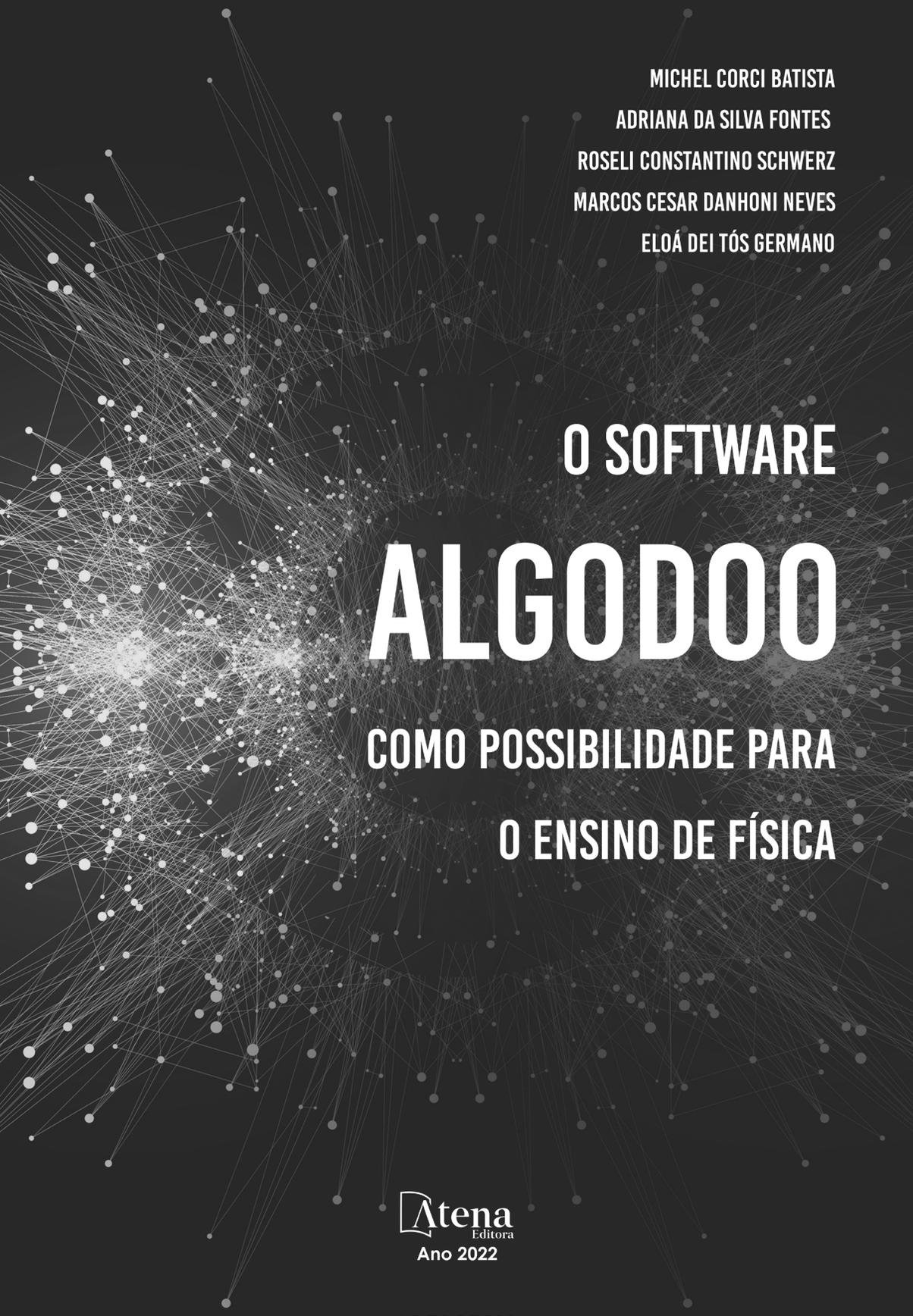




MICHEL CORCI BATISTA
ADRIANA DA SILVA FONTES
ROSELI CONSTANTINO SCHWERZ
MARCOS CESAR DANHONI NEVES
ELOÁ DEI TÓS GERMANO

O SOFTWARE
ALGODOO
COMO POSSIBILIDADE PARA
O ENSINO DE FÍSICA



MICHEL CORCI BATISTA
ADRIANA DA SILVA FONTES
ROSELI CONSTANTINO SCHWERZ
MARCOS CESAR DANHONI NEVES
ELOÁ DEI TÓS GERMANO

O SOFTWARE
ALGODOO

COMO POSSIBILIDADE PARA
O ENSINO DE FÍSICA

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremona

Luiza Alves Batista

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena

Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena

Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo do texto e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí

Prof. Dr. Alexandre de Freitas Carneiro – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Profª Drª Ana Maria Aguiar Frias – Universidade de Évora

Profª Drª Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa

Prof. Dr. Antonio Carlos da Silva – Universidade de Coimbra

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
 Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
 Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
 Prof. Dr. Arnaldo Oliveira Souza Júnior – Universidade Federal do Piauí
 Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
 Prof^ª Dr^ª Caroline Mari de Oliveira Galina – Universidade do Estado de Mato Grosso
 Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
 Prof^ª Dr^ª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
 Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
 Prof^ª Dr^ª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
 Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
 Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
 Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
 Prof^ª Dr^ª Geuciane Felipe Guerim Fernandes – Universidade Estadual de Londrina
 Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
 Prof. Dr. Humberto Costa – Universidade Federal do Paraná
 Prof^ª Dr^ª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
 Prof. Dr. Jadilson Marinho da Silva – Secretaria de Educação de Pernambuco
 Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
 Prof. Dr. Jodeyson Islony de Lima Sobrinho – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
 Prof. Dr. José Luis Montesillo-Cedillo – Universidad Autónoma del Estado de México
 Prof^ª Dr^ª Juliana Abonizio – Universidade Federal de Mato Grosso
 Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
 Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
 Prof^ª Dr^ª Kátia Farias Antero – Faculdade Maurício de Nassau
 Prof^ª Dr^ª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal do Paraná
 Prof^ª Dr^ª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
 Prof^ª Dr^ª Lucicleia Barreto Queiroz – Universidade Federal do Acre
 Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
 Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Universidade do Estado de Minas Gerais
 Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
 Prof^ª Dr^ª Marianne Sousa Barbosa – Universidade Federal de Campina Grande
 Prof^ª Dr^ª Marcela Mary José da Silva – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
 Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
 Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campina
 sProf^ª Dr^ª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
 Prof. Dr. Miguel Rodrigues Netto – Universidade do Estado de Mato Grosso
 Prof. Dr. Pedro Henrique Máximo Pereira – Universidade Estadual de Goiás
 Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
 Prof^ª Dr^ª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 aProf^ª Dr^ª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
 Prof^ª Dr^ª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
 Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí
 Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
 Prof^ª Dr^ª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
 Prof^ª Dr^ª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Federal da Bahia / Universidade de Coimbra
 Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
 Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

O software Algodoos como possibilidade para o ensino de física

Diagramação: Natália Sandrini de Azevedo
Correção: Maiara Ferreira
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Autores: Michel Corci Batista
 Adriana da Silva Fontes
 Roseli Constantino Schwerz
 Marcos Cesar Danhoni Neves
 Eloá Dei Tós Germano

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)	
S681	<p>O software Algodoos como possibilidade para o ensino de física / Michel Corci Batista, Adriana da Silva Fontes, Roseli Constantino Schwerz, et al. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.</p> <p>Outros autores Marcos Cesar Danhoni Neves Eloá Dei Tós Germano</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-258-0803-1 DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.031222012</p> <p>1. Software. 2. Física - Estudo e ensino. I. Batista, Michel Corci. II. Fontes, Adriana da Silva. III. Schwerz, Roseli Constantino. IV. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 005.3</p>
Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166	

Atena Editora
 Ponta Grossa – Paraná – Brasil
 Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao conteúdo publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que o texto publicado está completamente isento de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

APRESENTAÇÃO

O Algodoo é um acrônimo das palavras em inglês Algorithm e Do (“algoritmo” e “fazer”). Trata-se de um programa de simulação desenvolvido inicialmente por Emil Ernerfeldt da Universidade Umea, Suécia, em 2008, como parte de sua dissertação de Mestrado.

O Programa nasceu com o nome Phun, o que lembra a palavra inglesa Fun (“diversão”). Era um programa interativo de simulação de situações físicas em 2D. Em 2009, o Phun, que já tinha se tornado viral no youtube, transforma-se na sua versão hoje conhecida como Algodoo. Em 2011 foi lançada uma edição educativa do Programa e, em 2017, um novo sistema 3 D chamado de Algoryx Momentum, ainda pelo seu inventor, Emil Ernerfeldt.

A primeira pesquisadora da área de educação a usar o Programa no Brasil foi a Professora Eloá dei Tós Germano, ao desenvolver sua dissertação de Mestrado (no PPGECT da UTFPR-PG), intitulada O software Algodoo como material potencialmente significativo para o ensino de Física: simulações e mudanças conceituais possíveis, defendida em 2016.

A dissertação gerou outros trabalhos, especialmente junto à UTFPR, campus de Campo Mourão. Além do uso em situações corriqueiras de sala de aula pela própria Profa. Eloá Germano. Ao redor do mundo o Algodoo continua sendo usado e pesquisado em situações de investigação de processos de ensino-aprendizagem, com produção de material tanto de pesquisa (artigos, dissertações de Mestrado e teses de Doutorado) quanto de ensino (salas de aula, livros de divulgação, workshops, etc.).

O livro que ora se apresenta é um trabalho de divulgação das potencialidades do Algodoo em situações de ensino de Física, permitindo aos alunos explorar os conceitos que possam surgir de situações práticas e imaginadas, motivando-os a se engajarem criativamente em sala de aula. O Algodoo insere-se numa proposta de aprendizagem construtivista, proporcionando, pela simulação, uma ampla possibilidade de aprendizado efetivo diante das situações prováveis dos diferentes fenômenos que formam o universo físico.

Marcos Cesar Danhoni Neves
Professor Titular do Departamento de Física
Universidade Estadual de Maringá
Outono (pleno da COVID-19 – em quarentena), 2020.

PREFÁCIO

Foi com muita alegria que aceitei o convite do prof. Michel Corsi de escrever o prefácio do livro “O SOFTWARE ALGODOO COMO POSSIBILIDADE PARA O ENSINO DE FÍSICA: Aprendendo a construir simulações”. O grupo de autores nos presenteia com uma obra de leitura leve, objetiva e agradável. As propostas de simulação deste livro abordam diversos conceitos físicos, nas áreas de mecânica, ótica e eletrostática, de forma clara e acessível. O programa algodoo pode ser baixado de forma gratuita para ser usado em computadores com os sistemas Windows ou Mac, sendo também possível instalar o aplicativo no iPad. As simulações são bidimensionais e possibilitam a reprodução de fenômenos físicos realistas, em um ambiente interativo e lúdico, o que facilita o emprego das simulações em sequências didáticas potencialmente significativas.

A primeira pessoa a empregar este software educativo em nosso país foi a professora Eloá Germano em 2016, uma das co-autoras deste trabalho. Todavia o emprego deste software é ainda mais antigo. Começou em 2008 como consequência de um trabalho de mestrado de Emil Ernerfeldt na Suécia, que evoluiu para o software Algodoo 2D em 2011. Este software é uma ferramenta poderosa, que pode ser usada em associação a diversas estratégias, como o ensino por investigação, que está em perfeita sintonia com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Há estudos sendo feitos sobre a associação do algodoo com o ensino por investigação (“inquiry learning” em inglês) ao redor do mundo, agora mesmo! O ensino investigativo introduz no aluno o hábito de se questionar, ser autocrítico e buscar estratégias racionais para a obtenção de respostas sobre temas do dia a dia, servindo como antídoto para a adesão irrefletida às “Fake News” que surgem como consequência de um pensamento unificado e acrítico inerentes as “bolhas” sociais modernas dos grupos de whatsapp, ou mediadas por algoritmos de preferências tendenciosos usados no YouTube, Spotify, Facebook e outras redes que restringem a nossa escolha livre.

Conheci o prof. Michel Corsi em 2017 na Escola Brasileira de Ensino de Física (EBEF) em Ilhéus e de lá pra cá, nossos grupos de pesquisa em ensino, na UFRJ-Macaé e na UTFPR Campo Mourão, vêm interagindo significativamente. Participamos de bancas de mestrado em ambas as instituições, escrevemos artigos em conjunto e participamos de eventos em conjunto. Sei da seriedade com que a equipe da UTFPR trabalha e não poderia esperar nada menos do que um livro desta qualidade.

Macaé 15 de agosto de 2022,

Bernardo Mattos Tavares

Prof Associado

UFRJ-Macaé

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO AO ALGODOO	1
TUTORIAL ALGODOO	3
CONHECENDO O SOFTWARE ALGODOO	5
FERRAMENTAS	5
EXEMPLO DE USO DAS FERRAMENTAS PRINCIPAIS	10
PROPOSTAS DE SIMULAÇÕES	15
LIÇÃO 1 - MOVIMENTO RETILÍNEO E UNIFORME (MRU)	15
Construindo a simulação	16
LIÇÃO 2 - MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORMEMENTE VARIADO (MRUV)	20
Construindo a simulação	21
LIÇÃO 3 - QUEDA LIVRE	23
Construindo a simulação	23
LIÇÃO 4 - COLISÕES	27
Construindo a simulação	28
LIÇÃO 5 - LANÇAMENTO OBLÍQUO	32
Construindo a simulação	32
LIÇÃO 6 - 2ª. LEI DE NEWTON	35
Construindo a simulação	35
LIÇÃO 7 - ROLDANAS	37
Construindo a simulação	37
LIÇÃO 8 - PLANO INCLINADO	39
Construindo a simulação	39
LIÇÃO 9 - COMO MOVIMENTAR UMA FIGURA DE CARRINHO	42
Construindo a simulação	42
LIÇÃO 10 - MOVIMENTO HARMONICO SIMPLES	44
Construindo a simulação	45
LIÇÃO 11 - PÊNDULO SIMPLES	47
Construindo a simulação	47

LIÇÃO 12 - DISPERSÃO DA LUZ	49
Construindo a simulação.....	50
LIÇÃO 13 - REFRAÇÃO EM LENTE CONVERGENTE	52
Construindo a simulação.....	52
LIÇÃO 14 - REFRAÇÃO EM LENTE DIVERGENTE.....	54
Construindo a simulação.....	54
LIÇÃO 15 - REFLEXÃO DA LUZ EM ESPELHOS PLANOS, CONCAVOS E CONVEXOS	56
Construindo a simulação.....	56
Teste seus conhecimentos.....	57
LIÇÃO 16 - LEI DE COULOMB	59
Construindo a simulação.....	59
LIÇÃO 17 - OBJETO EM TRAJETÓRIA CIRCULAR.....	61
Construindo a simulação.....	61
LIÇÃO 18 - OBJETO EM TRAJETÓRIA ELÍPTICA	63
Construindo a simulação.....	63
COMO INSERIR TEXTURA SOBRE AS FIGURAS EM UMA CENA	65
COMO TRABALHAR COM UMA SIMULAÇÃO SALVA NO REPOSITÓRIO DO ALGODOO.....	66
COMO TRABALHAR COM AS LIÇÕES DO ALGODOO	67
COMO SALVAR A SIMULAÇÃO	68
TRABALHANDO COM OS GRÁFICOS DO ALGODOO NO SOFTWARE SCIDAVIS	69
COMO ENVIAR UMA SIMULAÇÃO POR EMAIL	74
REFERÊNCIAS	75
SOBRE OS AUTORES	76

INTRODUÇÃO AO ALGODOO

O Algodoo é um dos softwares educacionais mais utilizados por professores na comunidade Europeia e nas Universidades norte Americanas para ensinar conceitos de Física através de simulações.

Seguindo o paradigma construtivista, essa ferramenta permite que professores e alunos consigam criar experimentos de Física através de simulações computacionais interativas, de maneira fácil e rápida.

Um dos grandes fatores que impulsionaram o sucesso do Algodoo é a facilidade de uso da ferramenta através de uma interface gráfica simples e explicativa. A facilidade de uso e aparência cartunista torna o Algodoo uma ferramenta propícia à construção do conhecimento de uma maneira criativa, lúdica, significativa e motivacional (GERMANO, 2016). Segundo Da Silva *et al*, 2014 *Apud* Fernández, 2015, nesse simulador os inventores fizeram uma associação entre ciência e arte.

O programa que será utilizado para a modelagem das simulações é o *Algodoo by Alogryx* versão 2.1.0, que é um *software* de representações gráficas em duas dimensões (2D), que possibilita a construção de simulações de fenômenos físicos através de um ambiente interativo e lúdico. Ele foi desenvolvido e comercializado pela empresa *Alogryx Simulation AB*, e é sucessor de um popular aplicativo de simulações físicas chamado *Phun*. Foi lançado em 2009 e é comercializado como uma ferramenta educacional. Com ele vocês podem simular tudo o que pensarem que ele vai simular como se fosse a física real.

Esse simulador é utilizado para o ensino de física e permite estudar diversos fenômenos de áreas diversas como Cinemática, Dinâmica, Óptica, Fluidos e Teoria Cinética dos gases entre outros, tendo sempre a opção de alterar a restituição dos corpos, o atrito com a superfície e com o ar, a força gravitacional, a textura, cor, distância e inúmeros outros recursos que permitem ao usuário desenvolver diversas atividades e relacionar a influência das variáveis físicas envolvidas. Outra característica positiva é que o usuário pode alterar a frequência das simulações podendo adequar a capacidade de cada computador.

Para uma análise mais conceitual, o software oferece a exibição de gráficos de diversas variáveis, a visualização da trajetória e a análise vetorial.

O software incentiva a criatividade dos usuários de todas as idades e como sua interface é relativamente mais simples comparado com programas que utilizam uma linguagem de programação mais avançada, permite que usuários de vários níveis escolares, consigam desenvolver diferentes funções de acordo com suas limitações e conhecimentos. Além de proporcionar um ambiente interativo e lúdico, onde o educando pode testar

todas as suas hipóteses e configurar da maneira que julgar necessário, podendo utilizar o programa não só em sala de aula, mas também em casa (GERMANO, 2016).

Os usuários poder recrear situações reais utilizando também a gravidade, a resistência do ar, o atrito, as forças, o índice de refração, a densidade entre outros, podendo realizar análises detalhadas de situações em tempo real através dos gráficos que são mostrados simultaneamente ao movimento, podendo plotar diversas magnitudes como o tempo, a posição, a velocidade, as energias. Permitindo criar, guardar as simulações, modificá-las se necessário e compartilhá-las (FERNÁNDEZ, 2015).

Segundo Fernandez, 2015 o Algodoo pode ser utilizado com os seguintes propósitos:

- Realizar uma simulação, que posteriormente será desenvolva em um laboratório tradicional, dessa forma ajudará aos estudantes a adquirir os conceitos e os procedimentos para depois executar a prática;
- Pode ser utilizado posteriormente para comprovar algum exercício/ cálculo, realizado em sala de aula tradicional.
- Como trabalho de pesquisa onde o aluno deve testar/ criar/ observar situações para formar conceitos e testar hipóteses.

Nesse momento se encontra disponível gratuitamente na sua página web para várias plataformas (Windows y Mac).

Objetivos: Ensinar os fundamentos básicos do software livre algodoo, demonstrados através da construção de simulações oriundas de conceitos físicos; Permitir, partindo do princípio construtivista, que professores e alunos criem experimentos virtuais de Física através de simulação computacionais de maneira fácil e rápida. Caracterizar as potencialidades e as limitações do uso das simulações computacionais concebidas com o software. Validar as simulações articulando-as com experimentos reais.

Descrição: Através do *software algodoo* é possível simular diversos conceitos de Física Clássica, em animações 2D interativas, que vão ajudar na forma como entendemos e ensinamos esta disciplina. Também teremos exemplos práticos simulando conceitos de densidade de líquidos, refração da luz e pêndulos. O software algodoo possibilita a criação de extraordinárias simulações computacionais elaboradas a partir de um laboratório virtual.

A seguir, seguem orientações de como proceder para a instalação.

TUTORIAL ALGODOO

Para uso do *Algodoo*, é necessário ter o Java instalado no computador. Caso não tenha, acesse o link: http://www.java.com/pt_BR/ e clique em “**Download Gratuito do Java**”.

Após, para instalar o programa, deve-se fazer o download do Algodoo, o qual é gratuito para *Windows, Mac e iPads* no endereço: <<http://www.algodoo.com>> Ou <http://algodoo.br.uptodown.com/windows>

Após entrar na página, selecione onde quer instalar o *Algodoo* e click em *download*.

O *software algodoo* possui uma interface dinâmica e criativa como mostra a Figura 1, na qual é possível criar novos elementos e cenários apenas utilizando o cursor, sendo possível puxar, inclinar e chacoalhar os corpos com apenas alguns clicks.



Figura 1: Interface inicial do *Software Algodoo*

Fonte: *Print screen* da tela do algodoo.

Após instalado o programa, abrirá a tela inicial, onde mostrará uma mensagem de boas-vindas indicando para fazer a habilitação do software e escolher o idioma; ler os tutoriais de ajuda e ver as lições prontas (Figura 2 a-b). Mais configurações podem ser encontradas no menu superior Algodoo sob o botão de “opções”.

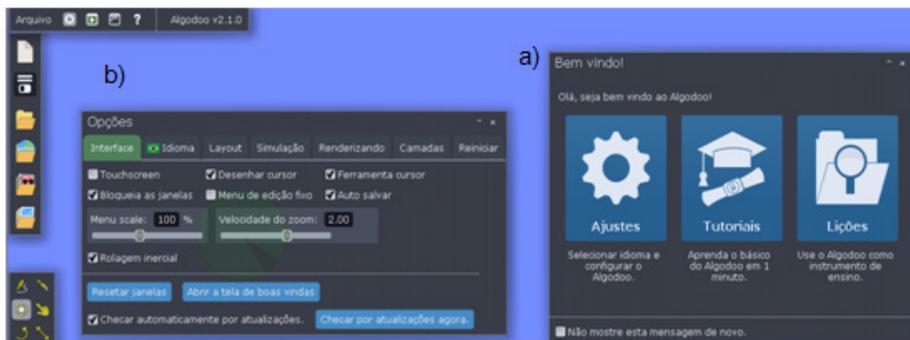


Figura 2: Menu superior: a) Janela de boas-vindas (Ajustes, Tutoriais e Lições).; b) Ferramenta “opções”.

Fonte: *Print screen* da tela do Algodoo.

Ao clicar em Tutoriais, aparecerá uma janela de ajuda com informações sobre as ferramentas, ensinando a montar a primeira cena, percorrer as funções básicas, sobre as ferramentas, dicas e truques e em especial um tutorial sobre a ferramenta esboço, que é uma ferramenta universal que lhe permite dominar a maioria das outras ferramentas usando gestos diferentes que minimizam o tempo necessário para trocar e mudar entre diferentes ferramentas ao criar suas cenas.

No canto inferior esquerdo visualiza-se as opções de ferramentas selecionadas, as quais vamos estudar com mais detalhes no quadro 1.

CONHECENDO O SOFTWARE ALGODOO

FERRAMENTAS

Antes de inserir qualquer elemento na tela, vamos conhecer as ferramentas apresentadas na tela inicial.

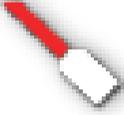
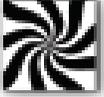
No **menu superior** (*top menu*), em “opções”  podemos mudar o idioma e o layout. Em “ajuda”  estão os tutoriais. Ao clicar nele, abrirá uma janela explicativa sobre todos os itens que aparecem na tela principal (barra de navegação, ferramentas, controle de simulação, ambiente e propriedades)

Na **barra de navegação** (*browser*), podemos abrir novo arquivo , salvar , encontrar  e abrir cenas existentes . Também podemos salvar em componentes  as figuras que poderemos usar futuramente nas simulações e temos também as lições prontas  que podemos abrir e interagir.

Na **barra de ferramentas** (*Toolbar*) (ver Quadro 1) encontram-se as ferramentas de desenho, edição e interação com as suas cenas (Quadro 1).

Símbolo	Ferramentas	Função
	Esboço	É uma multiferramenta única para fazer a maior parte de edição Algodoo baseado em gestos simples. Desenhe diferentes formas, caixas, círculos, polígonos, dobradiças, molas, correntes etc.
	Mover	Move objetos ou água
	Arrastar	Arrastar e aplicar forças de objetos durante a simulação
	Girar	Girar objetos e água
	Tamanho	Altera o tamanho dos objetos tornando-os maiores ou menores. Para aumentar proporcionalmente segure a tecla <i>Shift</i>

	Faca	Cortar ou dividir objetos desenhando uma linha através deles. Segure a tecla <i>Shift</i> para fazer um corte reto.
	Polígono	Desenha formas arbitrárias. Segure a tecla <i>Shift</i> para fazer linhas retas.
	Pincel	Funciona como um pincel. Desenha com o botão esquerdo do mouse e apaga com o direito.
	Retângulo	Faz uma caixa. Com a tecla <i>Shift</i> pressionada, desenhá um quadrado.
	Círculo	Criar círculos
	Engrenagem	Criar engrenagens. Para mais ações dê um duplo clique no ícone de engrenagem.
	Plano	Cria planos infinitos. Útil para fazer um plano, parede ou vedação.
	Corrente	Faz uma ligação/ união entre os objetos através de uma corda ou corrente.
	Mola	Conecta dois objetos com uma mola
	Fixar	Unir objetos ou fixá-los ao fundo.
	Eixo	Conecta dois objetos com um eixo. No menu configurações pode-se transformar o eixo em motor.
	Propulsor / Tração	Impulsiona um objeto, com determinada força.

	Marcador	Mostra a trajetória do objeto (rastros).
	Caneta laser	Cria um raio laser. O laser serve para marcar, como também para cortar objetos. É possível mudar a cor do laser no menu de configurações em "Aparência".
	Textura	Dimensiona texturas para caber dentro de um objeto

Quadro 1: Menu de ferramentas.

Fonte: Adaptado de Algodoo. Lesson Plans, 2010.

Na barra de **controle de simulação** estão os ícones para colocar em funcionamento a simulação (iniciar, parar, voltar e refazer a simulação). (Ver quadro 2).

Símbolo	Nome	Função
	Início	Inicia a simulação. Ativa a gravidade e a resistência do ar.
	Pausar	Pausa a simulação
	Voltar	Desfaz uma ação.
	Avançar	Refaz a ação; avança a simulação.

Quadro 2: Comandos para "rodar" a simulação.

Fonte: Adaptado de Algodoo. Lesson Plans, 2010.

Em **ambiente** podemos controlar a gravidade, a resistência do ar e a grade de fundo (ver quadro 3).

Símbolo	Nome	função
	Gravidade	Ativa e desativa a gravidade
	Resistência do ar	Ativa e desativa a fluatuabilidade do ar e a resistência do ar
	Grade	Quadrricular a tela

Quadro 3: Comandos para modificar o ambiente

Fonte: Adaptado de Algodoo. Lesson Plans, 2010.

Em **Propriedades** (*Properties*) podemos alterar as características dos materiais e inserir vetores (ver quadro 4).

Símbolo	Nome	Função
	Material	Com essa ferramenta é possível definir o tipo de material, a densidade, atrito, elasticidade e a atração.
	Aparência	Com essa ferramenta é possível definir a aparência do objeto, desde cor, bordas, etc.
	Visualização	Com essa ferramenta definimos quais vetores queremos visualizar na tela (força, velocidade, momento), com seus respectivos valores, componentes e ângulos de inclinação.

Quadro 4: Comandos para alterar as propriedades dos materiais

Fonte: Adaptado de Algodoo. Lesson Plans, 2010.

Após selecionada as “opções” no menu superior, a tela é aberta para o início das simulações. Para isso deve-se abrir um “novo arquivo” para a escolha das opções de tema, conforme Figura 3. Há 15 modelos, sendo que a cor das bordas se refere a cor da tela.

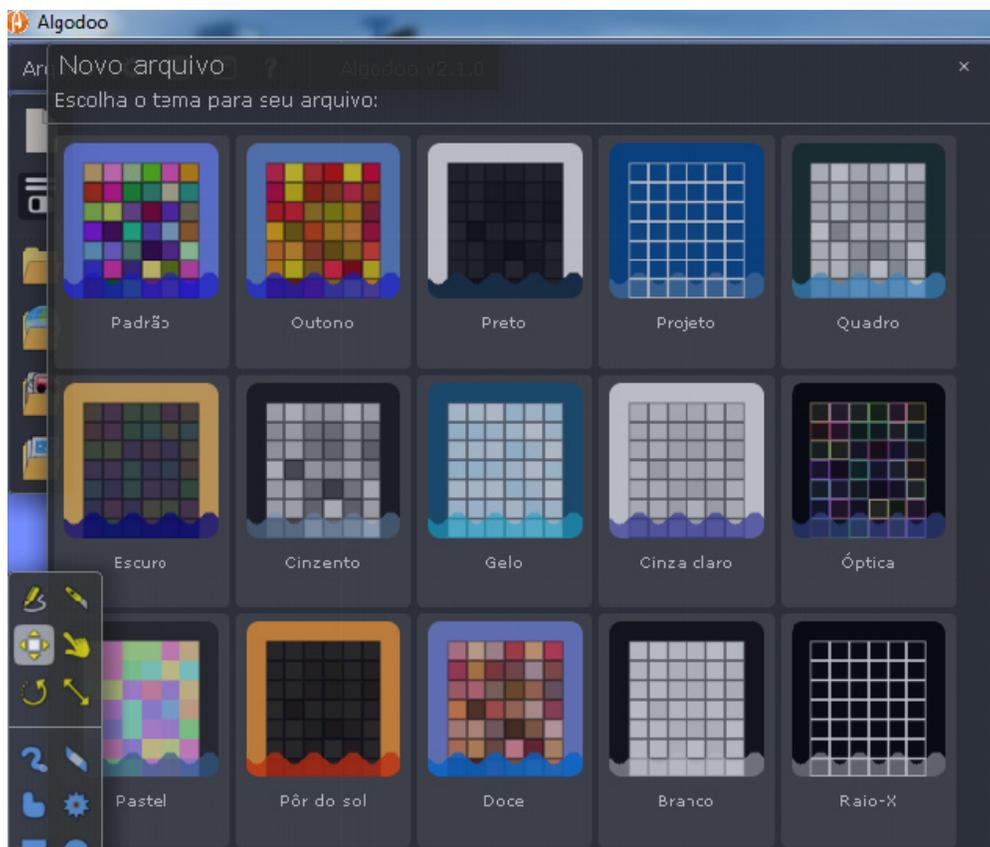


Figura 3 – Opções de tema.

Fonte: *Print screen tela algodoo*

EXEMPLO DE USO DAS FERRAMENTAS PRINCIPAIS

Com a ferramenta “esboço” , pode-se fazer um desenho qualquer a mão livre. Basta acionar a ferramenta e fazer o desenho. Se quiser uma figura geométrica perfeita, após esboçar, mantenha pressionado o botão do *mouse* por alguns instantes que a figura será corrigida. Por exemplo, na Figura 4 temos à esquerda um esboço de círculo, e à direita temos o círculo que foi corrigido mantendo-se a ferramenta esboço pressionada.

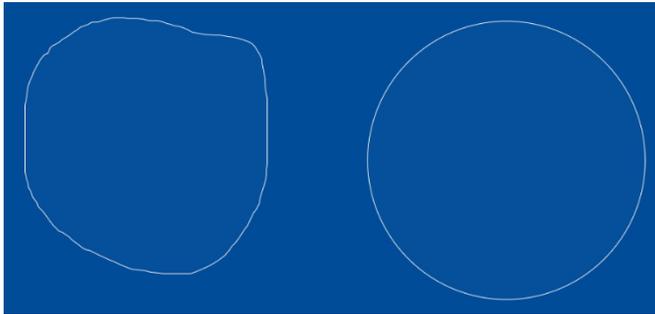


Figura 4: Um esboço de círculo (à esquerda) e um círculo perfeito (à direita) após manter o cursor pressionado para correção da figura.

Fonte: Os autores

Com a ferramenta “tamanho”  é possível alterar as dimensões da figura, “puxando” nos pontos designados pelos círculos (Figura 5).

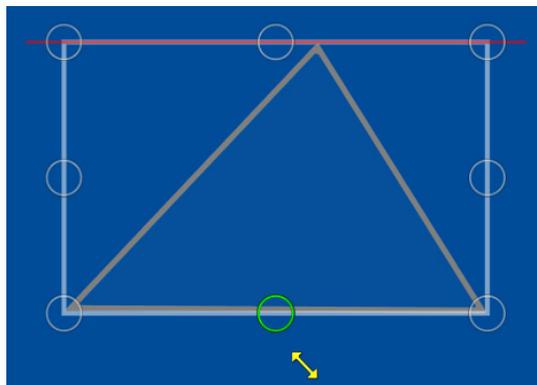


Figura 5: Ferramenta “tamanho” habilitada para alterar as dimensões do triângulo.

Fonte: Os autores

A ferramenta “polígono”  serve para desenhar figuras geométricas. Na Figura 6, vemos alguns exemplos.

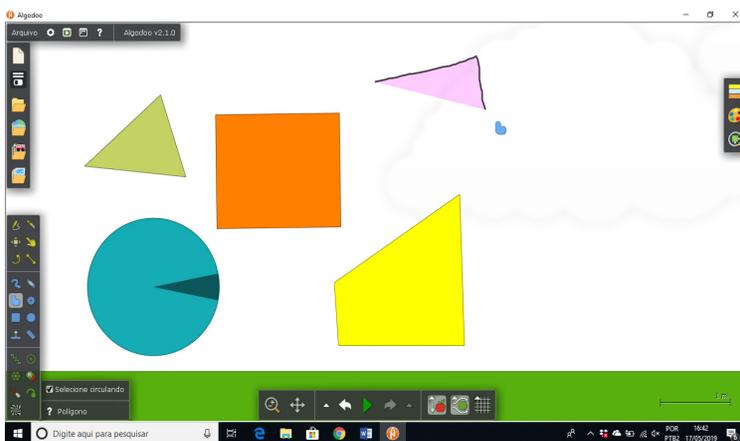


Figura 6: Exemplos da utilização da ferramenta polígono.

Fonte: Os autores

Para criar uma engrenagem, deve-se clicar na ferramenta “engrenagem”  e em seguida clicar em um ponto da tela onde gostaria de inserir a engrenagem e com o mouse ainda pressionado, arraste o cursor para aumentar o tamanho da figura. Conforme vai sendo ampliada, o número de dentes aumenta. No interior da engrenagem já aparecerá a ferramenta de eixo que fará ela girar e fixar. Na figura 7a foi inserida uma outra engrenagem bem próxima para fazer com que girem juntas em sentidos opostos.

Para inserir uma corrente ou corda (figuras 7 b-c), clique para habilitar a ferramenta denominada “corrente” . Clique sobre o ícone e a seguir escolha entre o uso de uma corrente ou corda. Também é possível especificar a distância entre os elos, no caso da corrente, e a força máxima que suporta. A seguir, com o mouse pressionado, desenhe a corrente/corda) o mais próximo possível da engrenagem até uma extremidade encontrar a outra e clique em “play”. Nesse momento, a corrente cairá sobre as engrenagens e ficará livre para movimentar. Para dar início ao movimento, aplique uma força com a ferramenta “arrastar”.

Na figura 7d foi inserido a “engrenagem interna” onde serviu para equilibrar os corpos presos a uma corda. Nesse caso a “engrenagem” substituiu a ferramenta “círculo” presa a ferramenta “fixador”.

Para fazer uma engrenagem girar sobre a outra (figura 7e), deve-se desmarcar a

opção colisão, ao clicar sobre as engrenagens.

Para desenhar uma engrenagem grande com outra interna menor (figura 7f), onde as duas giram, deve-se inserir a engrenagem maior e por cima uma engrenagem menor, com engrenagem externa

Nas Figuras 7 a-f, estão apresentados alguns exemplos.

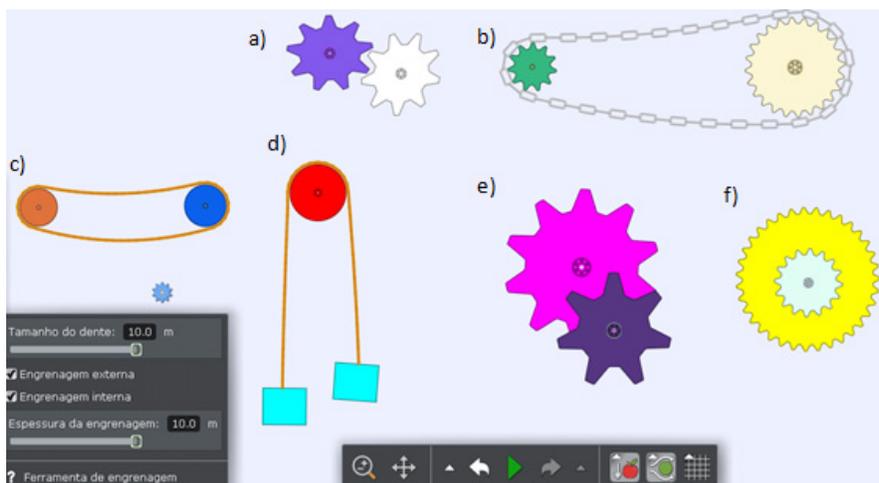


Figura 7: Exemplos de uso da ferramenta “engrenagem”: a –c) associação por contato; d) Equilíbrio; e-f) sobreposição.

Fonte: Os autores

Na Figura 8, está apresentada um exemplo de uso da ferramenta “mola”. A mola é inserida no cenário para conectar dois objetos. Deste modo, primeiro desenhamos um objeto, que no primeiro caso à esquerda é um quadrado. Posteriormente, após habilitar a ferramenta “mola”, clicamos sobre o quadrado, sobre o qual ficará presa uma extremidade, e arrastamos o mouse pressionado até o ponto no qual queremos que a outra extremidade da mola fique fixa.

Acione “play” e comece a simulação.



Figura 8: Exemplo de atividade com a ferramenta “mola”.

Fonte: Os autores

Com a ferramenta “mola” podemos simular atividades para explorar a constante elástica da mola; força elástica, alongação, como também podemos analisar o movimento do objeto em sua trajetória ao inserir gráficos.

A ferramenta “fixar” é utilizada para prender objetos no cenário de tal modo que ao iniciar uma cena (após clicar em play) eles não caiam, devido à gravidade, ou se movam por qualquer outro motivo. Para isto, basta clicar sobre o ícone da ferramenta e posteriormente clicar em algum ponto do corpo que deseja fixar.

A Figura 9 mostra duas montagens com e sem a ferramenta “fixar” sobre as barras horizontais. Nota-se que no segundo caso, a barra não cai após clicar em “play”.

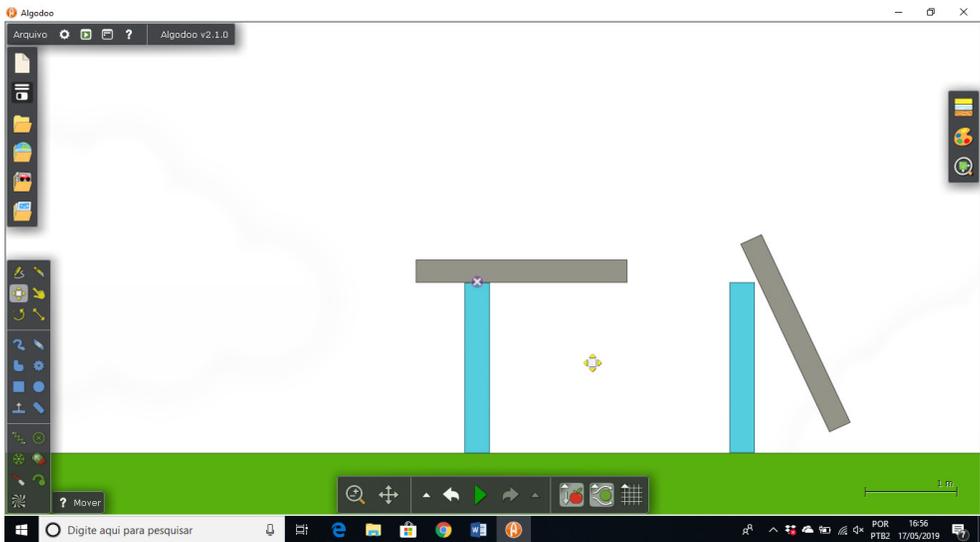


Figura 9: Exemplo de utilização da ferramenta “fixar”. Barra horizontal com e sem o uso, respectivamente.

Fonte: Os autores

PROPOSTAS DE SIMULAÇÕES

As lições selecionadas iniciarão com conteúdos de Física 1 e irão evoluindo até os conteúdos de Física 3. O grau de dificuldade irá aumentando gradativamente. Todas as simulações apresentam conceitos físicos envolvidos nos experimentos.

LIÇÃO 1 - MOVIMENTO RETILÍNEO E UNIFORME (MRU)

Conteúdos envolvidos	MRU e gráficos
Objetivo	Construir a simulação, analisar o comportamento de um objeto em MRU e interpretar os gráficos.
Conceitos fundamentais	<p>MRU é o movimento de um corpo em trajetória retilínea, na horizontal, com velocidade constante.</p> <p>Trajétória: é o lugar geométrico das posições ocupadas por um móvel no decorrer do tempo.</p> <p>As fórmulas que descrevem o movimento são:</p> $v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad (1)$ <p>Onde:</p> $\Delta x = x_f - x_i$ <p>(Deslocamento ou variação da posição)</p> $\Delta t = t_f - t_i$ <p>(Intervalo de tempo)</p> $x_f = x_i + v \cdot t \quad (2)$ <p>(Função horária das posições)</p>
Descrição da simulação	Vamos desenhar um objeto, colocá-lo em MRU e simultaneamente gerar gráficos do movimento.
Questões a serem exploradas	<ul style="list-style-type: none">• Quais são as características do movimento de um corpo em MRU?• Como são as características dos gráficos da y x t; v x t e a x t?• O movimento é progressivo ou retrógrado? Justifique.• Qual a velocidade do objeto?• O que se obtém ao calcular a inclinação do gráfico de y x t? E a derivada? E a integral?• O que se obtém ao calcular a área no gráfico de v x t? e a integral?

Teste seus conhecimentos	Mude o sentido do movimento do bloco. Plote os gráficos e responda: O que mudou na característica dos gráficos e na classificação do movimento?
Observações	Na janela do gráfico: 1- Se precisar refazer (limpar o gráfico), <i>click</i> em <i>clear</i> ; 2- Se precisar esconder o texto, <i>click</i> na seta situada no canto superior esquerdo.

Fonte: Os autores

Construindo a simulação

Para a construção da simulação deve-se primeiro abrir uma nova cena  e em seguida desenhar um retângulo sobre o solo com a ferramenta retângulo . Para ter certeza de que ele está em contato com o solo, clique em play, para que pela ação da força da gravidade ele caia sobre o solo, e em seguida pause a cena. Clique com o botão direito do *mouse* sobre ele, selecione a opção de “velocidades” e insira um valor velocidade no eixo x (em nosso exemplo será 2,0 m/s). Em “material”, insira um valor para a massa, que consequentemente o software ajusta o valor da densidade de acordo com as dimensões da figura que desenhou. Os outros três parâmetros dentro de “material”, que são “atrito”, “elasticidade” e “atração” devem ser zerados (anulados). Como nosso intuito é analisar o movimento sem forças dissipativas, desative a resistência do ar  situada na barra inferior da tela. O ícone deve se tornar mais escuro, indicando que está desativado. Por fim, para podemos visualizar o vetor velocidade, clicamos em “visualização”  e marcamos “visualizar velocidade” na aba “velocidades”.

Nesta simulação, como não há forças dissipativas, o corpo tende a sair da tela (deixar de ser visível) após alguns instantes de movimento. No entanto, pode-se evitar este problema procedendo da seguinte forma: clique com o botão direito do *mouse* sobre o bloco; abrirá uma janela; marque opção “seleção”; abrirá uma segunda janela, marque “seguir”.

O *Algodo* permite a geração de vários tipos de gráficos durante a execução de uma simulação. Para isto, pode-se clicar sobre o corpo com o botão direito do *mouse* e escolher “*show plot*”. Abrirá uma janela (Figura 10) na qual é permitido escolher quais variáveis estarão no eixo x e no eixo y clicando em “X-axis” e “Y-axis”, respectivamente, para surgirem as possibilidades.

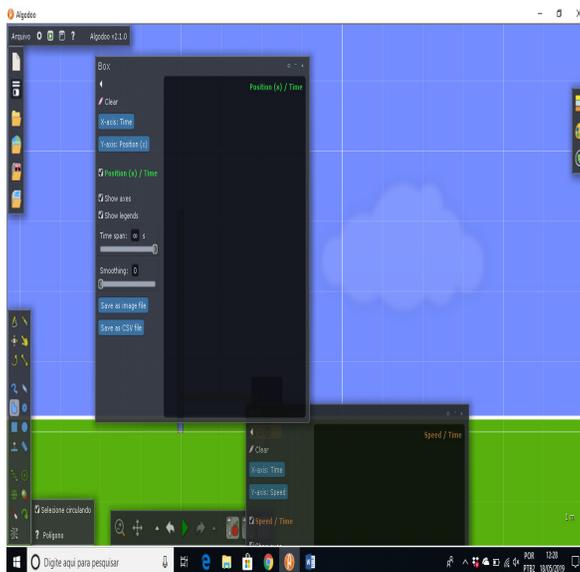


Figura 10: Janela para a definição dos parâmetros do gráfico.

Fonte: Print screen da tela algodo

Para esta atividade, escolhemos a construção dos gráficos x versus t , v versus t e a $versus t$. Como nosso movimento ocorre exclusivamente no eixo x , a velocidade e a aceleração são exatamente as componentes v_x e a_x do movimento (lembrando que o programa também permite escolher diretamente estas componentes para gerar o gráfico). Em “*time span*” altere para o valor máximo, infinito, dessa forma o gráfico ficará sempre visível na tela, já que essa função determina o valor máximo do eixo x para o qual o gráfico é exposto no quadro.

Na Figura 11, tem-se a cópia de tela da simulação em um determinado momento do movimento e os respectivos gráficos gerados.

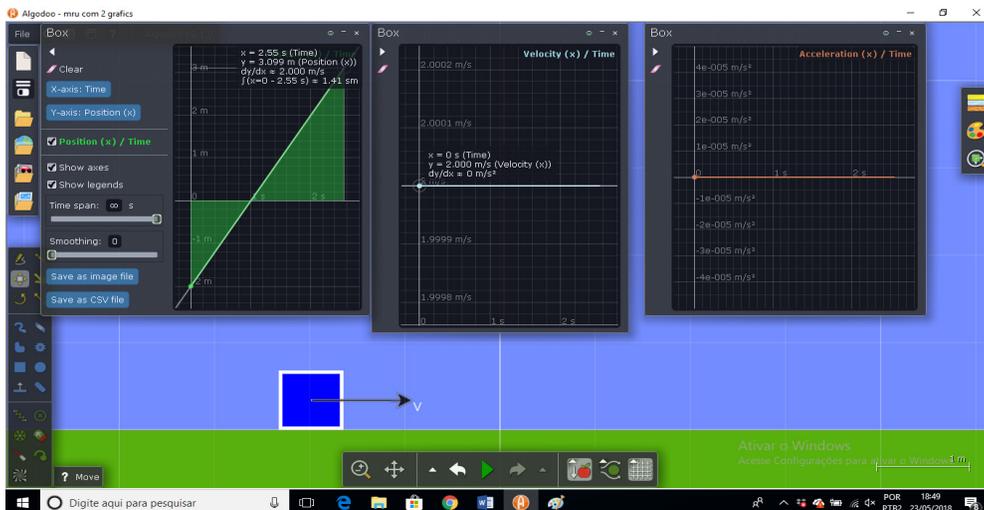


Figura 11: *Print screen* da tela do Algodoo de um corpo em MRU com seus respectivos gráficos (Sxt, vxt e axt).

Fonte: Os autores

A partir desta simulação, obtivemos um gráfico (Sxt) com crescimento linear, de acordo com a função horária deste tipo de movimento (Equação 2), e um gráfico (v x t) cuja reta é paralela ao eixo x indicando a velocidade constante, pois se trata de um movimento uniforme. No entanto, mesmo sem utilizarmos o gráfico de v versus t, poderíamos obter o valor da velocidade do móvel em qualquer instante do movimento utilizando apenas o gráfico da posição. Isto é possível, pois o *software* permite, ao colocar o cursor sobre qualquer ponto da linha gerada, obter o valor da velocidade em cada ponto, através da derivada no ponto e, neste mesmo gráfico, a integral de área delimitada pela parte sombreada fornece o deslocamento. Apesar de não ter aceleração, é possível contruir o gráfico para mostrar que há movimento no decorrer do tempo como podemos ver na Figura 12.

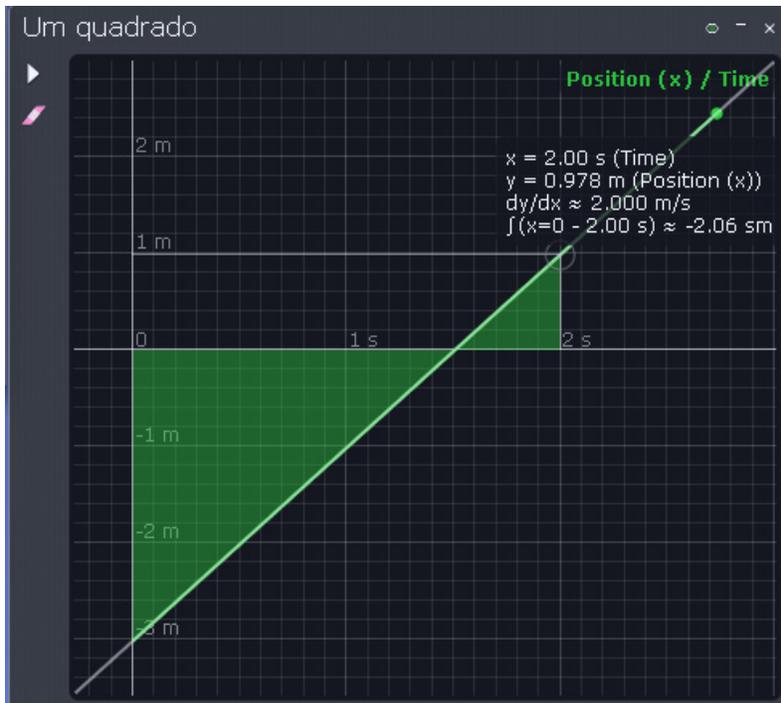


Figura 12: Gráfico de x versus t no qual é exposto, para um determinado ponto na reta gerada, os valores do eixo, derivada no ponto e integral da área sombreada.

Fonte: Os autores

Como sabemos, a velocidade é também obtida pela primeira derivada da posição em relação ao tempo (dy/dt). Então, para este gráfico, no qual o eixo x representa o tempo e eixo y representa a posição, tem-se que o valor da velocidade, para a posição 0,978 m e $t = 2,00$ s, por dy/dx é 2,000 m/s.

Outra forma de obter a velocidade é por meio dos valores dos eixos no ponto escolhido, de acordo com a Equação 1, escolhendo as variações de posição e tempo, Δx e Δt .

Após realizada a simulação, salve os “pontos” do gráfico em um arquivo. CSV para poder manipulá-los posteriormente. e salve a simulação na pasta do Algodoo ou outra. Dessa forma todos os gráficos e a simulação serão salvos.

LIÇÃO 2 - MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORMEMENTE VARIADO (MRUV)

Conteúdos envolvidos	MRUV, Gráficos
Objetivo	Estudar o MRUV e os gráficos
Conceitos fundamentais	<p>Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV): É o movimento de um corpo em trajetória retilínea, na horizontal, com velocidade variável e aceleração constante. As equações que descrevem o movimento são:</p> $a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} \text{ aceleração escalar média} \quad (3)$ <p>Onde:</p> $\Delta v = v_f - v_i$ <p>(Variação da velocidade)</p> $\Delta t = t_f - t_i$ <p>(Intervalo de tempo)</p> $v_f = v_i + a \cdot t$ <p>Função horária da velocidade (4)</p> $v^2 = v_o^2 + 2a\Delta x$ <p>Equação de Torricelli (5)</p> $x_f = x_o + v_o t + \frac{1}{2} a t^2$ <p>Função horária das posições (6)</p>
Descrição da simulação	Neste experimento virtual desenharemos um objeto e colocaremos em MRUV. Os passos são praticamente os do MRU, porém adicionaremos a ferramenta “Propulsor” ao bloco. Essa ferramenta imprime uma força constante ao objeto proporcionando uma aceleração constante.
Questões a serem exploradas	<ul style="list-style-type: none"> • Explique o comportamento do corpo em MRUV. • Quais foram as grandezas físicas obtidas com essa simulação? • Qual o comportamento dos gráficos? • Qual a classificação do movimento? • O que se obtém com a derivada em cada um dos gráficos? E com a inclinação? E com a integral? • Qual o valor da aceleração?

Teste seus conhecimentos	Insira um segundo corpo em movimento, no mesmo sentido que o primeiro e a uma certa distância, possuindo velocidade maior. O que se observa na simulação?
Observações	

Construindo a simulação

Para fazer essa simulação com seus respectivos gráficos (Figura 12), siga os passos da lição 1- MRU.

Para este caso, como queremos que haja uma aceleração, precisamos adicionar alguma força no eixo x. Assim, utilizamos a ferramenta “Propulsor” junto ao bloco, que irá imprimir uma força sobre ele. Para isto, clique sobre o ícone da ferramenta e posteriormente sobre a lateral esquerda do bloco. Você verá no propulsor uma seta que indica o sentido e direção da força que ele exercerá, como na Figura 13. Em seguida, após clicar com o botão direito do mouse sobre ele, escolher a intensidade da força, que em nosso caso foi de 5 N.

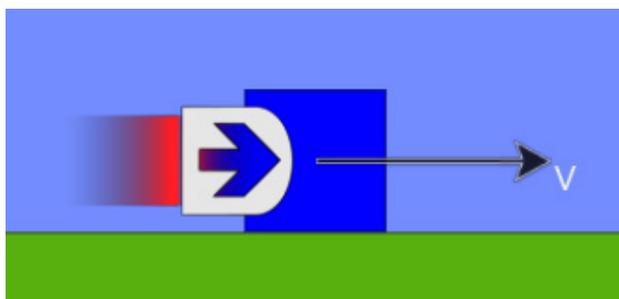


Figura 13: Propulsor que exercerá força horizontal sobre o corpo em movimento.

Fonte: Os autores

Assim como na atividade de MRU, pode-se obter gráficos do movimento. Neste caso, como se trata de um deslocamento com velocidade variável, é interessante a obtenção de um terceiro gráfico, de a versus t , além de x versus t e v versus t , como mostra a Figura 14.

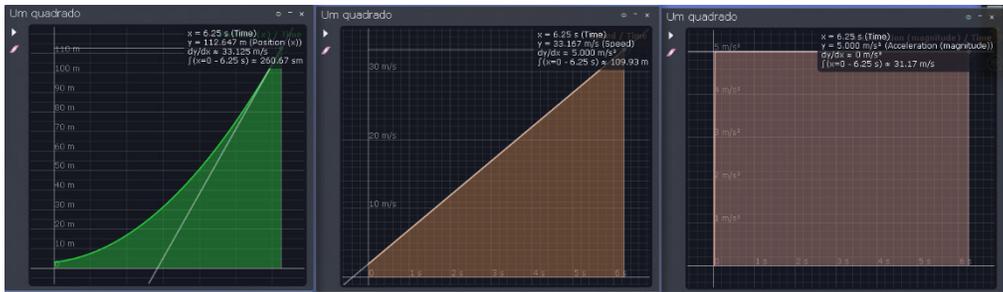


Figura 14: Ilustração da animação do MRUV

Fonte: Os autores

O que temos na Figura 14 são (1) o gráfico da posição, sendo uma parábola com concavidade para cima, de acordo com a Equação 6 e que condiz com um movimento com aceleração positiva, (2) o gráfico da velocidade, sendo uma reta linearmente crescente, concordando com a equação de primeiro grau dada pela Equação 4 e (3) um gráfico da aceleração mostrando que após sair do repouso a aceleração que era nula foi rapidamente para o valor de $5,00 \text{ m/s}^2$, que se manteve constante durante todo o movimento.

LIÇÃO 3 - QUEDA LIVRE

Conteúdos envolvidos	Queda livre e gráficos
Objetivo	Estudar o movimento de corpos em Queda livre, fazendo com que os alunos tenham autonomia na execução das atividades e que sanem todas as dúvidas aos testar suas hipóteses.
Conceitos fundamentais	<p>Queda livre é o movimento de um corpo em queda no vácuo, em trajetória retilínea, na vertical, com aceleração constante.</p> <p>Por se tratar de um MRUV, as fórmulas que descrevem o movimento são as mesmas, onde devemos substituir $a = g$ (aceleração da gravidade), cujo valor varia de acordo com o planeta e altitude. Na Terra $g = 9,8 \text{ m/s}^2$:</p> <p>As equações do movimento são:</p> $y = y_0 + v_0 \cdot t \pm \frac{1}{2} g t^2 \quad (7)$ $v = v_0 \pm g \cdot t \quad (8)$
Descrição da simulação	Desenharemos três corpos variando algumas características do material e analisaremos o movimento uniformemente acelerado de queda livre.
Questões a serem exploradas	<ul style="list-style-type: none"> • Quais grandezas físicas estão presentes nesse experimento? Quais seus valores? • Quais conclusões podemos obter do experimento com a resistência do ar? • Galileu estava correto na sua previsão sobre a influência da massa dos corpos em ambientes com resistência do ar? • Na simulação sem a resistência do ar (no vácuo), o que se observou sobre a queda dos corpos? • Repita a simulação inserindo os gráficos da S_{xt}, v_{xt} e da g_{xt} para um dos corpos. Qual o comportamento desses gráficos?
Teste seus conhecimentos	testem todas as suas hipóteses, variando os valores das massas, materiais, formatos e diâmetros dos objetos, para que por meio da simulação consigam identificar as variáveis que influenciam os corpos em queda livre na Terra (ou seja, com a resistência do ar).
Observações	É muito importante prestar a atenção para inserir os discos na mesma posição.

Construindo a simulação

1º Momento: Com resistência do ar

Inicialmente é necessário desenhar três discos A, B e C. Construir A e B com mesmo raio ($r_A = r_B$), mas a massa de B sendo maior ($m_B > m_A$) e o disco C com raio maior que os demais ($r_C > r_A = r_B$) e com massa idêntica ao disco A ($m_C = m_A$) mas massa maior dentro

todos. Para fazer discos idênticos, você também pode utilizar a opção “clonar” ao clicar com o botão direito do mouse sobre a figura que deseja duplicar. Em seguida, posicione base de cada um deles a uma mesma altura.

Para o caso da Figura 15, escolhemos os valores $r_A = r_B = 1\text{ m}$, $r_C = 2\text{ m}$, $m_A = m_C = 40\text{ kg}$ e $m_B = 40\text{ kg}$. Os comprimentos dos raios dos discos são mostrados no instante que você os constrói e as massas são escolhidas em “material” (usar botão direito do ). Para as forças serem exibidas, utilizamos novamente a ferramenta “visualização” .

Observação: Caso os vetores fiquem muito pequeno, aumente na escala de forças (em “visualização”).

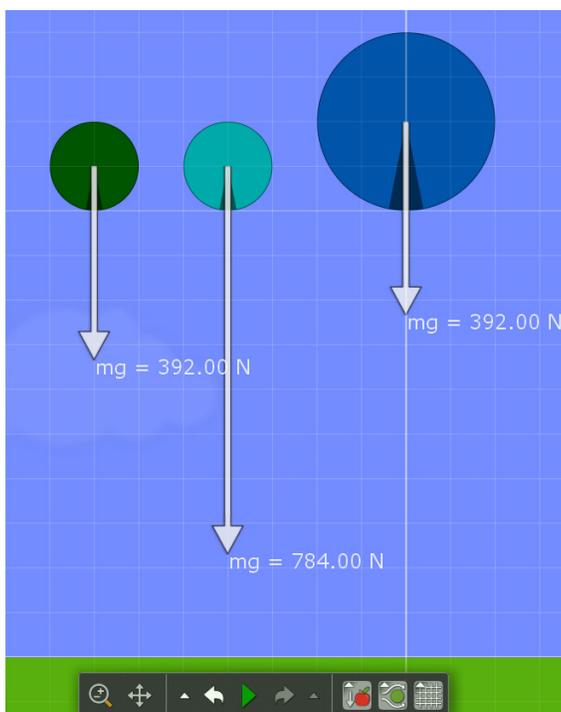


Figura 15: Informações sobre os discos desenhados para realização de experimento de queda livre.

Fonte: *Print screen* de experimento virtual construído no *Software Algodoo*, produzido pelos autores.

Para esse experimento sugerimos uma distância no mínimo de 100 m na vertical, em relação ao solo. Para facilitar encontrar esta altura, habilite as linhas de grade  na parte inferior da tela. Coloque a escala desejada a assim encontre a posição adequada para os discos. Se precisar mover os discos, utilize a ferramenta “mover”  e para verificar os dados de cada disco, como massa, área e posição, clique com o botão direito

do mouse sobre o disco, em “informações” você poderá visualizar esses dados.

Sobre a aba “Play”, passe o mouse e lá diminua o valor da velocidade de simulação para menor possível, e na aba de atrito com o ar, coloque o valor maior possível.

Construído o cenário, clique em play para iniciar o experimento. Na figura 16, podemos visualizar que o corpo B (de massa maior) chega ao solo primeiro dos demais (velocidade maior); também podemos visualizar que o corpo C (de diâmetro maior) apresenta maior resistência com o ar e velocidade menor. Em outras palavras, na presença da resistência do ar, o corpo de maior massa chega ao solo à frente dos demais.



Figura 16: Corpos em queda livre sob a resistência do ar chegando ao solo.

Fonte: Print screen de experimento virtual de queda livre construído no Software Algodoo, produzido pelos autores.

A partir desta simulação, possível verificar que corpos com mesma massa, mas dimensões distintas, como disco A e C, se deslocam de modos distintos, pois a força de arrasto é dependente das dimensões e formato do corpo. Apesar de o disco B ter o mesmo tamanho que A, ele possui massa maior. Deste modo, a força vertical resultante para baixo

sobre ele é maior, imprimindo-lhe uma aceleração mais elevada.

2º Momento: Sem resistência do ar

Agora devem-se suspender novamente os mesmos corpos, na mesma altura que no experimento anterior, porém, a resistência do ar deve ser “desativada”.

Em seguida clique no *play* e poderá verificar que os corpos percorreram a mesma distância vertical no mesmo intervalo de tempo e imediatamente antes de chegarem ao solo estão com velocidades idênticas (Figura 17).

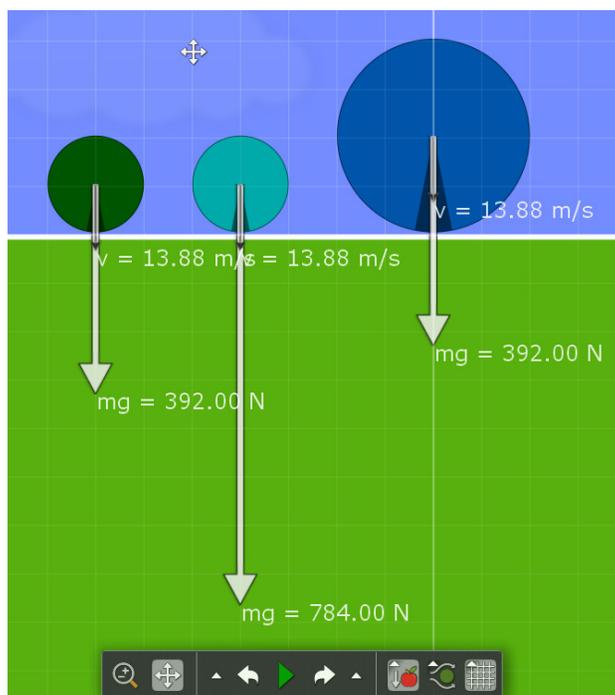


Figura 17: Corpos em queda livre no vácuo

Fonte: *Print screen* de experimento virtual construído no *Software Algodoo*, produzido pelas autoras.

Deste modo, realizando este experimento nos dois momentos, com e sem a resistência do ar, e comparando as figuras 14 e 15 podemos identificar que quando não consideramos esta força dissipativa, corpos com massas e dimensões diferentes se deslocam de modo idêntico. Ou seja, o movimento dos corpos independe de suas massas, como expressam as equações 7 e 8.

LIÇÃO 4 - COLISÕES

Conteúdos envolvidos	Colisões, momento linear, Conservação do momento linear																
Objetivo	Simular dois corpos em colisão e analisar o movimento																
Conceitos fundamentais	<p>A colisão (ou choque) ocorre quando um corpo se choca com outro. Em geral, o tempo de contato é muito pequeno, em função disso, o efeito da resultante das forças externas é desprezado, e por isso podemos considerar que a quantidade de movimento total um pouco antes da colisão é igual à quantidade de movimento total logo após a colisão.</p> <p>Durante uma colisão, a energia cinética de cada corpo participante pode ser totalmente conservada, parcialmente conservada ou totalmente dissipada. As colisões podem ser classificadas a partir do que ocorre com a energia cinética de cada corpo e do valor do coeficiente de restituição (e).</p> <p>Energia cinética está presente sempre que um corpo possuir movimento, e é obtida pela equação seguinte:</p> $E_c = m \frac{v^2}{2} \quad (9)$ <p>O coeficiente de restituição (e) é definido como a razão entre as velocidades imediatamente antes e depois da colisão. Elas são denominadas de velocidades relativas de aproximação e de afastamento dos corpos.</p> $e = \frac{V_{rel\ afastamento}}{V_{rel\ aproximação}} \quad (10)$ <p>O momento linear também conhecido como quantidade de movimento é uma grandeza física vetorial obtida pelo produto da massa pela velocidade.</p> $\vec{p} = m \cdot \vec{v} \quad (11)$ <p>E o momento é conservado</p> $\vec{p}_i = \vec{p}_f \quad (12)$ <table border="1" data-bbox="356 1215 1076 1459"> <thead> <tr> <th>Tipo de colisão</th> <th>Energia Cinética</th> <th>Quantidade de movimento</th> <th>Coeficiente de restituição</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Perfeitamente elástica</td> <td>Totalmente conservada</td> <td>Conservada</td> <td>$e = 1$</td> </tr> <tr> <td>Parcialmente elástica</td> <td>Parcialmente conservada</td> <td>Conservada</td> <td>$0 < e < 1$</td> </tr> <tr> <td>Inelástica</td> <td>Dissipada ao máximo</td> <td>Conservada</td> <td>$e = 0$</td> </tr> </tbody> </table>	Tipo de colisão	Energia Cinética	Quantidade de movimento	Coeficiente de restituição	Perfeitamente elástica	Totalmente conservada	Conservada	$e = 1$	Parcialmente elástica	Parcialmente conservada	Conservada	$0 < e < 1$	Inelástica	Dissipada ao máximo	Conservada	$e = 0$
Tipo de colisão	Energia Cinética	Quantidade de movimento	Coeficiente de restituição														
Perfeitamente elástica	Totalmente conservada	Conservada	$e = 1$														
Parcialmente elástica	Parcialmente conservada	Conservada	$0 < e < 1$														
Inelástica	Dissipada ao máximo	Conservada	$e = 0$														
Descrição da simulação	Desenhar dois objetos e colocá-los em colisão para estudar o movimento																

<p>Questões a serem exploradas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Que tipo de colisão ocorreu? Justifique? • Quais as grandezas físicas que podemos obter dos gráficos? • Se alterarmos para cada corpo o coeficiente de restituição para zero, e após para 0,5 o que acontece? Verifique. • E se variarmos a massa, o que acontece? • E se os dois corpos possuírem a mesma velocidade o que acontece? Que tipo de colisão ocorre?
<p>Teste seus conhecimentos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Analisar o comportamento de um corpo em colisão com o solo (vertical) com resistência do ar. (Deixe o corpo colidir várias vezes). • Analise o comportamento do corpo em colisão com o solo sem resistência do ar. (Deixe o corpo colidir várias vezes). • O que mudou na situação com e sem a resistência do ar? • Quais grandezas físicas podemos obter? • Que tipo de colisão ocorreu?
<p>Observações</p>	<p>Nesta lição o objeto utilizado foi um retângulo. Poderia ser outro objeto, com atenção para o círculo, pois poderá haver o movimento de rolamento (rotação e translação) a ser considerado e pode ser que o aluno ainda não tenha aprendido esse conteúdo no momento do estudo.</p>

Construindo a simulação

Para a colisão, utilizamos dois corpos retangulares idênticos em termos de dimensões e massa. Desenhamos o primeiro com a ferramenta “retângulo” e o clonamos para a geração do segundo bloco, alterando sua cor posteriormente. Em seguida acione a tecla play para ter certeza de que o bloco está em contato com o chão. Caso não esteja, ele ficará.

Em “plot” (botão direito do mouse sobre o corpo), escolhemos gerar um gráfico de posição por tempo e velocidade por tempo. Também escolhemos o “time span” como sendo infinito, para poder ver o gráfico todo na tela.

Clique com o botão direito do mouse sobre retângulo mais à esquerda da tela e em “velocidades” determine sua velocidade inicial, que em nosso caso foi de 5m/s no eixo x e em “materiais” escolhemos 1 kg. Para o retângulo mais à direita mantenha como velocidade nula. Clique novamente em cada retângulo com o botão direito e na janela selecione “material”, anule o atrito e marque a elasticidade com valor 1 Desativando a resistência do ar e habilitando a visualização das velocidades, o cenário está pronto para a simulação, ativando o play.

A Figura 18 mostra os dois corpos instantes antes da colisão e os respectivos gráficos gerados. Os dois primeiros gráficos são do bloco azul e os outros dois do bloco

branco.

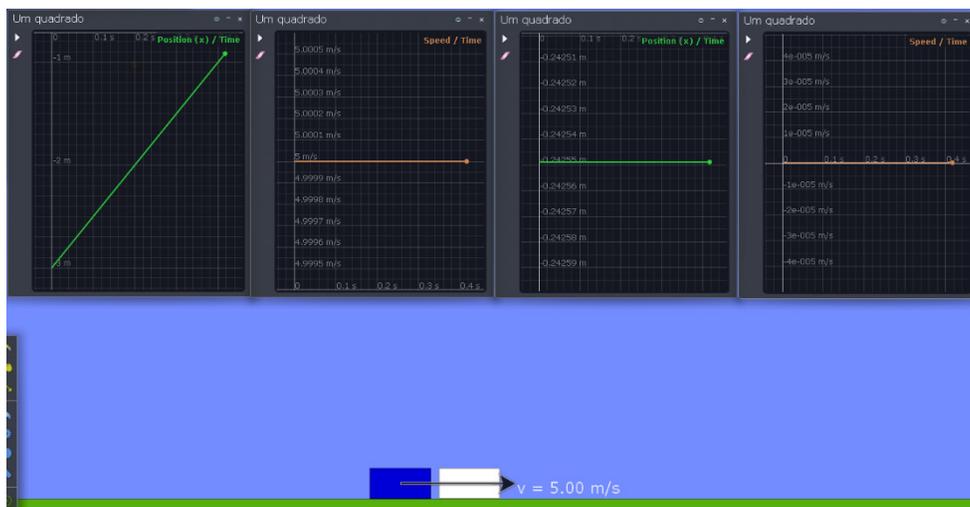


Figura 18: *Print screen* da cena instantes antes da colisão.

Fonte: Os autores

Pelos gráficos da $v \times t$, visualizamos que o bloco azul se movimenta com velocidade constante de 5 m/s e o bloco branco está em repouso ($v = 0 \text{ m/s}$). Nos gráficos da $X \times t$, visualiza-se que o bloco azul varia a posição no decorrer do tempo, enquanto o bloco branco permanece no mesmo lugar.

Após a colisão perfeitamente elástica, o bloco em repouso (branco) passa a se mover com velocidade igual ao bloco azul, e esse fica em repouso, conforme podemos observar na figura 19.

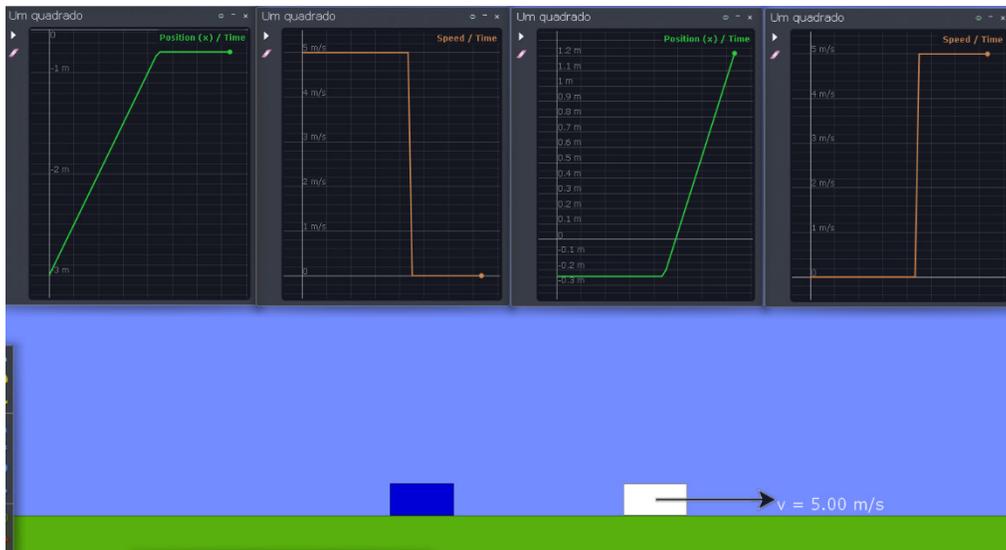


Figura 19: *Print screen* da simulação em andamento, após a colisão

Fonte: Os autores

Se tratando de uma colisão perfeitamente elástica, outro tipo de análise pode ser feito por meio da conservação da energia cinética do sistema. Para isto, pode-se verificar os dados expostos por meio dos gráficos da energia cinética de cada um dos blocos, mostrados na Figura 20.

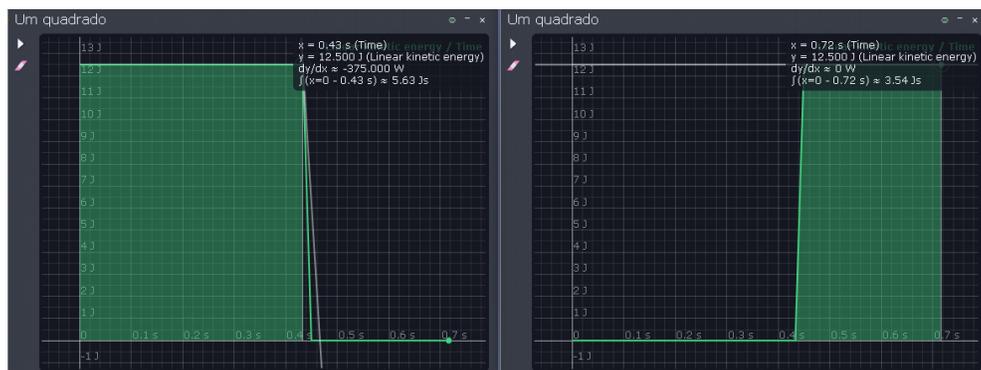


Figura 20: Variação da energia cinética dos dois corpos.

Fonte: Os autores

Ao colocar o mouse sobre um ponto da curva na colisão, vemos que a energia cinética do bloco azul era de 12.500 J e após a colisão passa ser nula. Para o bloco

branco vemos o inverso. Era nula e adquire o valor de 12.500 J, ou seja, toda a energia cinética do bloco azul foi transferida para o bloco branco e em se tratando de uma colisão perfeitamente elástica, a energia cinética se conservou.

Observação: vemos que a variação de energia cinética não é instantânea. Ela dura exatamente o tempo de colisão, que neste caso foi de 0,02 s (intervalo obtido após obter o instante do início e do final da reta decrescente do bloco azul).

LIÇÃO 5 - LANÇAMENTO OBLÍQUO

Conteúdos envolvidos	MRU, MRUV, Vetores, Composição de movimentos
Objetivo	Estudar o comportamento de um corpo em lançamento oblíquo
Conceitos fundamentais	Lançamento oblíquo é uma junção de movimentos simultâneos na direção horizontal (MRU) e vertical (MRUV), onde o objeto lançado descreve uma trajetória parabólica. As fórmulas utilizadas são as do MRU (1-3) e do MRUV (4-6) e vetores.
Descrição da simulação	A simulação consiste em desenhar um objeto e colocá-lo a percorrer trajetórias oblíquas com ângulos diferentes a fim de estudar o movimento e em especial o Alcance e a altura
Questões a serem exploradas	<ul style="list-style-type: none"> • Qual o ângulo que proporciona o maior alcance? • Qual o ângulo que proporciona a maior altura? • O que acontece ao inserir a resistência do ar?
Teste seus conhecimentos	<ul style="list-style-type: none"> • Faça a simulação para o mesmo objeto só que agora em lançamento horizontal. Dica: Desenhe um círculo a uma certa altura em relação ao solo e insira nele as seguintes grandezas: velocidade $v_x = 10\text{m/s}$; $v_y = 0\text{m/s}$; ângulo = 0 graus). Insira o traço dentro do círculo com tempo de registro suficiente para marcar a trajetória e no gráfico tempo <i>span</i> – 30s. <p>Obs. Marque o solo, e retire todas as colisões, dessa forma o objeto ao colidir com o chão não voltará para cima e sim, continua entrando no solo (continua descrevendo seu movimento). Para fazer 2 gráficos, peça para plotar 1 (velocidade x tempo), e marque novamente o círculo e peça para plotar o segundo. No segundo altere o eixo y, para posição da partícula (y) versus tempo (x).</p>
Observações	

Construindo a simulação

Ao abrir o programa vá em *New scene*. Aberta uma nova cena, é necessário desenhar um círculo de raio e massa aleatórios. Como queremos analisar a trajetória do corpo, habilite a opção “traçador”  e clique exatamente no centro do disco. Aparecerá um círculo menor dentro do anterior (maior). Clique no círculo menor com o botão direito do *mouse* e aparecerá a ferramenta traçador. Abrirá uma janela para inserir o diâmetro e o tempo de exposição do traço na tela (sugerimos marcar o tempo máximo e um traço fino). Em seguida, clique novamente no círculo menor, e na nova janela, selecione “Aparência” se quiser alterar a cor do traço.

Para dar início à simulação, é necessário inserir no corpo que fará o movimento uma velocidade inicial e escolher o ângulo de inclinação que o vetor velocidade fará com a horizontal. Para isso, deve-se clicar no disco com o botão direito do *mouse* e abrir a opção

“velocidade”. Na janela, você deverá escolher um valor para a velocidade, que em nosso caso foi de 5 m/s, e um ângulo, que inicialmente estará nulo. Quando o ângulo é inserido, o programa já calcula os valores para v_x e v_y , conforme na Figura 21, para o caso de $\theta = 15^\circ$. Também habilite, no canto superior direito, a exposição do vetor velocidade e seus respectivos componentes.

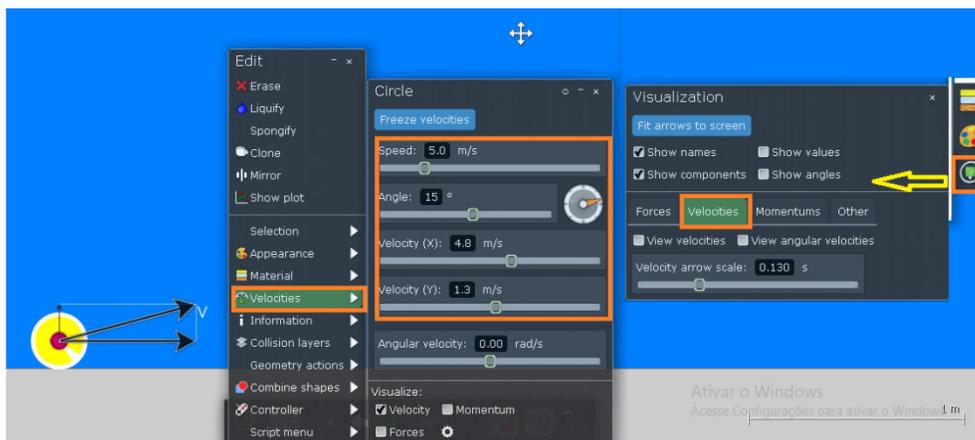


Figura 21: Como programar a velocidade de lançamento e inserir os vetores

Fonte: *Print Screen* do experimento virtual construído no Software Algodoo, produzido pelos autores.

Para que o disco sempre apareça visível no monitor durante todo o seu movimento, clique nele com o botão direito do *mouse* em “seleção” marque “seguir”. Clique novamente, vá em “camadas de colisão” e desmarque todas as opções de colisões (isso permitirá que o bloco não continue saltando no solo ao chocar-se). Em seguida, para analisar o movimento sem a interferência do ar, desabilitamos seu atrito na parte inferior da tela.

Com o cenário pronto, a Figura 22 mostra a primeira simulação do movimento para o ângulo de 15° .



Figura 22: Lançamento oblíquo 15° .

Fonte: *Print screen* do experimento virtual construído pelos autores.

Para visualizar várias trajetórias na figura, é necessário trazer o objeto para a posição inicial (arrastando com a ferramenta “*mover*” e acionar “*play*”. Por isso, após o disco atingir o alvo, arraste ele de volta para inserir novo ângulo, colocando novamente a mesma velocidade inicial (V_i).

Observações.:

1-Se apenas voltar (na seta), o rastro também será apagado);

2-Para inserir na figura os valores dos ângulos, copie a tela do algodoo e cole no *paint* e lá insira o texto.

3-Para visualizar o gráfico do movimento descrito pelo corpo, clique com o botão direito do *mouse* em cima do círculo maior e selecione a opção *show plot* (v_x x t); (V_x x t), (v_y x t); (Y x t).

4-Após clique em *play* para visualizar a simulação.

LIÇÃO 6 - 2ª. LEI DE NEWTON

Conteúdos envolvidos	Vetores, Leis de Newton.
Objetivo	Construir uma simulação e analisar a aplicação das Leis de Newton
Conceitos fundamentais	<p>Dinâmica é a parte da Física que estuda o movimento dos corpos levando em consideração a ação de forças.</p> <p>Força é um agente físico capaz de provocar em um corpo uma variação no seu estado de repouso ou de movimento.</p> <p>É no estudo da dinâmica, que estão as três Leis de Newton as quais descrevem o comportamento dos corpos em movimento.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lei da Inércia: A tendência dos corpos, quando não está sob a ação de forças é permanecer em seu estado, seja de repouso ou de movimento retilíneo e uniforme. • Princípio fundamental da dinâmica: A força resultante que atua sobre um corpo é resultado da multiplicação da massa do corpo por sua aceleração. • Lei da ação e reação: Toda ação corresponde a uma reação, de mesma intensidade e mesma direção, porém de sentidos opostos. <p>Equações:</p> $\vec{F}_R = m \cdot \vec{a} \quad (11)$ <p>Onde: F_r = força resultante; m = massa e a = aceleração</p>
Descrição da simulação	Desenharemos um bloco apoiado sobre a mesa e preso por cordas cujas extremidades estão sustentando blocos.
Questões a serem exploradas	<ul style="list-style-type: none"> • Ao aplicarmos uma força qualquer no bloco 1, o que acontece ao sistema? • Qual o valor da força necessária para colocar o conjunto em movimento? • Insira na figura os vetores em cada bloco. • Obtenha a aceleração do conjunto.
Teste seus conhecimentos	Modifique o atrito entre a mesa e o bloco 2; mude as massas dos blocos e verifique o que muda no experimento.
Observações	Não há necessidade de fixar a roldana, ela já tem embutido o fixador.

Construindo a simulação

Inicialmente é construída uma mesa. Desenhe um retângulo fino na vertical, clone-o e separe os dois (serão os pés da mesa). Em seguida, insira um novo retângulo, na horizontal, sobre estes dois primeiros. Imobilize esse retângulo com a ferramenta de “fixar” sobre os retângulos verticais, como mostra a Figura 23.

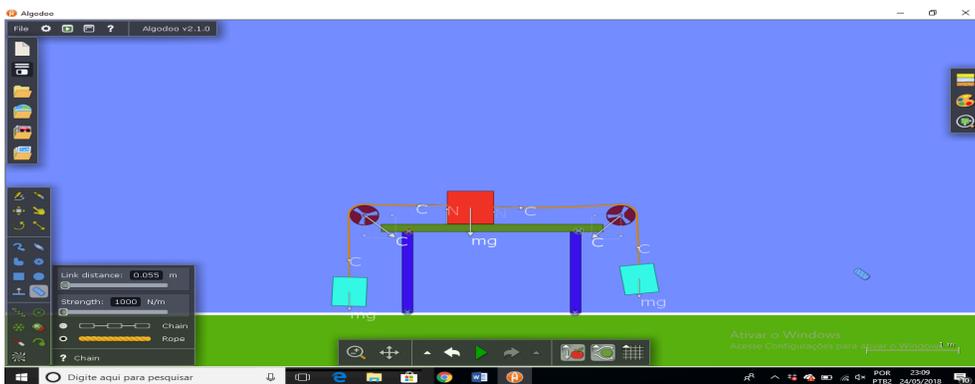


Figura 23: Aplicação da 2ª Lei de Newton

Fonte: Os autores

O próximo passo é desenhar 3 blocos retangulares de massas arbitrárias (os dois blocos azuis e o bloco vermelho da figura) e, o qual um irá deslizar entre as roldanas e os demais ficarão suspensos.

Próximo às duas extremidades da barra horizontal, insira, com a ferramenta “engrenagem”, as roldanas. Para isto, desmarque “engrenagem externa” e marque “engrenagem interna” no quadro que se abre. Construa uma e clone a outra.

Em seguida, insira uma corda unindo o bloco à esquerda, passando por cima roldana (próxima a ela, mas sem necessidade de tocá-la), até o bloco central. Faça o mesmo com o outro bloco suspenso.

Marque a opção para visualizar as grandezas vetoriais (forças). Se necessário aplique força com a ferramenta de arrastar (mão) para iniciar o movimento. Em seguida, clique em “play”, para que os blocos sofram a ação da força da gravidade e assim, esticando a corda, ela se encaixa na roldana.

Criada a cena, há diversas possibilidades de atividades, como por exemplo, retirar o atrito do bloco central para visualizar a aceleração resultante (pelo gráfico) dos blocos quando estão com massas diferentes.

LIÇÃO 7 - ROLDANAS

Conteúdos envolvidos	Dinâmica, vetores
Objetivo	Compreender a funcionalidade de roldanas fixas e móveis
Conceitos fundamentais	<p>Polias ou roldanas são dispositivos que têm por função direcionar a força feita sobre determinado objeto por meio de fios, cordas ou cabos. Podem ser utilizadas fixas, cuja função mais comum é erguer objetos, cuja força aplicada tem o mesmo valor que o peso do objeto; e podem ser utilizadas móveis também, cuja função é diminuir a intensidade de uma força aplicada, conforme a quantidade de polias móveis.</p> <p>Cujo cálculo é feito com a equação:</p> $F = \frac{P}{2^n} \quad (12)$ <p>Onde F = força que deverá ser aplicada; P = peso do objeto; n = número de polias móveis.</p>
Descrição da simulação	Desenharemos as roldanas e montaremos um arranjo de forma que os alunos possam perceber a importância das roldas fixas e móveis.
Questões a serem exploradas	<ul style="list-style-type: none"> • Qual a função da roldana fixa? • Qual a função da roldana móvel? • No arranjo, qual o valor da força aplicada para suspender o objeto?
Teste seus conhecimentos	Insira uma engrenagem, a qual fará a função de uma polia fixa. Logo abaixo, desenhe dois retângulos inicialmente de massas iguais, no ar a uma certa distância da engrenagem. Una os retângulos com uma corda passando sobre a polia. Após de “play”, que a corda ajustará na roldana e equilibrará os corpos.
Observações	<ul style="list-style-type: none"> • A roldana e o círculo devem ter massa desprezível.

Construindo a simulação

Desenhe um suporte retangular horizontal (a uma certa altura em relação ao solo) e fixe as duas extremidades. Posteriormente, insira um círculo, que fará o papel de roldana móvel, e, a uma certa distância, uma engrenagem (interna), que será a roldana fixa (ao inserir a engrenagem, ela automaticamente se fixa ao local). Logo abaixo do círculo, desenhe um bloco suspenso (ver figura 25).

Após, passe uma corda iniciando do suporte horizontal passando pelo círculo e pela roldana, conforme mostrado na figura 24. Em seguida, pegue outra corda e una bloco suspenso à corda abaixo do círculo.

Em seguida acione o “play”. Neste momento as roldanas se adequarão à corda. Aplique uma força com a ferramenta mão na extremidade da corda 1 para movimentar o

arranjo e dessa forma suspender o bloco.

Obs. Se ao acionar o “*play*”, a extremidade da corda livre estiver colada na tela, corte um pedaço com a ferramenta cortar ou apagar.

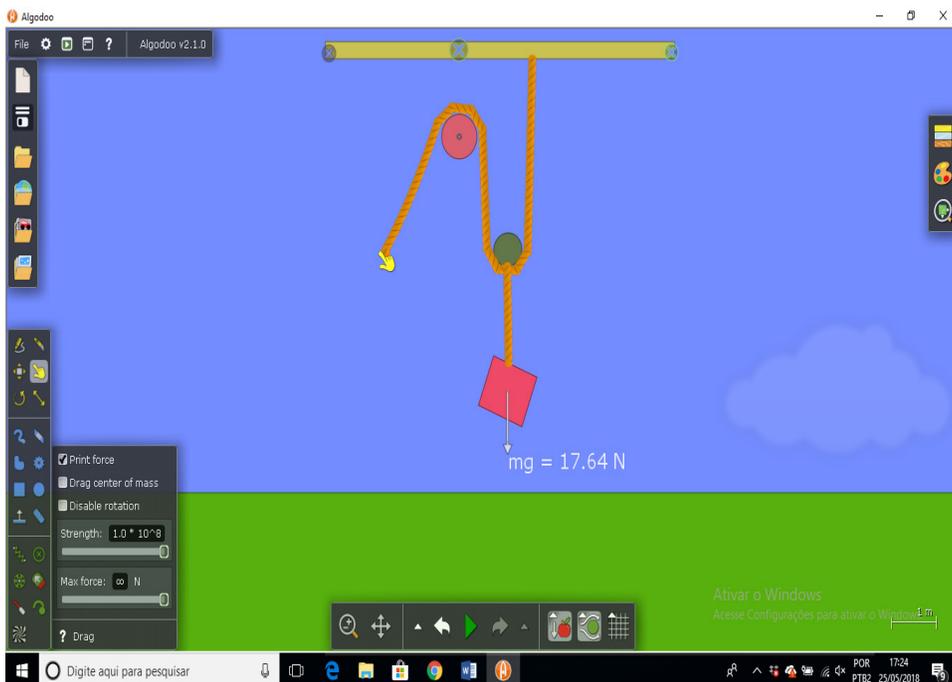


Figura 24: Exemplo de aplicação de roldana fixa e móvel.

Fonte: Os autores

LIÇÃO 8 - PLANO INCLINADO

Conteúdos envolvidos	Dinâmica, vetores, conservação da energia
Objetivo	Analisar o movimento, as forças atuantes, as energias em um corpo movimentando-se sobre um plano inclinado com e sem atrito.
Conceitos fundamentais	Dinâmica: é a parte da física que estuda os movimentos e as forças que o originou. Plano inclinado: é um tipo de superfície plana, elevada e inclinada. Vetor: é um auxiliar matemático que apresenta módulo, direção e sentido. Serve para representar grandezas físicas vetoriais. Conservação da energia: A energia é conservada em um sistema isolado, quando a quantidade de energia inicial for igual à quantidade de energia final.
Descrição da simulação	Vamos soltar um bloco sobre um plano inclinado, sem atrito e analisar fisicamente o movimento.
Questões a serem exploradas	Quais grandezas físicas podemos visualizar na simulação? Quais grandezas físicas podemos obter através dos cálculos? Calcule. Houve conservação de energia? Explique
Teste seus conhecimentos	Altere o ângulo e veja o que influencia no movimento; Insira o atrito entre o corpo e o plano e obtenha as grandezas físicas possíveis. Compare o resultado com a simulação sem atrito. Houve conservação de energia?
Observações	Para desenhar o plano inclinado pode-se utilizar as ferramentas “plano” ou “esboço”. Para início, se o bloco não deslizar, pegue a ferramenta “arrastar” e aplique uma força em um dos blocos. O bloco deslizou porque o bloco na vertical possui massa maior. Pode-se alterar o atrito com o solo, a aceleração da gravidade, a massa dos blocos.

Construindo a simulação

Construa um plano inclinado, de inclinação arbitrária, como mostra a Figura 25: Para isto, utilize a ferramenta “plano” .

Sobre o plano, insira um retângulo (massa arbitrária) utilizando a ferramenta “retângulo”  (ou também pela ferramenta “polígono” ou “esboço”), e em seguida acione “play” para que ele, pela ação da gravidade, fique diretamente em contato com a superfície superior do plano inclinado.

Se necessário, utilize a ferramenta rotacionar , para fazer a rotação no retângulo a fim de ele encaixar sobre a superfície do plano.

Click no retângulo com o botão direito do *mouse*, e em “material” zere o atrito. Faça o mesmo para a superfície do plano inclinado.

Posteriormente, selecione a opção “vetorial” , para mostrar os vetores e valores das forças aplicadas ao bloco e também desabilite a resistência do ar, na parte de baixo da tela.

Selecione também a opção “plot” (clcando com o botão direito do mouse sobre o retângulo) para construir três gráficos em apenas um: (1) energia cinética (soma), (2) energia potencial (soma) e (3) energia total, todos em função do tempo. Pronto! Já pode-se iniciar a simulação clicando em “play” .

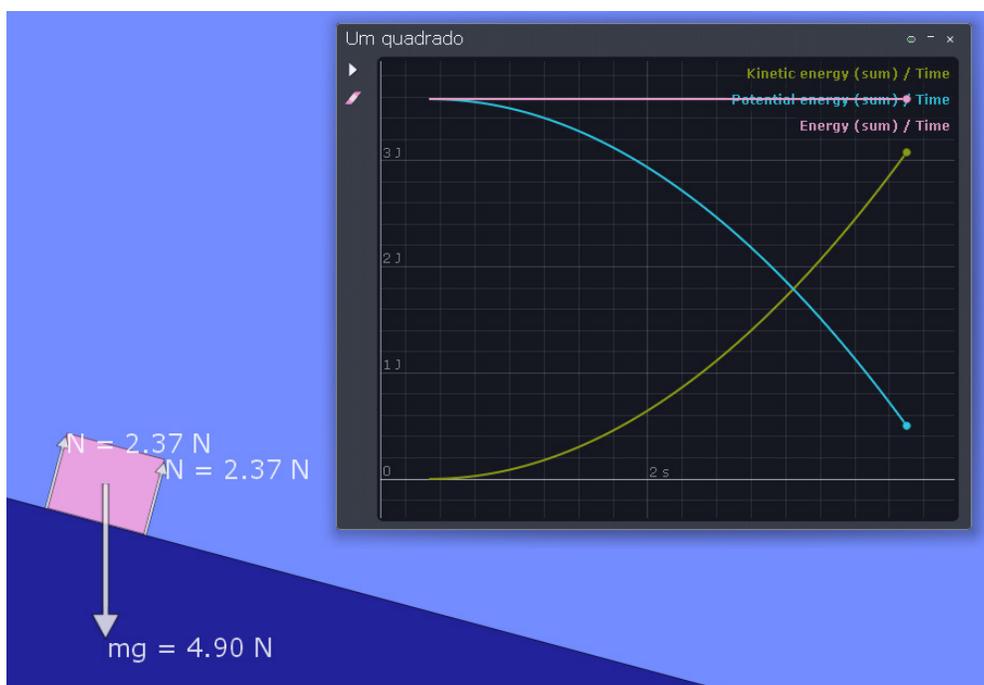


Figura 25: Experimento do plano inclinado para análise da conservação da energia mecânica.

Fonte: *Print screen* de experimento virtual construído no *Software Algodoo*, produzido pelos autores. Inspiração: FERNANDEZ, 2015.

Na figura 25, além de vermos o bloco descendo livremente, sem ação de forças dissipativas, podemos ver o gráfico que expressa a conservação da energia total E do corpo (reta horizontal superior na cor rosa) e as alternâncias de suas energias cinética K (linha amarela) e potencial U (linha azul). Como o corpo sai do repouso ($K = 0$), temos que toda a energia potencial U inicial, que é máxima inicialmente, vai se transformando em energia

cinética ao longo do tempo. No entanto, a soma de seus valores, em qualquer instante do movimento, sempre será constante ($K + U = E$). Isto pode ser verificado analisando estas grandezas em qualquer ponto da trajetória, simplesmente posicionando o ponteiro do *mouse* sobre o ponto na curva escolhida e para t definido.

Para contrapor este exemplo de conservação de energia mecânica, pode-se inserir um coeficiente de atrito entre o bloco e a superfície. Isso pode ser feito clicando em cada com o botão direito do *mouse* sobre o bloco e sobre o plano, e escolher um “atrito” para cada um.

Lembrando que o programa calcula o coeficiente de atrito μ de acordo com esta variável que ele denomina de “atrito” e que isoladamente não tem sentido físico. Supondo que “a” seja o “atrito” de um corpo, com o bloco, e o “b” seja o “atrito” do outro corpo, com o plano, o coeficiente de atrito entre as superfícies destes dois corpos é dado por $\mu = (a \cdot b)^{1/2}$. Lembrando que para o corpo entrar em movimento mesmo sem uma velocidade inicial, a força de atrito deve ser menor que a componente P_x do peso do corpo.

LIÇÃO 9 - COMO MOVIMENTAR UMA FIGURA DE CARRINHO

Conteúdos envolvidos	MRU e gráficos
Objetivo	Aprender a inserir movimentos em um carro
Conceitos fundamentais	Repouso, movimento, referencial, trajetória, velocidade, MR.
Descrição da simulação	Vamos inserir no Algodoo uma figura de carrinho e agregar-lhe movimentos
Questões a serem exploradas	Análise o comportamento do móvel através dos gráficos de y x t e v x t
Teste seus conhecimentos	Faça o carrinho subir em um plano inclinado. Se ele não subir o plano, aumente o atrito, para isso, click com o botão direito na roda. Vá em <i>material – friccion</i> (aumentar o atrito). E se for o carro, marque o chão ou o plano e aumente lá também o atrito (friccion). Mude o material por exemplo, para borracha. Se o carrinho não subir o plano, pode-se: Aumentar a velocidade; aumentar a rotação do motor e o torque; aumentar o atrito do plano e do pneu com o solo.
Observações	Se o carrinho estiver andando para trás, marque, no eixo central de uma única roda, motor e reverse.

Construindo a simulação

Abra uma nova cena. Escolha uma figura de carro da internet ou arquivo, copie e cole no Algodoo e dê “play” para que ele fique sobre o piso (plano). Caso a figura esteja acompanhada de outros objetos, para isolar a imagem do carro, recorte-o com a ferramenta “apagador”. Em seguida, pausando a imagem, pegue a ferramenta círculo e coloque totalmente sobre a roda do carro a fim de cobri-la. Clicando sobre o círculo com o botão direito do *mouse* aparecerá a opção “CSG”. Escolha “cortar” . Faça o mesmo com a outra roda. Com isto, você irá recortar a área da figura correspondente ao espaço abaixo do círculo que você desenhou. Retire os círculos e as rodas que foram recortadas. Se ficarem ainda excessos no carro ou roda, utilize a ferramenta “apagador” para apagar.

Selecione o carrinho e com a ferramenta “pince”  – juntar (que tem a função de fundir), insira sobre a lataria na posição acima da roda e faça uma junção iniciando na parte superior da lataria e descendo até a metade do local onde estava o centro da roda, onde no centro finalize fazendo uma bolinha (Figura 26).



Figuras 26: Montagem de carrinho para controle de seu movimento.

Fonte: Figura extraída da internet. *Print screen* da tela do Algodoo.

Pegue a ferramenta “eixo”  e insira um eixo central em cada uma das rodas. Com a ferramenta mover  insira a roda no local de origem dela. Mova para frente (marque a roda com o botão direito, e vá em seleção – *move o objeto selecionado para frente*).

Após dê “play”  e veja se as rodas do carrinho movem. Mexa com a mãozinha para ver se elas se movem.

Para seguir o carrinho, click nele com o botão direito, e vá em “seleção” - seguir.

Para controlar o carrinho faça o seguinte: click no eixo central da roda da frente (somente essa roda) com o botão direito. Vá em controlador (forward key) e na janela aberta, nas opções de movimento, escolha teclas do *notebook*, para ir para frente, por exemplo, *click* no teclado do notebook na tecla *end*); para ir para trás, aperte no *notebook* a tecla *home* e para frear, toque na tecla do *notebook* *PgDn*. De “play”, para testar as teclas de comando. Se não movimentar, aumente a velocidade do motor (eixo – opções – rolamento - velocidade do motor 38 rpm por ex.).

LIÇÃO 10 - MOVIMENTO HARMONICO SIMPLES

Conteúdos envolvidos	Lei de Hooke, MHS, Energia, Atrito
Objetivo	Compreender a Lei de Hooke
Conceitos fundamentais	<p>Um movimento é periódico quando se repete em intervalos de tempo iguais, por exemplo o móvel ao ocupar, sucessivamente, a mesma posição na trajetória, apresentará sempre a mesma velocidade, mesma aceleração e o mesmo intervalo de tempo para que ele se encontre duas vezes nessa posição.</p> <p>Como as equações do movimento periódico são expressas a partir das funções seno e cosseno, ele também é chamado movimento harmônico.</p> <p>O sistema massa mola de um oscilador harmônico¹ é composto por uma mola com constante elástica K de massa desprezível e um bloco de massa m, postos sobre uma superfície sem atrito.</p> <p>Quando o corpo está na posição de equilíbrio, a mola não está deformada. Ao modificar-se a posição do bloco para um ponto em x, este sofrerá a ação de uma força restauradora, regida pela lei de Hooke, ou seja:</p> $F = -K \cdot x \quad (13)$ <p>Como a superfície não tem atrito, esta é a única força que atua sobre o bloco, logo é a força resultante, caracterizando um MHS. Sendo assim, o período de oscilação do sistema é dado por:</p> $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad (14)$ <p>E as energias envolvidas são:</p> $E_c = \frac{mv^2}{2} \quad (15)$ $E_{pe} = \frac{kx^2}{2} \quad (16)$ <p>Onde: F= força; K= constante elástica da mola; x= alongação; T= período; m= massa; v= velocidade; E_c= energia cinética; E_{pe} = energia potencial elástica.</p> <p>Ao considerar a superfície sem atrito, o sistema passará a oscilar com amplitude igual à posição em que o bloco foi abandonado em x.</p>
Descrição da simulação	Construiremos um bloco preso por uma mola a um suporte, e faremos o bloco oscilar.
Questões a serem exploradas	<ul style="list-style-type: none"> • Que tipo de movimento o bloco está fazendo? • Quais as grandezas físicas envolvidas? • Quais os aspectos dos gráficos? • Que conclusões podemos tirar em relação ao valor da constante elástica da mola?

1. <https://www.sofisica.com.br/conteudos/Ondulatória/MHS/massamola.php>

<p>Teste seus conhecimentos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Altere o valor da constante elástica da mola e analise o que mudou no experimento. • Varie o valor da massa e análise.
<p>Observações</p>	

Construindo a simulação

Desenhe um retângulo na vertical que servirá de suporte para fixar a mola (parede) e desenhe um bloco retangular sobre o solo (na horizontal), o qual entrará em MHS, como na Figura 26.

Insira uma mola ligando o suporte ao retângulo e clique sobre ela com o botão direito do *mouse*. Vá em “mola” e ajuste, por exemplo, $k = 100$ a 200 N/m, $D = 0$ (amortecimento) e comprimento = 3 m. Clicando no bloco com o botão direito do mouse, em “material” e escolha densidade = 2kg/m^2 , massa = 2kg e retire o atrito. Ainda no bloco, escolha em “camadas de colisão”, colisão somente com A.

Para gerar o gráfico do movimento ($S \times t$), vá em “*show plot*” (botão direito do mouse sobre o bloco), escolha o tempo como variável do eixo x e “posição (x)” para o eixo y. Para construir outro gráfico separadamente, novamente vá em “*show plot*” e no eixo y coloque “velocidade (x)”. Escolha para os gráficos os valores de *span* infinito e *smoot* = 0 .

Para renomear a caixa do gráfico, *click* no texto “*BOX*” e digite o novo texto. Neste caso, colocamos MHS. Para indicar a posição inicial do objeto, faça uma marcação no solo e fixe com a ferramenta “fixador”, e logo abaixo insira um retângulo (em amarelo, por exemplo) e fixe-o com a ferramenta “fixador”; para inserir o texto dentro deste retângulo, pode-se elaborar o texto no *paint* e após colar no Algodoo no local desejado (Figura 27). Após dê “*play*” para iniciar a simulação.



Figura 27: *Print screen* da simulação do sistema de oscilação Massa-mola.

Fonte: Autores. Inspiração *Scenes* Algodoo.

LIÇÃO 11 - PÊNDULO SIMPLES

Conteúdos envolvidos	Conservação da energia mecânica, MHS, dinâmica, vetores.
Objetivo	Estudar a conservação da energia mecânica
Conceitos fundamentais	<p>O pêndulo simples consiste num pequeno objeto preso por uma corda de massa desprezível posto a oscilar. O movimento do objeto pode ser considerado um MHS para pequenas oscilações. O período do pêndulo simples é obtido por:</p> $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad (17)$ <p>E a frequência</p> $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}} \quad (18)$ <p>Onde l = comprimento do fio, T = período, f = frequência, g = aceleração da gravidade</p>
Descrição da simulação	Desenhar um pêndulo e colocá-lo a oscilar para a análise do movimento e obtenção da aceleração da gravidade.
Questões a serem exploradas	<ul style="list-style-type: none"> • Se variar a massa do corpo suspenso, o período de oscilação variará? • E se variar o comprimento do fio, o que acontece com o período de oscilação? • A conservação da energia mecânica foi verificada?
Teste seus conhecimentos	<ul style="list-style-type: none"> • Insira a resistência do ar e observe se há alguma mudança. • Calcule, com o uso da fórmula, o valor de g.
Observações	<ul style="list-style-type: none"> • O resultado obtido deverá ser próximo do valor real, mas não exato já que se trata de um pêndulo físico e a equação é de um pêndulo simples. • Se preferir, pode-se habilitar a resistência do ar, e aumentar o multiplicador de atrito do ar, dessa forma, pode-se rapidamente verificar a influência desta força dissipativa no movimento. Tendo assim, um movimento harmônico amortecido.

Construindo a simulação

Fixe um suporte retangular, na horizontal (paralelo ao solo), a uma certa altura em relação ao solo e utilize a ferramenta “fixador” para mantê-lo imóvel neste lugar. Desenhe um círculo, de massa arbitrária, a uma certa distância em relação ao suporte, de forma centralizada, e insira uma corda que unirá o círculo e o suporte, conforme a Figura 28.

Em ‘visualização’, selecione a opção “mostrar forças” (marcando para mostrar nome

e valores) para exibição das grandezas vetoriais como tração, peso e velocidade na figura.

Clicando com o botão direito do mouse sobre o círculo, selecione a opção rastro, assim você verá a trajetória da massa pendular. Em “show plot” escolher em eixo y a “posição (y)” para um gráfico e “velocidade” para o segundo gráfico. Em ambos os casos, no eixo x deve-se selecionar o tempo. Assim, terá dois gráficos separados para o movimento, $y \times t$ e $v \times t$.

Antes de iniciar o movimento, desative a resistência com o ar, pois a intenção é estudar o movimento harmônico simples, no qual não há forças dissipativas. Em seguida, para iniciar o movimento, clique no círculo e com o botão direito do *mouse* selecione “velocidade”, inserindo um valor arbitrário. Após clique em “play”.

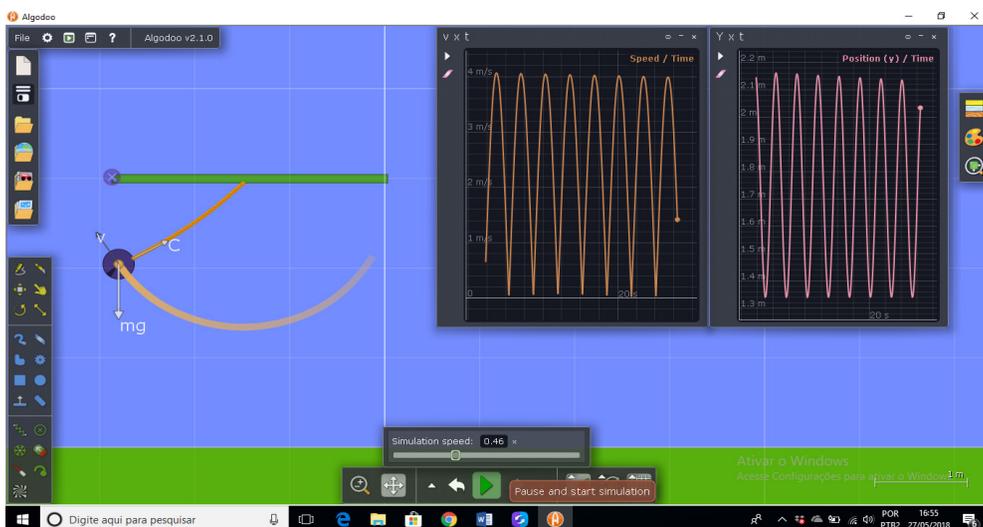


Figura 28: Print screen, Pêndulo simples em movimento.

Fonte: Autores

LIÇÃO 12 - DISPERSÃO DA LUZ

<p>Conteúdos envolvidos</p>	<p>Refração, dispersão, prisma, luz policromática, luz visível, espectro, velocidade da luz</p>
<p>Objetivo</p>	<p>Entender como ocorre o fenômeno da dispersão da luz; compreender que a luz branca é policromática.</p>
<p>Conceitos fundamentais</p>	<p>Óptica: é o ramo da física que estuda as propriedades e características da luz.</p> <p>Prisma: é um elemento óptico sólido, geométrico e transparente formado por uma face superior e uma inferior, paralelas, congruentes e polidas, ligadas por arestas, que é capaz de refratar, refletir e dispersar a luz que nele incidida.</p> <p>A dispersão é um fenômeno óptico que consiste na separação da luz branca, em suas cores componentes, cada qual com uma frequência diferente.</p> <p>A refração é um fenômeno óptico que ocorre quando a luz muda de meio de propagação. Esse fenômeno só é observado quando o feixe de luz se propaga com velocidade diferente nos dois meios.</p> <p>O desvio que a luz sofre quando passa de um meio para outro, depende da velocidade da luz nos dois meios. A grandeza física que relaciona as velocidades nos dois meios, é o índice de refração relativo (n_{21}), que é definido como sendo a razão entre a velocidade da luz no primeiro meio (v_1) e a velocidade da luz no segundo meio (v_2). Quanto maior o índice de refração, mais desvio a luz sofre dentro do material.</p> $n = \frac{c}{v} \quad (19)$ <p>Onde: v = velocidade da luz no meio considerado; c = velocidade da luz no vácuo e n = índice de refração.</p> <p>Pela segunda lei da refração da luz (Lei de Snell) pode-se calcular o desvio dos raios de luz ao mudarem de meio.</p> $\frac{\text{sen}\theta_1}{\text{sen}\theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{n_2}{n_1} \quad \text{Lei de Snell} \quad (20)$ <p>Onde λ = Comprimento de onda. n é o índice de refração absoluto no meio. É importante observar que o índice de refração absoluto é adimensional e nunca pode ser menor do que 1, já que a maior velocidade possível em um meio é c, se o meio considerado for o próprio vácuo.</p>
<p>Descrição da simulação</p>	<p>Vamos desenhar um prisma e fazer dois lasers com luz branca, incidirem em angulações diferentes sobre ele para analisar a refração e dispersão da luz</p>

<p>Questões a serem exploradas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • A luz se dispersa em material de qualquer formato ou só no prisma? • Qual a condição para que ocorra a dispersão da luz? • Qual a condição para que ocorra a refração da luz? • Como forma o arco-íris?
<p>Teste seus conhecimentos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Teste outras cores do laser e veja o que acontece; • Explore a angulação e veja o que acontece. • Mude o índice de refração do prisma, para o da água e após outros materiais veja o que acontece quando incide luz sobre ele. • Substitua o prisma por um retângulo e faça incidir a luz branca sobre ele e veja o que acontece. Mude o índice de refração e novamente faça incidir a luz e analise. • A Lei de Snell foi aplicada?
<p>Observações</p>	

Construindo a simulação

Abra uma nova cena e selecione o fundo “óptica”. Desenhe um triângulo retângulo com a ferramenta esboço ou polígono, como na Figura 29. Marque o triângulo e mude o material para vidro. Com valores de densidade e massa arbitrários, insira as demais informações: atrito 0; elasticidade 0; índice de refração 1,5 e atração 0. Desta forma, construímos um prisma para o estudo da refração.

Clique na ferramenta “caneta laser”, no canto inferior esquerdo. Posicione-a à esquerda do triângulo e clicando com o botão direito do mouse escolha a luz branca. A seguir, incida a luz laser perpendicularmente à parede do prisma. Para analisar como o ângulo de incidência pode influenciar na refração, com outra caneta laser, varie o ângulo de incidência. Isso pode ser feito habilitando a ferramenta rotacionar e posteriormente clicando sobre a caneta.

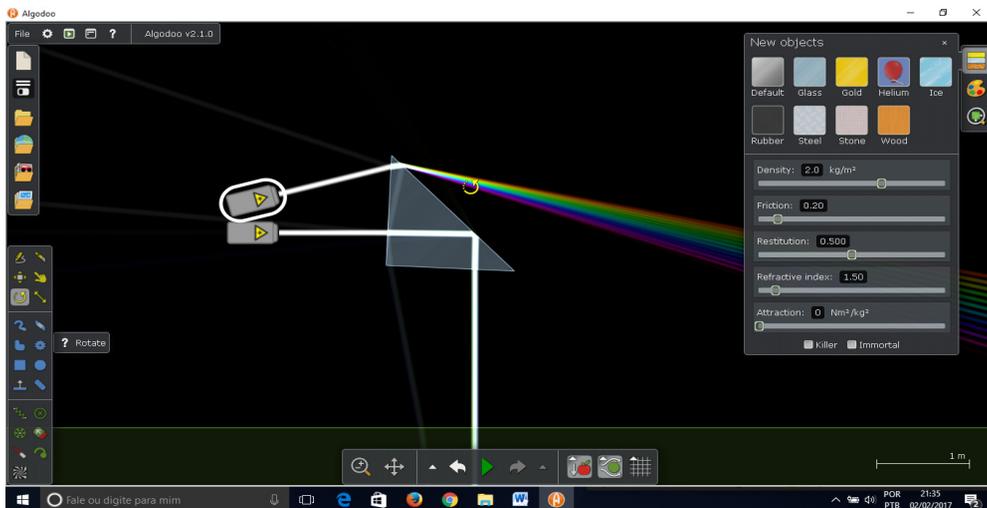


Figura 29: *Print screen* da decomposição da luz em um prisma.

Fonte: Os autores

LIÇÃO 13 - REFRAÇÃO EMLENTE CONVERGENTE

Conteúdos envolvidos	Óptica: Lentes, Reflexão, Refração, dispersão
Objetivo	Conhecer o comportamento de uma lente biconvexa quando incide um raio de luz e relacionar com a física no cotidiano.
Conceitos fundamentais	<p>Lente esférica é o sistema óptico constituído por dois meios homogêneos e transparentes.</p> <p>Reflexão da luz: é um fenômeno que ocorre quando a luz incide sobre uma superfície e retorna para o mesmo meio. A reflexão pode ser regular ou difusa.</p> <ul style="list-style-type: none">• Regular ocorre quando os raios de luz incidem sobre uma superfície regular (lisa) e retornam da mesma forma.• Difusa ocorre quando os raios de luz incidem sobre uma superfície irregular (rugosa) e retornam em direções distintas.
Descrição da simulação	Inicialmente aprenderemos a construir uma lente biconvexa. Após, faremos incidir luz e analisaremos o comportamento na lente.
Questões a serem exploradas	No dia a dia, em qual situação se usa uma lente convergente? Qual a função da lente biconvexa?
Teste seus conhecimentos	<ul style="list-style-type: none">• Posicione duas lentes biconvexas e veja o que acontece ao fazer com que a luz que sai de uma entre em outra?
Observações	

Construindo a simulação

Abra uma nova cena e selecione o fundo “óptica”. Para criar uma lente biconvexa (Figura 30), desenhe um círculo, altere o “material” para vidro e o clone (clique com o botão direito do mouse e escolha “clonar”) (1). Com a ferramenta “mover” aproxime os dois até a superposição deles formar uma lente biconvexa (2). Selecione um dos círculos e clique em ao abrir a janela, marque “CSG – interseção”. Um dos círculos irá desaparecer. Retirando o segundo círculo (pode excluí-lo) você verá que ficou apenas a parte de interseção dos dois círculos. Ou seja, a lente biconvexa (3).

Com a lente formada, vá em “caneta laser”, na parte inferior esquerda da tela, e insira 3 fontes de luz sobre o instrumento óptico em três posições diferentes (4). Em “aparência”, selecione a cor branca para visualizar a difração causada pela lente.

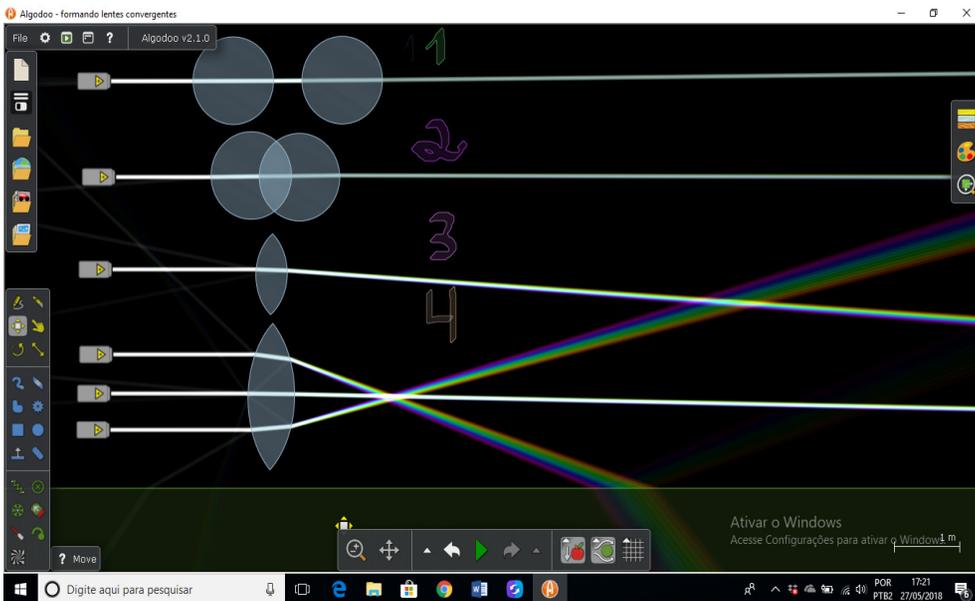


Figura 30: Simulação e Construção de uma lente biconvexa.

Fonte: Os autores

LIÇÃO 14 - REFRAÇÃO EMLENTE DIVERGENTE

Conteúdos envolvidos	Lentes, reflexão, refração, dispersão.
Objetivo	Analisar o comportamento da luz ao atravessar uma lente divergente.
Conceitos fundamentais	Lente divergente: é um dispositivo que permite que a luz incidente sobre ela seja refratada para direções distintas (ou seja, os raios são espalhados).
Descrição da simulação	Inicialmente desenha-se uma lente divergente e após faz-se os raios incidirem sobre ela para analisar o comportamento.
Questões a serem exploradas	<ul style="list-style-type: none">• O que acontece quando um feixe de luz incide em uma lente convergente?• O que acontece quando um feixe de luz incide em uma lente divergente?• E quando um feixe incide nas duas lentes.• No dia a dia, em qual situação se usa uma lente divergente?
Teste seus conhecimentos	Qual o comportamento de um feixe de luz ao incidir em uma lente plano-côncava ou plano-convexa? E na côncavo-convexa ou convexa-côncava? Faça a simulação.
Observações	

Construindo a simulação

Abra uma nova cena e selecione o fundo “óptica”. Para construir uma lente bicôncava (Figura 31). (1) Desenhe um retângulo e escolha “vidro” em materiais. (2) Posteriormente, insira na frente dele um círculo. Clone o círculo. Posicione-os parcialmente sobre o retângulo como mostrada na figura, um mais à esquerda e outro mais à direita. Marque um círculo por vez com o botão direito do mouse e com a opção “CSG – Subtrair” corte para moldar o retângulo. Delete o que não for utilizar. (3) Formada a lente divergente bicôncava. Insira raios de luz na lente, com a ferramenta “caneta laser”, e observe o comportamento deles aos serem divergidos.

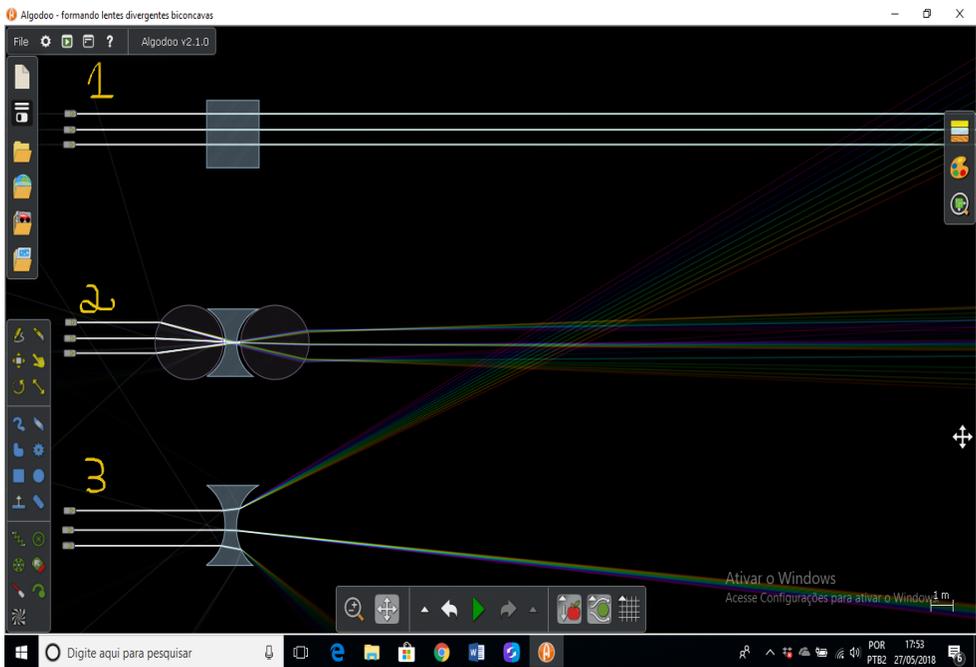


Figura 31: *Print Screen* tela *algodoo* durante a simulação/ construção da lente bicôncava.

Fonte: Os autores

LIÇÃO 15 - REFLEXÃO DA LUZ EM ESPELHOS PLANOS, CONCAVOS E CONVEXOS

Conteúdos envolvidos	Reflexão, Lentes, Espelhos
Objetivo	Analisar a diferença na reflexão da luz em espelhos planos e curvos (côncavo e convexo).
Conceitos fundamentais	Espelho: é uma superfície refletora que proporciona que boa parte da luz que incide sobre ele retorne para o mesmo meio.
Descrição da simulação	Desenhar uma lente convergente, uma divergente e um retângulo. Mudar o material para vidro e o índice de refração para infinito (a fim de refletir ao máximo a luz incidente). Incidir luz e analisar o comportamento.
Questões a serem exploradas	<ul style="list-style-type: none">• O que acontece com o feixe de luz ao incidir: No espelho biconvexo? No espelho bicôncavo? No espelho plano?
Teste seus conhecimentos	Construa uma simulação para mostrar a reflexão difusa. Responda: Quando ocorre a reflexão regular e quando ocorre a reflexão difusa?
Observações	

Construindo a simulação

Abra uma nova cena e selecione o fundo “óptica”. Desenhe, uma figura embaixo da outra, uma lente biconvexa, um retângulo e uma lente bicôncava.

Click com o botão direito do *mouse* na primeira figura (e depois repita o procedimento para os outros), e, em “material” na janela que abrirá coloque infinito para o índice de refração (pois dessa forma haverá a reflexão); zere o atrito, a elasticidade e a atração; massa e densidade arbitrários.

Após, faça incidir sobre cada objeto, raios de luz, conforme Figura 32.

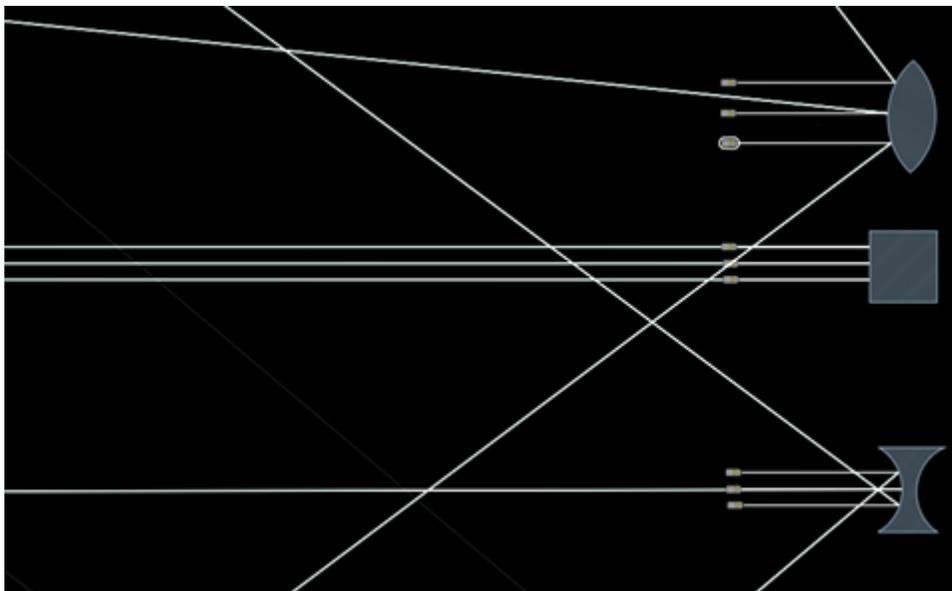


Figura 32: *Print screen* da tela do *Algodoo* durante a simulação da reflexão da luz em superfícies refletoras biconvexa, plana e bicôncava.

Fonte: Os autores

Teste seus conhecimentos

Para construir a simulação, (figura 33) inicialmente desenhe um retângulo, que servirá de suporte para prendermos os lasers e facilitará o giro. Clone ele 3 vezes. Dois serão utilizados para fixar (suporte) para os lasers, outro será o espelho regular e o outro será espelho irregular.

Após, click em cada espelho plano, vá em material e mude o índice de refração para infinito e zere o atrito, elasticidade e atração; e para a massa e densidade atribua valores arbitrários.

Para a reflexão difusa, insira uma superfície retangular e com a borracha apague a superfície retangular de modo a fazer pequenas deformações na superfície. Após, posicione cinco lasers com cores distintas fixos no suporte, de modo que os raios a incidam na superfície.

Gire o suporte laser e analise se ocorre diferenças conforme o ângulo, nas duas superfícies.

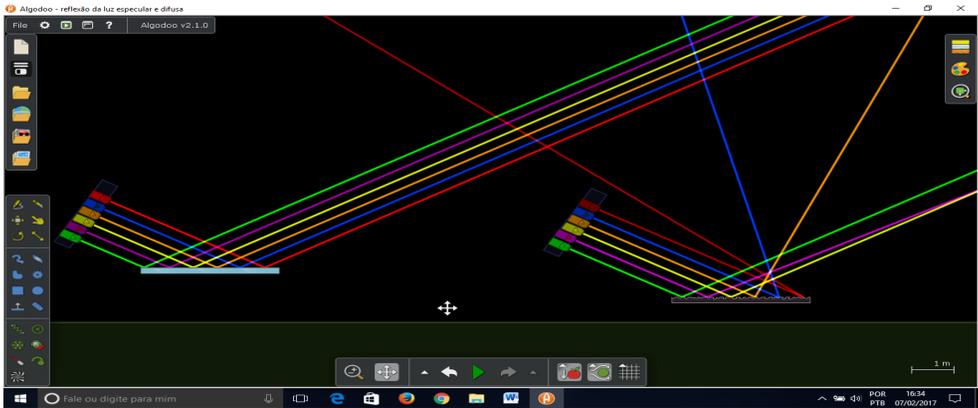


Figura 33: *Print screen* da tela do Algodoo da simulação da reflexão regular e difusa.

Fonte: Os autores

LIÇÃO 16 - LEI DE COULOMB

Conteúdos envolvidos	Força de atração gravitacional, Vetores
Objetivo	Estudar a força de atração gravitacional entre dois corpos.
Conceitos fundamentais	<p>A lei de Coulomb diz que: a força (F) entre duas cargas elétricas puntiformes (Q_1 e Q_2) é diretamente proporcional (K) ao produto dos módulos das duas cargas e inversamente proporcional ao quadrado da distância (d) entre elas.</p> $F = K \cdot \frac{Q_1 Q_2}{d^2} \quad (21)$ <p>Onde $k \rightarrow$ é a constante eletrostática do meio ($k_0 = 9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$).</p>
Descrição da simulação	Desenharemos dois círculos, onde um deles possuirá a força de atração gravitacional.
Questões a serem exploradas	<ul style="list-style-type: none"> • Se os dois círculos possuírem forças de atração de sinais iguais o que acontece? • E se fossem de sinais contrários • Conforme diminui a distância o que acontece com a força de atração?
Teste seus conhecimentos	Mude os sinais das cargas, após mude a distância entre as cargas para verificar a validade da Lei de Coulomb.
Observações	Ver eletrostática (força de atração gravitacional – Lei de Coulomb) no <i>You tube</i> em: https://youtu.be/4-xrGMmOJW4

Construindo a simulação

Abra uma nova cena e insira um círculo, que será a carga geradora do campo elétrico. Selecione-o com o botão direito do *mouse*, e, em “material” coloque massa 6,0 kg, a densidade pode manter o valor que o software apresentar, a atração 1 Nm²/kg², e zere os valores de atrito e elasticidade. Em “Aparência” desmarque: mostrar bordas dos objetos.

Obs.: No algodoo não dá para inserir o valor da carga, então consideraremos igual ao da massa.

Insira um segundo círculo, menor que o primeiro. Ele será utilizado como uma partícula de prova (carga menor em relação à carga geradora). Nesse círculo coloque massa e densidade arbitrários, porém de valor menor em relação à massa do primeiro círculo. Atração zero, velocidade zero. Marque o círculo menor, e com o botão direito do *mouse*, vá em “*show plot*” e escolha o gráfico F x d_x (“Força (x)” no eixo y e “Position (y)” no eixo x). Em “Aparência” desmarque: mostrar bordas dos objetos.

Para finalizar, escolha “ver forças” em “visualização”. Nesta mesma janela, pode-se

aumentar a escala dos vetores força, para facilitar a visualização. Desative a resistência do ar e a força da gravidade na parte inferior da tela. Neste mesmo ícone, habilite, com o botão direito do mouse, “mostrar campo gravitacional”. Iniciando a simulação (clicando em “play”), será verificado o movimento de atração entre as esferas, como mostra a Figura 34.

Visualize que conforme a distância diminui, a força aumenta (F é inversamente proporcional ao quadrado da distância), de acordo com a Lei de Coulomb. E que a força aponta para o sentido radial do corpo gerador do campo.

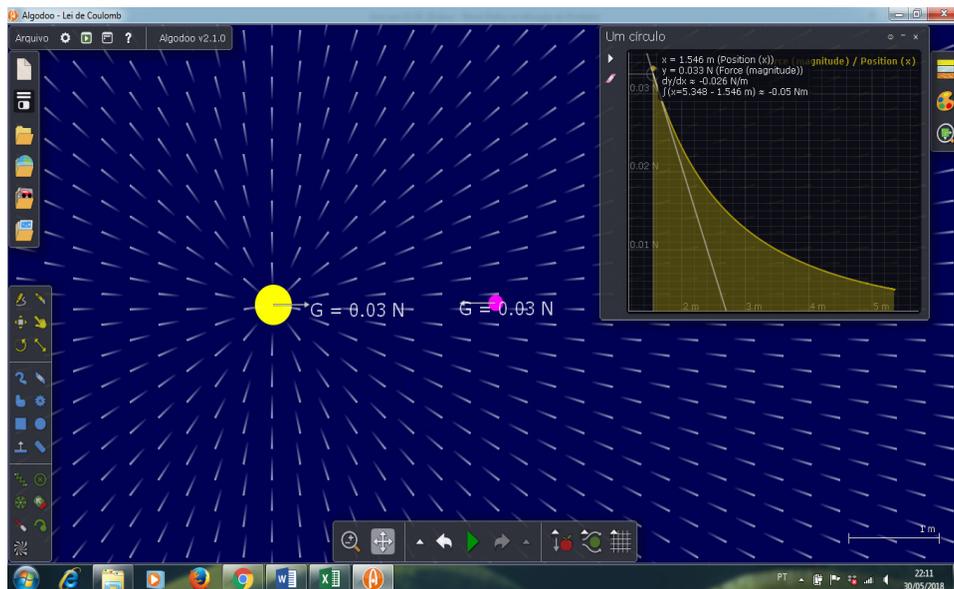


Figura 34: *Print screen* da tela do algodoio na simulação da Lei de Coulomb.

Fonte: Os autores

É possível, no campo “material”, mudar o sinal da atração (sinal negativo), para que possamos visualizar que cargas iguais se repelem e de sinais contrários se atraem.

LIÇÃO 17 - OBJETO EM TRAJETÓRIA CIRCULAR

Conteúdos envolvidos	Gravitação, vetores
Objetivo	Estudar o comportamento de um objeto em trajetória circular
Conceitos fundamentais	Força de atração gravitacional
Descrição da simulação	Inicialmente desenha-se dois círculos de tamanhos distintos. Após fazer com que o círculo menor se movimente em trajetória circular ao redor do círculo maior.
Questões a serem exploradas	<ul style="list-style-type: none">• Variando as massas o que acontece• E se variar a força de atração gravitacional
Teste seus conhecimentos	Insira um terceiro objeto circular, menor do que os outros e mais distante e coloque-o em movimento ao redor do círculo de tamanho médio.
Observações	

Construindo a simulação

Abra uma nova cena com fundo “Raio x”. Construa um círculo maior e um menor. Marque o círculo maior, e em “material”, coloque a atração $2,8 \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$, massa $6,0 \text{ kg}$ e zere o atrito e elasticidade. E após, click com o botão direito do mouse e, em “velocidade” coloque $v = 0 \text{ m/s}$.

Marque o círculo menor, vá em “velocidade”, habilite “enviar para órbita” e, em “material”, insira um valor arbitrário e menor para a massa e zere o valor da atração, elasticidade e atrito. Saia desta janela, vá na ferramenta “traço” e clique sobre o círculo menor. Com o botão direito do mouse, ajuste o valor do diâmetro do rastro que desejar e coloque “tempo de desvanecimento” com valor máximo.

Para construirmos os gráficos, clicando com o botão direito do mouse, no círculo menor, em “*show plot*” escolha as combinações de gráficos que quiser analisar, sugerimos: $v \times t$, $S_y \times t$; $S_x \times S_y$; $S_x S_y \times t$ e $F \times t$. Marque nos gráficos o tempo de span maior possível.

Desative do ambiente a aceleração da gravidade e a resistência do ar para finalizar a cena. E clique na parte inferior da tela de fundo, para também, em “Material” zerar o atrito, elasticidade e atração.

Iniciando a simulação (“*play*”), o círculo menor irá girar ao redor do círculo maior, conforme Figura 35.

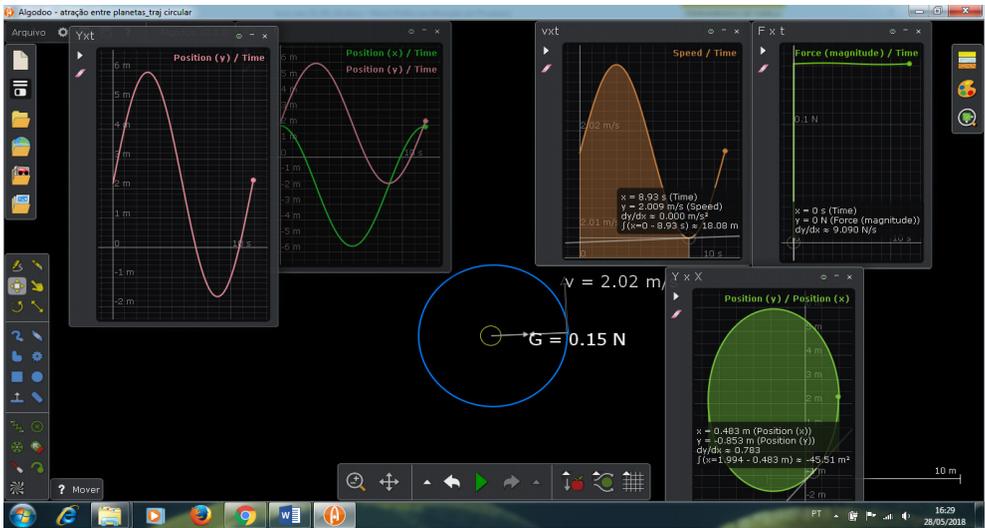


Figura 35: Print screen da tela do algodoo durante a simulação de objeto em trajetória circular.

Fonte: Os autores

LIÇÃO 18 - OBJETO EM TRAJETÓRIA ELÍPTICA

Conteúdos envolvidos	Gravitação
Objetivo	Estudar a atração de um corpo em trajetória elíptica
Conceitos fundamentais	<ul style="list-style-type: none">• Elipse• Trajetória• Força de atração gravitacional
Descrição da simulação	Vamos desenhar dois círculos de dimensões distintas e inserir no maior a força de atração a fim de verificar o comportamento dos corpos.
Questões a serem exploradas	<ul style="list-style-type: none">• Qual o valor da força de atração máxima e mínima e qual a posição correspondente• Qual o valor da velocidade máxima e mínima e qual a posição correspondente.• O que acontece com o círculo menor quando está mais próximo do maior? E quando está mais distante?
Teste seus conhecimentos	Insira um terceiro corpo, mais afastado dos demais, e analise seu comportamento
Observações	Se o círculo menor não girar ao redor do maior, aumente a força de atração do círculo maior; mexa na distância entre os corpos. Não marque enviar para a órbita nenhum deles.

Construindo a simulação

Abra uma nova cena, com um fundo escuro. Insira um círculo (utilizamos cor amarela).

Em “material” insira os valores: atrito = 0, elasticidade = 0, atração = $1 \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$, com densidade e massa arbitrários (utilizamos $m = 7 \text{ kg}$ e densidade correspondente fornecida automaticamente) e relação quadrática.

-, em “aparência”, marque para “mostrar” “desenho de círculo”.

Seguindo a construção da simulação, click no círculo com o botão direito do mouse e, em “Camadas de colisão” habilitar “Camada de colisão A” e “Colide com água”.

Insira um segundo círculo (no nosso caso, vermelho), bem menor do que o primeiro (utilizamos $m = 0,07 \text{ kg}$), a uma certa distância, como mostra a Figura 35.

Marque-o com o botão direito do mouse, e:

-Em “Material” insira densidade e massa arbitrários (porém valores bem menores quando comparados ao círculo 1), elasticidade = 0, atração = 0.

-Em velocidade, escolha o valor de $1,7 \text{ m/s}$ para iniciar o movimento e mantenha o

ângulo que indicar (utilizamos 40°). Insira o rastro a fim de aparecer a trajetória.

- E em show plot, plotar os gráficos de $S_y \times S_x$; $v \times t$ e $F \times t$.

Para finalizar, habilite para mostrar os vetores, força e velocidade (canto superior direito) e desative a gravidade e a resistência do ar.

Após, clicar em “play” você verá uma imagem semelhante à Figura 36.



Figura 36: Corpo em trajetória elíptica.

Fonte: Autores. Inspiração: Samir Lacerda da Silva (<https://labanimation.wordpress.com/tutoriais/>)

COMO INSERIR TEXTURA SOBRE AS FIGURAS EM UMA CENA

Selecione as figuras desejadas e salve. Para esse exemplo, selecionamos as figuras do Sol, Terra e Lua.

Abra uma nova cena no Algodoo. Desenhe três círculos de tamanhos diferentes dispostos como no sistema solar.

Marque o círculo maior e em “Aparência” clique em encontrar textura. Abrirá uma janela para que você indique a localização da pasta na qual se encontra a figura que quer inserir. Clique na figura desejada, como o sol, por exemplo, e ela será inserida no círculo que você selecionou. Idem para a Terra e Lua (Figura 37).

Obs. se a tela estiver dividida verticalmente (em duas cores), para tirar a divisão, clique na linha de divisão ou logo abaixo e com o botão direito do mouse dê apagar. A linha e tudo abaixo sumirá ficando a tela de uma única cor.

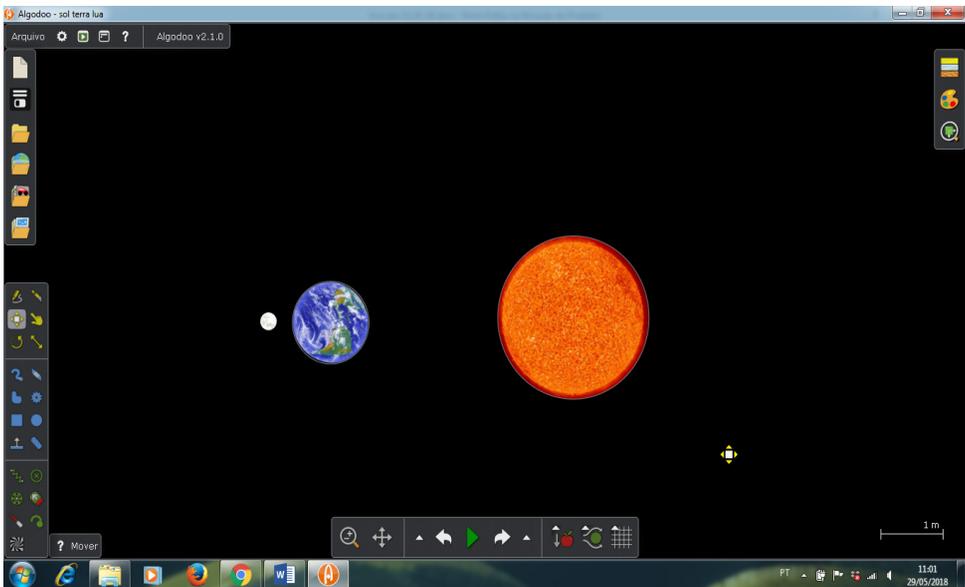


Figura 37: Exemplo de uso de textura.

Fonte: Os autores

COMO TRABALHAR COM UMA SIMULAÇÃO SALVA NO REPOSITÓRIO DO ALGODOO

No Algodoo clique em “algotbox”  (na lateral esquerda da tela é o quarto ícone de cima pra baixo, depois de “novo”, “salvar” e “meus arquivos” com formato de uma pasta e um globo dentro), o qual é um repositório para compartilhar arquivos com os multiusuários (figura 38). Escolha a simulação e baixe-a no notebook. Feito isso, é possível interagir com a simulação acrescentando ou retirando objetos.

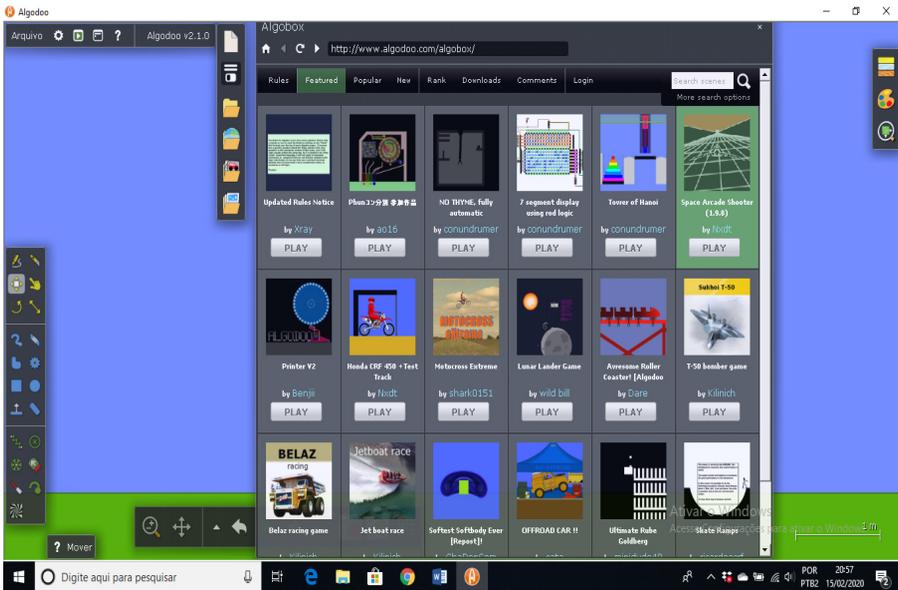


Figura 38: Repositório do Algodoo

Fonte: Print screen da tela do Software Algodoo - Algotbox

COMO TRABALHAR COM AS LIÇÕES DO ALGODOO

No Algodoo clique em “Aulas” (na lateral esquerda da tela é o sexto ícone de cima para baixo). Ou, pode-se localizar as aulas ao abrir o Algodoo, aparecerá a janela de boas-vindas (a). Ao clicar em “Lições”, abrirá nova janela. Clique em “Browse lessons” (b). Escolha a língua (em que quer ver as lições), o estágio dos conteúdos (os quais indicam o grau de dificuldade do conteúdo), a categoria (demonstração, exercícios, trabalho em grupo e experimentos), e o conteúdo da disciplina de Física que quer trabalhar. Após, logo abaixo, aparecerá algumas opções de conteúdos (c). Ao clicar, aparecerá uma lição sobre o assunto, onde permite fazer o download da simulação e interagir com ela (figura 39).

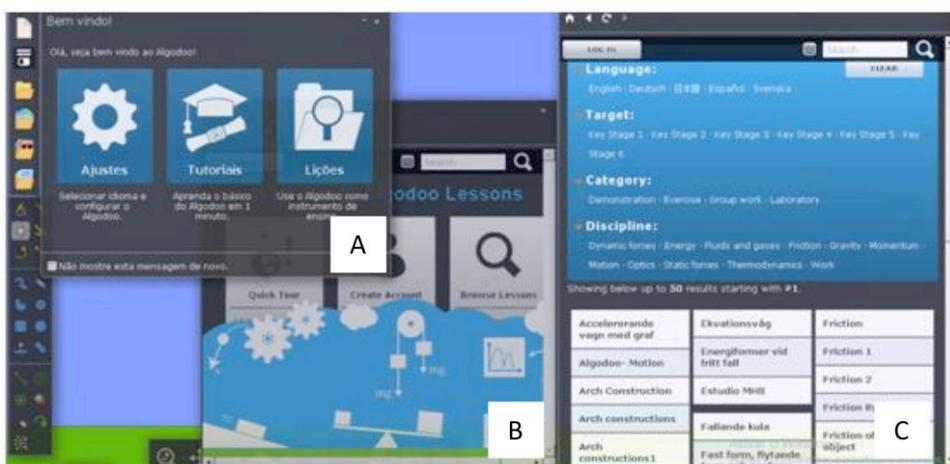


Figura 39: Lições do Algodoo

Fonte: Print screen da tela do Software Algodoo - Aulas

COMO SALVAR A SIMULAÇÃO

Após fazer a simulação, vá em “Salvar”  e escolha o local onde deseja salvar (diretório). Se quiser apenas copiar a simulação (tela), dê “*print screen*” na tela do notebook.

TRABALHANDO COM OS GRÁFICOS DO ALGODOO NO SOFTWARE SCIDAVIS

Primeiro deve-se instalar o software SciDAvis, que é um programa de análise de gráficos, disponível em

<http://www.scidavis.sourceforge.net>

Terminada a instalação, dê dois cliques no ícone do SciDAvis para abri-lo.

Após abrir, se preferir, pode traduzi-lo para o português. Clique em **Editar/preferencias** conforme a Figura 40a. Abrirá uma janela pequena. Nela vá em **Geral/aplicação/ idioma/** como mostrado na Figura 40b e coloque **português brasileiro** (Tutorial SciDavis).

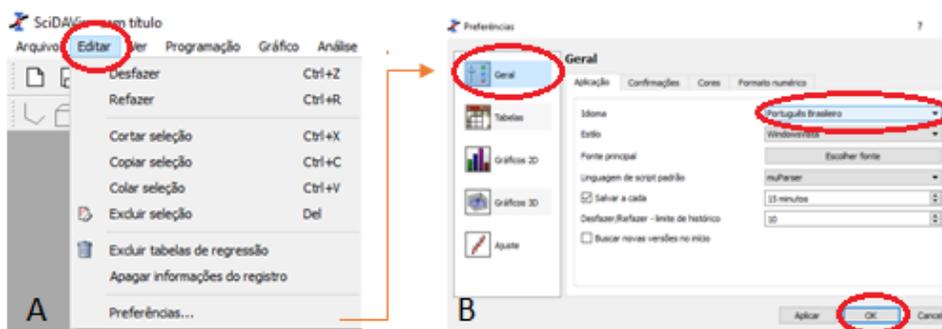


Figura 40: Passos para alterar a linguagem. a) Editar / Preferencias; b) Geral/Aplicação/ idioma/ Português Brasileiro.

Fonte: Print screen tela SciDavis

Após para configurar a importação de planilhas com separador de colunas com vírgula, clique em **Editar/preferencias/ Tabelas** e coloque **virgula**, no separador de coluna padrão (Figura 41).

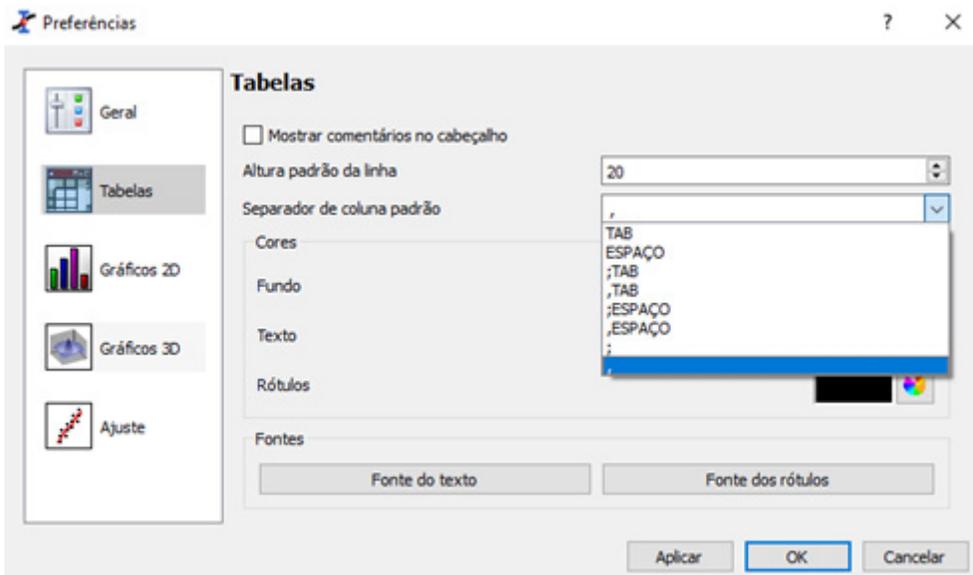


Figura 41: Separador de coluna padrão

Fonte: Print screen tela SciDavis

Para importar os dados podemos utilizar duas formas: Ao abrir o SciDavis este já abrirá uma tabela. Ir na barra de ferramentas em **Arquivo/importar arquivo ASCII** ou clicar no ícone mostrado na Figura 42, este abrirá uma aba indicando os arquivos existentes. Selecione o arquivo, o qual já que estará no formato Excel e dê abrir. Assim a tabela será preenchida com os dados.

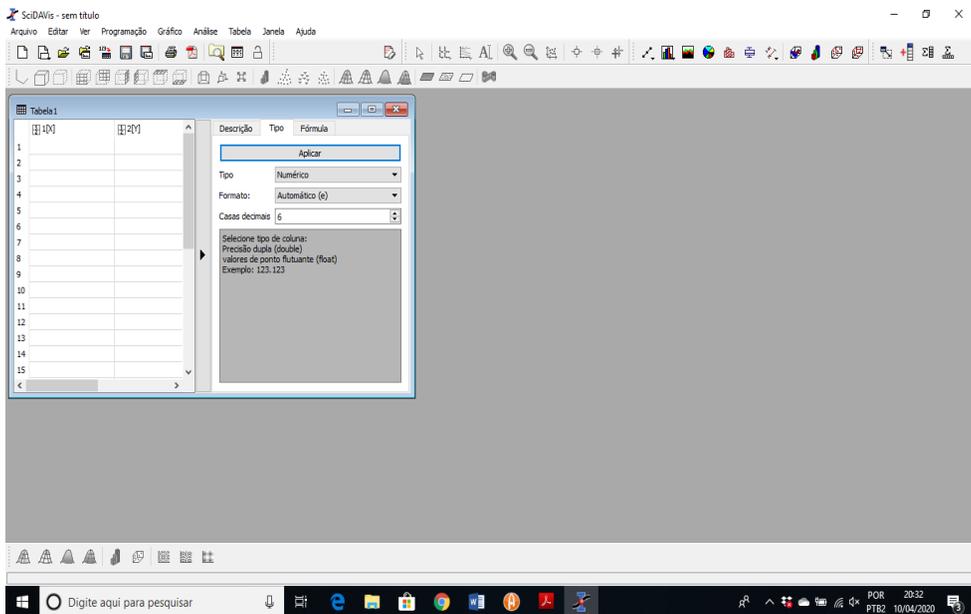


Figura 42: Importar arquivo ASCII.

Fonte: Print screen tela SciDAvis

Para construir o gráfico, deve-se selecionar a coluna “y”, e ir em “Gráfico” e escolher o tipo de *plot* que quiser.

Obs.:

1. O sistema salva os gráficos na pasta do notebook: `\Algodooscreenshots`
2. Ao dar *print screen* na tela, é copiado a tela toda. Se quiser salvar só o gráfico gerado, deve clicar na aba do gráfico em “*Save as image file*”, mas se precisar ajustar ou fazer alguma alteração no gráfico, deve salvar com a extensão.CSV arquivo e transferir para o programa SciDAvis.

Exemplo:

Abra uma nova cena. Insira um carrinho e faça os procedimentos para ele entrar em movimento. Insira uma figura como sendo o referencial (o destino). Marque para plotar os gráficos de $S \times t$ e $v \times t$.

Após dê play, e simultaneamente o carrinho entrará em movimento e aparecerão os gráficos (Figura 43).

Ao concluir a simulação. Na aba dos gráficos gerados, click em: salvar com a extensão .CSV. E na mesma aba, clique em mostrar arquivos. Ou, computador, localize o

arquivo na pasta (\Algodoo\screenshots).

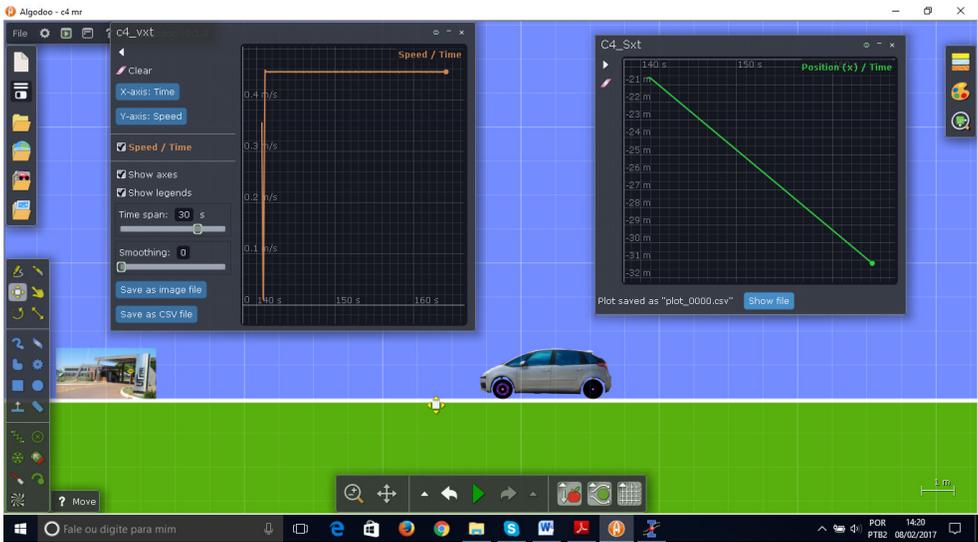


Figura 43: Print Screen da simulação na tela do Algodoo.

Fonte: Os autores

Feito isso, faça os procedimentos explicados anteriormente (SciDAvis) para transferir os pontos do gráfico gerado no Algodoo para o programa SciDAvis (Figura 44).

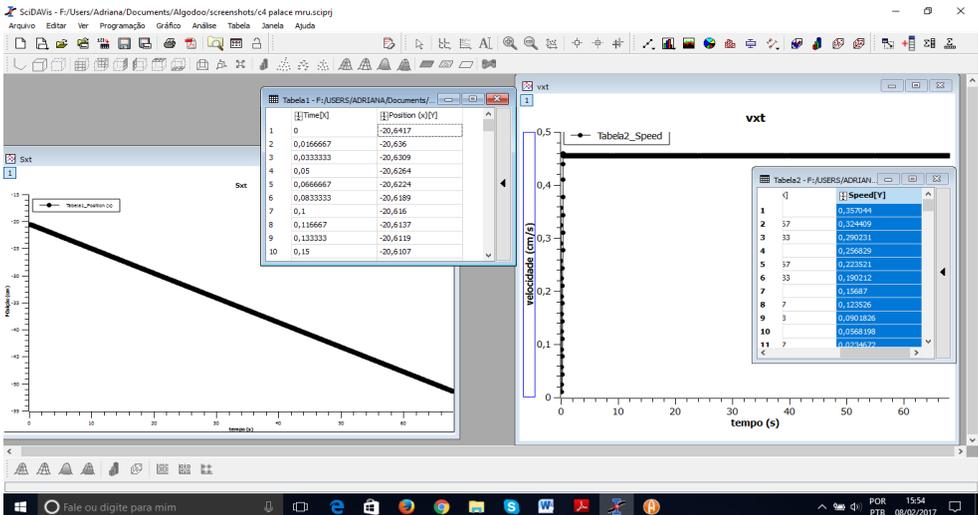


Figura 44: Print screen da tela do notebook no programa SciDAvis.

Fonte: Os autores

Obs.: Se no gráfico marcar “Save as image file”, ele salvará a imagem em um arquivo onde está instalado o *Algodooscreenshots*. Essa imagem é salva em um formato que não permite alterar as coordenadas.

Se quiser trabalhar no Excel, quando salvar a simulação, basta configurar as duas colunas que estarão desconfiguradas.

COMO ENVIAR UMA SIMULAÇÃO POR EMAIL

Para enviar uma simulação por email, deve-se salvar a simulação. Na pasta do *Algodoo*, vá em salvar (disquete preto), de um título e escolha o diretório e dê salvar. Posteriormente, abra o email e attach a simulação (Figura 45).

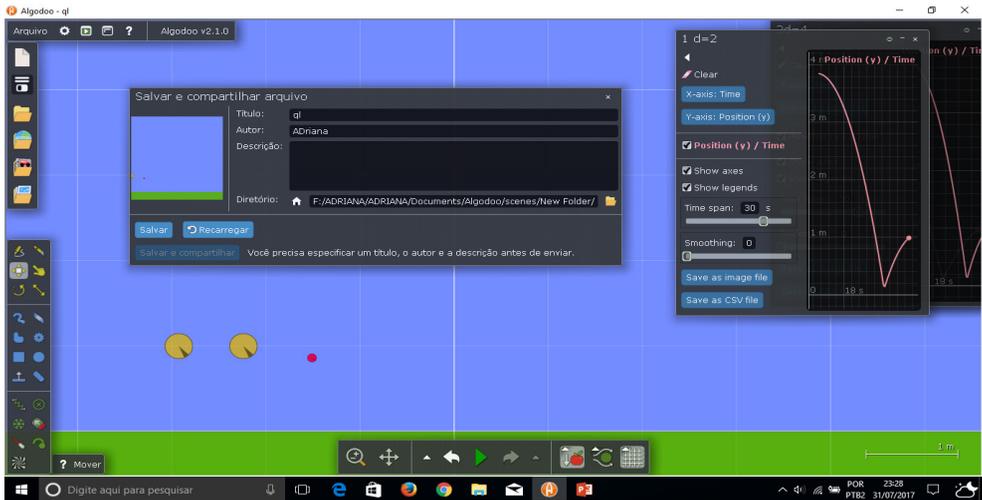


Figura 45: Print screen tela algodoo mostrando onde salvar a simulação.

Fonte: Os autores

REFERÊNCIAS

Algodoos. Lesson Plans. Targets, objectives & scenes for lessons. **Copyright © 2010 Algorix Simulation AB**. Disponível em: <www.algodoos.com> Acesso em 15/05/2018.

Algorix Simulation AB (2011). Functionality Teaching Areas and Curriculum Coverage. Recuperado algodoos.com/w/images/3/32/Algodoos_coverage.pdf

Da SILVA, S. L.; Da SILVA, R. L.; GUAITOLINI JR, J. T.; GONÇALVES, E.; VIANA, E. R.; WYATT, J. B. L. **Animation with Algodoo**: a simple tool for teaching and learning physics. (2014). Disponível em: <<http://arxiv.org/pdf/1409.1621v3.pdf>> Acesso em 18/05/2018.

FERNANDEZ R. R. **Laboratorios virtuales: Algodoo como aplicación docente**. Máster em formación del profesorado de educación secundaria. Facultad de Educación. Universidad de Cantabria, 2015. Disponível em: <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/6906/RuizFernandezRaul.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: 10/04/2020

GERMANO, Eloá Dei Tós. **O software algodoos como material potencialmente significativo para o ensino de física**: simulações e mudanças conceituais possíveis. 2016. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2016.

Lab Virtual de Ensino de Física. Prof. Samir Lacerda da Silva. Disponível em: <https://labanimation.wordpress.com/tutoriais/> Acesso em: 10/04/2020.

Software SciDAVis - <http://www.scidavis.sourceforge.net>

SOBRE OS AUTORES

MICHEL CORCI BATISTA - Possui graduação em Física pela Universidade Estadual de Maringá, mestrado e doutorado em Educação Para a Ciência e o Ensino de Matemática pela mesma instituição. É professor do departamento de Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), campus de Campo Mourão e professor permanente do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Física (UTFPR - Campo Mourão), do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências Humanas, Sociais e da Natureza (UTFPR - Londrina) e do programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática da Universidade Estadual de Maringá. É representante da NASE (Network for Astronomy School Education) no Brasil. Atualmente exerce a função de coordenador Adjunto do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Física UTFPR/CM e coordenador do Polo Astronômico Rodolpho Caniato. Tem experiência na área de Física, com ênfase em ENSINO EM FÍSICA e ASTRONOMIA, atuando principalmente nos seguintes temas: Métodos e Técnicas para o Ensino de Ciências (Física) e/ou Astronomia; Processos e sequências de Ensino e Aprendizagem para o Ensino de Ciências (Física) e/ou Astronomia; Formação inicial de professores para o Ensino de Ciências (Física) e/ou Astronomia; Formação continuada de professores para o Ensino de Ciências (Física) e/ou Astronomia. **Lattes:** <http://lattes.cnpq.br/4568162557688883>. **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-7328-2721>.

ADRIANA DA SILVA FONTES - Licenciada em Física e Matemática pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (1991); Especialista em Matemática pela Universidade Estadual do Centro Oeste (1996); Mestre em Física pela Universidade Estadual de Maringá (2000); Doutora em Física pela Universidade Estadual de Londrina (2009) e Pós doc em Educação para a Ciência e a Matemática pela Universidade Estadual de Maringá (05/2014). Atua no magistério desde 1991. É professora da Universidade Tecnológica Federal do Paraná desde 1995, atuando junto aos cursos de: Ensino técnico, licenciatura, engenharia, Mestrado e PROFOP/ PARFOR. Tem experiência na área de Física e de formação de professores, atuando principalmente nos seguintes temas: Física, Ensino de Física, Formação de Professores, Educação, Estágio supervisionado, Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs). **Lattes:** <http://lattes.cnpq.br/0948799905374439>. **Orcid:** 0000-0002-0085-5020.

ROSELI CONSTANTINO SCHWERZ - Possui graduação em Física (bacharelado e licenciatura) pela Universidade Estadual de Maringá (2004), mestrado (2006) e doutorado (2009) em Física pela Universidade Estadual de Maringá. Trabalha com desenvolvimento e aplicações de TICs no ensino de física, e técnicas fototérmicas na caracterização de materiais. Atualmente é Professora Adjunta da Universidade Tecnológica Federal do Paraná campus Campo Mourão e docente permanente no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física. **Lattes:** <http://lattes.cnpq.br/8638021519578975>. **Orcid:** <https://orcid.org/0000-0001-5507-3117>

MARCOS CESAR DANHONI NEVES - Professor Titular desde 2001, atua nos Programas de PósGraduação em Ensino de Ciências e Tecnologia(-UTFPR/PG) e de Educação para a Ciência e a Matemática (PCM). Foi Professor convidado do Programa Internacional de Master in Science (BUAPPuebla-Mexico/INSA-Lyon-França/UTFPR-PG) para a cátedra Intercultural Education. Divulgador e Educador em Ciência. Graduado em Física pela Universidade Estadual de Maringá (1983), Mestre em Física pela Universidade Estadual de Campinas (1986) e Doutor em Educação pela Universidade Estadual de Campinas (1991). Especialista em Educação e Divulgação Científica pelo MASHAV-Jerusalém (Israel -1991/92). Realizou estágio de pós-doutoramento no Laboratorio di Didattica delle Scienze no Dipartimento di Fisica da Università degli Studi di Roma La Sapienza, Itália (1995/96). Tem experiência na área de Educação e Divulgação Científica, Alfabetização Científica, Linguagem Verbo Visual aplicada à Divulgação da Ciência, História, com ênfase em História e Epistemologia das Ciências. **Lattes:** <http://lattes.cnpq.br/6514146095003486>. **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-5209-4158>

ELOÁ DEI TÓS GERMANO - Licenciada em Física pela Universidade Estadual de Maringá, Mestre em Ensino de Ciências e Tecnologia pela UTFPR Campus Ponta Grossa e graduanda do curso de Licenciatura em Matemática. Atualmente é professora de física da Escola Magnus Domini e no Colégio Santa Cruz. Tem experiência na área de Física, com ênfase em Ensino de Física, Física experimental e história da ciência. **Lattes:** <http://lattes.cnpq.br/4421171781673404>.

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

O SOFTWARE
ALGODOO
COMO POSSIBILIDADE PARA
O ENSINO DE FÍSICA

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 



O SOFTWARE
ALGODOO
COMO POSSIBILIDADE PARA
O ENSINO DE FÍSICA