



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 Sotó 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

EXPERIMENTO COM CARRINHOS DE FRICÇÃO PARA TRATAR DE VELOCIDADE MÉDIA NO PRIMEIRO ANO/SÉRIE DO ENSINO MÉDIO

Arivaldo Lopes

Universidade Cruzeiro do Sul – UNICSUL
São Paulo – SP

Marli Santana Pimentel Lopes

Escola de Educação Infantil Estrela do Céu
São Paulo – SP

RESUMO: Descreve a aplicação de um experimento feito no primeiro ano/série do Ensino médio e trata da proposição, montagem e aplicação de um experimento para determinar a velocidade média de carrinhos de fricção. Discute brevemente o papel da experimentação no ensino e a respeito de procedimentos experimentais em sala e sua classificação. Foram feitos testes para a roteirização do experimento. A aplicação do experimento foi feita em turmas onde o primeiro autor trabalha como professor. São turmas do ensino regular e da Educação de Jovens e Adultos (EJA) de escolas públicas do Grande ABC paulista. O artigo mostra as adaptações feitas em cada modalidade de ensino para que fosse realizada a atividade em sala, sendo discutidas as maneiras com que se ensinam os alunos a utilizar os equipamentos para obtenção dos dados. São mostradas as orientações dadas aos alunos, a análise de dados e o tratamento dos erros experimentais. São discutidos os resultados e as dificuldades e facilidades dos

alunos em cada modalidade de ensino.

PALAVRAS-CHAVE: Velocidade média, carrinhos, Ensino médio.

ABSTRACT: Describes the application of an experiment done in the first year's high school series and deals with the proposition, assembly and application of an experiment to determine the average speed of friction carts. Briefly discusses the role of experimentation in teaching and experimental procedures in the classroom and its classification. Tests were done for the routing of the experiment. The application of the experiment was done in classes where the first author works as a teacher. They are classes of regular education and the Education of Young and Adults of public schools of the Great ABC of São Paulo. The article shows the adaptations made in each teaching modality for the classroom activity to be carried out, and the ways in which students are taught how to use the equipment to obtain the data. The guidelines given to the students, the data analysis and the treatment of the experimental errors are shown. The results and difficulties and facilities of the students in each type of teaching are discussed.

KEYWORDS: Average speed, carts, High school.

1 | INTRODUÇÃO

Objetivo: Descrever e analisar a aplicação de um experimento com carrinhos de fricção para tratar de velocidade média com alunos do ensino regular e da Educação de Jovens e Adultos (EJA) do (a) primeiro (a) ano/série do Ensino médio.

Segundo Giordan (Giordan,1999, p. 1) os professores têm ciência de como a experimentação desperta o interesse nos alunos. Ainda segundo o autor já citado, depoimentos de alunos levam a crer que tal prática seja motivadora, lúdica e essencialmente ligada aos sentidos. Professores afirmam que a prática experimental seria capaz de aumentar a capacidade de aprendizado dos temas abordados. Os autores do presente artigo têm observado em sua prática docente a veracidade de tais afirmações.

No contexto da experimentação, Herron propõe uma tabela para o nível de abertura dos protocolos experimentais conforme a tabela que segue:

Nível	Problema	Método	Solução
0	Dado	Dado	Dada
1	Dado	Dado	Aberta
2	Dado	Aberto	Aberta
3	Aberto	Aberto	Aberta

Tabela 1: Níveis experimentais de abertura (Herron,1971,p.192)

No nível zero os problemas, métodos e soluções são fornecidos. Constitui uma constatação daquilo que já é esperado através de um roteiro ou de uma experimentação demonstrativa.

No nível um o problema está pronto e o método para encontrar a solução também. Resta ao experimentalista descobrir a relação que ainda não conhece.

No nível dois apenas o problema é dado, cabendo ao estudante a busca pelo método e ferramentas a serem usados para chegar à solução.

No nível três todas as variáveis estão em aberto cabendo ao estudante selecionar o problema e propor métodos que cheguem à solução.

2 | METODOLOGIA

Aquisição de carrinhos de fricção (carrinho impulsionado por uma mola ou dispositivo interno), fitas métricas e cronômetros. Com o material já citado foram feitos testes para determinar a velocidade média do carrinho. Os testes geraram um roteiro para o aluno. O experimento foi aplicado em sala.

3 | PERFIL DOS ALUNOS E DAS ESCOLAS ONDE FOI APLICADO O EXPERIMENTO

O experimento foi aplicado para alunos do grande ABC paulista, mais

especificamente nas cidades de Mauá e São Caetano do Sul. O Grande ABC paulista é composto pelas cidades de Santo André, São Bernardo, São Caetano do Sul (daí ser Grande ABC), Mauá, Ribeirão Pires, Rio Grande da Serra e Diadema. Os alunos de Mauá pertenciam à primeira série do Ensino médio da EJA (Educação de Jovens e Adultos) no período da noite. Os alunos de São Caetano do Sul pertenciam ao primeiro ano do Ensino médio regular no período da manhã. Cada série na EJA tem duração de seis meses e o aluno precisa ter no mínimo dezoito anos para ingressar no primeiro ano do Ensino médio. Os alunos do ensino regular ingressam na escola por Vestibulinho, já que o município tem apenas três escolas que oferecem o Ensino médio.

4 | O EXPERIMENTO

Nas duas escolas o plano de ensino começa com Cinemática e o primeiro tema a ser abordado é velocidade média. O professor trouxe carrinhos de fricção, fitas métricas, cronômetros e gizes. Leu o roteiro do experimento mostrado no quadro 1. Antes de ler o procedimento experimental o docente mostrou porque duas carteiras escolares devem ficar de ponta cabeça para formar uma pista para o carrinho. Ocorre que durante os testes para montar o experimento verificou-se que o carrinho ao ser solto, depois de friccionado, faz curvas, o que dificulta a medida da distância percorrida. Com as carteiras escolares formando uma pista, o carrinho ao tentar fazer curvas, colide com as carteiras e em média segue em linha reta. Por este motivo os alunos são orientados a montar a pista de maneira a ter aproximadamente a largura do carrinho. O experimento deve ser realizado em grupo. Os alunos fazem riscos com giz no começo e no final da pista. Eles devem medir a distância entre estes riscos. No roteiro, abaixo desta orientação, há uma inscrição centralizada mostrando que a distância é medida em centímetros e que esta unidade de medida é representada por cm. Os alunos devem deixar o carrinho friccionado no primeiro risco e soltar o mesmo. Ao mesmo tempo obtêm o tempo até o carrinho alcançar o segundo risco. Há novamente uma orientação centralizada mostrando que o tempo deve ser medido em segundos, sendo representado por s. O procedimento é repetido até que se obtenham cinco tempos. O tempo médio e a velocidade são calculados. Nos dois casos há fórmulas para auxiliar os alunos a fazerem os cálculos. No caso da obtenção da velocidade média existe uma orientação para que se insira a unidade de medida cm/s. Por ser roteirizado o experimento é considerado por Herron (*Herron, 1971, p. 192*) como de nível zero.

Velocidade média

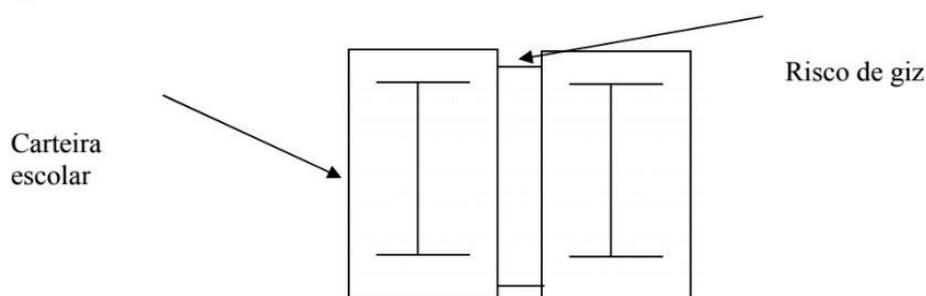
Objetivo: Determinar a velocidade média do carrinho.

Material

- Carrinho de fricção;
- Fita métrica;
- Giz e
- Cronômetro.

Procedimentos

Coloque duas carteiras escolares de ponta cabeça para formar uma pista para o carrinho. Faça um risco no chão com o giz de maneira a delimitar o início e o fim da pista formada pelas carteiras. Observe a figura que mostra a montagem experimental.



Meça e anote a distância entre os riscos.

$$[\text{distância}] = \text{centímetros} = \text{cm}$$

Coloque o carrinho friccionado no primeiro risco, em seguida solte o carrinho e cronometre o tempo até o carrinho chegar ao segundo risco. Repita o procedimento por cinco vezes, anotando os tempos.

$$[\text{tempo}] = \text{segundos} = \text{s}$$

Calcule o tempo médio conforme o modelo que segue.

$$\text{tempo} = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5}{5}$$

Determine a velocidade média do carrinho dividindo a distância pelo tempo médio.

$$\text{Velocidade média} = \frac{\text{distância}}{\text{tempo}}$$

$$[\text{Velocidade}] = \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

Quadro 01: Roteiro experimental

5 | APLICAÇÃO DO EXPERIMENTO EM SALA

No caso do ensino regular as carteiras escolares eram diferentes das previstas no roteiro e foi necessário fazer a adaptação mostrada na figura 1.



Figura 01: Adaptação das carteiras, feita no ensino regular.

Note que neste caso os tampos das carteiras formam a pista para o carrinho. Foi necessário mostrar como fazer a adaptação, montando o esquema mostrado na figura 1. A figura 2 mostra a pista por cima, já com os riscos de giz.



Figura 02: A pista vista por cima.

O professor mostrou como medir a distância entre os riscos e como medir o tempo. A figura 3 mostra quando o cronômetro deve ser acionado e quando deve ser parado.



Figura 03: O carrinho antes e depois, quando o cronômetro deve ser acionado e parado, respectivamente.

Algumas orientações foram escritas na lousa para ficarem mais claras como o modo de anotar a distância, os tempos, o cálculo do tempo médio e da velocidade média. Foi necessário ensinar como usar o cronômetro e a fita métrica. Foi discutido que o cronômetro apresenta duas casas após a vírgula para este experimento e que a fita métrica tem condições de medir com apenas uma casa depois da vírgula. Em um exemplo dado na lousa, o docente mostrou que se o tempo médio for 1,14 s e a distância de 60,0 cm a medida com menos precisão na medida é a da distância com uma casa após a vírgula. Sendo assim, o professor dividiu a distância pelo tempo e mostrou que de acordo com o erro experimental dos equipamentos em questão a velocidade média só poderá ter uma casa após a vírgula para concordar com a medida mais pobre em termos de casas decimais. Com isso a velocidade média fica sendo de 52,6 cm/s. Segundo Masson (*Masson, 2006, p.25*) a velocidade deve conter uma casa após a vírgula, ou seja, conservar a mesma quantidade de casas decimais da distância. O tempo de reação do cronometrista ao acionar e parar o cronômetro também foi discutido como erro experimental humano. Os casos de arredondamento foram tratados em cada grupo. Como o experimento é feito em apenas uma aula, não é possível (por falta de tempo) fazer uma análise de erro mais precisa envolvendo desvio padrão entre outras análises. Outra razão para a análise sem tanto rigor em propagação de erros se deve ao fato de ser esta a primeira aula experimental feita com as turmas.

O ensino regular demonstrou bastante dificuldade em realizar o experimento, já que este é o primeiro experimento realizado pelos alunos no ano letivo. Apesar das orientações no roteiro ainda houve dificuldade de inserir unidades de medida como s (segundos), cm (centímetros) e cm/s.

As informações de tempo, distância e o cálculo da velocidade média foram entregues em folha separada (folha retirada do caderno) que foi avaliada levando em consideração a anotação e manipulação correta dos dados.

Na EJA as carteiras eram do modelo descrito pelo roteiro. Ainda assim o docente montou a pista com as carteiras como ilustra a figura 4.



Figura 04: *Esquema experimental usado na EJA.*

Foram anotadas na lousa as mesmas informações que as do ensino regular. Foi necessário mostrar como usar a fita métrica e o cronômetro. A dificuldade da EJA foi maior em realizar os cálculos do que em realizar o experimento. Como no caso do ensino regular, algumas equipes não inseriram algumas unidades de medida. O método de avaliação foi o mesmo do ensino regular.

6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os procedimentos em nível zero (*Herron, 1971, p. 192*) para a experimentação são justificados pelo fato de ser este o primeiro experimento feito pelos alunos em aula, o que demanda um direcionamento maior.

Como afirma Giordan (*Giordan, 1999, p. 1*) a atividade se mostrou motivadora e lúdica, o que foi constatado pela empolgação das turmas ao realizar o experimento. Em certo sentido se mostrou mais lúdica para o ensino regular por tratar-se de um brinquedo.

A adaptação feita com as carteiras no ensino regular para obter a pista, não prejudicou a realização do experimento. O que demonstrou isso foram as tomadas e análises de dados de acordo com o esperado pelo docente.

O ensino regular demonstrou dificuldade em montar e realizar o experimento e facilidade em analisar e tratar os dados, sobretudo àquilo que envolvia os cálculos. Em contrapartida a EJA demonstrou facilidade em montar e realizar o experimento e dificuldade em realizar as operações matemáticas para analisar os dados.

A análise de erros foi qualitativa levando em conta apenas argumentações envolvendo os equipamentos de medida e o erro humano na tomada de dados.

REFERÊNCIAS

Bonjorno, J.R et al. **Física: mecânica, 1º ano**. São Paulo: FTD, 2013.

Giordan, M. **QUÍMICA NOVA NA ESCOLA. Experimentação e Ensino de Ciências**. Nº 10, São Paulo: Novembro, 1999.

Herron, M. **The nature of scientific inquiry**. *School Review*, v. 79, nº 2, 171- 212, 1971.

Masson, T. J., SILVA, G. T., **Física Experimental I**, Plêiade, São Paulo, 2006.

Torres, C.M; Ferraro, N.G; Soares, P.A. **Física Ciência e Tecnologia. Volume 1**. São Paulo: Moderna, 2010.

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

