e pode ser aplicado em vários conteúdos.” (PQ1 - Concepção de energia como capacidade de gerar movimento)

“É aquilo capaz de gerar um trabalho, um movimento em outro corpo.” (PB9- concepção de energia como capacidade de gerar movimento)

“(...) ela é a capacidade de realizar qualquer tipo de trabalho.” (PQ6 - Concepção de energia como capacidade de gerar movimento)

“(…) ela está relacionada à quantidade de calor, movimento das moléculas, fluxo de elétrons...” (PQ4 - Concepção de energia relacionada a calor ou movimento de partículas submicroscópicas)

“Unidade necessária para desempenho de funções, uma força propulsora. ” (PB6 - Visão utilitária de energia)

“Na biologia energia está em forma de ATP. ” (PB10 - Materialização da energia)

Essas concepções vão ao encontro de algumas concepções de alunos do ensino médio, já descritas na literatura, (DRIVER et al., 1994; PACCA e HENRIQUE, 1994) corroborando para uma sobreposição de concepções alternativas entre alunos e professores. A ideia predominante de energia como capacidade de movimento, pode estar muito associada à maneira como esse conceito é enfatizado na Física durante o ensino médio, podendo influenciar a construção do conceito durante toda formação acadêmica. Alguns participantes dessa pesquisa ainda complementaram suas respostas de modo a sinalizar para uma caracterização de energia dentro de limites disciplinares:

“(…) na química para que as reações aconteçam é necessária uma energia, assim como na biologia ao pensar nos processos metabólicos. ” Já na Física, este conceito está relacionado com a capacidade de realizar trabalho. (PQ1)

“Além das energias “físicas”: elétrica, solar, eólica, nuclear; conheço as energias “químicas” provindas de NADH e ATP. ” (PB6)

Essa tendência de modular o conceito e energia de acordo com a disciplina em que o conceito é tratado converge para as evidências mostradas por Optiz et al. (2017), em estudos com alunos no nível médio de ensino. Outro ponto que vale ressaltar é que em nenhuma das respostas dos professores foi observado, mesmo que implicitamente, algum aspecto referente à conservação e a dissipação da energia. Pelo contrário, a ideia de criadouro de energia em contraste à sua conservação, pode ser evidenciada na proposição a seguir:

“(…) podemos pensar na energia que um organismo é capaz de adquirir, gerar e utilizar (...)” (PB7)

Em relação às concepções acerca de calor, trabalho e energia, encontramos uma emergência mais homogênea desses conceitos expressos nas respostas dos professores. A maioria dos professores pesquisados conceberam calor como uma forma de energia relacionada a movimentos moleculares e como forma de energia produzida principalmente em reações químicas. Por outro lado, eles não propuseram trabalho como uma forma de energia e sim como uma consequência ou efeito da utilização da energia. A concepção de trabalho também foi relacionada com o deslocamento de massas. Quanto à energia interna, foram apresentadas diversas repostas relacionadas principalmente à capacidade de formação de novas substâncias e a soma de todas as energias do sistema. Ressaltamos que não identificamos a inter-relação entre trabalho, calor e energia interna em nenhuma das respostas, correlação recorrentemente feita na Química, principalmente na proposição matemática da primeira lei da Termodinâmica. A seguir algumas repostas que evidenciam os aspectos que destacamos:

“Calor é a energia que está sendo produzida ou liberada no sistema. Trabalho é a relação entre força e deslocamento. Energia interna é a soma de todas energias contidas no sistema. ” (PQ1)

“Trabalho é a movimentação das massas utilizando energia. Calor é o movimento de elétrons ao redor dos átomos em pequena escala, ou em grande escala, a matéria em movimento pode gerar calor. ” (PB7)

“Trabalho é a ação gerada pelo uso de energia. Calor energia produzida pela

agitação de moléculas. Energia interna que se transforma em outros tipos de energia.” (PB11)

Apesar de algumas inconsistências na resposta do professor PB7, podemos inferir que ele menciona o aspecto dissipativo da energia, quando afirma que o movimento da matéria pode gerar calor. Notamos em outras respostas, principalmente de professores de Biologia, uma dificuldade em definir energia interna. Esse conceito é muito estudado dentro do contexto da Física Química, no estudo dos gases, e pouco discutido no ensino de Biologia. Esse revés também pode estar ligado à dificuldade apontada por Optiz et al. (2017) em relacionar a primeira lei da Termodinâmica com o fluxo energético em sistemas biológicos, já que a conservação da energia que trata a primeira lei é muitas vezes expressa com base na variação nula da energia interna de um sistema isolado. Pela análise das respostas dos professores é plausível a comparação da forma como os professores expressaram esses conceitos, com algumas concepções de alunos, destacadas na literatura (DRIVER et al., 1994; Optiz et al., 2017; PACCA e HENRIQUE, 1994).

Pela análise das questões anteriores notamos alguns matizes de possível diferenciação disciplinar do conceito de energia, que são corroboradas com a análise da questão iii). Cerca de 77% dos professores sinalizaram que apesar do conceito de energia ser tratado de maneira diferente nas ciências da natureza, a sua base conceitual é a mesma, independente do domínio disciplinar. Existindo, portanto, formas de energia diferentes que podem ser tratadas de maneiras peculiares dependendo da disciplina em que o conceito é abordado. Porém, todas são explicadas sob um mesmo embasamento teórico. Essa visão da maioria dos professores pode ser explorada e usada para favorecer uma abordagem integrada ou interdisciplinar entre Química, Física e Biologia, como salientado por Morais (2015).

A respeito da capacidade dos professores em identificarem os aspectos inerentes à energia observamos que das quinze situações/processos apresentadas aos professores no questionário, o aspecto de conservação da energia foi pouco identificado pelos professores, apresentando uma frequência média em 6,6% das situações. Uma frequência relativamente baixa, tendo em vista que em todas as situações/processos descritos, a energia é conservada. Quando analisamos a questão dentro do universo dos professores de Biologia, essa frequência cai para 1,9% contra 12,2 % entre os professores de Química. Essa informação também corrobora com o revés observado em outros estudos, a respeito da dificuldade em compreender a primeira lei da Termodinâmica no âmbito disciplinar da Biologia (OPTIZ et al, 2017). Por outro lado, o aspecto dissipativo é reconhecido com uma frequência de 24,6%, sendo 18,8 % e 29,5% no universo dos professores de Química e Biologia respectivamente. A dissipação da energia foi reconhecida em 100% dos casos em processos que ficam evidente o desprendimento de calor e a presença do atrito, como por exemplo: Bolinha de ping pong quicando no chão até parar; jogador de futebol deslizando na grama e água sendo aquecida no chuveiro. No entanto, eles não reconheceram esse aspecto no fluxo de energia ao longo dos níveis tróficos da cadeia alimentar, situação em que o desprendimento de calor não é óbvio. Notamos também que todas essas situações foram reconhecidas pelos professores como pertinentes ao domínio da Física, evidenciando mais uma vez a possível compreensão disciplinar dos aspectos energéticos, de forma que, tanto os aspectos conservativos quanto dissipativos, são pouco reconhecidos em situações identificadas pelos próprios professores como pertencentes aos domínios disciplinares da Biologia e Química. Com relação à transferência e transformação de energia, os participantes não apresentaram dificuldades em reconhecer esses aspectos nas situações propostas no questionário. Quando questionados sobre a espontaneidade dos processos, o dado mais relevante foi que nenhum professor identificou a energia livre de Gibbs como parâmetro de espontaneidade. Evidenciando a dificuldade na compreensão desse conceito, como destacado por Carson & Watson, (2002). A Entalpia foi o parâmetro de

espontaneidade mais recorrente nas respostas, principalmente entre os professores de Química. Talvez devido à abordagem recorrentemente tratada em materiais didáticos que generalizaram as reações exotérmicas como espontâneas, reforçando dessa maneira, a variação de Entalpia do sistema como parâmetro de espontaneidade, omitindo as contribuições entrópicas e, portanto, a variação de energia livre de Gibbs do sistema.

Considerações finais

É notável que muitos dos dados obtidos nesse estudo são compatíveis com estudos anteriores relacionados ao ensino médio. Dessa forma, compreendemos que uma abordagem mais sólida dos aspectos energéticos na educação básica, passa pela melhoria da formação inicial e continuada dos professores de ciências. Entendemos que há uma necessidade emergente de novas propostas de ensino alicerçadas em uma abordagem energética contextualizada e integrada entre as ciências, evitando diferenciações disciplinares e colaborando com uma melhor compreensão desses conceitos em acordo com as leis da Termodinâmica.

Referências

- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2011. 280 p.
- CARSON, E. M.; WATSON, J. R. **Undergraduate students' understandings of entropy and Gibbs free University**. Chemistry Education n. 6, 2002, P. 4-12.
- DRIVER, R. et al. **Making sense of secondary science Research into children's ideas** New York: Routledge. New York: Routledge, 1994.
- MILLAR, R. **Teaching about energy**. York, UK: University of York, Department of Educational Studies, 2005.
- MORAIS, M. B.; MAIA, P.F.; Energia além dos Limites: Aspectos Cognitivos e Metacognitivos de um Ensino Interdisciplinar. In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2015, Águas de Lindóia. **Anais do X ENPEC**, 2015
- NETO, J.E.S.; AMARAL, E. M. R. Uma Proposta para o Perfil Conceitual de Energia nos Contextos do Ensino da Física e da Química. In: XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2017, Florianópolis. **Anais do XI ENPEC**, 2017
- OPTIZ, S.T; NEUMANN, K.; BERNHOLT, S.; HARMS, U. **How Do Students Understand Energy in Biology, Chemistry, and Physics? Development and validation of an assessment instrument**. EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology Education v.13, n.7, 2017.
- PACCA, J. L. A.; HENRIQUE, K. F. **Dificultades y estrategias para la enseñanza del concepto de energía**. Enseñanza de las ciencias, v.22, n.1, p. 159-166, 2004.