



ANÁLISE EPISTEMOLÓGICA NA APRESENTAÇÃO DO PRINCÍPIO DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA MECÂNICA EM PERIÓDICOS DE ENSINO DE CIÊNCIAS: UMA REVISÃO DA LITERATURA

Anna Julya Santos de Oliveira¹, Alexandre Campos²

RESUMO

O objetivo do trabalho é apresentar algumas considerações acerca da abordagem epistemológica, presente em artigos que discutem aspectos do Princípio de Conservação de Energia Mecânica (PCEM). A pesquisa foi realizada no âmbito de iniciação científica, por uma aluna do segundo/terceiro período do curso de Graduação em Licenciatura em Física da Universidade Federal de Campina Grande (UFCEG). A pergunta que se pretendia responder era: *Será (e como será) que especialistas em Ensino de Física apresentam alguma consideração epistemológica em seus artigos ao tratarem do PCEM?* Por se tratar de trabalho de iniciação científica realizada por aluna iniciante, foi adotada a seguinte delimitação na busca dos artigos: (a) artigos publicados em periódicos Qualis A1 e Qualis A2 de Ensino de Ciências em língua portuguesa; (b) artigos publicados nos últimos 10 anos. A metodologia consistiu em: (1) identificar os periódicos de Ensino de Ciências em Língua Portuguesa de Qualis A1 e Qualis A2; (2) identificar os trabalhos no qual o PCEM estava sendo discutido; (3) separar todos os artigos encontrados; (4) analisar, segundo a epistemologia bachelardiana, se e como havia alguma construção lógica na apresentação do PCEM. A busca resultou em apenas 3 artigos, publicados em 2 periódicos diferentes. A análise realizada aponta que em nenhum artigo houve consideração epistemológica.

Palavras-chave: Princípio de Conservação de Energia Mecânica, Epistemologia, Ensino de Física, Didática das Ciências.

¹Aluno do Curso de Graduação em Licenciatura em Física, da Unidade Acadêmica de Física (UAF), UFCEG, Campina Grande, PB, e-mail: annajulyatso@gmail.com

²Doutor, Professor de Ensino de Física, Unidade Acadêmica de Física (UAF), UFCEG, Campina Grande, PB, e-mail: alexandre.campos@df.ufcg.edu.br

EPISTEMOLOGICAL ANALYSIS IN PRESENTATION OF THE MECHANICAL ENERGY CONSERVATION PRINCIPLE IN SCIENCE TEACHING PERIODICS: A LITERATURE REVIEW

ABSTRACT

The aim of this paper is to present some considerations about the epistemological approach, present in articles that discuss aspects of the Mechanical Energy Conservation Principle (PCEM). The research was conducted within the scope of scientific initiation by a student of the second / third period of the undergraduate degree in Physics at the Federal University of Campina Grande (UFCG). The question that was intended to be answered was: Will (and how will) specialists in physics teaching have any epistemological consideration in their articles when dealing with PCEM? As it is a work of scientific initiation performed by a novice student, the following delimitation was adopted in the search for the articles: (a) articles published in journals Qualis A1 and Qualis A2 of Science Teaching in Portuguese; (b) articles published in the last 10 years. The methodology consisted of: (1) identifying the Portuguese Language Science Teaching journals of Qualis A1 and Qualis A2; (2) identify the works in which the PCEM was being discussed; (3) separate all found articles; (4) analyze, according to the Bachelardian epistemology, if and how there was any logical construction in the presentation of PCEM. The search resulted in only 3 articles, published in 2 different journals. The analysis shows that in no article was there epistemological consideration.

Keywords: Principle of Conservation of Mechanical Energy, Epistemology, Physics Teaching, Didactics of Sciences.

INTRODUÇÃO

A importância da experimentação para o conhecimento científico é indiscutível. As descobertas em óptica, realizadas por Newton (1642-1727), os trabalhos sobre oxidação de Priestley (1733-1804) e Lavoisier (1743-1794) e as observações sobre o desenvolvimento dos vasos sanguíneos do frango, realizadas por Caspar Friedrich Wolff (1733-1794), são exemplos de experiências cujo impacto para o desenvolvimento do conhecimento científico é indiscutível. Para este ponto de vista, um observador menos atento iria além, ao crer que o corpo teórico-conceitual científico se origina na experiência.

Se, por um lado, há conhecimentos teóricos que se originam na experiência; por outro, há experiências realizadas a partir da teoria. Assim, um observador mais atento chamaria atenção também para aspectos da construção analítica do conhecimento científico. Deste ponto de vista, afirmariam que enquanto há conhecimentos teóricos que se originam em experimentos, há também experiências e observações que são realizadas a partir de dados da teoria. Alguns Filósofos da Ciência chamam atenção para esta dependência biunívoca entre experiência e teoria.

Gaston Bachelard (1978) chama atenção para o fato dos diferentes perfis epistemológicos dos conceitos. O exemplo utilizado por ele para a massa negativa, no perfil ultra racional, é um aspecto teórico que daria conta de explicar outros perfis, incluindo o empírico, e que por ser teórico prevê sua comprovação empírica num momento posterior.

Mario Bunge (2000), ao tratar a relação entre teoria e realidade discute a presença dos modelos para o desenvolvimento científico. Segundo Bunge, a elaboração de modelos é própria do fazer ciência, seja a partir dos dados coletados empiricamente, seja a partir do conjunto de informações existentes nas redes teóricas.

Gilles Gaston-Granger (1994) discute de que maneira o conhecimento analítico é engendrado a partir da experiência. Granger chama atenção para o papel que a linguagem desempenha ao permitir a articulação e operacionalização de significados e símbolos. Dessas articulações seria possível perceber novas realidades e essas novas realidades seriam passíveis, ou não, de comprovação empírica.

Afirmar que aqueles que desenvolvem ciência conhecem o caminho de mão dupla estabelecido entre o desenvolvimento do conhecimento experimental e o do conhecimento analítico não é necessário. De forma parecida, também é do conhecimento daqueles que se preocupam com o Ensino de Ciências que o desenvolvimento científico se vale ora de construções empíricas, ora de construções analíticas.

É de se esperar, portanto, que tanto no Ensino de Ciências, quanto nas pesquisas em Ensino de Ciências, haja um cuidado epistemológico com o corpo de conhecimentos construídos empiricamente e com o corpo de conhecimentos construídos analiticamente. Este cuidado deveria contemplar aspectos didático-pedagógicos diferenciados para os diferentes perfis conceituais.

Tendo em mente estas considerações iniciais, podemos perguntar: O tratamento metodológico dados aos conceitos, seja nos materiais de Ensino de Ciências, seja nas pesquisas em Ensino de Ciências, contemplam tratamento epistemológico diferenciado aos conceitos empíricos e aos conceitos analíticos? É no sentido de buscar indícios para responder esta pergunta que este projeto de pesquisa se colocou.

MATERIAIS E MÉTODOS (OU METODOLOGIA)

O fato de o projeto tratar do Princípio da Conservação de Energia Mecânica obrigou em primeiro momento, a que se entendesse o significado da natureza da energia, enquanto quantidade que se conserva nas transformações. Assim, as primeiras reuniões foram dedicadas à leitura de textos no sentido de se buscar tal compreensão. Nesse sentido, o professor orientador nos dará textos que foram discutidos nas reuniões de orientação. Foram lidos e discutidos os seguintes textos:

- *O que é energia?* (Feynman, 2009, seção 4-1)
- *A conservação de energia como exemplo da descoberta simultânea* (Kuhn, 2009, pp. 89-126)
- *Between Physics and Metaphysics* (Bunge, 2000)
- *Dicionário de Filosofia* (Fontes, 1998, pp. 164-168)
- *A filosofia do não* (Bachelard, 1978)

A partir dessa compreensão inicial, o orientador nos deu a tabela Qualis, triênio 2016-2019. Explicou seu significado, sua organização e pediu para que

fossem separados os periódicos em língua portuguesa A1 e A2. Foram separados periódicos em planilhas diferentes e destacados os de Língua Portuguesa.

Após essas etapas, foram trabalhadas as revistas do A1, identificando seu escopo para que fossem apenas do Ensino de Ciências da Natureza e Ensino da Matemática. Foram encontradas 145 revistas do estrato A1. Procurando as páginas/site de cada uma delas, lemos seus escopos para publicação. Das 145 revistas do estrato A1, apenas 4 pertenciam a área proposta.

Daí, foram procurados todos os artigos sobre conservação de energia dos últimos 10 anos e, especificamente, de energia mecânica. Os artigos encontrados foram separados, organizados em pastas num arquivo compartilhado. A partir desse momento foram realizadas leituras orientadas dos artigos encontrados, analisando a possível abordagem epistemológica de cada um.

Foram encontrados e analisados os seguintes artigos Qualis:

Qualis A1 e A2

Qualis	Estrato	Periódico	Título	no
Qualis	A1	Revista de Ensino de Física de Brasileira	Análise newtoniana de um sistema mecânico com uma força dependente da velocidade e a existência de condições para a conservação de energia. Publicação: Revista Brasileira de Ensino de Física	014
	A2	Investigação em Ensino Ciências	Aprendizagem significativa na EJA: Uma análise da evolução conceitual a partir de uma intervenção didática com a temática energia.	014
			Função estética dos signos artísticos para promover processos discursivos em sala de aula: uma aplicação durante o ensino do conceito de energia mecânica	014

O que é, portanto, energia?

Para compreender o conceito de energia, bem no início do projeto, lemos e discutimos textos que apresentaram o significado do conceito em algumas perspectivas¹. Nesse sentido, foi possível compreender o conceito de energia mecânica de acordo com sua natureza, e de acordo com sua função. Também foi

possível compreender possíveis implicações didáticas e implicações psicológicas (aprendizagem).

DESENVOLVIMENTO

Resumo criterioso dos artigos

Artigo Qualis A1

- **Análise newtoniana de um sistema mecânico com uma força dependente da velocidade e a existência de condições para a conservação de energia. Publicação: Revista Brasileira de Ensino de Física**

O artigo foi realizado na Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, e publicado em 06 de fevereiro de 2014, com o objetivo de mostrar que a teoria newtoniana pode ser aplicada na física moderna aplicando-se algumas alterações. Sua discussão é teórica com aplicação do cálculo diferencial e coordenadas esféricas e sua metodologia se baseia na demonstração através de operacionalização matemática, não apresentando referencial teórico.

Tendo observado que a pergunta do artigo é: “Tem como usar a teoria newtoniana na Física de ponta?”. Nota-se que é uma discussão voltada para o ensino superior, pois, o recurso matemático utilizado está além da matemática vista no ensino básico. O conceito de energia mecânica que aparece no artigo não é explicado, pois, para o autor todos subentendem o que é. E por fim, o texto não tem uma função didática, mas sim expositiva da ideia proposta.

Artigos Qualis A2

- **Aprendizagem significativa na EJA: Uma análise da evolução conceitual a partir de uma intervenção didática com a temática energia. Publicação: Investigação em Ensino de Ciências - V19(2), 2014**

O artigo foi realizado na Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, no ano de 2014 com o seguinte objetivo: Uma discussão da importância do tema Transversal Energia, bem como os referenciais das teorias da aprendizagem para justificar a evolução conceitual obtida pelos estudantes. Possui uma discussão teórica e prática e na sua metodologia faz uma descrição da construção das atividades significativas, seguindo 4 passos:

O primeiro, questionário investigativo; o segundo, construção dos materiais didáticos; o terceiro, revisão literária das apostilas sobre energia; e o quarto, criar o próprio material.

Seu referencial teórico é baseado nas ideias dos autores Vygotsky, Freire e Ausubel, e sua discussão é voltada para o ensino superior sobre o ensino em EJA. Tendo em vista que a pergunta do artigo é: “Estratégias didáticas baseadas na aprendizagem significativa e na atividade interdisciplinar do professor promovem uma evolução conceitual, a partir do tema energia no EJA?” Em relação ao conceito de energia mecânica, o autor não apresenta um tratamento e uma discussão epistemológica para introduzir o conceito de energia. Também não distingue o conceito de energia enquanto sua natureza e função.

- **Função estética dos signos artísticos para promover processos discursivos em sala de aula: uma aplicação durante o ensino do conceito de energia mecânica**

O artigo foi publicado em 2014 pela revista *Investigações em Ensino de Ciência*. Tendo como referencial teórico as ideias de signo baseada em Vygotsky e a teoria de aprendizagem significativa, ele tem como intenção se valer de uma obra artística para problematizar o princípio de conservação de energia mecânica e, principalmente, propiciar aspectos dialógicos entre os alunos. A metodologia é baseada em primeiramente, explicar o conceito de energia mecânica e logo após, utilizar o quadro *Queda d’Água* do artista Escher para problematizar o que foi aprendido, assim gerando uma discussão sobre o tema e levantamento das concepções dos alunos.

Percebe-se, ao final, que o envolvimento dos alunos é maior quando se utilizar a obra de Escher, assim possibilitando um melhor desempenho da aula. Porém, esse artigo não apresenta o conceito de energia numa visão epistemológica.

RESULTADOS E DISCUSSÕES/CONCLUSÕES

Na investigação foram localizadas, apenas no estrato A1 *Qualis*, 145 periódicos, em língua portuguesa, publicados no Brasil, da área de Ensino. Lendo o escopo de todos os periódicos, chegou ao total de 4 revistas que publicavam em *Ensino de Ciências e Matemática*. Com relação ao estrato A2 se chegou a quase 200 periódicos da área de Ensino. A partir daí, a atenção foi voltada para esses periódicos, nos últimos 10 anos, que trataram de alguma forma do princípio de conservação da energia mecânica. A seguir, tabulamos os artigos, considerando o periódico e o estrato (**tabela 1**).

Es		Pe	Título	no
trato		riódico		
Qualis	A1	Revista de Física Brasileira	Análise newtoniana de um sistema mecânico com uma força dependente da velocidade e a existência de condições para a conservação de energia. Publicação: Revista Brasileira de Ensino de Física	014
	A2	Investigação em Ensino de Ciências	Aprendizagem significativa na EJA: Uma análise da evolução conceitual a partir de uma intervenção didática com a temática energia.	014
			Função estética dos signos artísticos para promover processos discursivos em sala de aula: uma aplicação durante o ensino do conceito de energia mecânica	014

Tabela 1 – Trabalhos publicados nos periódicos de Ensino de Ciências tratando do princípio de conservação de energia mecânica

Esta tabela apresenta os artigos publicados que apresentam o princípio de conservação de energia nos últimos 10 anos. O que mais chama atenção é o fato de haver apenas 3 artigos publicados³. Outro ponto que também merece destaque é o fato de que, ao analisar como o conceito de energia e o princípio de conservação era apresentado, não foi encontrado nenhuma consideração nem no que diz respeito ao seu aspecto ontológico, nem no que diz respeito ao seu aspecto epistemológico⁴.

O primeiro artigo trata de demonstrar como a teoria newtoniana pode ser adaptada ao ponto de ser aplicada na física moderna. O autor se vale da operacionalização matemática, através do cálculo diferencial e de coordenadas esféricas. Neste caso, o conceito de energia mecânica não serve apenas de ferramenta e não nenhuma consideração seja ao aspecto ontológico, seja ao aspecto epistemológico, seja ao aspecto utilitarista.

O segundo artigo discute energia não como conceito, mas como tema transversal. Nessa perspectiva desenvolve materiais didáticos para verificar a aprendizagem antes e após o uso do material para o EJA. Assim, os autores

³ Vale destacar que no momento da elaboração do projeto, em junho/2019, a pesquisa se encontrava em sua fase final.

⁴ Não era nosso interesse, ao propor o projeto PIVIC 2018/19, investigar o aspecto utilitarista.

elaboram questionários e buscam aporte teórico em Vygotsky, Freire e Ausubel. Neste artigo também não há nenhum tratamento epistemológico no que diz respeito ao conceito de energia mecânica.

O terceiro artigo se vale de uma obra de Escher para discutir a impossibilidade do movimento perpétuo e, assim, problematizar o princípio de conservação de energia mecânica. O autor justifica a escolha pelo quadro a partir das ideias de signo em Vygotsky. Ao final, conclui-se que o envolvimento dos alunos é maior quando se utiliza a obra de Escher. Porém, o artigo não apresenta o conceito de energia numa perspectiva epistemológica.

Como se percebe, os trabalhos publicados por especialistas, nos últimos anos, sugerem pouco cuidado com as considerações epistemológica, ontológica e utilitarista na apresentação do conceito de energia e de seu princípio de conservação. Por outro lado, o conceito de energia é apresentado como conceito de primeira ordem, cuja abordagem é muito parecida com a utilizada quando se apresenta a queda livre. No entanto, enquanto a queda livre é um fenômeno e sua estrutura matemática é de primeira ordem, o mesmo não se pode dizer do conceito de energia que é uma simetria na qual sua estrutura matemática é de segunda ordem. Portanto, o que se percebeu, ao final do projeto que a pergunta de pesquisa não pode ser respondida com o recorte estabelecido (Qualis A1, A2; últimos 10 anos).

AGRADECIMENTOS

PIVIC/UFMG

REFERÊNCIAS

BACHELARD, G. **A Filosofia do Não**. Trad. Joaquim José Moura Ramos. São Paulo: Abril Cultural, 1978. (Coleção Os Pensadores).

BARBOSA, J. P. V.; BORGES, A. T. O Entendimento dos Estudantes sobre energia no Início do Ensino Médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 182-217, 2006.

BUNGE, M. Energy: Between Physics and Metaphysics. **Science and Education**, Nova Iorque, v. 9, p. 457-461, 2000.

FEYNMAN, R. P.; LEIGHTON, R. B.; SANDS, M. **Leituras de Física de Feynman**. (vol. 1). Reimpressão. Tradução de Adriana Válio Roque da Silva. Porto Alegre: Bookman, 2009.

GOMES, A. T.; GARCIA, I. G. Aprendizagem significativa na EJA: uma análise da evolução conceitual a partir de uma intervenção didática com a temática energética. **Investigação em Ensino de Ciências**, Rio Grande do Sul, v. 19, n. 2, PP. 289-321, 2014.

KUHN, T. S. **A Tensão Essencial**: estudos selecionados sobre tradição e mudança científica. Trad. de Marcelo Amaral Penna-Forte. São Paulo: Editora Unesp, 2011. 405p. LEE, H.-S.; LIU, O. L. Assessing Learning Progression of Energy Concepts Across Middle School Grades: The knowledge Integration Perspective. *Science Education*, Nova Jersey, v. 94, n. 4, p. 665-688, 2010.

LABURÚ, C. E.; NARDI, R.; ZÔMPERO, A. de F. Função estética dos signos artísticos para promover processos discursivos em sala de aula: uma aplicação durante o ensino do conceito de energia mecânica. **Investigação em Ensino de Ciências**, Paraná, v. 19, n. 2, PP. 451-463, 2014.

SAMPAIO, R. V.; FRACALOSSO, R.; OLIVEIRA, A. M. Análise newtoniana de um sistema mecânico com uma força dependente da velocidade e a existência de condições para a conservação de energia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Espírito Santo, v. 36, n. 1, 2014.