

MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

PPG 
ensino de física

Jeremias Borges da Silva
André Maurício Brinatti
André Vitor Chaves de Andrade
Sílvia Luiz Rutz da Silva
(organizadores)

**LEANDRO ANTONIO DOS SANTOS
ANTÔNIO SÉRGIO MAGALHÃES DE CASTRO**



volume 10
Tomo I

Conceituação e Simulação da Dinâmica do Movimento Caderno do Professor

SÉRIE
Produtos Educacionais em Ensino de Física

UEPG - PROEX

SÉRIE

Produtos Educacionais em Ensino de Física

Volume 10 – Tomo I

LEANDRO ANTONIO DOS SANTOS

ANTÔNIO SÉRGIO MAGALHÃES DE CASTRO

**Conceituação e Simulação na Dinâmica
do Movimento
Caderno do Professor**

Jeremias Borges da Silva
André Maurício Brinatti
André Vitor Chaves de Andrade
Silvio Luiz Rutz Da Silva
(ORGANIZADORES)

UEPG – PROEX
1a. Edição
Ponta Grossa – PR
2018

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA

Prof. Dr. Carlos Luciano Sant'Ana Vargas
REITOR

Profa. Dra. Gisele Alves de Sá Quimelli
VICE-REITOR

Profa. Dra. Marilisa Do Rocio Oliveira
PRÓ-REITOR DE EXTENSÃO E ASSUNTOS CULTURAIS

Profa. Dra. Osnara Maria Mongruel Gomes
PRÓ-REITOR DE PESQUISA E PÓSGRADUAÇÃO

PÓS GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MNPEF - POLO 35 – UEPG
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

Colegiado

Prof. Dr. Jeremias Borges Da Silva (Coordenador)

Prof. Dr. Silvio Luiz Rutz Da Silva (*Vice-Coordenador*)

Prof. Dr. André Maurício Brinatti

Prof. Dr. Luiz Antônio Bastos Bernardes

Prof. Dr. Paulo César Facin

Aluno (*Rep. Discente*)

Suplentes

Prof. Dr. André Vitor Chaves de Andrade

Prof. Dr. Júlio Flemming Neto

SÉRIE:

PRODUTOS EDUCACIONAIS EM ENSINO DE FÍSICA

CONSELHO EDITORIAL DA SÉRIE

Prof. Dr. Alexandre Camilo Junior (UEPG)

Prof. Dr. André Maurício Brinatti (UEPG)

Prof. Dr. André Vitor Chaves de Andrade (UEPG)

Prof. Dr. Antonio Sérgio Magalhães de Castro (UEPG)

Prof. Dr. Gelson Biscaia de Souza (UEPG)

Prof. Dr. Jeremias Borges Da Silva (UEPG)

Prof. Dr. Júlio Flemming Neto (UEPG)

Prof. Dr. Luiz Américo Alves Pereira (UEPG)

Prof. Dr. Luiz Antônio Bastos Bernardes (UEPG)

Prof. Dr. Marcelo Emilio (UEPG)

Prof. Dr. Paulo Cesar Facin (UEPG)

Prof. Dr. Fabio Augusto Meira Cássaro (UEPG)

Prof. Dr. Luiz Fernando Pires (UEPG)

Prof. Dr. Sérgio da Costa Saab (UEPG)

Prof. Dr. Silvio Luiz Rutz Da Silva (UEPG)

Prof. Dr. Gerson Knipphoff da Cruz (UEPG)

Profa. Dra. Josie Agatha Parrilha da Silva (UEPG)

Prof. Dr. Adriano Reinaldo Viçoto Benvenho
(UFABC)

Prof. Dr. Awdry Feisser Miquelin (UTFPR)

Prof. Dr. Carlos Alberto de Oliveira Magalhães Jr
(UEM)

Profa. Dra. Cleci Werner da Rosa (UPF)

Prof. Dr. José Ricardo Galvão (UTFPR)

Prof. Dr. Hércules Alves de Oliveira Jr. (UTFPR)

Profa. Dra. Iramaia Jorge Cabral de Paulo (UFMT)

Prof. Dr. João Amadeus Pereira Alves (UTFPR)

Prof. Dr. Marco Antonio Moreira (UFRGS)

Prof. Dr. Marcos Antonio Florczak (UTFPR)

Profa. Dra. Sandra Mara Domiciano (UTFPR)

Profa. Dra. Sani de Carvalho Rutz da Silva (UTFPR)

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
AV. CARLOS CAVALCANTI, 4748
CEP 84030-900 – PONTA GROSSA – PARANÁ
<http://www3.uepg.br/ppgef/>

SÉRIE

Produtos Educacionais em Ensino de Física

Volume 10 – Tomo I

LEANDRO ANTONIO DOS SANTOS

ANTÔNIO SÉRGIO MAGALHÃES DE CASTRO

**Conceituação e Simulação na Dinâmica
do Movimento
Caderno do Professor**

Jeremias Borges da Silva
André Maurício Brinatti
André Vitor Chaves de Andrade
Sílvia Luiz Rutz Da Silva
(ORGANIZADORES)

UEPG – PROEX
1a. Edição
Ponta Grossa – PR
2018

S237c Santos, Leandro Antonio dos
Conceituação e simulação da dinâmica do movimento:
caderno do professor [livro eletrônico]/ Leandro Antonio
dos Santos, Antonio Sérgio Magalhães de Castro. Ponta
Grossa: UEPG/PROEX, 2018. (Série Produtos
Educação em Física, v. 10, t.1).

52 p.; il.; e-book

ISBN: 978-85-63023-31-5

1. Ensino-aprendizagem. 2. Movimento. 3. Simulação. 4.
Leis de Newton. I. Castro, Antonio Sérgio Magalhães de. II.
T.

CDD: 531

Ficha Catalográfica Elaborada por Maria Luzia F. Bertholino dos Santos - CRB 9/986

Foto da Capa: JESHOOOTS.com

Disponível em:

<https://www.pexels.com/photo/airport-architecture-blur-business-442600/>



Este trabalho está licenciado com uma Licença Creative Commons – Atribuição -
Não Comercial- Compartilha Igual 4.0 Internacional.

PREFÁCIO

Durante as últimas décadas, no Brasil se tem conseguido avanços significativos em relação a alfabetização científica, em especial na área do Ensino de Física, nos diversos níveis de ensino, entretanto continua pendente o desafio de melhorar a qualidade da Educação em Ciências. Buscando superar tal desafio a Sociedade Brasileira de Física (SBF) implementou o Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF) que se constitui em um programa nacional de pós-graduação de caráter profissional, voltado a professores de ensino médio e fundamental com ênfase principal em aspectos de conteúdos na Área de Física, resultando em uma ação que engloba diferentes capacidades apresentadas por diversas Instituições de Ensino Superior (IES) distribuídas em todas as regiões do País.

O objetivo do MNPEF é capacitar em nível de mestrado uma fração muito grande de professores da Educação Básica quanto ao domínio de conteúdos de Física e de técnicas atuais de ensino para aplicação em sala de aula como, por exemplo, estratégias que utilizam recursos de mídia eletrônica, tecnológicos e/ou computacionais para motivação, informação, experimentação e demonstrações de diferentes fenômenos físicos.

A abrangência do MNPEF é nacional e universal, ou seja, está presente em todas as regiões do País, sejam elas localizadas em capitais ou estejam afastadas dos grandes centros. Fica então clara a necessidade da colaboração de recursos humanos com formação adequada localizados em diferentes IES. Para tanto, o MNPEF está organizado em Polos Regionais, hospedados por alguma IES, onde ocorrerem as orientações das dissertações e são ministradas as disciplinas do currículo.

A Universidade Estadual de Ponta Grossa, por meio de um grupo de professores do Departamento de Física, faz parte do MNPEF desde o ano de 2014 tendo nesse período proporcionado a oportunidade de aperfeiçoamento para quarenta e cinco professores de Física da Educação Básica, sendo que desses quinze já concluíram o programa tornando-se Mestres em Ensino de Física.

A **Série Produtos Educacionais em Ensino de Física**, que ora apresentamos, consta de vários volumes que correspondem aos produtos

educacionais derivados dos projetos de dissertação de mestrado defendidos. Alguns desses volumes são constituídos de mais de um tomo.

Com essa série o MNPEF - Polo 35 - UEPG, não somente busca entregar materiais instrucionais para o Ensino de Física para professores e estudantes, mas também pretende disponibilizar informação que contribua para a identificação de fatores associados ao Ensino de Física a partir da proposição, execução, reflexão e análise de temas e de metodologias que possibilitem a compreensão do processo de ensino e aprendizagem, pelas vias do ensino e da pesquisa, resultado da formação de docentes-pesquisadores.

A série é resultado de atividade reflexiva, crítica e inovadora aplicada diretamente à atuação profissional do docente, na produção de conhecimento diretamente associado à prospecção de problemas e soluções para o ensino-aprendizagem dos conhecimentos em Física, apresentando estudos e pesquisas que se propõem com suporte teórico para que os profissionais da educação tenham condições de inovar sua prática em termos de compreensão e aplicação da ciência.

A intenção é que a **Série Produtos Educacionais em Ensino de Física** ofereça referências de propostas de Ensino de Física coerentes com as estruturas de pensamento exigidas pela ciência e pela tecnologia, pelo exemplo de suas inserções na realidade educacional, ao mesmo tempo que mostrem como se pode dar tratamento adequado à interdependência de conteúdos para a formação de visão das interconexões dos conteúdos da Física.

Prof. Dr. Jeremias Borges da Silva

Prof. Dr. André Maurício Brinatti

Prof. Dr. André Vitor Chaves de Andrade

Prof. Dr. Silvio Luiz Rutz Da Silva

Organizadores

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	8
OBJETIVOS DO PRODUTO EDUCACIONAL DESTINADO AOS ESTUDANTES	10
ESTRUTURA DAS UNIDADES DIDÁTICAS	11
CONSIDERAÇÕES INICIAIS	17
UNIDADE 1 - FINALIDADES E SUGESTÕES PARA O TRABALHO EM CLASSE	18
TUTORIAL PARA USO DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL	20
RESPOSTAS DOS EXERCÍCIOS PROPOSTOS	22
UNIDADE 2 - FINALIDADES E SUGESTÕES PARA O TRABALHO EM CLASSE	24
RESPOSTAS DOS EXERCÍCIOS PROPOSTOS	29
UNIDADE 3 - FINALIDADES E SUGESTÕES PARA O TRABALHO EM CLASSE	30
TUTORIAL PARA USO DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL	34
RESPOSTAS DOS EXERCÍCIOS PROPOSTOS	36
UNIDADE 4 - FINALIDADES E SUGESTÕES PARA O TRABALHO EM CLASSE	37
TUTORIAL PARA USO DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL	42
RESPOSTAS DOS EXERCÍCIOS PROPOSTOS	45
REFERÊNCIAS	46

APRESENTAÇÃO

Este manual é destinado aos professores de Física do Ensino Médio, visando apresentar aspectos teóricos e metodológicos que viabilizem a aplicação do produto educacional destinado aos estudantes.

Além dos objetivos principais que motivaram a elaboração do produto educacional, o manual apresenta uma descrição da estrutura das unidades didáticas, as expectativas de aprendizagem, as finalidades e as sugestões de trabalho em classe, um tutorial para utilização das simulações computacionais e as respostas dos exercícios propostos aos estudantes.

A primeira parte do produto educacional, destinado aos estudantes de primeiro ano de Ensino Médio, foi implementado no segundo semestre do ano letivo 2015, para duas turmas do primeiro ano de Ensino Médio, do Colégio Estadual José Marcondes Sobrinho, em Laranjeiras do Sul, Estado do Paraná.

A efetiva aplicação da proposta com os estudantes, a fundamentação teórica e metodológica resultante do curso das disciplinas de mestrado, o diálogo constante com o orientador, a elaboração da tese de dissertação, as conversas e as sugestões dos professores que contribuíram na leitura crítica deste material, foram fundamentais e resultaram neste trabalho.

Visamos ainda com o manual do professor divulgar o produto educacional, para que possa ser utilizado também em outros espaços, pelo professor e outros colegas educadores, se assim o desejarem, adaptando-o à realidade de seus ambientes de trabalho e público-alvo.

Laranjeiras do Sul, agosto de 2016.

Prof. Leandro Antonio dos Santos

Prof. Dr. Antonio Sergio Magalhães de Castro

OBJETIVOS DO PRODUTO EDUCACIONAL DESTINADO AOS ESTUDANTES

O produto educacional destinado aos estudantes é derivado do meu trabalho de dissertação no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, intitulado "A elaboração de unidades didáticas como estratégia central para a compreensão dos modelos científicos: uma proposta baseada em Vigotski para o estudo do movimento", realizada sob orientação da Prof. Dr. Antonio Sergio Magalhães de Castro, e apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Física, do Departamento de Física da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), em 26 de agosto de 2016.

Figura 1 – Capa do produto educacional destinado aos estudantes.



Fonte: O autor.

Defende-se, neste trabalho, que é preciso superar a ideia de que a repetição de exercícios e a solução de problemas numéricos, por si só, conduzem à aprendizagem significativa. Acredita-se que uma melhor compreensão dos conteúdos é alcançada quando se privilegia a discussão conceitual dos modelos científicos, imprescindíveis para a descrição dos fenômenos físicos.

Por isso entendemos que as atividades experimentais e computacionais são essenciais, desde que acompanhem a sequência lógica dos conteúdos, com uma estratégia de integração à teoria, motivando o diálogo em sala de aula, apoiando a discussão conceitual, possibilitando ao professor ser o mediador entre o conhecimento que os estudantes já possuem e o conhecimento científico a ser adquirido.

Nesse sentido, o objetivo principal do produto educacional destinado aos estudantes é conduzi-los a compreenderem o papel dos modelos científicos para a estruturação do conhecimento dos conceitos físicos, formalizando os modelos conceituais, mas também discutindo pontos cruciais da modelagem científica, como as *idealizações e aproximações*, confrontando teoria e realidade.

Cada seção do produto educacional foi chamada de unidade didática, desenvolvidas à luz da Teoria Sociocultural de Vigotski, que privilegiam a interação entre

os estudantes e entre os estudantes e o professor, possibilitando aos estudantes elaborar, internalizar e compartilhar significados sobre os conteúdos abordados.

Diante disso, visando integrar as atividades experimentais e computacionais às atividades teóricas, propomos atividades de pesquisa, de debate, de textos, de vídeos, de exercícios e de problemas que possibilitam uma abordagem conceitual, o que não implica necessariamente, excluir o tratamento matemático quantitativo.

A intenção principal é superar práticas ineficazes que conduzem a aplicação de atividades experimentais e computacionais isoladas, que sirvam apenas para reproduzir fenômenos ou comprovar valores numéricos.

ESTRUTURA DAS UNIDADES DIDÁTICAS

Tendo recorrido sobre os objetivos pedagógicos que nortearam o planejamento da obra, apresentamos agora as seções que constituem as unidades didáticas do produto educacional destinado aos estudantes.

Buscamos utilizar em cada unidade didática uma linguagem simples e clara, apresentando textos, vídeos, imagens e atividades pensadas sob a ótica do estudante do Ensino Médio.

No início de cada unidade didática apresenta-se uma:

Tabela 1 - Estrutura das unidades didáticas

Abertura	Os inícios das unidades didáticas apresentam uma imagem que melhor representa a unidade, que logicamente visa também chamar a atenção dos leitores para o assunto. É na abertura que é apresentado o problema da unidade a fim de promover o diálogo com os estudantes.
Para início de conversa	Esta seção é composta de um texto introdutório relacionado ao problema da unidade. Visa instigar os estudantes a buscar melhores respostas e argumentos.
Debate	<p>Nesta seção, propomos questões norteando os estudantes a exporem seus pontos de vista ou suas estratégias para resolverem as questões.</p> <p>O professor não é detentor de todo o conhecimento e deve considerar o estudante como um personagem ativo e fundamental, que pode e deve refletir, questionar, argumentar e contribuir para o conhecimento de todos, compartilhando suas concepções.</p> <p>Por essa razão, em inúmeros momentos das unidades didáticas, os estudantes são convidados a exporem seus pontos de vista ou suas estratégias para resolverem determinada questão.</p>

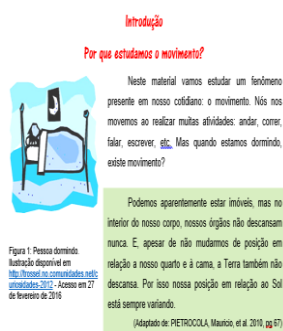
<p>Aprofundando o assunto</p>	<p>Neste tipo de atividade propomos questões mais complexas que exigem pesquisa ou a ajuda do professor para serem resolvidas. Cabe ao professor ser o mediador entre o conhecimento prévio dos estudantes e o conhecimento científico estabelecido.</p> <p>A interação do estudante com o meio social permite que ele desenvolva suas concepções sobre os fenômenos físicos e as traz para escola. Essa opção baseia-se também em uma indicação da teoria pedagógica de Vigotski, o conceito de <i>zona de desenvolvimento imediato</i> ou <i>proximal</i>.</p>
<p>Pesquisa</p>	<p>Um dos pressupostos adotados na elaboração das unidades didáticas foi propor atividades que valorizem a pesquisa nos mais diferentes meios (rede web, livros, revistas etc.) e consequentemente sua divulgação em sala de aula.</p> <p>É fundamental considerar que a escola não é a única forma de acesso ao conhecimento sistematizado, que hoje está disponível em diversos lugares: “nos livros nas bibliotecas, videotecas, universidades, institutos de pesquisa, escola, computadores, banco de dados tornando-se, sob o peso da informática e da instrumentação eletrônica em geral, cada vez mais acessível” (DEMO, 2003, p. 27).</p>
<p>Atividade Computacional</p>	<p>Neste tipo de atividade, propomos o acesso e a realização de simulações computacionais que podem ser realizadas individualmente, em grupos ou demonstradas pelo professor com o projetor de slides (situação mais indicada quando o laboratório de informática apresentar problemas de hardware, software e/ou conexão). Em todas as atividades computacionais existem questões a serem respondidas pelos estudantes. O diferencial é que são atividades integradas às atividades teóricas e experimentais.</p> <p>Os simuladores e as animações computacionais estão cada vez</p>

	<p>mais presentes no âmbito escolar em virtude do grande avanço das tecnologias educacionais e a difusão cada vez mais abrangente delas em diversas classes sociais. Paraná (2009) ressalta o papel das animações computacionais no ensino:</p> <p style="text-align: center;">Os computadores podem ser utilizados para se fazer animações, ou seja, representações dos movimentos que, nos livros didáticos, são representados por figuras estáticas, em apenas duas dimensões, o que pode tornar o fenômeno incompreensível para os estudantes (PARANÁ, 2008, p.78)</p> <p>As simulações computacionais também são importantes para o ensino, pois permitem uma interatividade entre o estudante e a máquina que podem aproximá-lo do fenômeno estudado. Ao interagir com uma representação virtual de um experimento, ele interage diretamente com o modelo científico, altera parâmetros, visualiza limitações e ainda relaciona com o que observou na atividade experimental.</p>
<p>Atividade Experimental</p>	<p>Presente em todas as unidades, trata-se de procedimentos experimentais com materiais simples e de baixo custo que devem ser realizados em sala de aula, em grupos, ou demonstrados pelo professor. Em todas as atividades experimentais existem questões para serem respondidas pelos estudantes e/ou debatidas com o professor.</p> <p>Visando situar a Teoria de Vigotski no contexto das atividades experimentais, utilizou-se os argumentos de Gaspar (2011) que, interpretando Vigotski, chama a atenção para o papel do professor durante o desenvolvimento das atividades experimentais.</p> <p style="text-align: center;">Para essa teoria, o aluno não aprende diretamente da realização da atividade experimental, mas das interações sociais por ela desencadeadas, sob a orientação do professor, que conduz os seus</p>

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

- 1) Neste material são apresentadas algumas possibilidades de abordagem dentro do estudo de movimentos. Não foi possível, neste produto educacional, tratar de todas as possibilidades, nem era objetivo fazê-lo.
- 2) Este material não substitui o livro didático disponibilizado aos estudantes, mas pode auxiliar e complementar substancialmente a discussão de muitos assuntos.
- 3) As unidades aqui propostas não precisam ser abordadas em sequência. Cabe ao professor determinar, em seu plano de trabalho docente, o momento que julgar ideal para aplicar uma ou outra unidade, ou mesmo uma ou outra atividade presente nas unidades.
- 4) A Teoria Sociointeracionista de Vigotski é a teoria psicológica de aprendizagem que norteou a elaboração do material dos estudantes e deste manual.
- 5) Este produto educacional é derivado de um trabalho de dissertação de mestrado. Dessa forma, todo embasamento teórico e metodológico que culminou neste trabalho estão contidos na dissertação que também deve ser consultada.
- 6) Além do suporte teórico-metodológico disponibilizado neste manual, elaboramos um tutorial técnico para desenvolvimento das atividades computacionais.
- 7) Consultar antecipadamente o administrador local do laboratório de informática do seu colégio para verificar as condições de funcionamento dos computadores. Observar se as simulações rodam quando há o acesso simultâneo à rede.

Figura 2 – “Print” do texto inicial.



Portanto, a definição sobre o estado de repouso ou movimento de um objeto deve sempre considerar quem o está observando, isto é, qual é o referencial adotado. Na situação acima, a resposta mudar se adotamos como referencial o Sol ou a sua cama.

Fonte: O autor.

TEXTO DA INTRODUÇÃO: “POR QUE ESTUDAMOS O MOVIMENTO?”

O texto da introdução “Afinal, o que é movimento?” visa discutir os conceitos de movimento, repouso como dependentes de um referencial. Além disso, apresenta-se resumidamente os assuntos que serão abordados em cada unidade didática.

Figura 3 – Imagem da capa de abertura da unidade 1.



Fonte: O autor.

UNIDADE 1 - FINALIDADES E SUGESTÕES PARA O TRABALHO EM CLASSE

Conteúdo Estruturante: Movimento

Previsão de aulas: 5 (cinco)

Expectativas de aprendizagem:

Espera-se que, ao final desta unidade, o estudante possa:

- Reconhecer que repouso e movimento dependem do referencial adotado;
- Definir grandezas vetoriais e escalares;
- Conceituar velocidade escalar média como conceito provisório;
- Compreender e aplicar com razoabilidade o modelo de ponto material no estudo do movimento;
- Identificar ponto material e corpo extenso;
- Conceituar e calcular velocidade média como uma grandeza de caráter vetorial;

Tabela 13: Descrição das finalidades e sugestões de trabalho em classe:

SEÇÃO	FINALIDADES E SUGESTÕES DE TRABALHO EM CLASSE
Abertura Página 127	O objetivo da imagem e da problematização é motivar os estudantes para o estudo da velocidade, pois, ao tratar de um evento esportivo é quase certo de que se está trabalhando um assunto presente nas

	conversas e discussões diárias entre os estudantes. Conforme destaca Anjos (2015), a base de toda observação física está justamente em se verificar a mudança de posição ao longo do tempo, seja de um corpo ou de um sistema de corpos.
Para início de conversa Página 128	Para iniciar o assunto propomos como estratégia chamar a atenção da turma para a performance de Usain Bolt. Neste momento, os estudantes são incentivados a elaborar um mapa mental sobre o conceito de velocidade. No mapa mental o estudante tem a total liberdade para fazer associação entre os conhecimentos, suas representações, suas cognições, a partir de uma palavra-chave ou imagem. Recolha os mapas mentais dos estudantes, pois tais instrumentos poderão subsidiar suas próximas abordagens com o assunto.
Pesquisa Página 128	Visa discutir alguns conceitos ou relembrar – caso tenham sido abordados em aulas anteriores – pois esses são considerados pré-requisitos para compreensão do conceito físico de velocidade.
Texto “O espaço percorrido e a velocidade escalar” Página 129	A finalidade desta discussão é apresentar o conceito “provisório” de velocidade escalar. Muito embora este conceito não trate a velocidade como uma grandeza vetorial, é importante discuti-lo, pois é o conceito que a maioria dos estudantes trazem consigo, ou seja, é essencial conciliar o conhecimento cotidiano com o conhecimento físico. Na física, só há interesse pelo caráter vetorial dessas grandezas.
Aprofundando o assunto Página 130	Apresenta uma questão para que o professor construa com os estudantes uma regra para transformar velocidades de m/s para km/h e vice-versa. A segunda questão é um problema que exige a aplicação da regra para transformar velocidade.
Atividade Computacional Página 131	Nesta atividade os estudantes visualizarão duas animações em que terão que determinar a velocidade escalar média em cada situação. O objetivo educacional geral do software é permitir que o estudante contextualize, caracterize e construa o conceito de velocidade média,

	<p>variação de posição e variação do tempo para um determinado objeto, por via investigativa realizada por meio de um espaço virtual e da abordagem de conceitos relacionados ao tema, tais como: relação entre velocidade e tempo, posição e tempo.</p> <p>Durante o processo, o professor ressaltará aos estudantes a importância de inicialmente retirar os dados do experimento em cada situação, tais como, posição final (S_f) e posição inicial (S_i), o intervalo de tempo indicado no cronômetro (Δt), para, então, substituir os dados na equação matemática:</p> $V_m = \frac{\Delta S}{\Delta t}$ <p>Destacar aos estudantes que esses procedimentos de organização das informações facilitam a resolução das questões propostas na animação e outras também. Segundo Larcher (1996), citado por Pietrocola (p.39, 2005), a modelização deve ser sempre norteada por uma questão: então, a primeira condição a ser satisfeita pela atividade de modelização é fornecer uma resposta para questão que a originou.</p>
<p>Debate</p> <p>Página 132</p>	<ul style="list-style-type: none"> - A primeira questão tem por objetivo proporcionar uma discussão sobre a aplicabilidade do modelo do ponto material para cálculo da velocidade escalar média. - A segunda questão possibilita uma discussão conceitual sobre o modelo de ponto material e sua validade. <p>Para um maior aprofundamento sugerimos a leitura do artigo:</p> <p>VEIT, Eliane; ARAUJO, Ives; BRANDÃO, Rafael. Modelos Científicos e Fenômenos Físicos. <i>Revista Física na Escola</i>. v. 9, n. 1, 2008.</p> <p>Disponível na rede web no endereço: http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol9/Num1/modelagem.pdf</p>
<p>Texto</p> <p>“Velocidade</p>	<p>Apresentar o conceito físico de velocidade média, ou seja, discuti-la como um vetor. O mais importante é deixar bem clara a diferença de</p>

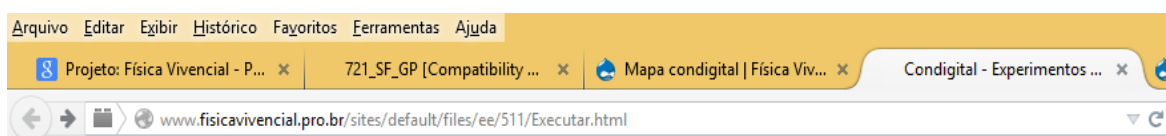
<p>média”</p> <p>Página 133</p>	<p>espaço percorrido e deslocamento (em alguns livros didáticos são entendidos como sinônimos) e velocidade escalar média e velocidade vetorial média (que pode ser simplesmente chamada de velocidade média, pois fisicamente velocidade é um vetor).</p>
<p>Atividade Experimental</p> <p>Página 133 e 134</p>	<p>Envolve a realização de duas atividades experimentais que tratam respectivamente sobre velocidade escalar média e velocidade vetorial média. São propostas cinco questões nesta seção:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Para resolver a primeira questão, os estudantes em sala de aula – ou na quadra esportiva do colégio se o professor achar melhor - deverão medir o espaço percorrido por um colega e o tempo gasto no trajeto para determinar a velocidade escalar média. - Para resolver a segunda questão, eles irão medir o deslocamento vetorial do aviãozinho de papel e dividirão pelo tempo gasto para determinar a velocidade vetorial média – ou simplesmente velocidade média – caso haja tempo disponível, recomenda-se realizar isso algumas vezes para obter uma média de velocidades. A bússola é necessária para indicar a direção e sentido dos voos. - Na terceira questão os estudantes preencherão a tabela com os valores encontrados. - A quarta questão tem intenção de propor que os estudantes expliquem as diferenças de procedimento para a determinação da velocidade escalar e vetorial média. - E, por fim, a última questão tem a finalidade de advertir os estudantes que fazer uma média de velocidades, como na atividade do aviãozinho de papel, não significa o mesmo que determinar velocidade média.
<p>Referências</p> <p>Página 135</p>	<p>São indicados livros, artigos e outros materiais que embasaram a elaboração da unidade didática e deste manual.</p>

TUTORIAL PARA USO DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL

SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL SOBRE VELOCIDADE MÉDIA¹

1. Digite o seguinte endereço na página do seu navegador:

www.fisicavivencial.pro.br/sites/default/files/default/ee/511/Executar.html



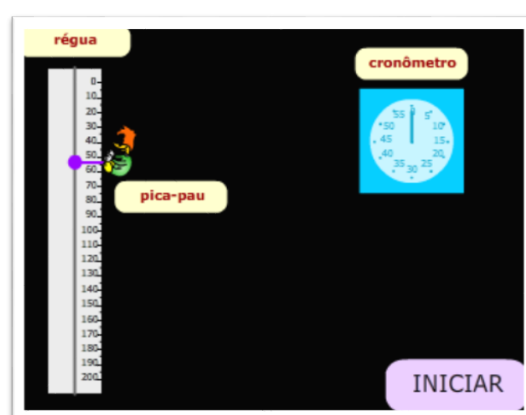
Clique no ícone



Abre a seguinte página:



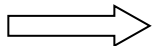
Clique em “1ª situação” - aparece a “tela” a seguir



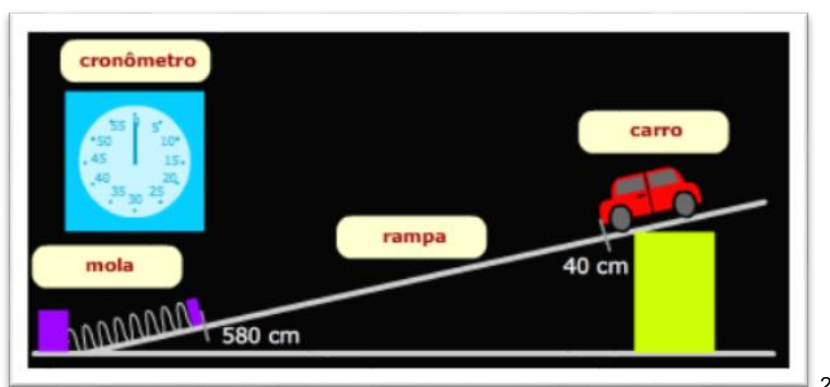
Clique em INICIAR

¹ Imagens disponíveis em: www.fisicavivencial.pro.br/sites/default/files/default/ee/511/Executar.html

Ao finalizar, clique novamente no ícone animação para retornar à página inicial:



Clique em “2ª situação” -> aparece a “tela” a seguir



2

Clique em INICIAR

ANOTAÇÕES:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

² Imagem disponível em: www.fisicavivencial.pro.br/sites/default/files/default/ee/511/Executar.html

RESPOSTAS DOS EXERCÍCIOS PROPOSTOS

1. a) repouso
b) movimento
2. a) repouso
b) movimento
3. Sim, pois 20 m/s equivale a 72 km/h, e o limite de velocidade é 60 km/h.
4. 30 m/s
5. 108 km/h
6. 10,31 m/s que equivale 37,15 km/h
7. 43,9 km/h foi a velocidade medida num intervalo de tempo muito pequeno, ou seja, trata-se da velocidade instantânea de Bolt em algum ponto da prova. O valor encontrado no exercício anterior é a velocidade escalar média de Usain Bolt durante todo o trajeto.
8. Não, pois 20 m/s equivale a 72 km/h, e o limite é 110 km/h.
9. $V_m = 60 \text{ km/h}$.
10. $d = 320 \text{ m}$.
11. $\Delta t = 6 \text{ s}$.
12. Quando as dimensões de um objeto não afetam o estudo, costuma-se representar o corpo como um ponto geométrico no qual toda a massa está concentrada e o qual denominamos de **ponto** material.

Exemplos:

- I. Uma borracha caindo em relação ao colégio;
- II. Um carro partindo de Curitiba a São Paulo;
- III. Uma bola de futebol em relação ao estádio do Maracanã;

13.a) força e velocidade.

14.a) 15 km//h.

b) 20 km/h.

ANOTAÇÕES:

[illegible]

UNIDADE 2 - FINALIDADES E SUGESTÕES PARA O TRABALHO EM CLASSE

Conteúdo Estruturante³: Movimento

Previsão de aulas: 6 (seis)

Expectativas de aprendizagem:

Espera-se que, ao final desta unidade, o estudante possa:

- Entender as diferenças entre as concepções de Aristóteles e Galileu para o movimento de queda;
- Identificar e reconhecer as idealizações presentes no modelo do movimento de queda livre;
- Identificar as variáveis que interferem no tempo de queda de um corpo (o papel da resistência do ar na queda de um corpo);
- Reconhecer que um corpo em queda livre realiza um movimento idealizado como uniformemente variado, ou seja, a aceleração é constante e igual a aceleração da gravidade;
- Estabelecer relações entre posição e tempo e velocidade e tempo, em movimento de queda dos corpos;
- Relacionar o movimento de queda livre com as experiências realizadas no plano inclinado;
- Identificar o atrito como responsável pela variação de velocidade de um corpo. Por exemplo, uma esfera que rola num plano inclinado;
- Reconhecer a Física enquanto construção humana, aspectos de sua história e relações com o contexto, social, político e econômico.

Figura 4 – Imagem da capa de abertura da unidade 2.



Fonte: O autor.

Tabela 14 - Descrição das finalidades e sugestões de trabalho em classe:

SEÇÃO	FINALIDADES E SUGESTÕES DE TRABALHO
Abertura Página 139	A problematização da abertura “ <i>Como explicar a velocidade de queda da pinha do Pinheiro Araucária?</i> ”, visa identificar as concepções

³ Previsto na Diretrizes Curriculares Orientadoras da Educação Básica do Paraná

	espontâneas dos estudantes contextualizando com a queda da pinha do Pinheiro Araucária, árvore símbolo do Estado do Paraná e que certamente muitos deles conhecem. Nesse momento, o professor poderá anotar a opinião deles no quadro negro, destacando que, ao final do desenvolvimento da unidade, haverá condições de responder satisfatoriamente a questão. Para a teoria vigotskiana de aprendizagem, esse procedimento durante toda a unidade possibilita ao professor identificar a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) dos estudantes, ou seja, a distância entre o que eles já sabem resolver sozinhos (Zona de Desenvolvimento Real) com que eles precisam e têm condições de aprender (Zona de Desenvolvimento Potencial), sob a orientação do professor ou colega mais capaz.
Para início de conversa Página 140	Deve-se discutir a tese de Aristóteles sobre o movimento de queda dos corpos. Solicitar aos estudantes fazerem a leitura do texto “ <i>O movimento natural segundo Aristóteles</i> ”, e questioná-los se estão de acordo com essa tese. Durante os relatos, é normal que os estudantes se sintam familiarizados com as ideias aristotélicas, pois essas convergem para o senso comum da maioria das pessoas. Essa concepção prévia será confrontada nas atividades seguintes.
Atividade Experimental Página 141	Essa atividade prática pode ser realizada em sala de aula com materiais simples como duas folhas de papel, uma borracha e um cronômetro para medir o tempo. O objetivo da atividade é possibilitar aos estudantes que observem como varia a velocidade dos objetos em queda e analisem quais seriam os fatores que influenciariam o tempo de queda durante os testes.
Texto “Tese de Galileu sobre a queda dos corpos” Página 142	A intenção é apresentar a tese de Galileu sobre a queda dos corpos. Enfatizar aos estudantes que existem controvérsias sobre a realização do experimento na Torre de Pisa: algumas fontes indicam que esse experimento tenha sido mesmo efetivado, mas em outro local; outros historiadores sugerem que esse experimento não tenha sido realizado, não passando de lenda, e sugerem que Galileu chegou as suas conclusões simplesmente pela lógica do experimento do plano inclinado

	abordado a seguir.
<p>Atividade Experimental e debate</p> <p>Página 143</p>	<p>O documentário exibe a queda de uma bola de boliche e de uma pena em uma situação ideal, numa câmara de vácuo. Perguntar aos estudantes porque caem ao mesmo tempo.</p> <p>São colocadas duas questões para debate:</p> <ul style="list-style-type: none"> - A primeira pergunta no que consiste o movimento de queda livre – enfatizar que é um movimento em que se despreza a resistência do ar. Ressaltar que esse procedimento de desprezar alguns fatores, como, por exemplo, a resistência do ar, é adotado para simplificar o entendimento da maioria dos modelos científicos, o modelo de movimento da queda livre. Portanto, os modelos científicos são idealizações da mente humana que se aproximam da explicação da realidade, não sendo um espelho fiel da realidade, mas sim uma representação. - A segunda questão é propícia para provocar uma discussão sobre as condições que temos na Lua. Embora exista um campo gravitacional capaz de atrair o “astronauta com o paraquedas”, na Lua não há atmosfera. Sendo assim, o paraquedas não influencia o movimento de queda do astronauta.
<p>Texto “Galileu: o estudo da queda livre e o plano inclinado</p> <p>Página 144</p>	<p>Apresentar a experiência de Galileu no plano inclinado e a ideia de associar o movimento da esfera rolando na rampa com a situação de queda livre. Demonstra-se como uma estratégia de Galileu para diminuir a intensidade da variação de velocidade durante a descida da esfera na rampa.</p>
<p>Aprofundando o assunto</p> <p>Página 145</p>	<p>O documentário “<i>Galileu, o mensageiro das estrelas</i>” narra a história do físico, matemático e astrônomo Galileu Galilei. A ideia é exibir o trecho no qual ele demonstra o experimento no plano inclinado. Enfatizar aos estudantes que as experiências no plano inclinado podem ter sido uma estratégia adotada por Galileu para melhor exemplificar a variação de velocidade dos corpos, pois a aceleração é menor na rampa, conforme destaca NUSSENZVEIG (2002):</p> <p style="text-align: right;">Um estudo experimental direto da queda livre seria muito</p>

	<p>difícil naquela época, porque os tempos de queda nas condições usuais são muito curtos. Galileu resolveu essa dificuldade diminuindo a aceleração, com auxílio de um plano inclinado (NUSSENZVEIG, 2002, p.36).</p> <p>Além disso, a primeira questão é importante para discutir com os estudantes as dificuldades técnicas para realização da experiência no plano inclinado, tais como a dificuldade de marcar o tempo. O documentário retrata os métodos utilizados para medição do tempo.</p> <p>A segunda questão proposta serve para tratar o problema da trajetória dos projéteis num lançamento oblíquo e possíveis vantagens financeiras que Galileu obteve. Uma pista para auxiliar os estudantes é enfatizar que o grande avanço dos estudos da mecânica ocorridos no século XVI e XVII está diretamente associado à guerra e a sua indústria. O desenvolvimento das armas de fogo – particularmente do canhão – e o estudo dos processos que ocorrem dentro das armas, a estabilidade, a mira, a trajetória dos projéteis etc., exigiram dos estudiosos, inclusive Galileu, muito trabalho e dedicação.</p> <p>A terceira questão possibilita que o professor introduza o modelo matemático que representa a aceleração da esfera num plano inclinado ($a = g.\sin\theta$), e trabalhar a hipótese do que aconteceria com a velocidade da esfera ao sair da rampa e chegar numa superfície plana e lisa a inclinação da rampa fosse nula (<i>item d</i>). Outros questionamentos podem ser feitos, como, por exemplo: a massa influencia o movimento da esfera? A ideia é preparar campo para entendimento do princípio da inércia e quantidade de movimento.</p> <p>Conforme salienta NUSSENZVEIG (2002):</p> <p style="padding-left: 40px;">Temos aqui formulada pela primeira vez a lei da inércia: na situação ideal contemplada por Galileu, com uma esfera lançada sobre um plano horizontal e perfeitamente polido (sem atrito), desprezando a resistência do ar (NUSSENZVEIG, 2002, p.67)</p>
Descrevendo o movimento de	A intenção é possibilitar primeiramente uma discussão sobre os resultados da tabela – o que significam (item a) – para posteriormente

RESPOSTAS DOS EXERCÍCIOS PROPOSTOS – UNIDADE 2

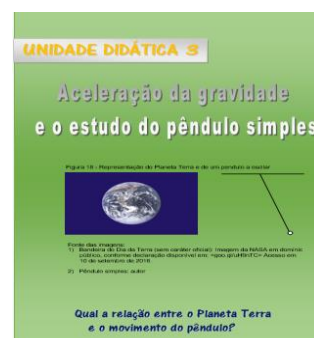
1. b) a resistência do ar é desprezível.
2. a) Aristóteles.
3. a) a pedra.
b) chegam juntos.
4. Retilínea.
5. Aceleração constante.
6. a) 9,8 metros por segundo a cada segundo.
7. c) aumenta 9,8 m/s a cada segundo de queda.
8. c) 45 m.
9. d) 30 m/s.
10. b) aceleração é positiva.
11. a) $t = 4s$.
b) Aproximadamente 40 m/s.

UNIDADE 3 - FINALIDADES E SUGESTÕES PARA O TRABALHO EM CLASSE

Conteúdo Estruturante⁴: Movimento

Previsão de aulas: 6 (seis)

Figura 5 – Imagem da capa de abertura da unidade 3.



Fonte: O autor.

Expectativas de aprendizagem:

Espera-se que, ao final desta unidade, o estudante possa:

- Identificar os fatores que interferem no valor do campo gravitacional terrestre;
- Caracterizar um movimento periódico;
- Definir os termos e as expressões características dos pêndulos e movimentos periódicos, tais como: oscilação, amplitude, período e frequência.
- Identificar e reconhecer as idealizações contidas no modelo do pêndulo simples;

Tabela 15 - Descrição das finalidades e sugestões de trabalho em classe:

SEÇÃO	FINALIDADES E SUGESTÕES DE TRABALHO
Abertura Página 152	A ilustração do Planeta Terra e do pêndulo de oscilação simbolizam o problema da unidade “ <i>Qual a relação entre o Planeta Terra e o movimento do pêndulo?</i> ”, com a intenção de identificar as concepções espontâneas dos estudantes.
Para início de conversa Página 153	Retoma o questionamento da abertura e instiga os estudantes a continuarem o estudo da unidade, que apresenta uma maneira de determinar a aceleração da gravidade local.
Texto “O valor da aceleração da	Apresenta os fatores que influenciam o valor da aceleração da gravidade para corpos próximos à superfície da Terra.

⁴ Previsto na Diretrizes Curriculares Orientadoras da Educação Básica do Paraná

gravidade” Página 153	
Texto “O estudo do pêndulo” Página 154	Caracteriza e apresenta o modelo matemático do pêndulo simples.
Aprofundando o assunto Página 155	<p>Nesta seção, a questão 1 possibilita discutir os limites do modelo do pêndulo simples. Importante é enfatizar aos estudantes que o modelo teórico utilizado resulta de algumas idealizações, tais como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - O corpo que oscila é pontual; - Fio inextensível, inflexível e sem massa; - Despreza-se a resistência do ar; - Considera-se uma das extremidades fixas; - Despreza-se os efeitos de Fricção; - Válido para pequenas amplitudes; <p>A questão 2 visa primeiramente familiarizar os estudantes com termos e expressões características dos pêndulos e movimentos periódicos, tais como: oscilação, amplitude, período e frequência. Posteriormente, o entendimento dos termos, facilita o desenvolvimento da atividade experimental seguinte.</p> <p>Lembramos que a leitura do texto “O estudo do pêndulo” do produto (ou outros materiais, caso julgue necessário) pode facilitar a resolução das duas questões.</p>
Pesquisa Página 155	Inicialmente, os estudantes pesquisam a altitude e latitude no seu município. Em seguida, oriente para que acessem o site:

	<p>http://www.sensorsone.com/local-gravity-calculator/ que possui uma calculadora da gravidade local, onde, com base nos dados pesquisados (item a), encontrarão uma estimativa do valor da gravidade local. Enfatizar que se trata também de uma aproximação, a calculadora trabalha com um modelo que considera a altitude e latitude (que são muito importantes), mas outros fatores, tais como a geologia e a topografia do terreno podem também influenciar na variação da gravidade local. Todo modelo científico é resultante de idealizações e simplificações.</p>
<p>Atividade experimental</p> <p>Página 156</p>	<p>Construir um aparato experimental simples que possibilite aos estudantes observar o movimento pendular e medir o valor da gravidade terrestre. No item 4, os estudantes vão comparar o resultado com o valor encontrado na pesquisa, possibilitando retomar a discussão inicial sobre os limites do modelo do pêndulo simples. O modelo teórico utilizado parte de algumas idealizações, já destacadas anteriormente.</p> <p>Caso desejássemos uma precisão maior, o modelo utilizado seria mais complexo.</p> <p>É conveniente destacar também que, inevitavelmente, os erros de medida fazem parte de qualquer procedimento experimental, que precisamos compreendê-los para melhorar nossa precisão.</p>
<p>Atividade Computacional</p> <p>Página 158</p>	<p>O objetivo deste simulador é projetar experimentos para descrever como as variáveis afetam o movimento de um pêndulo simples.</p> <p>Orienta-se não usar o cronômetro digital manual, e sim o próprio cronômetro do simulador para as medidas do período.</p> <p>Dependendo da disponibilidade de tempo e caso o professor ache necessário, poderá realizar outras medidas para um segundo pêndulo (recurso que o software do simulador proporciona).</p>

TUTORIAL PARA USO DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL

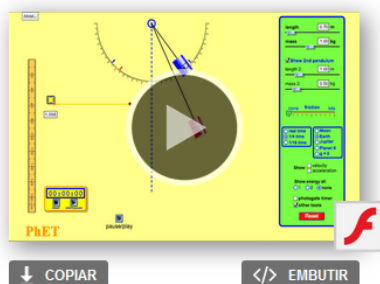
SIMULADOR PHET: LABORATÓRIO DE PÊNDULOS⁵

- 1) No laboratório de informática do seu colégio, digite o seguinte endereço na barra do seu navegador:

https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/pendulum-lab

- 2) Descrição do simulador:

Laboratório de Pêndulos



- Pêndulo
- Movimento Periódico

DOE

PhET é apoiada por

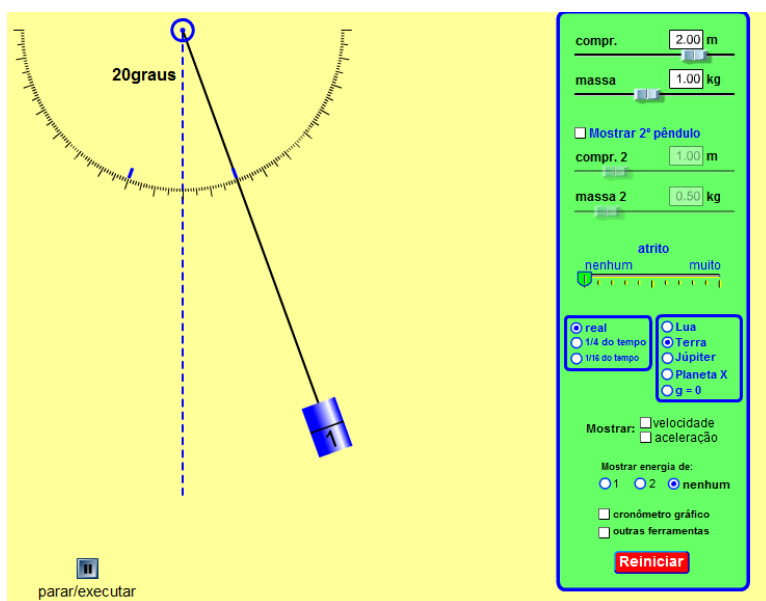


e educadores como você.



É um simulador que permite mexer em um ou em dois pêndulos para descobrir como o período de um pêndulo simples depende do comprimento da corda, da massa e da amplitude do movimento. É possível variar o atrito e a força da gravidade. Outra possibilidade é determinar o valor de g no planeta X.

- 3) Abra a página a seguir e configure os parâmetros:



Ajustar os parâmetros (retângulo verde):

- Comprimento do fio (L): use 2,0 m;
- Massa (m): use 1,0 kg -
- Tempo: real
- Atrito: use nenhum
- Planeta: Terra
- Selecione a opção: cronômetro gráfico.
- Arraste com o mouse a massa do pêndulo: ângulo de 10°

⁵ Fonte das imagens utilizadas neste tutorial: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/pendulum-lab

RESPOSTAS DOS EXERCÍCIOS PROPOSTOS – UNIDADE 3

1. b) menor em relação aos polos.
2. a) menor em relação ao nível do mar.
3. d) $2,5 \text{ m/s}^2$.
4. a) aumentaria em relação à Terra.
5. d) tenderia ao infinito.
6. b) 4 L.
7. a) 2,5 segundos.
8. b) $5,0 \text{ m/s}^2$.
9. c) comprimento do pêndulo e aceleração gravitacional.

Anotações:

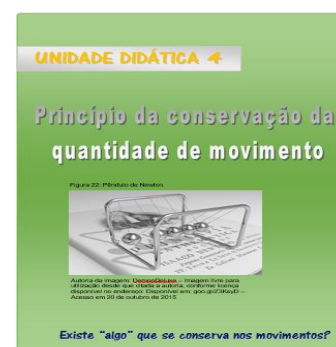
[illegible]

UNIDADE 4 - FINALIDADES E SUGESTÕES PARA O TRABALHO EM CLASSE

Conteúdo Estruturante⁶: Movimento

Previsão de aulas: 8 (oito)

Figura 6 – Imagem da capa de abertura da unidade 4.



Fonte: O autor.

Expectativas de aprendizagem:

Espera-se que, ao final desta unidade, o estudante possa:

- Compreender⁷ a grandeza “quantidade de movimento” como uma propriedade física de um corpo e a massa inercial, um de seus parâmetros de medida, como uma grandeza que expressa a propriedade física de resistência à mudança de estado de movimento, ou de outra forma, à aceleração;
- Conhecer as grandezas físicas que determinam a quantidade de movimento de um corpo (massa e velocidade), bem como suas unidades de medidas, e realize cálculos da quantidade de movimento de um corpo;
- Compreender os modelos como ferramentas elaboradas para explicar fenômenos físicos utilizando-os para explicar movimentos cotidianos, como, por exemplo, o ato de caminhar.
- Reconhecer a conservação de determinadas grandezas, utilizando essa noção na análise de situações apresentadas em atividades experimentais e computacionais;
- Reconhecer os limites de validade dos modelos físicos. Por exemplo, a impossibilidade de explicar o movimento de partículas em movimento com velocidades próximas a velocidade da luz pelo modelo Newtoniano.

Tabela 16 - Descrição das finalidades e sugestões de trabalho em classe:

SEÇÃO	FINALIDADES E SUGESTÕES DE TRABALHO
Abertura Página 163	A imagem da abertura da unidade traz o pêndulo de Newton , um dispositivo que pode ser utilizado em sala de aula (caso haja disponibilidade) no ensino da conservação da quantidade de movimento e da energia mecânica nas colisões. O nome dado a esse experimento é uma homenagem ao físico Isaac Newton, que

⁶ Previsto na Diretrizes Curriculares Orientadoras da Educação Básica do Paraná

⁷ PARANÁ, SEED. Caderno de Expectativas aprendizagem (Departamento de Educação Básica). 2012.

	<p>foi quem o propôs para fazer a análise de vários princípios da Mecânica.</p> <p>O problema “<i>Existe algo que se conserva nos movimentos</i>”? remete ao estudo do Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento, assunto de extrema importância não só para a Mecânica, mas para as teorias físicas de um modo geral.</p>
<p>Para início de conversa</p> <p>Página 164</p>	<p>Aqui é importante que o estudante opine, diga o que pensa, tendo em vista que ele irá conhecer uma nova maneira de ver as coisas, diferente do seu cotidiano, que é a maneira como a Física, através dos físicos, vê as coisas. O estudante será induzido a perceber que existem várias formas de interpretar as coisas a nossa volta. Se no dia a dia ele pode interpretar da sua maneira, na escola, numa aula de física, ele terá contato com o conhecimento científico, aquele produzido e sistematizado pela ciência.</p>
<p>Atividade Experimental</p> <p>(<i>Vídeo: demonstração experimental</i>)</p> <p>Página 164</p>	<p>Nessa situação o professor deve passar o vídeo, repetir, se entender como necessário, e propor para os estudantes as questões propostas no material. O professor deverá não somente deixar, mas também propiciar situação que permita aos estudantes exporem suas ideias.</p> <p>A intenção principal é possibilitar que os estudantes relacionem o vídeo assistido com situações do cotidiano que apresentam a conservação da quantidade de movimento e a transferência de <i>momentum</i>.</p>
<p>Texto “<i>Mas do que depende essa quantidade de movimento?</i>”</p> <p>Página 166</p>	<p>A pergunta inicial desse texto e a situação apresenta nele faz o estudante pensar que não é apenas a velocidade que interfere na quantidade de movimento, mas também a sua massa. A questão inicial pode fomentar outras, por exemplo: Quem tem maior quantidade de movimento, uma moto a 100 km/h ou um caminhão a 100 km/h?</p>
<p>Texto e seção “aprofundando o assunto”</p> <p>“<i>Mas como medir</i></p>	<p>A ideia é representar e colocar em discussão o modelo matemático da quantidade de movimento. Em seguida são apresentadas algumas questões que descreveremos brevemente:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Solicita-se que o estudante analise a quantidade de

<p><i>essa grandeza?”</i></p> <p>Página 167</p>	<p>movimento, muito embora o caminhão possua maior massa quando ele está em repouso, portanto, a quantidade de movimento do skate é maior.</p> <p>2. Solicita-se que o estudante analise a quantidade de movimento. Ressaltar que, embora o caminhão e a moto estejam na mesma velocidade, a massa do caminhão é superior, portanto, a quantidade de movimento do caminhão é maior;</p> <p>3. Solicita-se que o estudante calcule a quantidade de movimento de um patinador sobre a pista de gelo. Para isso, aplicará o modelo matemático de momentum (quantidade de movimento). Demonstrado o resultado, orientar em relação ao emprego correto da unidade de medida.</p>
<p>Texto “Em busca do Princípio”</p> <p>Página 167</p>	<p>A intenção é introduzir a ideia de conservação da quantidade de movimento apresentando a concepção de Descartes.</p>
<p>Texto “Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento”</p> <p>Página 168</p>	<p>Este texto visa aplicar o princípio da conservação da quantidade de movimento, analisando as colisões de esfera no pêndulo de Newton. No final do texto, é importante discutir com os estudantes a idealização de sistema isolado.</p>
<p>Aprofundando o assunto</p> <p>Página 169</p>	<p>São propostos dois exercícios que precisam ser discutidos em sala de aula. Eis a resposta das seguintes atividades:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) A velocidade do trator é 18 km/h 2) A velocidade do conjunto é 3,2 m/s
<p>Atividade computacional</p> <p>Página 169</p>	<p>Após ter demonstrado o princípio de conservação e discutido a expressão matemática para grandeza quantidade de movimento, foi proposta uma simulação computacional em que os dois patinadores patinam numa pista de gelo.</p> <p>Nessas situações, o estudante perceberá que a quantidade de movimento é uma grandeza que depende das massas e das velocidades dos corpos envolvidos.</p>

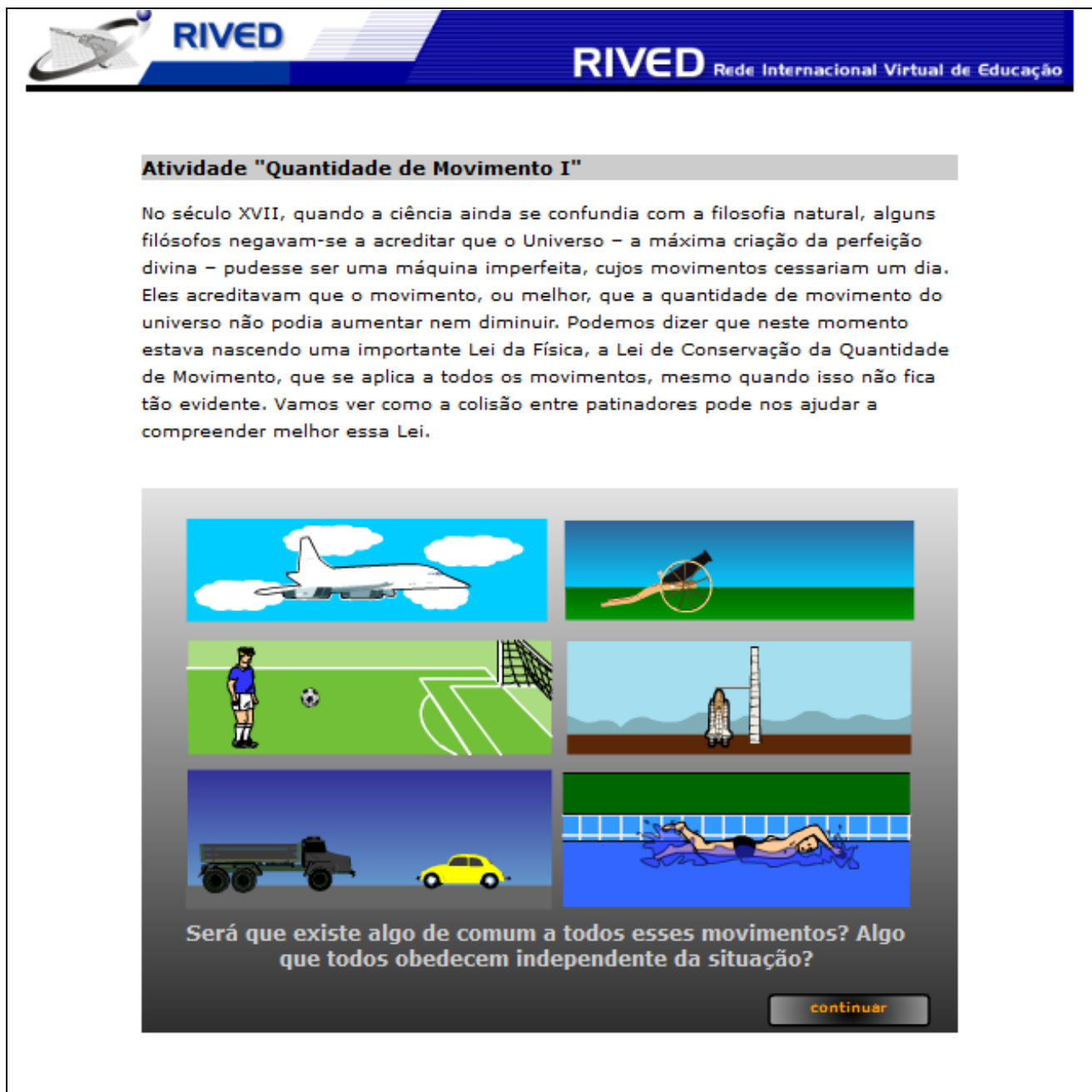
	<p>Deverá escolher e testar as várias relações, mas ele deverá descobrir qual a relação correta dentre as três apresentadas.</p> <p>O professor deverá demonstrar atentamente cada uma das situações para que o estudante não apresente dúvidas nos aspectos conceituais e matemáticos envolvidos.</p> <p>Sugerimos a leitura do seguinte guia disponível na internet pelo endereço:</p> <p>http://rived.mec.gov.br/atividades/fisica/conservacao/atividade6/guia_ativ6_mod2_cqm_iii.pdf</p>
<p>Debate:</p> <p>Possibilidades e limites da Teoria Newtoniana</p> <p>Página 174</p>	<p>Para maior aproveitamento da discussão, recomenda-se que essa atividade seja antecedida de uma pesquisa sobre as questões propostas, em seguida, realiza-se o debate.</p> <p>Detalharemos a seguir cada uma das questões, para que o professor tenha condições de mediar a discussão e introduzir as ideias fundamentais:</p> <p>Questão 1: Ao tratar da ausência de forças (fatores externos) podemos introduzir o conceito de inércia. Esclarecer que é uma idealização e que é nesta situação de ausência de forças externas, a quantidade de movimento se conserva.</p> <p>Questões 2 e 3: Introduzir leis e conceitos fundamentais do estudo dos movimentos, tais como impulso e variação da quantidade de movimento.</p> <p>Questão 4: Entenda como originalmente a Segunda Lei de Newton foi enunciada pela relação matemática: $F = \Delta Q / \Delta t$.</p> <p>Questão 5: Esclarecer aos estudantes que a Mecânica Newtoniana descreve, com boa aproximação, o movimento de objetos macroscópicos usuais, porém, com o surgimento de outras teorias, suas leis e princípios demonstraram-se limitados para a descrição do movimento nas regiões de altas velocidades (próximos a velocidade da luz), e de pequenas dimensões (escala atômica e sub-atômica).</p> <p>Questão 6: Visa possibilitar uma discussão dos limites da Teoria</p>

TUTORIAL PARA USO DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL

SIMULADOR RIVED: CONSERVAÇÃO DA QUANTIDADE DE MOVIMENTO⁸

1) Acesse o site:

<http://rived.mec.gov.br/atividades/fisica/conservacao/atividade4/atividade4.htm>



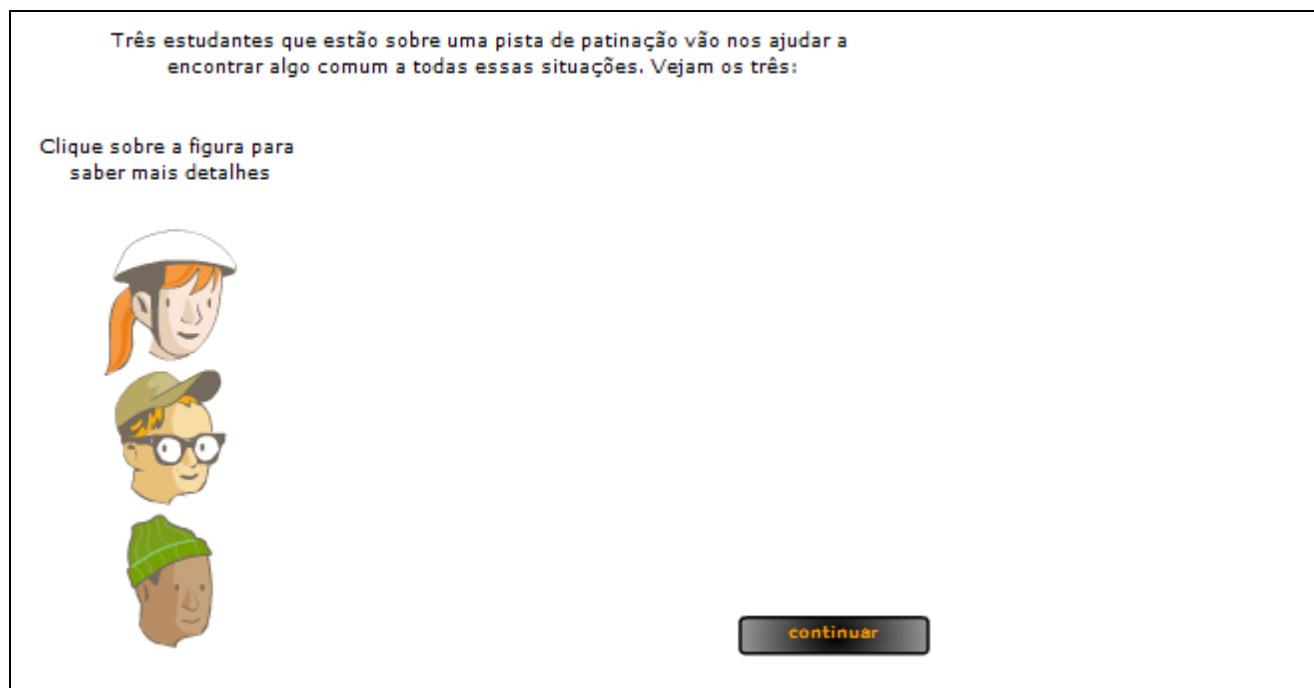
The screenshot shows the RIVED (Rede Internacional Virtual de Educação) website. At the top, there is a blue header with the RIVED logo and the text 'Rede Internacional Virtual de Educação'. Below the header, the title of the activity is 'Atividade "Quantidade de Movimento I"'. The main text describes the historical context of the conservation of momentum, mentioning the 17th century and the philosophical debate about the perfection of the universe. It states that the universe's motion could not increase or decrease, leading to the discovery of the Law of Conservation of Momentum. The text concludes by saying that a collision between skaters can help understand this law. Below the text, there is a grid of six illustrations: a jet airplane flying, a person on a unicycle, a soccer player about to kick a ball, a rocket launching, a truck and a car, and a person swimming. At the bottom of the grid, a question is posed: 'Será que existe algo de comum a todos esses movimentos? Algo que todos obedecem independente da situação?'. A 'continuar' button is located at the bottom right of the grid.

2. Clique em

continuar

⁸ Fonte das imagens: <http://rived.mec.gov.br/atividades/fisica/conservacao/atividade4/atividade4.htm> - Acesso em 01 de julho de 2016

3. Aparece a próxima tela

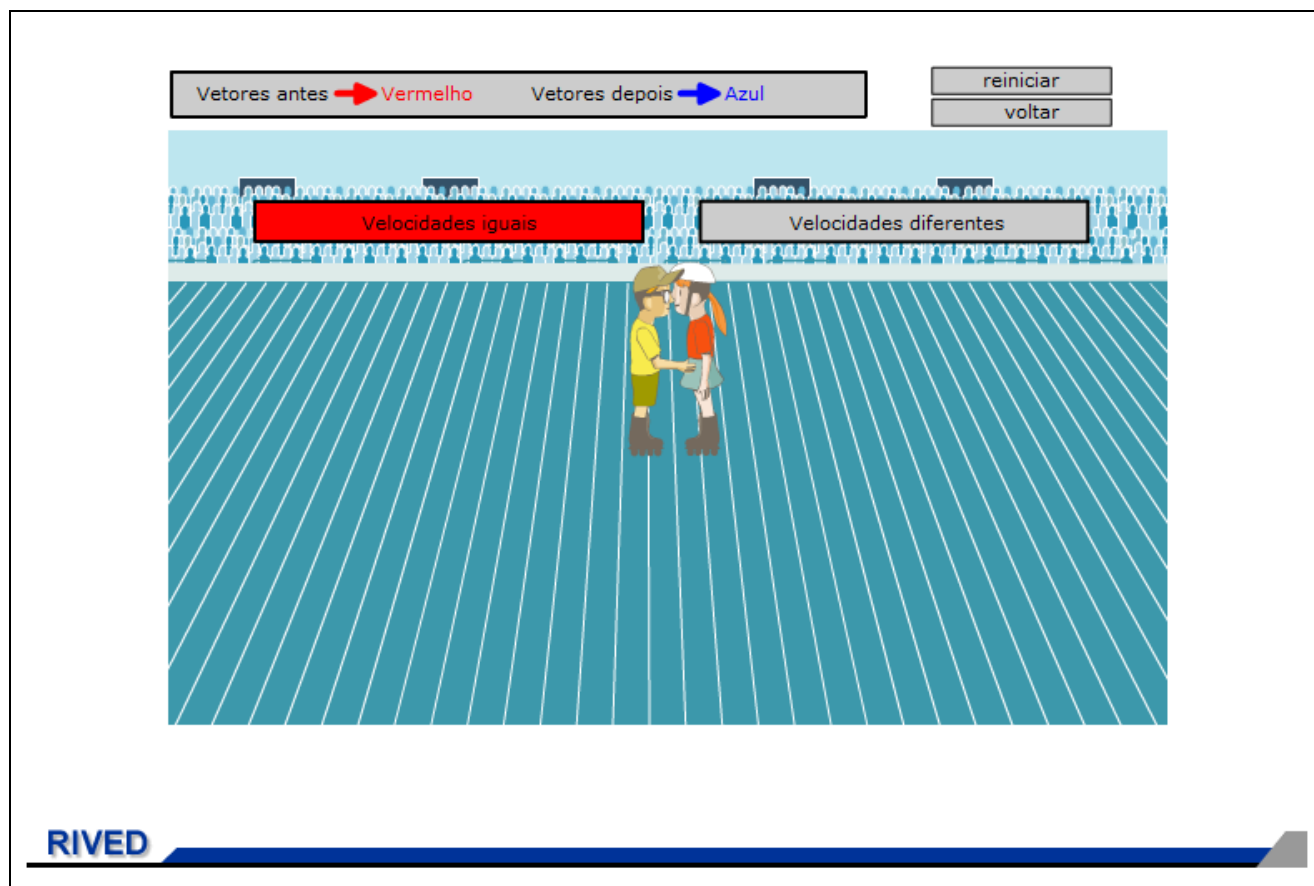


4. Clicando sobre a figura das crianças aparece as informações sobre a massa de cada um deles. Em seguida, clique em 



4. Siga as orientações da tela. Sugerimos que a demonstração inicie clicando em

Iniciar/Quantidade de Movimento



5. Faça a simulação de acordo com as situações apresentadas – caso a caso - no produto Educacional. Para retornar e simular uma nova situação (outros personagens, outro tipo de interação ou velocidade) clique em

Anotações:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

RESPOSTAS DOS EXERCÍCIOS PROPOSTOS – UNIDADE 4

- Um caminhão a 100 km/h. Embora tenha a mesma velocidade, o caminhão possui maior massa.
- Significa que essa grandeza mantém seu valor no decorrer do tempo.
- 200 kg.m/s.
- 9500 kg.m/s.
 - zero.
 - 9500 kg.m/s.
- $v_{\text{menino}} = 0,8 \text{ m/s}$.

Anotações:

[illegible]

REFERÊNCIAS

ANJOS, Vanderlan Rodrigues dos. **Contextualização e o uso de simulações no Ensino Médio: facilitando a compreensão dos problemas de Física**. Material Instrucional associado a dissertação de Mestrado Profissional. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2015.

BRANDÃO, Rafael Vasques; ARAUJO, Ives Solano; VEIT, Eliane Angela. **A modelagem científica de fenômenos físicos e o ensino de física**. Física na escola. São Paulo. Vol. 9, n. 1 (maio 2008), p. 10-14, 2008.

DO CARMO, Alex Bellucco. Ensinando quantidade de movimento: como conciliar o tempo restrito com as atividades de ensino investigativas na sala de aula?. Revista Ciência em Tela, v.5, nº1, 2012

FERREIRA, Ricardo Bruno. Galileu e a sua importância epistemológica. 2004.

FILHO, Arnaldo Brasílio. **Trabalho com pêndulos**. Aula disponível no Portal do Professor – MEC (Ministério da Educação). Disponível em: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=1496> – Acessado em 30 de maio de 2015.

GASPAR, A. Manual do Professor. In: **Compreendendo a física: ensino médio**/ Alberto Gaspar – São Paulo: Ed. Ática, 2010.

GASPAR, Alberto; MONTEIRO, Isabel Cristina de Castro. Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 2, p. 227-254, 2005.

HEWITT, Paul G. Fundamentos de Física Conceitual; tradução: Trieste Ricci – Porto Alegre: Bookman, 2009

HORIGUTI, Augusto Massashi. Determinação da Equação Geral do Pêndulo simples. **Revista: Sinergia**, São Paulo, v.7, n.1, pg.59-63, 2006.

JOKURA, Tiago. “Qual foi a maior velocidade que uma pessoa já alcançou?”. *Revista Mundo Estranho*, Ed. 85, 2014.

JUNIOR, Silveira; DA, Pedro Belchior; ARNONI, Maria Eliza Brefere. Física dos anos iniciais: estudo sobre a queda livre dos corpos através da metodologia da mediação dialética. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, p. 1-8, 2013.

MENDES, Mariane. **Pêndulo de Newton no Ensino de Mecânica**, [201-?]. Disponível em < <http://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/pendulo-newton-no-ensino-mecanica.htm> > Acesso em 09 de fevereiro de 2016

NASCIMENTO, Adriano Mamedes Silva. **A utilização de experimentos de baixo custo e de simulações computacionais no Ensino de Física em Escolas Públicas**. Trabalho de dissertação de Mestrado em Ciências Naturais. Universidade Federal do Mato Grosso, 2014.

NUSSENZVEIG, H. Moysés. **Curso de Física Básica**. Vol. 1 - São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda., 2002

OLIVEIRA, Maurício Pietrocola Pinto. POGIBIN, Alexander. OLIVEIRA, Renata Cristina de Andrade. ROMERO, Talita Raquel Luz. **Física em contextos: pessoal, social e histórico**. v.1, 1ª ed. São Paulo, FTD 2010.

PARANÁ, SEED. **Caderno de Expectativas aprendizagem (Departamento de Educação Básica)**. 2012.

PARANÁ/SEED. **Diretrizes Curriculares Orientadoras da Educação Básica – Física**. Curitiba: SEED, 2009

PIETROCOLA, M. **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2005.

PROJETO Física Vivencial: uma aventura do conhecimento. MEC/MCT/FNDE/IGGE (Projeto CONDITAL). Licença Creative Commons: Instituto Galileo Galilei para a Educação. Disponível na rede web: www.fisicavivencial.pro.br – Acessado em 19/05/2015

REIS JÚNIOR, Elival Martins dos; DA SILVA, Otto H.M. Atividades experimentais: uma estratégia para o ensino da física. **CADERNO INTERSABERES**, v. 1, n. 2, p. 38-56, 2013.

SANTOS, Leandro Antonio dos; CASTRO, Antonio Sérgio Magalhães. **Elaboração de unidades didáticas como estratégia central para a compreensão dos modelos científicos: Uma proposta baseada em Vigotski para o estudo do movimento**. Produto educacional derivado da dissertação de Mestrado Profissional. Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2016.

SANTOS, Leandro Antonio dos. **Elaboração de unidades didáticas como estratégia central para a compreensão dos modelos científicos: Uma proposta baseada em Vigotsky para o estudo do movimento**. Dissertação de Mestrado Profissional. Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2016.

TOSCANO, Carlos. Física e Realidade, ensino médio física, vol.01. Aurélio Gonçalves Filho e Carlos Toscano. – São Paulo: Scipione, 2010.

USP/GREF-Instituto de Física. Conservação dos movimentos. In: **Leituras de Física, GREF: mecânica para ler, fazer, pensar**. São Paulo: USP, junho de 1998, versão preliminar, p. 14. Disponível no Endereço eletrônico: <http://www.bibvirt.futuro.usp.br> – Acesso em 20 de outubro de 2015.

Anotações:

[illegible]

SÉRIE
PRODUTOS EDUCACIONAIS EM ENSINO DE FÍSICA

VOLUME 1 – Automatização de Experimentos de Física Moderna com o Kit Lego NXT Mindstorms

Wanderley Marcílio Veronez, Luiz Américo Alves Pereira, Gélson Biscaia de Souza

VOLUME 2 – O Arduino na Programação de Experiências em Termodinâmica e em Física Moderna

Marilene Probst Novacoski, Gélson Biscaia de Souza, Luiz Américo Alves Pereira

VOLUME 3 – Do Magnetismo à Lei da Indução Eletromagnética de Faraday

Marlon Labas, Fábio Augusto Meira Cássaro

VOLUME 4 – Estudando Astronomia, Aprendendo Física: Atividades Práticas de Observação do Sol

Ana Caroline Pscheidt, Marcelo Emílio

VOLUME 5 – Simulador Didático de Acomodação do Olho Humano

Gustavo Trierveiler Anselmo, Júlio Flemming Neto, Antônio Sérgio Magalhães de Castro

VOLUME 6 – Ensino dos Conceitos de Movimento e Inércia na Mecânica, a partir de uma Concepção de Ciência que não Utiliza a Lógica Binária

Luiz Alberto Clabonde, Luiz Antônio Bastos Bernardes, Jeremias Borges da Silva

VOLUME 7 – Uma Proposta de Utilização de Mídias Sociais no Ensino de Física com Ênfase à Dinâmica de Newton

Heterson Luiz De Lara, Alexandre Camilo Junior, Jeremias Borges da Silva

VOLUME 8 – O Eletromagnetismo e a Física Moderna através de Atividades Experimentais

Ademir Kreпки Henisch, Jeremias Borges da Silva

VOLUME 9 – Física Nuclear e Sociedade

Tomo I – Caderno do Professor

Tomo II – Caderno do Aluno

Josicarlos Peron, André Vitor Chaves de Andrade

VOLUME 10 – Conceituação e Simulação na Dinâmica do Movimento

Tomo I – Caderno do Professor

Tomo II – Caderno do Aluno

Leandro Antonio dos Santos, Antônio Sérgio Magalhães de Castro

VOLUME 11 – Montagem de um Painel Didático e Atividades Experimentais em Circuitos de Corrente Contínua

Renato Dalzotto, Sérgio da Costa Saab, André Maurício Brinatti

VOLUME 12 – Nas Cordas dos Instrumentos Musicais

Luís Alexandre Rauch, André Maurício Brinatti, Luiz Fernando Pires

VOLUME 13 – O Fóton em Foco: Relações entre Cor, Frequência e Energia de Radiações Eletromagnéticas

Romeu Nunes de Freitas, André Maurício Brinatti, Jeremias Borges da Silva

VOLUME 14 –

Tomo I - Iniciação em Robótica e Programação com Algumas Aplicações em Física

Tomo II – Tutorial: Tela Interativa com Controle do Nintendo Wii

Hernani Batista da Cruz, Luiz Antônio Bastos Bernardes, Silvio Luiz Rutz da Silva

VOLUME 15 – O Uso do Software Tracker no Ensino de Física dos Movimentos

Edenilson Orkiel, Silvio Luiz Rutz da Silva



Este trabalho está licenciado com uma Licença Creative Commons –
Atribuição -Não Comercial- Compartilha Igual 4.0 Internacional.

Disponível em:

<http://uepg.br/proex/Home/ebook.html>

