



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

USO DE VIDEOANÁLISE PARA RESOLUÇÃO DE EXERCÍCIOS DE LANÇAMENTO OBLÍQUO

Gustavo Affonso de Paula

Escola Sesc de Ensino Médio

Rio de Janeiro – RJ

Milton Alves Gonçalves Júnior

Escola Sesc de Ensino Médio

Rio de Janeiro – RJ

RESUMO: Uma atividade que viabilize o protagonismo estudantil é uma das condições para potencializar o processo de aprendizagem de forma emancipatória e autônoma. Nesse contexto, um software de aquisição de dados, como o programa de videanálise Tracker, surge como uma importante plataforma para o entendimento de fenômenos físicos tradicionalmente tratados no Ensino Médio, tal como o lançamento oblíquo. Esse capítulo descreve o processo de seleção, resolução e análise de exercícios de lançamento oblíquo com o software de videanálise Tracker por estudantes da 2ª série do Ensino Médio. Um grupo de estudantes pesquisou exercícios com essa temática, resolveu cada problema de forma clássica e desenvolveu um cenário experimental para comparação dos dados com a proposta da questão. No processo 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.

PALAVRAS-CHAVE: Lançamento oblíquo, Mecânica, *Software* Livre, Videanálise, Tracker

ABSTRACT: An activity that makes student initiative possible is one of the conditions to enhance the learning process in an autonomous manner. In this context, data acquisition software, such as the Tracker videanalysis program, is an important platform for the understanding of physical phenomena traditionally dealt with in High School, such as the oblique release. This chapter describes the process of selection, resolution and analysis of oblique release exercises with Tracker videanalysis software by high school students. A group of students studied exercises with this theme, solved each problem in a traditional manner and developed an experimental scenario to compare the data with the question's proposal. In the process, the students had the opportunity to verify the influence of the environmental conditions eliminated in the statements of these questions and to extend the mathematical description through graphs and vector analysis, factors that

would not be analyzed in these exercises without computational resources. With this tool, the students were also able to critique the exercises selected from comparisons with the statements and the experimental data.

1 | INTRODUÇÃO

O lançamento oblíquo é um conteúdo importante para o entendimento de movimento em duas dimensões e espera-se que o estudante de nível médio atinja, em alguma etapa da sua jornada acadêmica, uma compreensão integral deste movimento à luz das Leis de Newton. O fato é que um número significativo de estudantes não conseguem, ao concluírem o curso, descrever este movimento e estabelecer uma relação a partir das interações sofridas pelo corpo. De Quadro Peduzzi (1985) já indicava que a maioria dos estudantes de cursos introdutórios de graduação em Física e Matemática em meados da década de 80 não compreendiam a relação entre o lançamento oblíquo e as forças associadas a este tipo de movimento. Mesmo com os avanços das políticas públicas de educação após esse resultado, um dos principais fatores para o baixo desempenho de estudantes na disciplina de Física I, em sua maioria recém saídos do Ensino Médio, é a falta do domínio da linguagem, tanto a geral, a capacidade de expressão e compreensão em língua portuguesa, quanto a linguagem utilizada pela física, a matemática (Gonzalez, 2011). Justamente esses fatores, domínio das linguagens, compreensão e interpretação matemática, são extremamente relevantes para a abordagem do lançamento oblíquo.

Observando essas lacunas, muitos professores procuram diversificar a sua prática e alcançar seus objetivos com a aplicação de simuladores. O trabalho de Ferreira (2014) recomenda a simulação do PhET, projeto de simulações interativas da Universidade do Colorado, para análise de lançamento oblíquo. Certamente essa simulação proporciona maiores possibilidades para o estudante, porém não se trata de uma plataforma de aquisição de dados e análise de situações reais, sendo um modelo de atividade que pode levar um estudante do Ensino Médio para um itinerário pouco flexível para questionamentos. Ainda sobre o uso de artefatos digitais Martins (2011) apresenta importante resultado indicando que as pesquisas de ensino de física estão enfatizando cada vez mais as tecnologias digitais, e que há uma predominância com a correlação do uso de simulações e softwares com teorias de aprendizagem. Apesar deste fator positivo, sua pesquisa também demonstra que existe pouca reflexão sobre a presença desses artefatos, o que pode permitir sua aplicação com roteiros rígidos, alegóricos e que não torne o conteúdo tratado na atividade um ponto de reflexão por parte do aprendiz.

Mesmo com a ampliação das tecnologias digitais nos espaços formais de aprendizagem, um fator importante é que as estratégias expositivas e baseadas nas resoluções de exercícios são práticas recorrentes nessa faixa de ensino. No caso

particular de física muitos professores acreditam que as atividades de resolução de problemas sejam fundamentais para a construção do conhecimento. Custódio, Clément & Ferreira (2012) indicam que paradoxalmente o número de horas delegadas a este tipo de atividade, exposição de resolução de exercícios, durante as aulas não garante aos estudantes melhoria no desempenho quando submetidos a exames internos ou externos. Ainda sobre esse tipo de atividade, é plausível afirmar que o professor pode se tornar um refém de estudantes que frequentemente enxergam o Ensino Médio como uma etapa exclusiva de preparação para concursos de seleção para o nível superior e, desta forma, sofre uma pressão significativa de seu público para a aplicação de exercícios repetitivos com ênfase na memorização.

A motivação deste trabalho parte dessas reflexões, o uso de ferramentas computacionais e a cultura de resolução de exercícios com ênfase na memorização. Também foi um objetivo buscar por indícios da eficiência da combinação entre as atividades de resolução de exercícios e experimentação para o desenvolvimento da visão crítica, proativa, engajada, bem como a apropriação de conceitos e métodos de investigação típicos das ciências da natureza. A hipótese central é que uma metodologia experimental não roteirizada, que possibilite a ampliação do repertório estudantil, surja como uma alternativa promissora para a construção de um ambiente reflexivo em salas de aula de Física com o suporte de um software livre. A montagem experimental de um problema teórico pode potencialmente colocar o estudante diante de um problema real, cuja solução não envolve apenas uma verificação de conhecimentos adquiridos, mas sim um planejamento de ações que serão alvo de reflexão a cada ponto do processo.

O software utilizado para a videoanálise foi o Tracker, plataforma livre muito aplicado em estudos de mecânica. Essa ferramenta que permite marcar e localizar, em cada quadro de um vídeo, a posição e o tempo de qualquer parte do corpo, dando origem a uma tabela de dados (De Jesus e Sasaki, 2014).

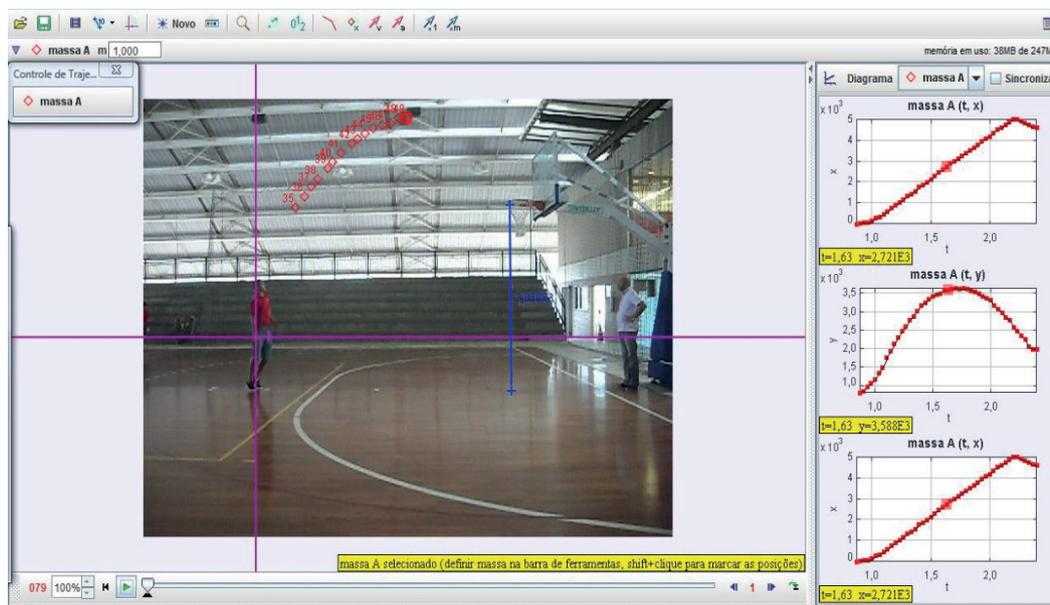


Figura 01: Tela do programa Tracker em uma análise realizada por estudantes da Escola Sesc de Ensino Médio. Ao centro, um quadro de vídeo de um lançamento de baquete, e do lado direito gráficos de posição pelo tempo neste lançamento oblíquo.

Sobre a relevância da plataforma Tracker, pode-se afirmar que

Seu uso escolar encaixa-se no tempo didático disponível em aulas típicas de Ensino Médio, com cerca de 50 minutos de duração. O Tracker adiciona qualidade e praticidade às aulas de física, pois não são necessários aparatos experimentais caros, complexos e laboriosos, com os quais, frequentemente, os estudantes “perdem” um tempo precioso nas aulas de laboratório. Muitas vezes, estudantes e professores despendem tempo e energia aprendendo o *modus operandi* dos equipamentos utilizados em detrimento da observação da evolução temporal e da análise circunstanciada das grandezas físicas de interesse nos experimentos propostos (Bezerra, 2011).

Assim o software livre Tracker possui maiores possibilidades se comparado aos simuladores justamente por permitir a construção de gráficos e tabelas a partir da aquisição de dados e ser uma ferramenta de fácil manipulação e acesso, necessitando de um celular para gravação de vídeos e um computador para a análise.

2 | DESCRIÇÃO DO TRABALHO DESENVOLVIDO

Trata-se de uma atividade realizada com um grupo de cinco alunos da 2ª série do Ensino Médio da Escola Sesc de Ensino Médio, localizada na Zona Oeste da cidade do Rio de Janeiro. O trabalho fez parte de uma aula de pesquisa, um espaço disponibilizado pela instituição para que jovens busquem o conhecimento por afinidade a um tema ou área. Desta forma os estudantes interessados por este tema indicado pelos professores, a videoanálise de lançamentos oblíquos, passaram por um encontro semanal durante três meses. O grupo estudou sobre lançamento oblíquo, selecionou questões sobre o tema e compreendeu o funcionamento do software Tracker.

Os exercícios foram selecionados do livro didático de Guimarães (2001) e questões de vestibulares a partir de buscas de internet. A seleção contemplou vinte exercícios que foram organizados em uma lista. Os critérios da escolha, estabelecidos pelos estudantes, foram as instituições organizadoras das questões e as possibilidades de construção de um cenário experimental para a videoanálise. Diante deste recorte a temática lançamento livre no basquete surgiu com muita relevância na seleção de questões.

Todos os estudantes tinham passado por este conteúdo nas aulas regulares de física e tiveram dificuldades na resolução individual das questões. A lista foi resolvida coletivamente e foi estabelecido que apenas as questões de lançamento de basquete seriam investigadas por videoanálise neste período de tempo, justamente para estabelecer um critério de comparação entre as questões.

Os vídeos foram gravados nas quadras poliesportivas, uma externa e outra interna, da Escola e foi estabelecido uma sequência onde as questões consideradas mais fáceis pelos estudantes foram gravadas primeiro. Em seguida os estudantes reuniram o material e traçaram um comparativo de suas resoluções com os dados experimentais.

3 | EXECUÇÃO E ANÁLISE

Dentre as questões analisadas no programa Tacker e comparadas com os fundamentos teóricos apontados pelos alunos, duas foram separadas para a apresentação neste trabalho justamente por serem fruto de maior reflexão e debate no grupo.

A primeira questão é da Universidade Federal Fluminense e envolve uma análise vetorial das grandezas velocidade e aceleração durante um lançamento livre de basquete. Nela um jogador de basquete, tentando fazer a cesta, arremessa obliquamente a bola, que segue a trajetória mostrada na figura. Ela exige que o candidato assinale a alternativa que melhor representa os vetores, velocidade e aceleração, nos pontos 1, 2 e 3 da trajetória.

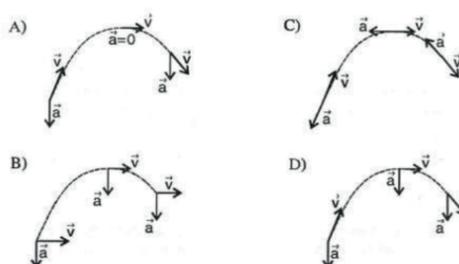


Figura 02: Alternativas que indicam os vetores velocidade e aceleração em três pontos da trajetória da bola.

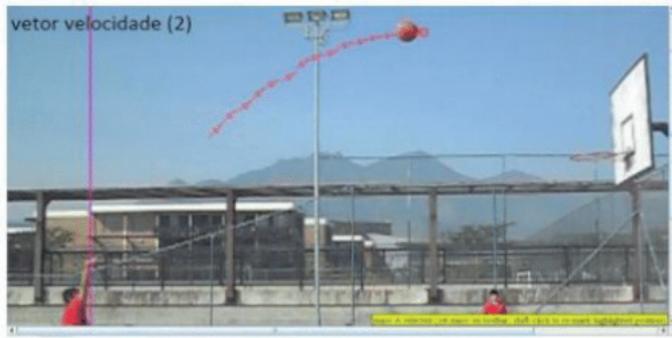


Figura 03: Imagem da indicação do vetor velocidade durante a videoanálise do lançamento livre

A videoanálise possibilita a indicação de tais vetores em cada frame. Desta forma a análise feita em um lançamento da quadra externa coincide, em primeira instância, com a alternativa correta, a letra D, como indicam as figuras a seguir.



Figura 04: Imagem da indicação do vetor aceleração durante a videoanálise do lançamento livre

O modelo experimental solidificou a base teórica dos estudantes e fomentou um rico debate sobre a influência da resistência do ar na descrição dos vetores velocidade e aceleração. Essa influência também se estendeu para a análise gráfica porque parte do grupo previa que não seria possível a verificação de um movimento uniforme no eixo horizontal por conta do atrito.

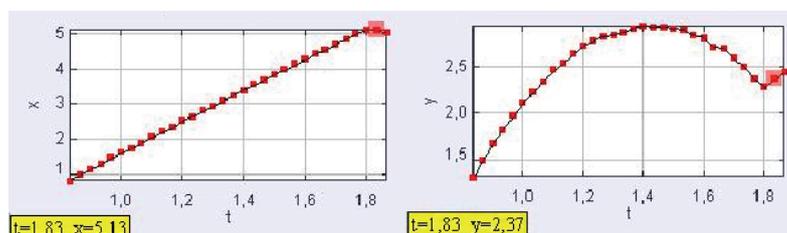


Figura 05: Gráficos da posição em função do tempo, em metros e segundos. Na esquerda os dados do eixo horizontal e na direita do eixo vertical.

O trecho abaixo é o relato de uma estudante indicando que o grupo pôde extrapolar o comando inicial da questão com um entendimento mais amplo do fenômeno a partir de dados de um lançamento real.

A videoanálise facilitou a compreensão do exercício e ofereceu parâmetros para o comportamento dos dois elementos necessários à sua resolução. Os gráficos resultantes da análise demonstram claramente um movimento uniforme no deslocamento de sentido horizontal e um movimento uniformemente variado no deslocamento vertical do objeto. Vale ressaltar, no entanto, que essa divisão em componentes não é intuitiva e clara a olho nu, fator que pode resultar na dificuldade da relação conteúdo/cotidiano. A respeito do comportamento do vetor da aceleração, o exercício estabelece uma simplificação grande quando comparado à videoanálise (direção dos vetores). Essa redução pode ser, também, um dos motivos para a dificuldade de transposição dos conteúdos e fundamentos para a visão cotidiana (e vice-versa).

Com a sequência de videoanálises o grupo foi se apropriando do conteúdo e promovendo críticas em exercícios que, em um primeiro momento, não eram resolvidos ou solucionados com certa insegurança. Esse foi o caso da questão do processo seletivo da Academia da Força Aérea. A questão trata de uma bola de basquete que descreve uma trajetória, tal como mostrada na figura, após ser arremessada por um jovem atleta que tenta bater um recorde de arremesso.

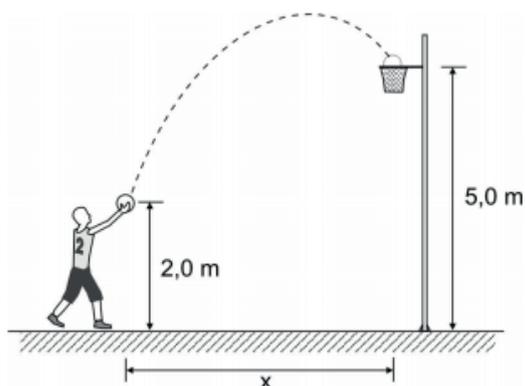


Figura 06: Dados do lançamento indicado na questão da AFA.

A bola é lançada com uma velocidade de 10 m/s e, ao cair na cesta, sua componente horizontal vale 6,0 m/s. O candidato deve determinar a distância horizontal (x) percorrida pela bola desde o lançamento até cair na cesta, em metros.

No procedimento experimental os estudantes perceberam rapidamente que a condição proposta pela questão está adequada para a matematização com números exatos, uma vez que a altura da cesta na questão ultrapassa a medida da liga americana de basquete, de 3,05 metros, e da quadra interna da Escola, de 3,06 metros. Essa crítica não surgiria sem a videoanálise, principalmente por se tratar de um vestibular de reconhecimento nacional e almejado por milhares de jovens. Uma segunda crítica é para o tempo de voo de 1 segundo encontrado na resolução da questão, pois em todas as análises experimentais o valor sempre se aproxima dos 2 segundos de voo. Uma estudante do grupo apontou que

a questão se baseia essencialmente na aplicação de fórmulas para o cálculo do que é pedido, bastando manipulação algébrica para chegar ao resultado. Aplicações

como essa dificultam o estabelecimento da relação cotidiana com as informações e os conteúdos.

Mesmo se tratando de lançamentos realizados por amadores, o fato do grupo observar discrepâncias entre a questão e a experimentação demonstra uma visão crítica construída e um importante processo de levantamento de hipóteses durante a atividade.

4 | CONCLUSÕES

A atividade foi realizada em um cenário privilegiado, com poucos estudantes e todos encaminhados por interesse pelo tema. Mas os resultados e a relativa simplicidade dos recursos necessários indicam que seja uma atividade possível para grupos maiores e heterogêneos. O uso de ferramentas computacionais surge em diversos casos como uma poderosa ação, não pela simples presença do artefato, mas pela possibilidade de observações e resultados que não seriam atingidos sem essa tecnologia.

A aplicação de um artefato digital não indica que a lógica tradicional de ensinar, muitas vezes identificada como transmissão de conteúdos, foi rompida. E a atividade de videoanálise com lançamento oblíquo conseguiu a superação de uma relação de ensino unilateral, com apropriação de conteúdos e desenvolvimento de habilidade. Dessa forma pode-se verificar que a docência com tecnologias necessita de aprofundamento teórico e fundamentação na empiria para abrir novos horizontes não somente conceituais, mas, também, de práticas, sempre encorajando um maior “estranhamento” com relação ao maniqueísmo representado na polarização entre discursos tecnófilos e tecnófobos (Ferreira, 2015).

A própria experimentação em Ciências da Natureza, que é indicada por Ribeiro e Verdaux (2013) como recorrente prática atrelada ao caráter alegórico, ou de confirmação de leis já demonstradas de forma teórica, pôde ter um papel ativo e de efetiva elaboração de hipóteses durante o processo de videoanálise. A ferramenta Tracker foi de suma importância no processo experimental e muito adequada para essa faixa de ensino.

A atividade revelou-se promissora em suscitar a construção de modelos, fator sugerido por Sanjosé *et al* (2007) como principal fonte de fracassos nas resoluções expositivas de problemas. Diante de um problema aberto e que apresenta a metodologia de resolução como metaconteúdo, a proposição de um modelo de enfrentamento parece surgir mais naturalmente do que nas tradicionais atividades teóricas.

A ampliação do repertório estudantil foi verificado na extrapolação dos comandos das questões e nas críticas promovidas nas aplicações de fórmulas dissociadas de casos cotidianos, como no caso das dimensões da cesta de basquete, e na influência de fatores externos na análise do fenômeno, como a verificação de um movimento

uniforme no eixo horizontal mesmo com a influência do atrito. Vale ressaltar mais uma vez que a construção desse debate foi possível graças ao enfrentamento do problema a partir de um modelo experimental construído e pensado pelos estudantes.

REFERÊNCIAS

BEZERRA JR, Arandi Ginane et al. Videoanálise com o software livre Tracker no laboratório didático de Física: movimento parabólico e segunda lei de Newton. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, p. 469-490, 2012.

DE JESUS, V. L. B.; SASAKI, D. G. G. Video analysis of a low cost experiment on kinetic friction and rolling friction. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 36, n. 3, p. 1-6, 2014.

DE QUADRO PEDUZZI, Luiz Orlando. O conceito de força no movimento e as duas primeiras leis de Newton. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 2, n. 1, p. 6-15, 1985.

FERREIRA, Douglas Alves. Utilização de uma simulação computacional como ferramenta para o ensino de lançamento oblíquo: uma proposta para o ensino de Física. 2014.

GONZALEZ, Encarnación AM. Reversão do Desempenho de Estudantes em um Curso de Física Básica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 23, n. 1, 2001.

GUIMARÃES, Luiz Alberto Mendes; BOA, Marcelo Cordeiro Fonte. Mecânica. **Mecânica**, 2001.

MARTINS, A. A.; GARCIA, N. M. D.; BRITO, G. S. O Ensino de Física e as Novas Tecnologias de Informação e Comunicação: uma análise da produção recente. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 19. 2011, Manaus. Anais... Manaus: SNEF, 2011.

RIBEIRO, J.; VERDEAUX, M. Atividades experimentais no ensino de óptica: uma revisão. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 4, p. 4403-1/10, 2012.

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

