



Pesquisa em Ensino de Física

Sabrina Passoni Maravieski
(Organizadora)

Atena
Editora

Ano 2019

Sabrina Passoni Maravieski

(Organizadora)

Pesquisa em Ensino de Física

Atena Editora

2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Geraldo Alves

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

P474 Pesquisa em ensino de física [recurso eletrônico] / Organizadora Sabrina Passoni Maravieski. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Pesquisa em Ensino de Física; v. 1)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-209-8

DOI 10.22533/at.ed.098192803

1. Física – Estudo e ensino. 2. Física – Pesquisa – Estudo de casos. 3. Professores de física – Formação. I. Maravieski, Sabrina Passoni. II. Série.

CDD 530.07

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “Pesquisa em Ensino de Física” pertence a uma série de livros publicados pela Editora Atena, e neste 1º volume, composto de 19 capítulos, apresenta uma diversidade de estudos realizados sobre a prática do docente no ensino-aprendizagem da disciplina de Física no Ensino Médio.

Com a introdução dos PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio em 1999, a presença do conhecimento da Física no Ensino Médio ganhou um novo sentido e tem como objetivo formar um cidadão contemporâneo e atuante na sociedade, pois a Física, lhe proporciona conhecimento para compreender, intervir e participar da realidade; independente de sua formação posterior ao Ensino Médio.

De acordo com os PCNEM, destacamos nesta obra, 4 áreas temáticas: Calor, Hidrostática e Óptica; Cinemática, Mecânica e Gravitação; Eletricidade e Magnetismo e Energia e Princípios de Conservação.

Desta forma, algumas pesquisas aqui apresentadas, dentro das referidas áreas temáticas, procuram investigar ou orientar os docentes e os futuros docentes dos Cursos de Licenciatura em Física e Ciências Naturais, bem como avaliar e propor melhorias na utilização dos livros didáticos, como por exemplo, no âmbito CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente); além de práticas docentes que almejam o cumprimento dos PCNEM no planejamento do docente.

Quando alusivo ao âmbito ensino-aprendizagem, devemos de imediato, pensar nas diversas teorias metodológicas e nos diversos recursos didáticos que podemos adotar em sala de aula, incluindo as atuais tecnologias. Neste sentido, esta obra, tem como objetivo principal oferecer contribuições na formação continuada, bem como, na autoanálise da prática docente, resultando assim, em uma aprendizagem significativa dos estudantes de Ensino Médio. Neste sentido, o docente poderá implementá-las, valorizando ainda mais a sua prática em sala de aula.

Além disso, a obra se destaca como uma fonte de pesquisa diversificada para pesquisadores em Ensino de Física, visto que, quando mais disseminamos o conhecimento científico de uma área, mais esta área se desenvolve e capacita-se a ser aprimorada e efetivada. Pois, nós pesquisadores, necessitamos conhecer o que está sendo desenvolvido dentro da esfera de interesse para que possamos intervir no seu aspecto funcional visando melhorias na respectiva área.

Dentro desta perspectiva, na área de Calor, Hidrostática e Óptica apresentamos um estudo que avalia o método dedutivo da equação de Gauss da óptica geométrica aplicados à formação de imagem em espelhos esféricos, contemplados em diferentes livros-texto utilizados nos cursos de Licenciatura em Física (capítulo 1). Outro estudo apresenta o uso de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) na abordagem de conceitos relacionados ao Princípio de Arquimedes em um curso de Ciências da Natureza - Licenciatura. O estudo teve como base as ideias de Gardner em relação à Teoria das Múltiplas Inteligências, de Ausubel sobre a Aprendizagem Significativa e de

Peters, Costa, Oliveira entre outros, em relação ao uso das TIC no Ensino (capítulo 2). No estudo do calor, os autores avaliaram a produção de professores em um curso de atualização sobre “Tecnologias Digitais Ampliando o uso de Metodologias Participativas e Metacognitivas em Ciências Naturais” (capítulo 3).

Na área temática: Cinemática, Mecânica e Gravitação, as metodologias e recursos apresentaram-se diversificadas. O capítulo 4, relata um experimento de colisão unidimensional em um trilho de ar utilizando sensores e o software livre CvMob para a vídeo-análise, cuja função foi a obtenção de medidas contínuas de corpos em movimento. Os resultados apontaram que o recurso utilizado foi preciso e de baixo custo para experimentação em Física, principalmente, no que diz respeito à análise do movimento de objetos. Outro estudo utilizando este mesmo tipo de recurso, com a finalidade de potencializar o ensino aprendizagem da física e da matemática, os autores utilizaram um software de vídeo-análise Tracker no estudo de lançamento oblíquo. Neste os estudantes tiveram a oportunidade de verificar a influência das condições ambientais, descartadas nos enunciados dessas questões, e ampliar a descrição matemática através de gráficos e análise de vetores, fatores que não seriam explorados nesses exercícios sem o recurso computacional. Com a ferramenta os estudantes também conseguiram desenvolver críticas aos exercícios selecionados a partir de comparações com os enunciados e os dados experimentais (capítulo 12). No capítulo 5, os autores apresentaram uma atividade experimental investigativa sobre as marés atmosféricas, comparando esse fenômeno com as marés oceânicas. Onde, para a detecção das oscilações barométricas foi possível fazer uso da placa Arduino com sensores de pressão barométrica e temperatura. Já no capítulo 10, o leitor irá se deparar com outro estudo que utiliza o Arduino como recurso o qual substitui os tradicionais kits. No entanto, neste caso, fez uso do sensor LDR para determinar a posição em diversos experimentos para o ensino-aprendizagem da Física para o Ensino Médio, mostrando-se uma alternativa eficaz e de baixo custo. Outro estudo abordou a eficácia do uso do software Solar System Scope para dispositivos móveis no ensino-aprendizagem da Física no Estudo das Leis de Kepler (capítulo 6). Na proposta apoiada na história, Filosofia e Epistemologia da Ciência os autores apresentam as contribuições de Ptolomeu para a evolução do modelo geocêntrico do Sistema Solar (capítulo 7). Outra proposta pautada na construção do conhecimento por meio da experimentação pode ser verificada no capítulo 11, onde alunos de Licenciatura em Ciências Naturais tiveram contato com: a historiografia do aeromodelismo, montagem de um modelo aéreo e matematização dos conceitos (terceiro momento) em formato de oficina, mostrando a importância destas etapas no ensino-aprendizagem. No âmbito, experimentos de física em sala de aula utilizando recursos didáticos do cotidiano; o capítulo 8 tratou de uma atividade experimental realizada em uma classe de Jovens e Adultos (EJA) com carrinhos de fricção para determinar a velocidade média deste. No estudo sobre a deformação sofrida por molas, foram realizadas atividades investigativas

e de experimentação, fundamentadas na teoria cognitiva de aprendizagem utilizando o conhecimento prévio de alunos do Ensino Médio; possibilitando a discussão de conceitos estatísticos, métodos de medição e unidades de medidas (capítulo 9).

Na área temática de Eletricidade e Magnetismo o leitor irá se deparar com 4 capítulos os quais mostram uma preocupação em investigação inicial dos alunos, sequencias didáticas, experimentos de baixo custo e utilização de softwares. O primeiro (capítulo 13), os autores investigaram as diferentes situações didáticas, pertencentes ao campo conceitual da eletrodinâmica, que são propostas aos alunos nas atividades (exercícios, problemas e testes) dos livros didáticos de Física aprovados no PNLD 2012. O fundamento teórico basilar desta investigação foi a Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud e tomou como base a ideia defendida pelo autor de que um conceito não se constrói ou aprende com o uso de um só tipo de situação. No capítulo seguinte (14), os autores apresentaram uma sequência didática relacionada ao tema eletricidade por meio da metodologia interativa e investigativa utilizando como recurso didáticos e tecnológicos, exercícios de apostilas de vestibular, a plataforma google forms e simuladores PhET. A sequência didática foi dividida em: a) pré-teste, b) conteúdo digital (utilizando roteiro e kit de circuito Elétrico DC), c) sistematização do conhecimento (lista de exercícios) e d) avaliação para verificação da aprendizagem. Para o estudo conceitual de algumas grandezas físicas, bem como de algumas Leis em eletricidade e magnetismo. No capítulo 15, os autores, descreveram experiências construídas e realizadas com materiais de baixo custo e de fácil aquisição para alunos do Ensino Médio. No capítulo 16, os autores também apresentaram uma sequencia didática com aplicação do simulador PhET, mas com a abordagem POE (predizer, observar e explicar) e da teoria de múltímodos e múltiplas representações. Neste caso, o estudo buscou a correlação das variáveis motivacionais no ensino-aprendizagem de eletricidade e magnetismo para alunos de graduação em Engenharia de uma instituição particular.

Ao leitor, que esta obra, contribua para sua prática em sala de aula, fazendo desta um espaço de relação entre a tríade: professor-alunos-conhecimento.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata diversas pesquisas em ensino de Física e Ciências Naturais, valorizando a prática do docente, os agradecimentos dos Organizadores e da Atena Editora.

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes, professores e pesquisadores na constante busca de novas metodologias de ensino-aprendizagem, tecnologias e recursos didáticos, promovendo a melhoria na educação do nosso país.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
DEDUÇÃO DA CONVENÇÃO DE SINAL DA EQUAÇÃO DE GAUSS PARA ESPELHOS ESFÉRICOS	
<i>Niels Fontes Lima</i> <i>Rodrigo Oliveira Magalhães</i>	
DOI 10.22533/at.ed.0981928031	
CAPÍTULO 2	12
ESTUDO DE CONCEITOS DO PRINCÍPIO DE ARQUIMEDES COM USO DE AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM	
<i>Diovana Santos dos Santos Habermann</i> <i>Franciele Braz de Oliveira Coelho</i>	
DOI 10.22533/at.ed.0981928032	
CAPÍTULO 3	29
METACOGNIÇÃO NO ENSINO PARTICIPATIVO: UMA ABORDAGEM PARA O ESTUDO DO CALOR	
<i>Clayton Ferreira dos Santos</i> <i>Kátia Regina Varela Roa</i> <i>Miriam Alves Dias Santana</i> <i>Vera B. Henriques</i>	
DOI 10.22533/at.ed.0981928033	
CAPÍTULO 4	39
ANÁLISE DE UM EXPERIMENTO DE COLISÃO UNIDIMENSIONAL USANDO SOFTWARE LIVRE CVMOB	
<i>Alexandro das Chagas de Sousa Nascimento</i> <i>Rodrigo Costa Veras</i> <i>Francisco Ronan Viana Araújo</i> <i>Itamar Vieira de Sousa Junior</i>	
DOI 10.22533/at.ed.0981928034	
CAPÍTULO 5	49
AS MARÉS ATMOSFÉRICAS A PARTIR DE UMA ATIVIDADE EXPERIMENTAL INVESTIGATIVA	
<i>Luiz Raimundo Moreira de Carvalho</i> <i>Helio Salim de Amorim</i>	
DOI 10.22533/at.ed.0981928035	
CAPÍTULO 6	59
AVALIAÇÃO DO USO DO APLICATIVO SOLAR SYSTEM SCOPE NO ENSINO DAS LEIS DE KEPLER	
<i>Adriano Alves de Araujo</i> <i>Harrison Luz dos Santos</i> <i>Gabryell Malcher Freire</i> <i>Fábio Andrade de Moura</i>	
DOI 10.22533/at.ed.0981928036	

CAPÍTULO 7	68
CONTRIBUIÇÃO DE PTOLOMEU PARA A EVOLUÇÃO DO MODELO GEOCÊNTRICO: PERSPECTIVAS HISTÓRICAS	
<i>Natalia Talita Corcetti</i> <i>Estéfano Vizconde Veraszto</i>	
DOI 10.22533/at.ed.0981928037	
CAPÍTULO 8	78
EXPERIMENTO COM CARRINHOS DE FRICÇÃO PARA TRATAR DE VELOCIDADE MÉDIA NO PRIMEIRO ANO/SÉRIE DO ENSINO MÉDIO	
<i>Arivaldo Lopes</i> <i>Marli Santana Pimentel Lopes</i>	
DOI 10.22533/at.ed.0981928038	
CAPÍTULO 9	86
MEDIÇÃO, EXPERIMENTAÇÃO E (RE)DESCOBERTA: UMA ATIVIDADE INVESTIGATIVA COM PESOS E MOLAS	
<i>Amsterdam de Jesus Souza Marques de Mendonça</i>	
DOI 10.22533/at.ed.0981928039	
CAPÍTULO 10	99
O USO DO LDR COMO SENSOR DE POSIÇÃO COM O ARDUINO PARA O ENSINO DE FÍSICA	
<i>Lázaro Luis de Lima Sousa</i> <i>Nayra Maria da Costa Lima</i> <i>Luciana Angélica da Silva Nunes</i> <i>Leonardo Augusto Casillo</i> <i>Andreia Paulino da Silva</i> <i>Rodolfo Felipe Medeiros Alves</i>	
DOI 10.22533/at.ed.09819280310	
CAPÍTULO 11	109
USANDO A MECÂNICA DE VOOS PARA FACILITAR O APRENDIZADO DE CONCEITOS DA MECÂNICA CLÁSSICA	
<i>Juliana Oliveira Costa</i> <i>Renan de Melo Alencar</i> <i>Bianca Pereira Almeida</i>	
DOI 10.22533/at.ed.09819280311	
CAPÍTULO 12	117
USO DE VIDEOANÁLISE PARA RESOLUÇÃO DE EXERCÍCIOS DE LANÇAMENTO OBLÍQUO	
<i>Gustavo Affonso de Paula</i> <i>Milton Alves Gonçalves Júnior</i>	
DOI 10.22533/at.ed.09819280312	

CAPÍTULO 13	126
A TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS DE VERGNAUD E O CAMPO CONCEITUAL DA ELETRODINÂMICA: AS DIFERENTES SITUAÇÕES PRESENTES NAS ATIVIDADES DOS LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA	
<i>Deivid Andrade Porto</i>	
<i>Tiago Ferraz Rodrigues</i>	
<i>Mariele Regina Pinheiro Gonçalves</i>	
<i>Marco Aurélio Clemente Gonçalves</i>	
DOI 10.22533/at.ed.09819280313	
CAPÍTULO 14	135
CIRCUITOS ELÉTRICOS- UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA UTILIZANDO RECURSOS TECNOLÓGICOS	
<i>Arthur Alexandre Magalhães</i>	
DOI 10.22533/at.ed.09819280314	
CAPÍTULO 15	154
EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO EM ELETRICIDADE E MAGNETISMO PARA O ENSINO MÉDIO	
<i>Alfredo Sotto Fernandes Jr</i>	
<i>Miguel Arcanjo-Filho</i>	
DOI 10.22533/at.ed.09819280315	
CAPÍTULO 16	163
MOTIVAÇÕES, SIMULAÇÕES E DESEMPENHO NO ENSINO DE ELETRICIDADE	
<i>Alcides Goya</i>	
<i>Patrícia Beneti de Oliveira</i>	
DOI 10.22533/at.ed.09819280316	
CAPÍTULO 17	173
O CONCEITO DE ENERGIA E TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	
<i>Geziane dos Santos Pereira</i>	
<i>Milton Souza Ribeiro Miltão</i>	
DOI 10.22533/at.ed.09819280317	
CAPÍTULO 18	191
ATIVIDADE EXPERIMENTAL CATIVANTE: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DO CONCEITO DE ENERGIA MECÂNICA E SUA CONSERVAÇÃO	
<i>Cleidson Santiago de Oliveira</i>	
<i>Mauro Vanderlei Amorim</i>	
<i>Elizabeth Machado Baptestini</i>	
DOI 10.22533/at.ed.09819280318	
CAPÍTULO 19	201
USO DE SIMULADORES COMPUTACIONAIS NO ENSINO DE ENERGIA E TRANSFORMAÇÕES ENERGÉTICAS PARA O 9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL	
<i>Alex Arouca Carvalho</i>	
<i>Júlio Akashi Hernandez</i>	
DOI 10.22533/at.ed.09819280319	
SOBRE A ORGANIZADORA	215

ATIVIDADE EXPERIMENTAL CATIVANTE: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DO CONCEITO DE ENERGIA MECÂNICA E SUA CONSERVAÇÃO

Cleudson Santiago de Oliveira

Instituto Federal de São Paulo, Diretoria Adjunta
Educativa
Capivari – SP

Mauro Vanderlei Amorim

Instituto Federal de São Paulo, Diretoria Adjunta
Educativa
Capivari – SP

Elizabeth Machado Baptistini

Instituto Federal de São Paulo, Diretoria Adjunta
Educativa
Capivari – SP

RESUMO: Ao preparar uma aula, o professor não pode ignorar que a ocorrência de aprendizagem pelos alunos depende, fundamentalmente, do quanto eles estão motivados e interessados dentro da sala de aula. Sabemos que obter e manter a atenção e o interesse dos estudantes não é uma tarefa muito simples, na verdade consiste num desafio para os professores e para a escola. Nesse sentido, as atividades experimentais têm um papel muito importante no processo de ensino-aprendizagem de Física, pois estimulam a motivação dos alunos levando-os a se engajarem na busca pela compreensão do conteúdo que está sendo abordado. Para tanto, as atividades devem ter um formato cativante, ou seja, serem potencialmente motivadoras. Caso contrário, elas estarão

fadadas a fracassar no seu propósito de levar os alunos a um comprometimento mais efetivo com a aprendizagem daquilo que se quer ensinar. Considerando os benefícios que as atividades experimentais podem proporcionar para os estudantes, em todos os níveis de ensino, este trabalho propõe uma atividade experimental, para discutir o conceito de energia mecânica e sua conservação no Ensino Médio, por meio de uma estratégia que instiga a motivação, ou seja, que atribui características cativantes à atividade experimental, conforme sugerido por Laburú (2006). Esperamos com esta proposta subsidiar professores de Física no planejamento de atividades experimentais potencialmente motivadoras que favoreçam um engajamento mais efetivo dos educandos com o processo de aprendizagem.

PALAVRAS-CHAVE: Atividade experimental cativante, Motivação, Energia mecânica.

ABSTRACT: While preparing a class, the teacher cannot ignore that the occurrence of learning by the students depends, fundamentally, on how much they are motivated and interested. We know that captivating and maintaining the attention and interest of students is not a straightforward task, it is actually a challenge for teachers and the school. In this sense, the experimental activities have a very important role in the teaching-learning process of Physics,

once they stimulate students' motivation, leading them to engage in the search for the comprehension of the content being approached. To do so, the activities should be attractive, that is, they should be potentially motivating. Otherwise, it is bound to fail in its purpose to lead students to a more effective commitment to learning what is being taught. Considering the benefits that experimental activities can offer to the students at all levels of education, this work proposes an experimental activity to discuss the concept of Mechanical Energy and its Conservation in High School, through a strategy that instigates motivation, that is, that attributes attractive characteristics to experimental activity, as suggested by Laburú (2006). With this proposal, we hope to subsidize Physics teachers in the planning of potentially motivational experimental activities that favor a more effective engagement of students with the learning process.

KEYWORDS: Captivating Experimental Activity, Motivation, Mechanical Energy.

1 | INTRODUÇÃO

O número reduzido de aulas de Física no Ensino Médio (EM), comumente duas aulas de 50 min por semana, e a vasta quantidade de conteúdos propostos nos livros didáticos e sugeridos nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's) acaba levando o professor, ao elaborar seu plano de ensino anual, a selecionar os conteúdos que irá trabalhar em cada turma durante o ano letivo. A escolha de certos conteúdos em detrimento de outros dependerá dos objetivos traçados pelo docente e da sua importância histórica e social. Ao definir os conteúdos de Mecânica, por exemplo, as leis de Newton e a conservação da energia mecânica dificilmente ficarão de fora.

Antes de escolher e decidir sobre quais conteúdos irá trabalhar em determinada série ou escola, é importante o professor considerar que a ocorrência de aprendizagem pelos alunos depende, fundamentalmente, do quanto eles estão motivados e interessados dentro da sala de aula. Sabemos que obter e manter a atenção e o interesse dos alunos não é uma tarefa muito simples, na verdade consiste num desafio para os professores e para a escola.

É praticamente consenso entre os professores de Física que atividades experimentais (AE) despertam o interesse nos estudantes. Para muitos pesquisadores as AE estimulam a motivação dos alunos levando-os a se engajarem na busca pela compreensão do conteúdo que está sendo abordado (CARRASCOSA et al., 2006; LABURÚ, 2006; BONADIMAN; NONENMACHER, 2007; ZANCUL, 2008).

No entanto, para atrair e prender a atenção dos alunos as AE devem ter um formato cativante, ou seja, serem potencialmente motivadores. Caso contrário, como qualquer outra estratégia de ensino inserida dentro de uma proposta tradicional de ensino, a atividade estará fadada a fracassar no seu propósito de levar os alunos a um comprometimento mais efetivo com a aprendizagem daquilo que se quer ensinar (LABURÚ, 2006).

Considerando os benefícios que as AE podem proporcionar para o processo de

ensino-aprendizagem de Física, tanto no ensino básico como no ensino superior, este trabalho propõe uma AE, para discutir a conservação da energia mecânica no EM, por meio de uma estratégia que instiga a motivação, ou seja, que atribui características cativantes a AE, conforme sugere Laburú (2006).

2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Apesar da dificuldade, sabemos que obter e manter a atenção dos alunos em sala de aula é fundamental para que a aprendizagem de fato ocorra. Embora não seja uma condição indispensável, a motivação constitui, com certeza, um fator altamente relevante e facilitador da aprendizagem (AUSUBEL; NOVAK; HANESIA, 1980).

Nesse sentido, as AE constituem um elemento significativo para estimular a motivação dos alunos nas aulas de Física. No entanto, deve-se tomar o cuidado para que essa motivação não seja apenas momentânea. Para envolver os alunos num processo de estudo não basta despertar sua atenção, mas é imprescindível, também, mantê-la desperta. É muito comum após a observação do fenômeno presente na experimentação, os alunos perderem o interesse nas tarefas subsequentes mais árduas e menos prazerosas, como fazer cálculos para determinar o valor de certa grandeza, por exemplo. Para que isso não ocorra é importante a instauração de processos motivacionais que tendam a se realimentar nos alunos durante toda a atividade, pois só assim a aprendizagem dos conteúdos acontecerá (TAPIA op. cit. apud LABURÚ, 2006).

A motivação pode ser gerada tanto por estímulos externos à atividade quanto pela própria atividade em si. Os pesquisadores do assunto costumam denominá-las de motivação extrínseca, no primeiro caso e motivação intrínseca, no segundo caso (LABURÚ, 2006; GUIMARÃES, 2009).

A motivação extrínseca se dá pela obtenção de recompensas materiais, sociais ou de reconhecimento. No contexto escolar, ela se dá por meio de elogios, notas, prêmios e até mesmo para se livrar de alguma punição. Por outro lado, a motivação intrínseca advém da própria atividade, por ser interessante, atraente, envolvente ou por proporcionar algum tipo de satisfação. Assim, um indivíduo intrinsecamente motivado se compromete com uma atividade por seu próprio interesse e como a atividade torna-se um fim em si mesma, não são necessárias pressões externas, internas ou prêmios por sua realização, uma vez que a participação na tarefa é a principal recompensa (GUIMARÃES, 2009).

Por ser mais significativa para aprendizagem dos alunos, os professores devem valorizar a motivação intrínseca em detrimento da motivação extrínseca. É claro, que em algumas situações a motivação extrínseca pode ser útil, como, por exemplo, quando uma atividade que se iniciou por uma situação envolvente vai perdendo essa dimensão devido às tarefas subsequentes, ficando os objetivos finais da atividade

comprometidos, por esse motivo (LABÚRU, 2006).

É comum, quando se pretende utilizar AE para prender a atenção do aluno, explorar a novidade (situações curiosas ou inesperadas) ou o lúdico (situações que provocam sensações de prazer ou que desafiam). No entanto, quando se trata de ensino-aprendizagem, deve-se tomar cuidado, pois a atividade não pode redundar em simples entretenimento.

Nesse sentido, as AE escolares devem, basicamente, explorar duas dimensões do interesse, denominadas por Laburú (2006), de dimensão por apelo à satisfação de baixo nível e dimensão de apelo à satisfação de alto nível.

A esse respeito Laburú (2006, p.395 e 396), escreve:

A característica de uma atividade sustentada na dimensão do interesse por apelo à satisfação de baixo nível pretende instigar a motivação recorrendo ao bizarro, ao chocante, ao lúdico, à magia, à fantasia e, essencialmente, atua na esfera da gratificação sensorial. Adicionando, o objeto psicológico relacionado com essa dimensão compreende, também o desafio em dominar ou exercitar destrezas mecânicas. Como se vê, ambos os aspectos dessa dimensão têm uma aproximação direta com o entretenimento.

Por sua vez, as atividades empíricas com propriedades baseadas na dimensão do interesse por apelo à satisfação de alto nível, pretendem instigar a motivação, invocando a maestria, como o objetivo de solucionar problemas ou de recorrer à competência intelectual, a fim de controlar o ambiente experimental defrontado.

Enquanto na primeira dimensão se pretende promover a motivação a partir do lúdico, do divertido e do surpreendente, na segunda dimensão se intenta promover a motivação a partir da habilidade e da competência intelectual para resolver problemas e monitorar as situações apresentadas pela experimentação.

Analisando essas duas dimensões, verifica-se que apesar de estarem contidas em esferas diferentes, uma AE cativante deve ser planejada de forma a conjugar a dimensão do interesse por apelo à satisfação de baixo nível com a dimensão do interesse por apelo à satisfação de alto nível.

É importante que a atividade tenha o seu caráter lúdico, curioso, ou desafiador, mas deve avançar no sentido de instigar questionamentos que promovam a tomada de consciência das relações envolvidas, assim como a conceituação de fenômenos e a solução de problemas.

Dessa forma, para a AE ser potencialmente estimulante além de desafiadora e provocativa ela deve ser estruturada de forma a promover questionamentos que levem os estudantes a recorrerem as suas habilidades ou conhecimentos para responderem as questões postas.

É relevante ressaltar que a motivação inicial, disparada pela AE, pode se perder durante o desenvolvimento da atividade. Isso ocorre quando o aluno não vê conexão entre partes ou procedimentos da atividade, ou então, quando os questionamentos apresentam um nível de dificuldade elevado, ou ainda, quando a atividade envolve etapas trabalhosas. Para evitar essa queda na motivação inicial é fundamental que a atividade seja significativa para o aluno, ou seja, faça algum sentido para ele. Em

alguns casos, elementos de motivação extrínseca, como notas, podem ajudar a manter a motivação inicial durante a atividade.

A seguir será apresentada uma AE que possibilita discutir a energia mecânica e sua conservação e uma estratégia para torná-la cativante.

3 | ATIVIDADE EXPERIMENTAL: MOVIMENTO DE UMA ESFERA EM UM TRILHO COM LOOPING

Acreditando na importância da motivação como elemento facilitador da aprendizagem e no papel que as AE podem desempenhar nesse processo, será discutido a seguir um experimento para abordar o conceito de conservação da energia mecânica de forma mais atrativa. Para tanto, é necessário que o formalismo matemático, fundamental para abordagem dos conceitos envolvidos, não ultrapasse os limites do EM e que a AE apresente traços potencialmente motivadores.

3.1 Considerações preliminares

O objetivo desta AE consiste em determinar a altura mínima que uma esfera de resina plástica deve ser abandonada em um plano inclinado, ao final do qual entra numa pista circular (*loop*) de raio R , e comparar o valor encontrado com o valor obtido empiricamente.

Para a realização desta experiência será utilizado um trilho de alumínio inclinado contendo um *loop* e uma esfera de resina plástica como mostra a Fig. 1.



Figura 1: Esfera de resina plástica abandonada no trilho de alumínio contendo um *looping*.

A teoria prevê que se a esfera rolar pela pista de alumínio sem deslizar, atuará sobre ela uma força de atrito estática em vez de cinética, pois o ponto de contato da esfera com a pista está em repouso em relação à pista em qualquer instante. Como a força de atrito estática age sem deslocamento, ela não realiza trabalho sobre a esfera e não causa diminuição da energia mecânica da mesma (CHAVES, 2001).

Com base no esquema da montagem experimental mostrado na Fig. 2 e na discussão acima, podemos escrever a seguinte relação:

$$E_{M_A} = E_{M_B}$$

$$U_{\text{gravit.}(A)} = K_{\text{Translaçã}(Q_B)} + K_{\text{Rotaçã}(Q_B)}$$

$$m \cdot g \cdot h_A = m \cdot g \cdot h_B + \frac{1}{2} m \cdot v^2 + \frac{1}{2} I \omega^2 \quad (1)$$

onde m é a massa da esfera, g é a aceleração da gravidade local, h_A a altura mínima que a esfera deve ser abandonada para completar o movimento circular, h_B a altura do ponto B em relação ao nível de referência ($h_B = 2 \cdot R$), v a velocidade linear do centro de massa ao passar pelo ponto B, ω a velocidade angular em torno do centro de massa no instante em que a esfera passa pelo ponto B e I a momento de inércia da esfera.

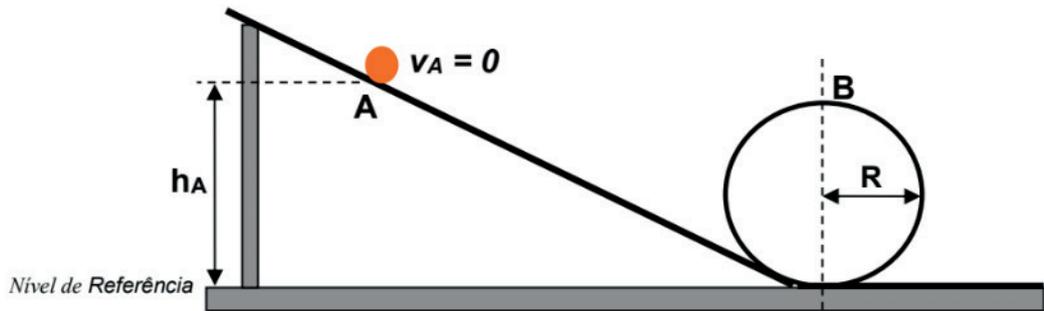


Figura 2: Esquema da montagem experimental.

O momento de inércia de uma esfera maciça é dado por $I = \frac{2}{5} \cdot m \cdot r^2$ e a velocidade angular pode ser expressa como $\omega = \frac{v}{r}$, onde r representa o raio da esfera.

Substituindo esses valores na equação 1, teremos:

$$g \cdot h_A = 2g \cdot R + \frac{1}{2} v^2 + \frac{1}{5} v^2 \quad (2)$$

Para que a altura h_A seja mínima, a esfera deverá passar pelo ponto B da pista circular com a mínima velocidade necessária para não se destacar da pista ao fazer o “looping”.

Essa situação acontecerá quando a força centrípeta sobre a esfera no ponto B seja dada apenas pelo peso da esfera. Nessa condição, a esfera passará pelo ponto B apenas contornado o trilho sem comprimi-lo. Em vista disso, podemos escrever que no ponto B a velocidade da esfera quando abandonada da altura mínima (h_A) será:

$$F_{CP} = P$$

$$m \cdot \frac{v^2}{R} = m \cdot g$$

$$v = \sqrt{R \cdot g}$$

Substituindo a equação 3 na equação 2, encontraremos:

$$h_A = 2R + \frac{R}{2} + \frac{R}{5}$$

então,

$$h_A = \frac{27}{10} R$$

Nota-se, pela equação 4, que a altura mínima (h_A) que a esfera deve ser abandonada para conseguir fazer o “looping” depende apenas do raio (R) da pista circular e que há uma proporção direta entre essas variáveis.

3.2 Etapas da Atividade Experimental

Considerando a importância que a interação social entre os alunos e entre eles e o professor exerce no contexto da aprendizagem, conforme estudos vigotskianos (VIGOTSKI, 2007), o trabalho em grupo, mediado pelo professor, deve ser valorizado durante toda a aplicação da proposta.

Para que a AE apresente características cativantes, imprescindíveis para motivar intrinsecamente os estudantes durante a sua realização, sugerimos que ela seja desenvolvida em cinco etapas: *i. Apresentação do aparato experimental*, *ii. Provocação*, *iii. Realização*, *iv. Discussão do conflito* e *v. Fechamento*, descritas a seguir.

i. Apresentação do aparato experimental

Nesta primeira etapa, o aparato experimental deve ser apresentado aos alunos reservando um tempo para eles manusearem o dispositivo, ou seja, abandonar a esfera de diversas alturas e verificar se a esfera faz ou não o “looping”. Essa brincadeira e a relação que os alunos certamente farão com alguns brinquedos presentes em parques de diversão devem gerar uma motivação inicial.

ii. Provocação

Após essa parte inicial mais lúdica, é necessário manter os alunos motivados durante toda a realização da atividade. Para satisfazer essa demanda, sugerimos que eles sejam desafiados a determinar teoricamente a altura mínima que a esfera deve ser abandonada para conseguir fazer o “looping”. Após resolver o desafio, encontrando como solução o resultado obtido na equação 4, a etapa seguinte consiste em testar esse resultado.

iii. Realização

Para testar o resultado teórico encontrado na etapa ii, será necessário medir o raio da pista circular. Essa tarefa não é muito simples, pois o formato do perfil de alumínio e da pista dificulta consideravelmente a medição.

Para a pista circular mostrada na Fig.1, verifica-se que a medida do seu raio é de 13,3 cm. Substituindo esse valor na equação 4, encontraremos que a altura mínima que a esfera deve ser abandonada para fazer o “looping” é de 35,9 cm.

Após determinar a altura mínima (h_A), vem o momento mais aguardado: abandonar a esfera de resina plástica da altura de 35,9 cm e verificar se ela consegue fazer o “looping”.

Ao abandonar a esfera, os alunos vão se deparar com um resultado conflitante: a esfera não consegue realizar o “looping”!

iv. *Discussão do conflito*

Inicialmente o resultado observado na etapa iii pode ser frustrante para os estudantes, mas essa frustração pode ser convertida em motivação. Para tanto, sugerimos que o professor proponha a eles um novo questionamento: por que o resultado obtido na experiência não é condizente com o resultado previsto pela teoria? Esse desafio deve motivá-los a buscar uma explicação para esse resultado. A mediação do professor durante as discussões nos pequenos grupos é fundamental para que os alunos não se desviem da questão proposta.

v. Fechamento

Após a discussão do questionamento proposto na etapa iv, cada grupo deve apresentar para os demais colegas suas conclusões. Se os alunos analisarem com mais cuidado a experiência, perceberão que o resultado não foi o esperado porque o sistema foi considerado conservativo, quando de fato não é. Durante o rolamento da esfera parte da sua energia mecânica inicial é convertida em outras formas de energia menos organizadas, como por exemplo, energia sonora, energia de vibração do trilho e o aumento da energia interna do sistema. Além disso, não temos certeza que a esfera rola pelo trilho sem deslizar e o quanto a resistência do ar afeta o movimento da esfera. Por fim, o professor deve encerrar a atividade com uma explanação sistematizada retomando as dificuldades e as soluções encontradas pelos estudantes para os desafios propostos em cada etapa, assim como os conceitos envolvidos no desenvolvimento da AE. Nesse momento, as dúvidas que ainda existirem devem ser esclarecidas pelo docente.

3.3 Comentários

Embora experimentos com pistas contendo looping sejam frequentemente sugeridos na literatura, procuramos apresentar nesse trabalho uma proposta de AE com características cativantes, ou seja, com um formato que busca explorar as duas dimensões do interesse, a dimensão por apelo à satisfação de baixo nível e a de alto nível, conforme discutido no item 2.

A dimensão por apelo à satisfação de baixo nível é explorada na primeira etapa da AE através do lúdico, já que o “looping” no experimento (que é muito comum para os estudantes nas montanhas-russas dos parques de diversão) pode instigar a motivação. Já a dimensão por apelo à satisfação de alto nível, é explorada nas segunda, terceira e quarta etapas da atividade por meio da contradição entre os resultados obtidos teórica e experimentalmente e também pelos questionamentos (desafios) propostos nessas

etapas, que podem instigar a motivação nos estudantes invocando suas habilidades e competência intelectual para solucionar os desafios.

Vale destacar que, por razões diversas, conceitos de dinâmica de rotação como momento de inércia e energia cinética de rotação, por exemplo, nem sempre são trabalhados no EM. Para contornar essa situação, uma alternativa seria desprezar a rotação da esfera, ou seja, considerar apenas o movimento de translação do centro de massa da esfera. Nesse caso, o termo referente à energia cinética de rotação na equação 1 desaparece e o valor encontrado para a altura mínima, na equação 4, se tornaria $h_A = \frac{3}{0} R$. Essa aproximação, no entanto, nos remete a um resultado ainda mais distante do valor obtido empiricamente e, portanto, não pode deixar de ser discutido com os alunos.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Vimos que AE podem gerar a motivação necessária para aprendizagem de novos conceitos, mas desde que elas apresentem características cativantes, ou seja, elas devem apresentar um caráter lúdico, desafiador ou provocativo que é necessário para gerar uma motivação inicial. Já para manter essa motivação, durante toda a atividade, é fundamental que ela apresente questionamentos que instiguem os estudantes a utilizarem suas habilidades e competência intelectual para solucionar o problema posto pela AE. Assim, para que a AE proposta neste trabalho, para explorar o conteúdo energia mecânica e sua conservação com alunos do EM, apresentasse características cativantes, elaboramos cinco etapas para desenvolvê-la: i. Apresentação do aparato experimental, ii. Provocação, iii. Realização, iv. Discussão do conflito e v. Fechamento. Por meio dessas etapas, entendemos ser possível conjugar a dimensão do interesse por apelo à satisfação de baixo nível com a de alto nível para disparar a motivação da aprendizagem dos conceitos estudados.

Dessa forma, esperamos que este trabalho possa subsidiar outros professores no planejamento de AE com formato cativante, ou seja, potencialmente motivadoras que favoreçam um engajamento mais efetivo dos educandos com o processo de aprendizagem. Obviamente não podemos ignorar que há outras variáveis igualmente importantes para a motivação que não foram consideradas neste trabalho, mas que devem ser investigadas no contexto escolar, pois associadas às mencionadas aqui podem promover um interesse ainda maior dos alunos pela aprendizagem dos conceitos físicos.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. Fatores motivacionais na aprendizagem. In: _____. **Psicologia educacional**. Tradução de Eva Nick. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980. p. 331-359.

BONADIMAN, H.; NONENMACHER, S. E. B. O gostar e o aprender no Ensino de Física: uma proposta metodológica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 24. n. 2, p. 194-223, ago. 2007.

CARRASCOSA, J. et al. Papel de la actividad experimental em la educación científica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 23, n. 2, p. 157-181, ago. 2006.

CHAVES, A. S. Dinâmica da rotação. In: _____. **Física: curso básico para estudantes de ciências físicas e engenharias**. Rio de Janeiro: Reichmann & Affonso, 2001. v.1. 246p.

GUIMARÃES, S. E. R. Motivação intrínseca, extrínseca e o uso de recompensas em sala de aula. In: BZUNECK, J. A.; BORUCHOVITCH, E. **A motivação do aluno**. 4 ed. Petrópolis: Editora Vozes, p.37-57, 2009.

LABURÚ, C. E. Fundamentos para um experimento cativante. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física. Florianópolis**, v. 23, n. 3. p. 382-404, dez. 2006.

VIGOTSKI, L. S. **A formação social da mente**. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007. 182 p.

ZANCUL, M. C. S. O ensino de ciências e a experimentação: algumas reflexões. In: PAVÃO, A. C.; FREITAS, D. (Orgs.). **Quanta Ciência há no Ensino de Ciências**. São Carlos: EdUFSCar, 2008. p. 63-68.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-209-8

