



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS  
FACULDADE DE FÍSICA  
LICENCIATURA EM FÍSICA

LEANDRO BORGES MARTINS

**UMA ALTERNATIVA PARA INCENTIVAR O ENSINO E APRENDIZAGEM DE  
FÍSICA POR MEIO DE SIMULAÇÕES NO ALGODOO**

BELÉM-PARÁ  
JAN./2021

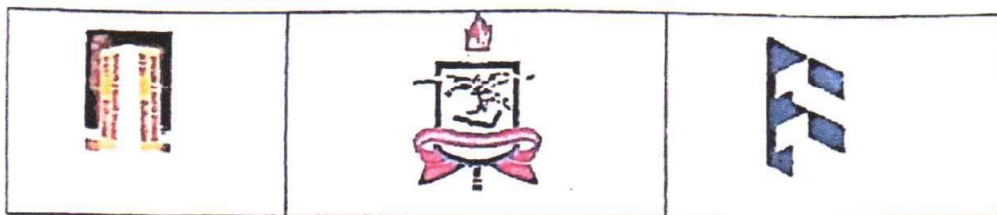
LEANDRO BORGES MARTINS

**UMA ALTERNATIVA PARA INCENTIVAR O ENSINO E APRENDIZAGEM DE  
FÍSICA POR MEIO DE SIMULAÇÕES NO ALGODOO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Faculdade de Física (FACFIS), do Instituto de Ciências Exatas e Naturais (ICEN), da Universidade Federal do Pará (UFPA), como requisito final para a obtenção de grau de Licenciatura em Física.

Orientador: Prof. Dr. Rubens Silva.

BELÉM-PARÁ  
JAN./2021



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS  
FACULDADE DE FÍSICA

ATA DA APRESENTAÇÃO E DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO –  
TCC

Ata da sessão de apresentação e defesa de Trabalho de Conclusão de Curso para concessão de grau de Licenciado(a) Pleno(a) em Física, realizado às 15:00h do dia 21 de Janeiro de 2021, na sala virtual Google Meet (Link de acesso: <https://meet.google.com/uar-iyah-qcr>), cuja orientação teve início em 10/02/2020 sendo intitulada: **"UMA ALTERNATIVA PARA INCENTIVAR O ENSINO E APRENDIZAGEM DE FÍSICA POR MEIO DE SIMULAÇÕES NO ALGODOO."**, contendo 52 páginas, que foi apresentado durante 35 minutos pelo(a) discente **Leandro Borges Martins**, matrícula Nº 201608140076 diante da banca examinadora aprovada pela Faculdade de Física do Instituto de Ciências Exatas e Naturais da Universidade Federal do Pará, assim constituída: Prof. Dr. **Rubens Silva** (Orientador - UFPA), Prof. Dr. **Erick Frade Silva** – UFOPA, Prof. MSc. **Breno Felipe Ferreira da Silva** - SEDUC/AM, Prof. MSc. **Charles de Moraes Pantoja** - SEDUC/MA. Em seguida o(a) mesmo(a) foi submetido à arguição, tendo demonstrado conhecimentos no tema objeto da proposta de TCC, favorecendo à banca examinadora apresentar contribuições para melhoras no desenvolvimento e decidir pelo conceito **EXCELENTE** do mesmo, bem como conceder o prazo máximo de 15 dias para serem efetuadas as modificações sugeridas pela banca, se for o caso, e em seguida a mesma será assinada por todos os membros. Para constar foram lavrados os termos da presente ata que lida e aprovada recebe a assinatura dos integrantes da banca examinadora e do(a) DISCENTE.

ORIENTADOR: Rubens Silva

EXAMINADOR 1: Erick Frade Silva

EXAMINADOR 2: Breno F.F. da Silva

EXAMINADOR 3: Charles Pantoja

DISCENTE: Leandro Borges Martins

## LEANDRO BORGES MARTINS

### "UMA ALTERNATIVA PARA INCENTIVAR O ENSINO E APRENDIZAGEM DE FÍSICA POR MEIO DE SIMULAÇÕES NO ALGODOO"

Monografia apresentada como requisito para  
obtenção do título de Licenciado Pleno em Física  
pela Faculdade de Física do Instituto de Ciências  
Exatas e Naturais da Universidade Federal Pará,  
submetida à apreciação da banca examinadora  
composta pelos seguintes membros:

Orientador:



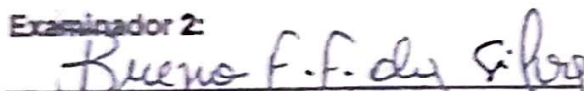
Prof. Dr. Rubens Silva  
(FACFIS- ICEN - UFPA)

Examinador 1:



Prof. Dr. Erick Frade Silva  
(UFOPA)

Examinador 2:



Prof. MSc. Breno Felipe Ferreira da Silva  
(SEDUC/AM)

Examinador 3:



Prof. MSc. Charles de Moraes Pantoja  
(SEDUC/MA)

Belém, 21 de Janeiro de 2021.

## DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho às professoras amigas Gabriela Ribeiro Monteiro e Maria Alice Ribeiro Monteiro, e em especial à minha mãe Albanize Cardoso Borges que me apoiaram e me incentivaram ao longo da minha formação. Amo vocês!*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, primeiramente, pelo dom da vida e por iluminar todos os dias meus passos, dando-me forças para alcançar meus objetivos.

Agradeço imensamente à duas pessoas incríveis, especialmente, à professora amiga mais linda e elegante Gabriela Ribeiro Monteiro e à professora Maria Alice Ribeiro Monteiro, que me estenderam desde o princípio as mãos quando mais precisei, que sempre estiveram comigo nas horas felizes e tristes, depositando toda a confiança e incentivando-me a continuar quando muitas vezes, pensei em desistir.

Agradeço a minha mãe Albanize Cardoso Borges, minha genitora, que na simplicidade do seu coração, contribuiu para a minha vitalidade, com sua alegria transbordante. Sua energia positiva me salvou em dias de desânimo e contribuiu para a renovação de minha alma; e aos demais irmãos que acreditaram em mim.

Agradeço aos meus amigos que me ajudaram apoiando-me e dando-me forças, em especial, a tia Flor que esteve direta ou indiretamente comigo nessa batalha.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Rubens Silva, por ter aceitado me orientar e por sua valiosa contribuição para a minha formação. Eu posso dizer que a minha formação não teria sido a mesma sem a sua pessoa. Obrigado!

Agradeço também a todos os professores que contribuíram e influenciaram para o aprimoramento da minha formação acadêmica, minha didática e reforçaram meu pensamento crítico e reflexivo. Muito obrigado, mestres!

Agradeço também a todos os que concordaram em fazer parte desta pesquisa.

Agradeço aos professores participantes da banca examinadora que dividiram comigo este momento tão importante e esperado.

A todos a minha eterna gratidão!

*“A mente que se abre a uma nova ideia jamais  
voltará ao seu tamanho original.”  
(Albert Einstein, 1879 - 1955).*

## RESUMO

Mediante aos problemas enfrentados pela falta de interesse e o alto índice de evasão escolar no ensino de Física devido ao uso de celulares em sala de aula, o presente trabalho busca responder o seguinte questionamento: Quais as contribuições que o *software* Algodoo pode ter na aprendizagem dos conteúdos da queda livre e do lançamento horizontal? E mediante ao problema apresentado, a presente pesquisa terá como objetivo geral propor o uso do *software* Algodoo como ferramenta pedagógica atrativa para o ensino e aprendizagem de Física, visando melhorar o desenvolvimento cognitivo dos alunos relacionados à Queda livre e ao Lançamento horizontal. A metodologia utilizada foi de cunho exploratória quali-quantitativa. Durante o desenvolvimento das atividades, foram aplicadas simulações computacionais no *software* Algodoo contendo uma análise histórica ou conceitual para o estudo da queda livre e do lançamento horizontal. A coleta dos dados ocorreu com uma turma de 40 alunos do 1º ano do ensino médio de uma escola da rede pública de Magalhães Barata/PA, Brasil. Os resultados mostraram que a visualização dos fenômenos físicos modelados no *software* Algodoo, contribui de maneira positiva para uma melhor compreensão na aprendizagem dos alunos, além de mostrar a eficiência do *software* para o ensino de Física.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ensino de Física; *Software* Algodoo; Queda Livre e Lançamento Horizontal.

## **ABSTRACT**

Due to the problems faced by the lack of interest and the high rate of school dropout in physics teaching due to the use of mobile phones in the classroom, the present study seeks to answer the following question: What contributions can Algodoo software have in learning the contents of free fall and horizontal release? And through the problem presented, the present research will have as general objective to propose the use of Algodoo software as an attractive pedagogical tool for teaching and learning physics, aiming to improve the cognitive development of students related to free fall and horizontal release. The methodology used was quali-quantitative exploratory in nature. During the development of the activities, computational simulations were applied in the Algodoo software containing a historical or conceptual analysis for the study of free fall and horizontal release. Data collection occurred with a class of 40 students of the 1st year of high school from a public school in Magalhães Barata/PA, Brazil. The results showed that the visualization of the physical phenomena modeled in the Algodoo software, contributes positively to a better understanding in the students' learning, besides showing the efficiency of the software for the teaching of Physics.

**KEYWORDS:** Physics Teaching; Algodoo Software; Free Fall and Horizontal Release.

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Exemplo de equações que regem o movimento são escritas na janela Modelo.....	19
Figura 2 – Interface inicial do software Algodoo.....	23
Figura 3 – Menu superior e suas funcionalidades. ....	24
Figura 4 – Informações sobre dois corpos com massas distintas abandonados de uma mesma altura sob a influência da aceleração gravitacional e da resistência do ar.....	36
Figura 5 – Corpos em queda livre sob a resistência do ar. ....	36
Figura 6 – Corpo mais pesado chega ao solo muito mais rápido do que um corpo leve e o tempo entre eles são diferentes segundo Aristóteles. ....	37
Figura 7 – Corpos com massas distintas em queda livre sob a influência somente da aceleração gravitacional. ....	37
Figura 8 – Corpos de massas diferentes chegam ao mesmo tempo no solo segundo Galileu..	38
Figura 9 – Alunos resolvendo problema sobre a Queda Livre. ....	38
Figura 10 – Informações sobre um teste proposto de Física envolvendo a queda livre. ....	40
Figura 11 – Resultados da simulação anterior sobre a queda livre. ....	41
Figura 12 – Esquema da Equação do Movimento Horizontal.....	42
Figura 13 – Alunos resolvendo problema sobre lançamento horizontal. ....	43
Figura 14 – Informações sobre um problema proposto de Física adaptado envolvendo o lançamento horizontal de um corpo. ....	44
Figura 15 – Resultados da simulação anterior sobre o lançamento horizontal. ....	45
Figura 16 – Alunos respondendo o questionário fechado. ....	45

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Descrição dos botões da barra de navegação do Algodoo.....	24
Tabela 2 – Descrição das funções da barra de ferramenta do Algodoo. ....	25
Tabela 3 – Funções da barra de controle de simulação do Algodoo. ....	28
Tabela 4 – Funções da barra de propriedades do Algodoo.....	29

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Percentual de contato com algum programa educativo como o ALGODOO.....	46
Gráfico 2 – Índice de aproveitamento das aulas antes do software ALGODOO.....	47
Gráfico 3 – Índice de mais interação com o uso do ALGODOO em sala de aula.....	47
Gráfico 4 – Percentual de entendimento melhor da Física com o uso do ALGODOO.....	48
Gráfico 5 – Índice do uso do Algodoos na melhoria do ensino-aprendizagem de Física.....	48
Gráfico 6 – Percentual de aprovação do uso do ALGODOO no ensino de Física.....	49
Gráfico 7 – Índice de satisfação e indicação do programa ALGODOO.....	49

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TÉORICA.....</b>	<b>18</b>
<b>2.1 O uso das tecnologias voltadas para o ensino de Física .....</b>	<b>18</b>
<b>2.2 A Base Nacional Comum Curricular e as Tecnologias .....</b>	<b>20</b>
<b>2.3 O Algodoo e suas funcionalidades.....</b>	<b>22</b>
2.3.1 Menu Superior .....	24
2.3.2 Barra de Navegação.....	24
2.3.3 Barra de Ferramentas.....	25
2.3.4 Controle de Simulação .....	27
2.3.5 Propriedades .....	29
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>30</b>
3.1 Objetivo da pesquisa.....	30
3.2 Caracterização do ambiente de pesquisa e população .....	31
3.3 Coletas de dados .....	31
3.4 Simulação no ambiente interativo do algodoo .....	31
3.4.1 Queda Livre .....	32
3.4.1.2 Equações que regem na queda livre .....	34
3.4.2 Lançamento Horizontal .....	41
3.4.2.1 Equações que regem o Lançamento Horizontal .....	41
<b>4 RESULTADOS .....</b>	<b>46</b>
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>51</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>52</b>
APÊNDICE A – Resolução do problema sobre Queda Livre.....	55
APÊNDICE B – Resolução do problema sobre Lançamento Horizontal.....	56

## 1 INTRODUÇÃO

Muitas vezes, o ensino de Física é baseado somente na resolução de inúmeros problemas, impondo do aluno uma atenção maior para a identificação de qual fórmula utilizar. Portanto, esse tipo de argumento que obriga, principalmente, memorização, perde o sentido caso queiramos desenvolver outras competências (BRASIL, 2006). Nesse sentido, é preciso desafiar novos métodos de ensino que envolva os estudantes de maneira positiva, para que assim, não interpretem a Física como a “disciplina chata ou difícil”

Ensinar Física envolve mais do que desafiar as ideias prévias dos alunos e substituí-las por teorias mais consistentes do ponto de vista científico; é necessário que os estudantes vejam algum sentido no conjunto de teorizações, que compreendam a Física como uma forma diferente de pensar e falar sobre o mundo (CARVALHO e SASSERON, 2015, p. 250).

A Física não deve ser apresentada como uma simples lembrança para que o aluno saiba de sua essência, mas que o mesmo transforme todo o conhecimento dessa ciência em um instrumento significativo para sua vida (BRASIL, 2006). Por meio dessas perspectivas, os Parâmetros Curriculares Nacionais nos direcionam para uma orientação de modo que o ensino de Física seja construído por meio de uma aprendizagem significativa, para que os jovens ao concluírem seus estudos, consigam ser críticos na compreensão do mundo em que habitam:

Tem-se, então, como um dos principais desafios da Educação, o desenvolvimento de um modelo criativo, inovador, que responda à necessidade desta sociedade atual na qual o conhecimento envelhece aceleradamente e a produção e circulação de informações são cada vez maiores. (BRASIL, 2006, p. 140).

Diante desse cenário, faz-se necessário saber a importância de se criar técnicas de ensino que atenda às necessidades dos alunos de tal maneira que eles possam aprender de forma mais dinâmica e interativa a Física que está tão à frente de nossos olhos.

Com o surgimento dos avanços tecnológicos em nosso meio, o mundo de hoje se tornou cada vez mais dinâmico e interligado com as mais diversas formas de multimídias que, por sua vez, acabaram invadindo os espaços educacionais das instituições de ensino. Dessa maneira, o uso de computadores, Datashow, impressoras, internet, são alguns exemplos do reflexo das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) inserida dentro do espaço escolar como ferramenta de apoio para o ensino e aprendizagem dos alunos. Neste contexto, as TDIC:

[...] propiciam a reconfiguração da prática pedagógica, a abertura e plasticidade do currículo e o exercício da coautoria de professores e alunos. Por meio da mediação das tecnologias de informação e comunicação, o desenvolvimento do currículo se expande para além das fronteiras espaços-temporais da sala de aula e das instituições educativas; supera a prescrição de conteúdos apresentados em livros, portais e outros materiais; estabelece ligações com os diferentes espaços do saber e acontecimentos do cotidiano; e torna públicas as experiências, os valores e os conhecimentos, antes restritos ao grupo presente nos espaços físicos, onde se realizava o ato pedagógico. (ALMEIDA e VALENTE, 2012, p. 60).

Por meio dessa gama de possibilidades e conhecimentos, diversos trabalhos vem sendo elaborados para minimizar as dificuldades que os alunos apresentam em compreender a Física e para isso, alguns professores começaram a adotar em suas aulas o uso das tecnologias como instrumento importantíssimo para se ensinar e aprender de maneira comunicativa e divertida os fenômenos físicos com a ajuda de *software* capazes de criar simulações e animações computacionais. Em concordância a uma análise crítica ao ensino de Física a respeito das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), Moreira (2018) deixa claro que atualmente as simulações computacionais e celulares deveriam estar incorporados ao ensino de Física e ainda destaca que isso não acontece porque as escolas estão focadas apenas em treinar os alunos para as provas e empregar fórmulas para resolução de problemas conhecidos. Isso não é ensino de Física.

Segundo Moreira (2018), a Física precisa de um cuidado muito especial, principalmente, em sua forma de ensinar e abordar a temática de modo a despertar a curiosidade, o desejo e o interesse nos alunos pela disciplina para que assim, o termo “mais Física” não venha significar mais fórmulas a serem mecanicamente decoradas. Além disso, Moreira (2018) reforça a importância que os conceitos e as perguntas tem dentro da modelagem, pois, a mesma está na base da Física.

Frente a essa realidade, destaca-se a nova Base Nacional Comum Curricular (BNCC) que é documento normativo que norteia todos os estudantes da Educação Básica a desenvolver aprendizagens obrigatórias ao longo do ensino médio, assegurados tanto pelo seu direito de aprendizagem quanto pelo direito de desenvolvimento dos estudantes conforme o que atual o Plano Nacional de Educação – PNE, Lei N° 13.005/2014 prescreve.

Assim, de acordo com a nova BNCC, para o Ensino Médio, a Base traz consigo a grande preocupação diante dos impactos recorrentes às transformações tecnológicas em nosso país e por essa razão, buscou inserir dentro de suas competências gerais a utilização das tecnologias, garantindo aos jovens aprendizagens fundamentais para atuar dentro da Sociedade da Informação (SI) que vivenciamos em constante mudanças.

Nesse viés, as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (2006) nos alertam sobre a existência de programas de computador chamados de *software* capazes de provocar de forma muito natural, o processo do “pensar matematicamente”, nos quais os estudantes podem se beneficiar explorando e construindo diferentes conceitos matemáticos por meio de experimentos, hipóteses e até mesmo da criação de estratégias para solucionar problemas. É importante reforçar que o uso de *software*, aliado as boas estratégias para o ensino e aprendizagem de Física, nos ajudam a visualizar de maneira transparente os fenômenos reais ao simular certos experimentos dentro de sala de aula.

Mediante aos problemas enfrentados no ensino de Física, o presente trabalho surgiu a partir das experiências vivenciadas durante a participação como residente de Física em uma das escolas – campo do Programa de Residência Pedagógica, oferecida pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoa de Nível Superior (CAPES) na Universidade Federal do Pará (UFPA). Com a falta de interesse dos alunos e o grande número de evasão escolar no ensino de Física devido ao uso constante de celulares dentro de sala de aula da escola de rede pública de Magalhães Barata/PA, Brasil, buscou-se utilizar em nossas práticas pedagógicas o uso do *software* Algodoo como instrumento indispensável para criar e simular fenômenos físicos de modo a proporcionar o ensino de Física mais dinâmico e interativo, buscando despertar o interesse e o desejo dos alunos pela disciplina. Dessa maneira, buscaremos responder ao seguinte problema: Quais as contribuições que o *software* Algodoo pode ter na aprendizagem dos conteúdos da queda livre e do lançamento horizontal?

Este trabalho tem como objetivo geral propor o uso do *software* Algodoo como ferramenta pedagógica atrativa para o ensino e aprendizagem de Física, visando melhorar o desenvolvimento cognitivo dos alunos correlacionados à Queda Livre e ao Lançamento Horizontal. Tendo como objetivos específicos utilizar o *software* Algodoo como ferramenta para aplicação de simulações em sala de aula com alunos do 1º ano do ensino médio; transferir e simular problemas de Física no ambiente interativo do *software* Algodoo; analisar os resultados alcançados por meio das simulações computacionais no *software* Algodoo e comparar com o livro didático e por fim, avaliar acerca de problemas e questionários a compreensão dos alunos relacionados ao uso do programa Algodoo.

O Algodoo é um *software* capaz de criar simulações interativas em duas dimensões (2D) exclusivo da *Algoryx Simulation AB*, possui uma interface colorida e dinâmica de modo a explorar as Leis básicas da Física de maneira mais divertida dentro de sala de aula. A escolha por trabalhar com o *software* Algodoo se deu pelo fato do programa apresentar um fácil

manuseio em seu funcionamento e também por estar disponível gratuitamente para download em *Windows, Mac e iPad*<sup>1</sup>.

Para solucionar o problema da pesquisa e alcançar os objetivos citados, o trabalho foi desenvolvido no começo do primeiro semestre de 2020, com uma turma de 40 alunos do 1º ano do ensino médio de uma escola da rede pública de Magalhães Barata/PA, Brasil.

Durante a produção das atividades foram criadas simulações computacionais no *software* Algodoo diretamente ligadas aos conteúdos da queda livre e do movimento horizontal. A metodologia utilizada para a realização da pesquisa foi de forma quali-quantitativa e a coleta dos dados ocorreram durante a aplicação das atividades ocorridas por meio de problemas e questionamentos, a fim de avaliar a compreensão dos estudantes e a possível contribuição do *software* Algodoo para o ensino da Física.

O presente trabalho está organizado em quatro capítulos que descrevem os processos do desenvolvimento do mesmo. No primeiro capítulo, temos o referencial teórico que apresenta uma abordagem sobre o uso dos computadores voltados para ensino de Física, o papel da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e as tecnologias e, por fim, a exposição do *software* Algodoo e suas funcionalidades. O segundo capítulo aborda os procedimentos metodológicos produzidos durante a pesquisa. O terceiro capítulo nos direcionam os resultados satisfatório dos problemas e questionamentos e por fim, o quarto capítulo é a conclusão do trabalho.

---

<sup>1</sup>Os programa *Windows, Mac e iPad* foram trabalhados no endereço: <<http://www.algodoo.com/>> disponível na internet gratuitamente.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 O uso das tecnologias voltadas para o ensino de Física

Atualmente, o ensino de Física não pode se limitar somente aos modelos da aprendizagem tradicional, na qual o professor é o único protagonista do conhecimento enquanto os alunos como máquinas programadas para receber comandos de modo a realizar certas operações matemáticas. Com as grandes transformações tecnológicas, as tecnologias abrem novos caminhos no modo de ensinar e aprender a Física e o uso de computadores com a aplicação de *software* educativo pode preencher espaços vazios deixados pela falta da visualização de fenômenos em aula tradicional, proporcionando maior interação e atratividade aos alunos (MENDES, 2014).

Neste contexto, apresenta-se como exemplo de modelagem computacional para o ensino de Física, a Modelagem Esquemática de Halloun; esta modelagem computacional aplicada na resolução de problemas de Física no processo de ensino-aprendizagem no espaço escolar permite que os computadores realizem os cálculos mais complexos - numéricos e/ou algébricos - permitindo que o estudante e o professor de Física possam pensar com maior tempo nas hipóteses assumidas, coadunando para uma interpretação mais significativa dos problemas, contribuindo para a validade dos modelos e nas possíveis generalizações/expansões do modelo estudado (VEIT; ARAÚJO, 2005).

Ressalta-se que a modelagem computacional passou a ter tamanha importância na investigação científica desde a publicação do relatório do *National Research Council* (EUA) no ano de 1989 em que o mesmo afirmava que:

A computação científica se tornou uma experiência tão cotidiana na prática científica e na Engenharia, que pode ser considerada uma terceira metodologia fundamental das Ciências, paralela ao paradigma experimental e ao teórico das ciências, mais bem estabelecidos. (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1989 Apud TEODORO & VALENTE, 2001, p. 121).

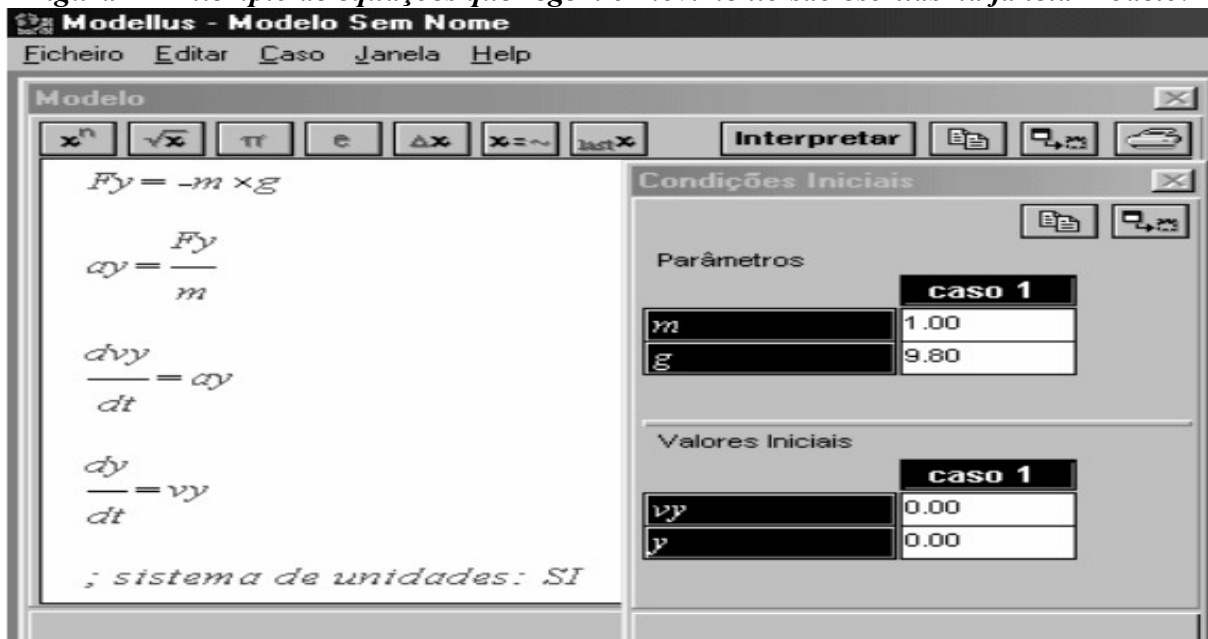
Neste contexto, desde o surgimento dos computadores em grande escala, o modo como se faz a investigação nos estudos da Física se revolucionou no mundo todo, entretanto não alterou significativamente o modo como se ensina Física nas escolas (DORNELES e ARAÚJO, 2008).

Ainda vemos no século XXI que esta afirmação é válida e permeia, principalmente, o processo de ensino-aprendizagem da Física na maioria das escolas públicas e privadas do Brasil. Segundo Figueira (2005) para fomentar o uso do computador nas escolas, foram desenvolvidos programas com o intuito de serem o mais simples e natural de se programar.

Neste campo, se destacam na literatura científica duas ferramentas de modelagem computacional: o *Modellus* e o *Easy Java Simulations* (EJS) que podem e devem ser usados para uma melhor aprendizagem do ensino de Física nas instituições escolares.

Segundo Veit e Araújo (2005), o *software Modellus* é uma ferramenta de modelagem livre que permite seus usuários criar e explorar modelos matemáticos (equações, funções, diferenciais e interações), de modo muito semelhante ao que faria por meio do papel e do lápis, como é ilustrado na Figura 1, um exemplo de modelagem de um objeto caindo sob a força da gravidade.

**Figura 1 – Exemplo de equações que regem o movimento são escritas na janela Modelo.**



Fonte: VEIT e ARAÚJO, *Modelagem Computacional no Ensino de Física*, 2005.

Para Veit e Araújo (2005), o *Modellus* é o único *software* de autoria que cria modelos matemáticos sem necessitar de um conhecimento mais profundo da linguagem computacional, contrariamente do que acontece com outras ferramentas de modelagem de alta qualidade, como por exemplo, o Power Sim, VISQ, e STELLA. Ainda, segundo os autores "O *Modellus* foi concebido sob a premissa de que se o estudante não domina a linguagem matemática o próprio *software* pode se constituir em uma ferramenta para auxiliá-lo na aprendizagem de conceitos matemáticos." (VEIT e ARAÚJO, 2005, p. 6).

Diante desse contexto, o *Easy Java Simulations* (EJS) segundo Veit e Araújo (2005), “facilita a construção de modelos computacionais em Java. Pode-se, também, a partir do *Java Script*, incorporar farto material livremente disponível em Java na rede, dentre os quais o mais completo e versátil é o conjunto de aplicativos para Física do tipo *applets* (*Physlets*®)”. Dessa maneira, o EJS além de modelar com facilidade problemas físicos que envolvem superfícies tridimensionais, é capaz de criar simulações interativas como curvas e gráficos em até três dimensão (FIGUEIRA, 2005).

Dessa forma, o campo da Física é o mais que se beneficia ao introduzir dentro de sua área de estudo, o uso das tecnologias computacionais e conforme os experimentos de Silva, Germano e Mariano (2011), a modelagem computacional no ensino de Física teve uma grande aceitação a partir do uso destas ferramentas, pois, utilizam como linguagem de programação a sintaxe matemática para modelar e orientar objetos, tornando o processo de aprendizagem mais simples e significativo para os alunos.

## 2.2 A Base Nacional Comum Curricular e as Tecnologias

Uma das competências gerais da Base Nacional Comum Curricular – BNCC para a Educação Básica, mais intimamente relacionada à etapa do Ensino Médio é aquela que inter-relaciona-se e desdobra-se com as tecnologias presentes no mundo contemporâneo, e necessária para o tratamento didático proposto para o processo de ensino-aprendizagem dos estudantes, aqui focalizado, no ensino da disciplina de Física, que faz parte da área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

Esta competência da Base visa que os alunos possam:

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva. (BNCC, 2018, p. 9).

Assim, a BNCC (BRASIL, 2018) se estabelece como um documento que detém caráter normativo; determinando o conjunto de aprendizagens essenciais que os educandos precisam desenvolver ao longo de toda Educação Básica, desde a Educação Infantil até a etapa final do Ensino Médio. Neste preâmbulo, a Base estabelece as competências e habilidades que devem ser devidamente desenvolvidas pelos estudantes ao longo da escolaridade básica, inserida aos

currículos das redes de ensino público e privado, definindo também propostas pedagógicas de todos os segmentos da educação brasileira.

Nesse constructo, em relação ao processo de ensino e aprendizagem da disciplina de Física no Ensino Médio em diálogo com a BNCC, os autores Lara, Mancia, Sabchuk *Et al* (2013) discorrem em seus estudos que:

As práticas pedagógicas que podem estar associadas ao processo mediadas pela utilização dessas diversas tecnologias, são apenas uma de muitas opções para os professores utilizarem destes meios como “estímulo” ao aprendizado a partir do contexto escolar. Estas práticas estão em sintonia com uma visão de construção do conhecimento em um processo que envolve principalmente a superação das abordagens e práticas tradicionalistas do processo. (LARA, MANCIA, SABCHUK *Et al*, 2013, p. 2).

A BNCC (2018) reconhece que as potencialidades das tecnologias digitais são capazes de realizar uma série de atividades relacionadas a todas as áreas do conhecimento e por esse motivo, prepara os jovens que estão dinamicamente inseridos dentro da cultura digital, a garantir aprendizagens essenciais para atuar dentro de uma sociedade que encontra-se em constante mudança. Desse modo, segundo Oliveira, Ferreira e Mill (2018, p. 151), afirmam que “as tecnologias auxiliam na estratégia da busca por novas metodologias e novos recursos de mediação do conhecimento, sem se perder de vista a centralidade dos objetivos educacionais”.

Neste contexto, em diálogo com a BNCC, a escola também é responsável pela construção dessas comunidades virtuais de aprendizagem, pois este processo se intensifica cada vez mais devido a gama de possibilidade que as redes de computadores proporciona, tornando mais curtas as fronteiras espaços-temporais, pois estas ações são realizadas num ciberespaço de natureza global em tempo real, que vem acolher as juventudes afirmando o compromisso com os conhecimentos científico-tecnológico da produção dos saberes, promovendo através da articulação entre as diferentes áreas do conhecimento, um diálogo com as tecnologias e a sociedade. Assim, a BNCC pauta como premissas para este novo ensino de Física que os estudantes deverão ter:

- A compreensão e a utilização dos conceitos e teorias que compõem a base do conhecimento científico, e dos procedimentos metodológicos e suas lógicas;
- o reconhecimento da necessidade de continuar aprendendo e aprimorando seus próprios conhecimentos;
- a apropriação das linguagens das tecnologias digitais e a fluência em sua utilização;
- e
- a apropriação das linguagens científicas e sua utilização na comunicação e na disseminação desses conhecimentos. (BNCC, 2018, p. 465).

Frente a estes pressupostos, a proposta realizada nesta pesquisa veio ao encontro com a BNCC, ao realizar oficinas/aulas teóricas-práticas com a utilização do *software* Algodoo como ferramenta pedagógica atrativa e interativa para o ensino e aprendizagem de Física, objetivando melhorar o desenvolvimento cognitivo dos alunos, no que tange aos conteúdos da disciplina para o 1º ano do Ensino Médio: Queda Livre e Movimento Horizontal.

Assim, a prática metodológica mediada pelas Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação são benéficas a este desenvolvimento escolar; entretanto, a principal característica desta prática metodológica ancora-se na estratégia do “fazer pedagógico” em que o espaço de construção e reconstrução do conhecimento são suas principais ênfases, em diálogo na relação entre professor-aluno. Como bem afirma a competência específica da BNCC para o campo das Ciências da Natureza no Ensino Médio, o estudante deverá:

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global. (BNCC, 2018, p. 540).

Neste contexto, esta premissa da competência da Base pode ser considerada como o espaço ideal para pensar, descobrir, indicar, criar e recriar experiências práticas; além de vivenciar ideias de forma individual e coletiva por meio da curiosidade, exercício provocado pela uso das tecnologias na prática pedagógica escolar.

### **2.3 O Algodoo e suas funcionalidades**

O Algodoo é um *software* educacional criado em 2009 pela *Algoryx Simulation AB* capaz de projetar simulações gráficas em duas dimensões. É uma ferramenta didática onde é possível criar cenas interativas nas aulas de ciências, principalmente na área da Física, incentivando os estudantes por meio da sua própria criatividade a construir novos conhecimentos. Atualmente o *software* Algodoo está disponível gratuitamente para download em *Windows*, *Mac* e *iPad* no endereço <<http://www.algodoo.com/>>.

Para da Silva *Et al.* (2016), o Algodoo é uma ferramenta que permite uma rápida adaptação por partes dos alunos sem necessitar de nenhum conhecimento específico de programação para realizar qualquer tarefa dentro do programa. O *software* consegue despertar a curiosidade e a criatividade dos usuários de vários níveis escolares já que a sua interface não apresenta dificuldades em seu manuseio, permitindo assim, que os usuários consigam desenvolver diferentes funções seguindo suas limitações e conhecimentos (GERMANO, 2016).

Ainda, nesse viés, Gregorcic e Bodin (2017, p. 27) conclui que o Algodoo:

[...] oferece a professores e alunos uma ampla variedade de possibilidades. Ele permite que os professores criem simulações interativas e atraentes personalizadas, que também podem ser ajustadas no local para responder às sugestões e ideias dos alunos. Por outro lado, colocado nas mãos dos alunos, com sua interface amigável, ele pode ajudar a liberar a criatividade dos alunos e motivá-los a se engajar no design e na exploração, enquanto ao mesmo tempo serve como um primeiro passo para o mundo da modelagem computacional em física.

O Algodoo possui uma interface bastante colorida e dinâmica. Nela é possível projetar, construir e explorar o mundo da Física como está retratada na Figura 2 abaixo.

**Figura 2 – Interface inicial do software Algodoo.**



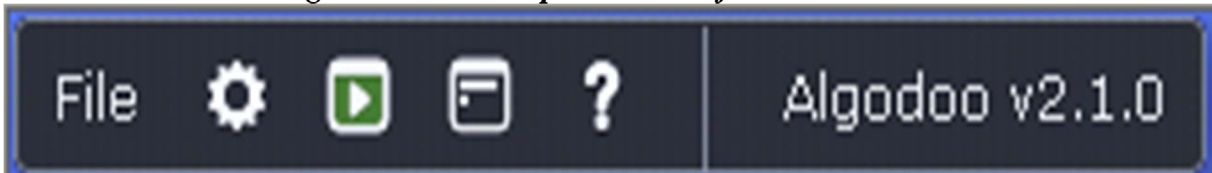
Fonte: Figura extraída do *software* Algodoo.

Com o Algodoo você pode criar suas próprias cenas de simulação na interface do *software* usando somente as ferramentas básicas de desenho como caixas, círculos, cordas, correntes, engrenagens, polígonos, pincéis e planos. É possível interagir e editar facilmente seus objetos. No Algodoo você pode explorar e brincar com a Física em suas simulações adicionando molas, fluidos, motores, dobradiças, propulsores, rastreadores, raio de luz, óptica, lentes, gravidade, atrito, refração e etc. Além de criar, você pode também salvar e compartilhar suas cenas com amigos ou navegar e baixar simulações de outros usuários por meio do Algodoo.

### 2.3.1 Menu Superior

Por meio deste menu é possível acessar as configurações do Algodoo como por exemplo, selecionar o idioma, aplicar tela cheia, opções para abrir, salvar e criar novas cenas, ocultar janelas, acessar os tutoriais e outros como ilustra a Figura 3 abaixo.

**Figura 3 – Menu superior e suas funcionalidades.**








Fonte: Recorte da Figura 1 mostrando os botões do menu superior do Algodoo.

### 2.3.2 Barra de Navegação

A tabela 1 a seguir, descreverá as funcionalidades de cada botão da barra de navegação do Algodoo.

**Tabela 1 – Descrição dos botões da barra de navegação do Algodoo.**

	NOVA CENA – Permite você criar várias cenas distintas para a sua simulação.
	SALVAR – Permite salvar suas próprias simulações/cenas criadas.
	MINHAS CENAS – Acesso a todas as simulações/cenas criadas e salvas por você.
	ALGOBOX – É um repositório online para compartilhar cenas. Você pode criar suas simulações/cenas e compartilhar com os usuários.
	COMPONENTES - Referem-se a pequenos objetos pré - fabricados que você pode arrastar e soltar em sua cena. Neste cenário, temos alguns objetos que podem ser utilizados para o conteúdo de Óptica.



LIÇÕES – São disponibilizadas algumas lições pelo *software* para que o usuário conheça as principais funcionalidades do programa.

---

Fonte: Barra de navegação do Algodoo.

### 2.3.3 Barra de Ferramentas

É a partir desse menu que você poderá desenhar, editar e interagir com as suas próprias cenas de simulação. A tabela 2 abaixo mostrará as principais funções de cada ferramenta contidas no Algodoo.

**Tabela 2 – Descrição das funções da barra de ferramenta do Algodoo.**



ESBOÇO (tecla **K**) – É uma ferramenta multifuncional capaz de fazer a maioria de edição *Algodoo's* baseado em gestos simples. Permite desenhar diferentes formas, caixas, círculos, polígonos, dobradiças, molas, correntes, etc. com ele.



CORTAR (tecla **T**) – Corta ou divide objetos desenhando uma linha através deles. Para fazer um corte reto, segure a tecla Shift.



MOVER (tecla **M**) – Permite mover objetos de um lugar para o outro.



ARRASTAR (tecla **D**) – Durante a simulação, é possível arrastar objetos.



GIRAR – Permite girar objetos.



REDIMENSIONAR (tecla **R**) – Permite redimensionar objetos.

---



**PINCEL (tecla B)** – Permite desenhar objetos com o botão esquerdo do mouse e apagar com o botão direito do mouse.



**BORRACHA** – Funciona como uma borracha de lápis.



**POLÍGNO (tecla P)** - Desenha arbitrariamente formas.



**ENGRENAGEM (tecla G)** – Cria engrenagem de vários tamanhos.



**CAIXA (tecla X)** – Permite criar objetos em formato retangular ou quadrado.



**CIRCULO (tecla C)** – Possibilita desenhar círculos diversos.



**PLANO (tecla A)** – Cria planos.



**CORDA (tecla N)** – Permite criar corda ou corrente entre objetos.

---



MOLA (tecla **S**) – Possibilita criar molas.

---



FIXADOR (tecla **F**) – Permite fixar objetos em uma superfície.

---



EIXO (tecla **H**) – Conecta dois objetos com um eixo. Podemos transformar um eixo em um motor.

---



PROPULSOR (tecla **O**) – Permite aplicar uma força constante ao objeto adicionado.

---



LASER (tecla **L**) – Permite criar um feixe de laser na qual pode ser alteradas.

---



RASTRO (tecla **E**) – Possibilita criar um marcador em objetos que descreverá sua trajetória.

---



TEXTURA (tecla **U**) – Permite movimentar as texturas dos objetos.

---









**Fonte:** Barra de ferramenta do Algodoo.

#### 2.3.4 Controle de Simulação

Essa barra de controle como o próprio nome já nos menciona, permite você iniciar e pausar, desfazer e refazer, movimentar, aumentar e diminuir a velocidade da simulação, ativar e desativar a aceleração da gravidade, assim como a resistência do ar e etc. A tabela 3 a seguir

descreverá as funções de cada botão da barra de controle de simulação encontrada na parte inferior central do *software* algodoo.

**Tabela 3 – Funções da barra de controle de simulação do Algodoo.**

	ZOOM - Permite aumentar ou diminuir objetos. A mesma função é processada ao girar o scroll do mouse.
	MOVIMENTAR – Possibilita o movimento para visualizar com precisão o cenário da simulação.
	DESAZER – Desfaz alterações da simulação.
	INICIAR - Inicia a simulação.
	REFAZER – Refaz alterações da simulação.
	GRAVIDADE – Permite ativar ou desativar a gravidade. Ao clicar com o botão direito do mouse no ícone da GRAVIDADE, abrirá uma caixa na qual é capaz de alterar o valor ou a direção da mesma.
	RESISTÊNCIA DO AR – Liga e desliga a fluabilidade do ar e o atrito do ar.
	GRADE – Permite criar linhas e colunas como um plano cartesiano que auxilia na medição dos objetos para a simulação.

### 2.3.5 Propriedades

A barra de propriedades localizada na parte superior direita da interface do *software* do Algodoo, permite alterar as propriedades dos materiais, as cores e até mesmo visualizar as informações dos vetores das forças, das velocidades e dos momentos de todos os objetos como a tabela 4 nos mostra abaixo.

***Tabela 4 – Funções da barra de propriedades do Algodoo.***

---



**MATERIAL** – Permite alterar as propriedades do material.

---



**APARÊNCIA** – Possibilita alterar as cores e ativar a visualização de vetores dos objetos.

---



**VISUALIZAÇÃO** – É possível visualizar os vetores das forças, das velocidades e dos momentos de todos os objetos.

---

**Fonte:** Barra de propriedades do Algodoo.

### 3 METODOLOGIA

A metodologia, com a qual essa pesquisa se orientou, é de abordagem mista Quanti-qualitativa (LÜDKE; ANDRÉ, 1986; MINAYO, 2012). E, conforme os estudos da Prof<sup>ª</sup>. Elizabeth Teixeira (2014), o interesse crescente dos pesquisadores pela compreensão e explicação de dados e fenômenos, bem como as múltiplas práticas e ações humanas e sociais têm exigido a procura de diversas abordagens que permitam esse conhecimento científico com base nos problemas de pesquisa.

Neste contexto, adotou-se a metodologia Quanti-qualitativa para esta pesquisa, em virtude de que buscou-se com este estudo de caráter subjetivo e objetivo: discutir, correlacionar, interpretar situações, e ao mesmo tempo quantificar, coletar e tratar dados obtidos através do uso das tecnologias no ensino de Física no espaço escolar de uma turma do 1º ano do Ensino Médio; utilizando técnicas e metodologias de amostragem, analisando e apresentando os resultados predominantemente no formato de texto e de tabelas, gráficos – números para serem analisados posteriormente. (MICHEL, 2015).

A opção pelo método Quanti-qualitativo se deu por base em dois constructos, pois a utilização de técnicas qualitativas e quantitativas depende, também, do domínio que o pesquisador tem no emprego destas técnicas. Inexiste superioridade entre ambas desde que haja correção nas utilizações e adequações metodológicas, como afirma Teixeira (2014).

Assim, desenvolveu-se interpretações, a partir do desenvolvimento individual e coletivo da população estudada, por meio da experiência vivenciada no contexto dos conteúdos de Física elencados para esta pesquisa. Como afirma Michel (2015), o que dialoga com a proposta de identificar expectativas, testar teorias; procurando particularidades, qualidade, generalizações, quantidades; ou seja, realizando uma pesquisa quanti-qualitativa, em que o pesquisador participa do processo e atua remotamente.

#### 3.1 OBJETIVO DA PESQUISA

O objetivo deste trabalho foi o de propor o uso do *software* Algodoo como ferramenta pedagógica atrativa para o ensino e aprendizagem de Física, visando melhorar o desenvolvimento cognitivo dos alunos correlacionados aos conteúdos que tratam da "Queda livre" e do "Movimento horizontal", junto aos alunos do 1º ano do Ensino Médio.

### 3.2 CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE DE PESQUISA E POPULAÇÃO

A presente pesquisa foi desenvolvida no começo do primeiro semestre de 2020, com uma turma de 40 alunos do 1º ano do Ensino Médio, de um colégio da rede pública da cidade de Magalhães Barata, interior do Pará, Brasil, que oferece a modalidade de ensino regular desde o Fundamental séries finais até o Ensino Médio.

### 3.3 COLETAS DE DADOS

A coleta de dados foi realizada, a partir do contexto das atividades propostas para a turma do 1º ano do Ensino Médio sobre conteúdos de Física e da aplicação de um questionário fechado contendo sete perguntas objetivas referentes ao conhecimento prévio dos alunos a respeito do *software* Algodoo e sua aceitação como ferramenta pedagógica atrativa para o ensino e a aprendizagem de Física.

Assim, nesta prática metodológica do presente estudo, a mesma fundamentou-se na abordagem quanti-qualitativa, uma vez que não procurou somente enumerar e/ou medir os eventos estudados, mas também empregou instrumentos estatístico na análise dos dados, ou seja, priorizou o processo da pesquisa e não simplesmente os resultados, sendo assim, o significado do uso do programa Algodoo, foi a preocupação essencial na abordagem.

### 3.4 SIMULAÇÃO NO AMBIENTE INTERATIVO DO ALGODOO

A realização do instrumento de pesquisa para o desenvolvimento deste trabalho buscou atingir todos os objetivos propostos, visto que, um dos motivos que levaram a trabalhar com os conteúdos abordados é o fato dos mesmos estarem frequentemente ligados ao nosso cotidiano, mesmo que os alunos não consigam ter essa percepção que na maioria das vezes, são compreendidos de forma errada comparadas aos conhecimentos científicos. Por esse motivo, o professor é responsável de promover discussões e reflexões dos conteúdos ministrados dentro de sala de aula usufruindo das tecnologias presentes e de materiais adequados.

Conhecendo a importância das atividades experimentais dentro do ensino de Física, a partir dos conhecimentos apreendidos na academia, o que permite ao pesquisador aumentar a sua experiência, neste diálogo, optamos pelo uso do *software* Algodoo, que traz várias possibilidades para este estudo de solução de problemas de Física, a partir de simulação por meio do *software*, permitindo que os alunos e professores apresentem e avaliem as suas

hipóteses para um determinado fenômeno físico, contribuindo dessa maneira para uma aprendizagem significativa.

Dessa forma, o procedimento metodológico ocorreu em duas etapas, no primeiro semestre de 2020 com aplicação de duas simulações sendo elas: Queda Livre e Lançamento Horizontal. Para cada uma delas, foi elaborado uma análise histórica ou conceitual, a fim de nortear o estudante para compreensão da funcionalidade da estrutura e do desenvolvimento dos conceitos dos fenômenos.

Após cada etapa em questão, foi proposto um problema de Física para os alunos resolverem e depois de consultar suas respostas, transferimos o mesmo problema proposto para o ambiente interativo do *software* Algodoo na qual foram simuladas, analisadas e comparadas com o livro didático. No final do processo, foi aplicado um questionário fechado com sete perguntas objetivas, afim de avaliar se houve eficácia da ferramenta Algodoo na aprendizagem dos alunos.

### 3.4.1 Queda Livre

Antes de introduzir o estudo da queda livre, precisa-se estar bem estabelecidos os conceitos fundamentais sobre o estudo dos movimentos tais como referencial, espaço, trajetória, repouso, movimento, ponto material, deslocamento, velocidade, tempo e aceleração. Nesse campo de estudo da cinemática, se destaca dois tipos de movimentos chamados lineares e circulares que costuma estar divididos em Movimento Uniforme (M.U) e Movimento Uniformemente Variado (M.U.V).

O Movimento Uniforme (M.U) se classifica por apresentar velocidade constante ao se deslocar apenas em linha reta, percorrendo distâncias iguais em intervalos de tempo iguais. Ao se deslocar com uma velocidade constante, a velocidade instantânea deste corpo será igual à velocidade média, logo, não haverá variação na velocidade em nenhum momento do percurso. A partir da equação da velocidade média (1), encontra-se a equação horária do espaço (2) para M.U, demonstrada a partir da fórmula da velocidade média, onde  $t_0 = 0$ . Temos:

$$v = v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t}. \quad (1)$$

$$v = \frac{s - s_0}{t - t_0} \rightarrow v = \frac{s - s_0}{t - 0} \rightarrow s - s_0 = v \cdot t \rightarrow s = s_0 + v \cdot t. \quad (2)$$

Onde  $v \rightarrow$  velocidade;  $v_m \rightarrow$  velocidade média;  $\Delta s \rightarrow$  variação do espaço;  $s \rightarrow$  espaço final;  $s_0 \rightarrow$  espaço inicial;  $\Delta t \rightarrow$  intervalo de tempo;  $t \rightarrow$  tempo final;  $t_0 \rightarrow$  tempo inicial.

O Movimento Uniformemente Variado (M.U.V) apresenta aceleração constante e variação de velocidade em intervalos de tempo iguais. É a aceleração que determina o movimento, logo, a média da aceleração é essencial para que se obtenha o valor no M.U.V. É a partir da equação da aceleração (3) que se tem a função da velocidade (4) usada no M.U.V.

Adota-se  $t_0 = 0$  para determinar a função da velocidade (4). Temos:

$$a = a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t}. \quad (3)$$

$$a = \frac{v - v_0}{t - t_0} \rightarrow a = \frac{v - v_0}{t - 0} \rightarrow v - v_0 = a \cdot t \rightarrow v = v_0 + a \cdot t. \quad (4)$$

Onde  $a \rightarrow$  aceleração;  $a_m \rightarrow$  aceleração média;  $\Delta v \rightarrow$  variação da velocidade;  $v \rightarrow$  velocidade final;  $v_0 \rightarrow$  velocidade inicial;  $\Delta t \rightarrow$  intervalo de tempo;  $t \rightarrow$  tempo final;  $t_0 \rightarrow$  tempo inicial.

Para encontrar a função horária da posição no M.U.V, de maneira análoga, para a função velocidade (4), a velocidade média (1) em qualquer intervalo de tempo (de  $t_0 = 0$ ) é a média aritmética da velocidade no início do intervalo ( $v_0$ ) com a velocidade final no intervalo ( $v$ ). Para o intervalo  $t = 0$  até um instante posterior de  $t$ , a velocidade média será:

$$v_m = \frac{v_0 + v}{2}. \quad (5)$$

Substituindo  $v$  pelo seu valor, dado pela equação (4), obtemos:

$$v_m = \frac{v_0 + a \cdot t}{2}. \quad (6)$$

Como  $v = v_m$ , finalmente substituiremos a equação (6) na equação (2), temos:

$$s = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}. \quad (7)$$

A partir dessas equações, é possível determinar a equação de Torricelli relacionando velocidade em função do espaço sem necessitar do tempo. Isolando ( $t$ ) na equação (4), temos:

$$t = \frac{v - v_0}{a}. \quad (8)$$

Substituindo a equação (8) na equação (7), obtemos:

$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta s. \quad (9)$$

Desde os primórdios da civilização, os movimentos que acontecem na natureza eram bastante observado e discutido pelo homem. Aristóteles (384 – 322 a.C) acreditava que ao abandonar corpos leves e pesados de uma mesma altura, a queda de ambos não seria igual, muito menos o tempo desprovido para chegar ao solo. Acreditava que o ar tinha a ação de aumentar a velocidade e a resistência ao movimento, logo sua concepção foi predominante por muitos anos considerada sagrada (TORIBIO, 2012).

Em meados do século XVII, o físico Galileu Galilei (1564 – 1642 d.C.), ao introduzir o método experimental, derrubou simplesmente a concepção de Aristóteles sobre a queda dos corpos. A história descreve que Galileu ao soltar da torre de Pisa diversos objetos com pesos distintos, conseguiu comprovar por meio de experimentos que objetos com pesos distintos, soltos de uma mesma altura e ao mesmo tempo, o tempo de queda entre os objetos seriam iguais sem o efeito da resistência do ar (HEWITT, 2015). Assim, o movimento descrito pela queda livre é um M.U.V, submetida somente pelo ação da gravidade.

#### 3.4.1.2 Equações que regem na queda livre

Ao abandonarmos um corpo partindo do repouso de uma determinada altura, verifica-se que a sua velocidade inicial ( $v_0$ ) é igual a zero e a sua aceleração é a gravidade ( $g$ ). Desse modo, a equação horária que descreve a velocidade segundo Hewitt (2015) é:

$$v = g \cdot t. \quad (10)$$

Onde:  $v \rightarrow$  é velocidade final;  $g \rightarrow$  é a aceleração da gravidade;  $t \rightarrow$  é o tempo.

Logo, a velocidade adquirida pelo corpo é calculada por meio do produto da aceleração da gravidade e o seu tempo de queda.

Galileu ao realizar seus experimentos por meio de seus planos inclinados, descobriu que a distância que um objeto uniformemente variado percorre é diretamente proporcional ao quadrado do tempo (HEWITT, 2015). Dessa forma, utiliza-se como referencial, a distância ( $d$ ) ou a altura ( $H$ ) de um corpo que cai em queda livre para realizar o cálculo utilizando a equação horária do espaço:

$$d = \frac{g \cdot t^2}{2} \text{ ou } H = \frac{g \cdot t^2}{2}. \quad (11)$$

Onde  $d \rightarrow$  é distância percorrida;  $H \rightarrow$  é a altura;  $g \rightarrow$  é a aceleração da gravidade;  $t \rightarrow$  é o tempo.

Por meio da equação mostrada acima, podemos determinar tanto a altura quanto o tempo de queda de um corpo em queda livre.

Dentro dessa perspectiva, é possível determinar a velocidade de queda com a altura através da equação de Torricelli:

$$v^2 = 2 \cdot g \cdot H \rightarrow v = \sqrt{2 \cdot g \cdot H}. \quad (12)$$

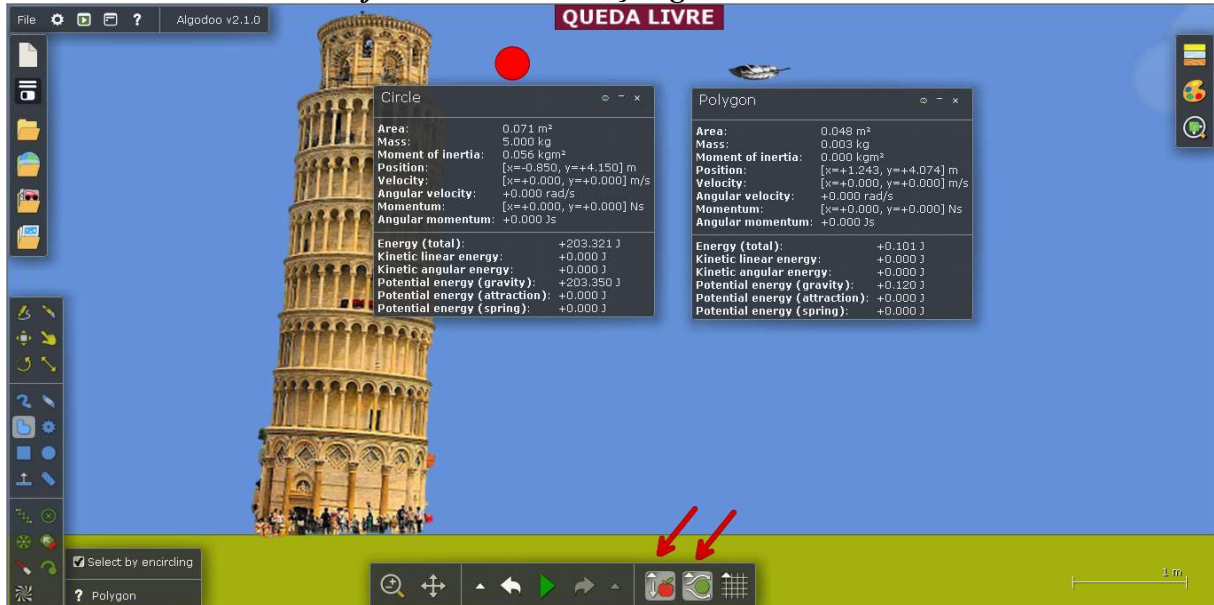
A seguir, será mostrada a primeira simulação de queda livre embasada nas concepções vivenciadas por Aristóteles que perdurou por muito tempo. A proposta desta simulação é de aguçar a curiosidade dos alunos para que os mesmos consigam de fato, visualizar, testar e interpretar os fenômenos físicos que ocorrem durante o movimento de queda livre.

Para que possamos entender melhor esse fenômeno, vamos realizá-los em dois momentos: o primeiro simularemos a queda livre de corpos de acordo com os princípios de Aristóteles na qual consideremos a resistência do ar e o segundo sem a resistência do ar, a fim de comprovar a teoria de Galileu Galilei que atualmente é aceita dentro do conhecimento científico.

**1º Momento:** Inicialmente, criamos na interface do Algodoo uma cena que pudesse se familiarizar com o princípio vivenciado da queda livre e nesse caso, introduzimos a torre de Pisa para que a cena ficasse mais atrativa aos olhos dos alunos. Desenhamos dois corpos distintos (bola e pena) com massas diferentes em uma mesma altura e em seguida, ligamos a

aceleração gravidade e a resistência do ar que estão marcadas por duas setas vermelhas como mostra a Figura 4 abaixo:

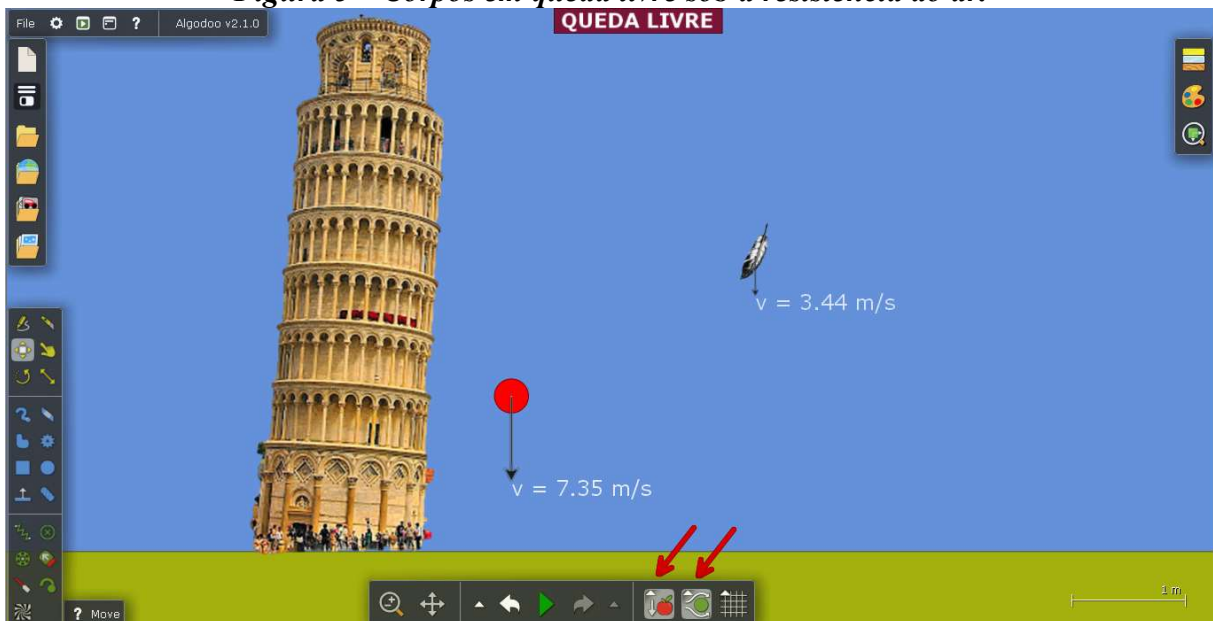
**Figura 4 – Informações sobre dois corpos com massas distintas abandonados de uma mesma altura sob a influência da aceleração gravitacional e da resistência do ar.**



Fonte: Print screen da interface do software Algodoo mostrando a simulação produzida pela própria autoria.

Após o posicionamento dos corpos, selecionamos a opção vetorial da velocidade para uma análise mais abrangente dos corpos em queda e ao iniciarmos a simulação, percebemos a diferença entre as velocidades de cada corpo segundo a influência do ar como a Figura 5 nos relata:

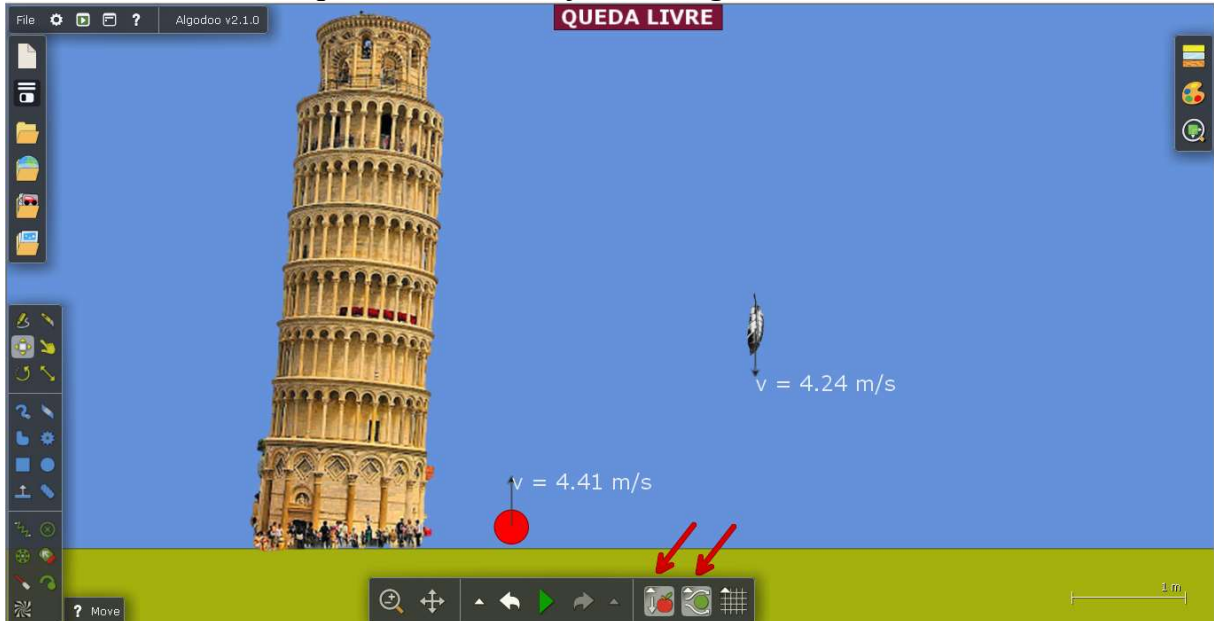
**Figura 5 – Corpos em queda livre sob a resistência do ar.**



Fonte: Print screen da interface do software Algodoo mostrando a simulação produzida pela própria autoria.

Na Figura 6, podemos visualizar claramente que corpos de maior massa tocam ao solo muito mais rápido do que corpos de menor massa de acordo como previu Aristóteles na época.

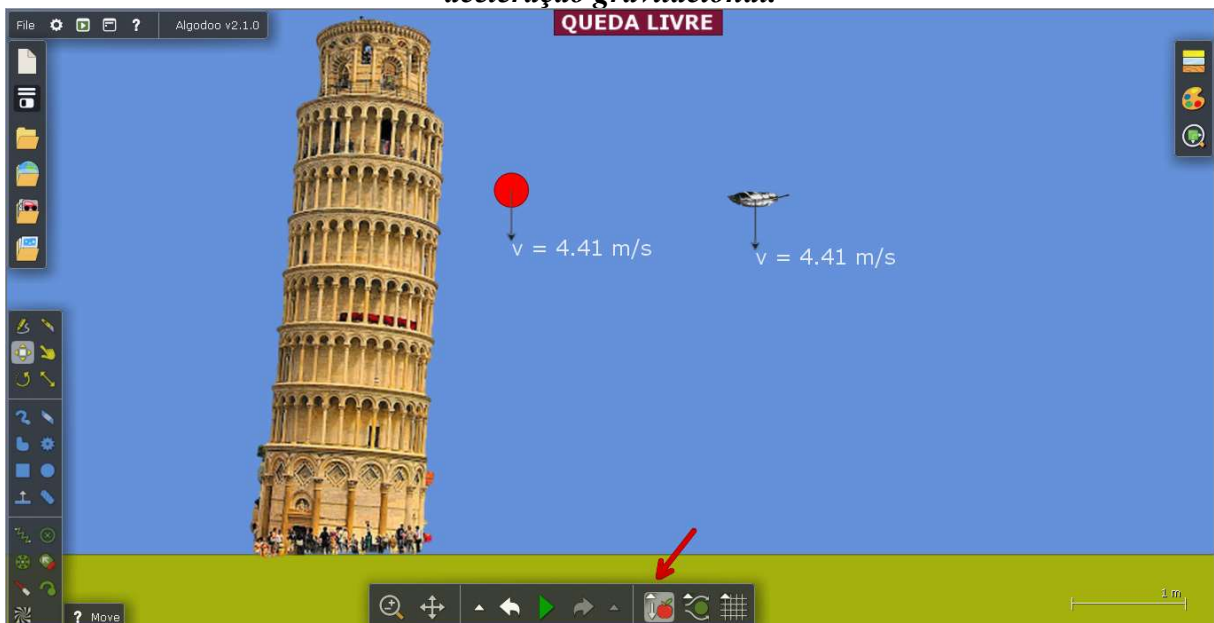
**Figura 6 – Corpo mais pesado chega ao solo muito mais rápido do que um corpo leve e o tempo entre eles são diferentes segundo Aristóteles.**



Fonte: Print screen da interface do software Algodoo mostrando a simulação produzida pela própria autoria.

**2º Momento:** Para testar e verificar a teoria formulada por Galileu, desligamos a resistência do ar do ambiente interativo do Algodoo como mostra a Figura 7 e comprovamos que dois corpos com massas distintas, abandonadas da mesma altura, ambas chegam ao chão com a mesma velocidade e tempo iguais de queda.

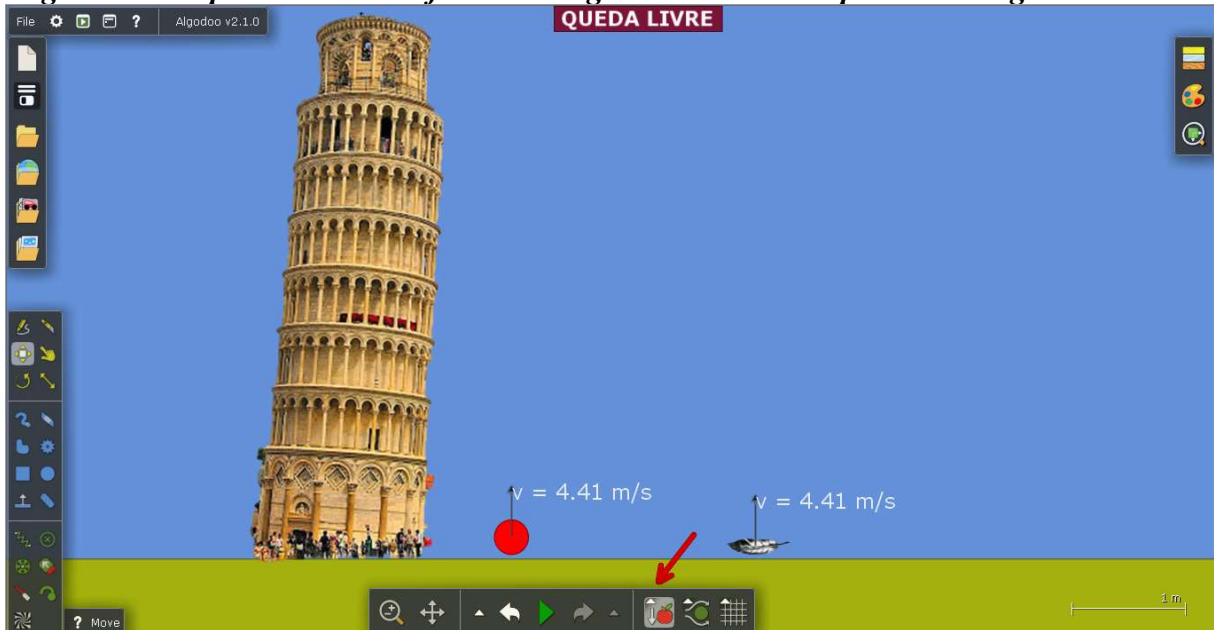
**Figura 7 – Corpos com massas distintas em queda livre sob a influência somente da aceleração gravitacional.**



Fonte: Print screen da interface do software Algodoo mostrando a simulação produzida pela própria autoria.

Já, a Figura 8 evidencia a teoria de Galileu onde chegam no chão ao mesmo tempo.

**Figura 8 – Corpos de massas diferentes chegam ao mesmo tempo no solo segundo Galileu.**



**Fonte:** Print screen da interface do software Algodoo mostrando a simulação produzida pela própria autoria.

Depois de demonstrar as teorias aristotélica e galileana sobre a queda livre, foi proposto aos alunos o seguinte problema de Física retirado do livro didático de Ramalho, Nicolau e Toledo (2009) para testar seus conhecimentos de acordo com o conteúdo relatado dentro de sala de aula. (Figura 9).

**Figura 9 – Alunos resolvendo problema sobre a Queda Livre.**



**Fonte:** Imagem registrada pelo próprio autor (2020).

Assim, abaixo elencamos o seguinte problema proposto para os alunos.

**T-72 (UECE)** Uma pedra, partindo do repouso, cai de uma altura de 20 m. Despreza-se a resistência do ar e adote-se  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . A velocidade da pedra ao atingir o solo e o tempo gasto na queda, respectivamente, valem:

- a)  $v = 20 \text{ m/s}$  e  $t = 2 \text{ s}$       b)  $v = 20 \text{ m/s}$  e  $t = 4 \text{ s}$       c)  $v = 10 \text{ m/s}$  e  $t = 2 \text{ s}$   
 d)  $v = 10 \text{ m/s}$  e  $t = 4 \text{ s}$ .

Ao transferir o problema acima para a interface do Algodoo, primeiro buscamos criar uma cena com ambiente bastante interativo e atrativo para representar situações parecidas no nosso dia a dia. Criamos um retângulo qualquer na horizontal utilizando a ferramenta “*box*” por meio da tecla (X), clicamos com o botão direito do *mouse* no objeto e selecionamos a opção “*Text*” e em seguida, colocamos toda as informações descrita do problema proposto dentro do mesmo.

Para fixar o retângulo na tela você clica com botão direito do *mouse*, escolhemos a opção “*Geometryactions*” e selecionamos “*Glue to background*” ou usa a tecla (F) selecionar a ferramenta. Arrastamos e centralizamos o retângulo para a lateral superior da interface do Algodoo ativando a ferramenta “*Move*” por meio a tecla (D) do teclado.

Para construir o edifício, escolhemos uma imagem que se familiarizasse com realidade, colamos usando as teclas (Ctrl + V) na interface do *software* Algodoo e fixamos a figura utilizando o mesmo processo usado para o retângulo.

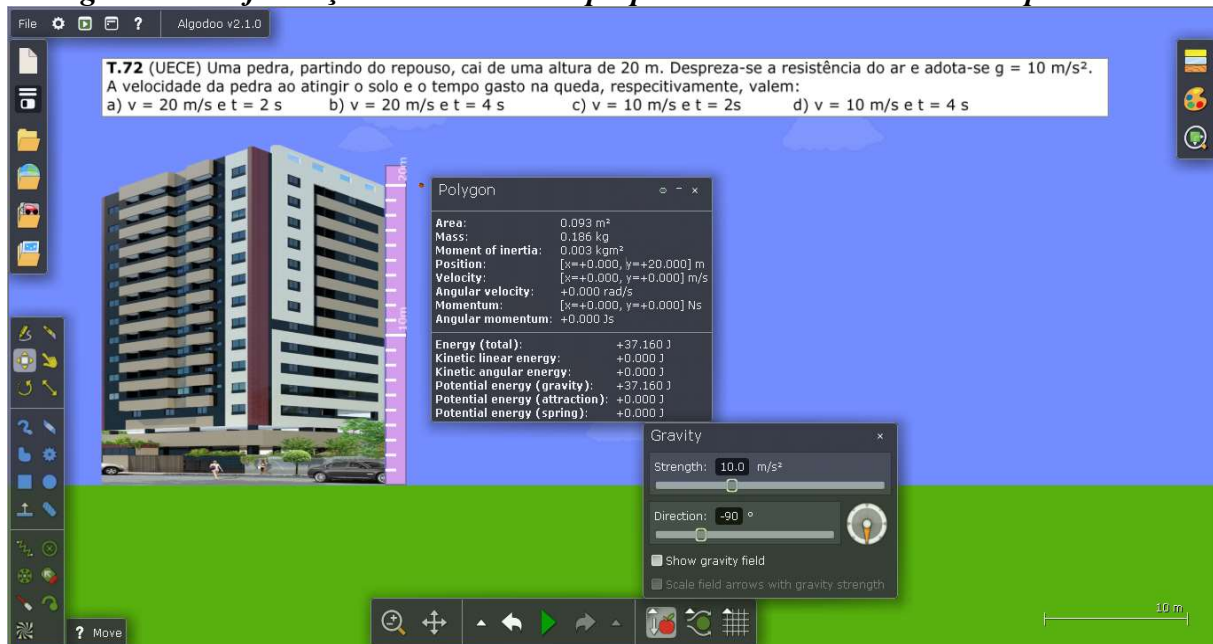
Depois desse processo, criamos um novo retângulo na horizontal usando a ferramenta “*box*”, clicando com o botão direito do *mouse* sobre o objeto, buscamos a opção “*Appearance*” e selecionamos “*Ruler*” para transformar o retângulo em uma régua de 20 metros de acordo com problema proposto.

Rotacionamos a régua até  $90^\circ$  com o botão direito do *mouse* pressionado sobre objeto e fixamos juntos do edifício que apresentamos.

Ao simular a pedra, primeiro desligamos a resistência do ar e deixamos somente aceleração da gravidade ligada. Criamos por meio da tecla (C) um círculo pequeno usando a ferramenta “*Circle*”, clicamos em cima do objeto com o botão direito do *mouse*, escolhemos a opção “*Geometryactions*” e selecionamos a opção “*Attachtracer*” para que durante a queda da pedra seja criado um marcador para mostrar a sua trajetória.

A Figura 10 mostra todas as informações possíveis do problema:

**Figura 10 – Informações sobre um teste proposto de Física envolvendo a queda livre.**



**Fonte:** Print screen da interface do software Algodoo mostrando a simulação produzida pela própria autoria.

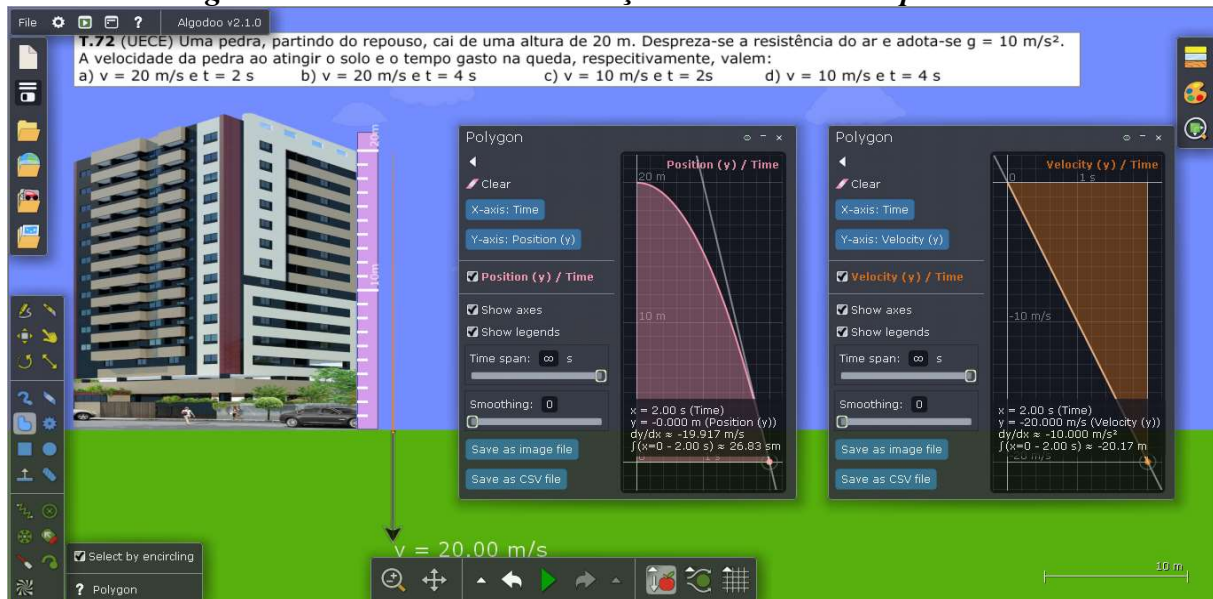
Ao clicar novamente no círculo com o botão direito do *mouse*, escolhemos a opção “*Velocities*” e selecionamos a opção de visualização da velocidade da pedra. No lado direito superior da interface do Algodoo em propriedades, clicamos em “*Visualization*” e selecionamos as opções “*Show names*” e “*Show values*” para que possamos ver o valor da velocidade em queda.

Para que possamos visualizar todos os resultados obtidos durante a simulação do problema, plotamos dois gráficos clicando no círculo com o botão direito do *mouse*, selecionamos a opção “*Show plot*” e em seguida, preenchemos as informações que estamos estudando nos eixos *x* e *y*.

No primeiro gráfico (lado esquerdo) conseguimos visualizar a posição da pedra em relação ao tempo de queda e no segundo (lado direito) visualizamos a velocidade da pedra em queda em função do tempo.

Ao iniciar a simulação computacional, acompanhamos com os alunos em tempo real os seguintes resultados retratados na Figura 11:

**Figura 11 – Resultados da simulação anterior sobre a queda livre.**



Fonte: Print screen da interface do software Algodoo mostrando a simulação produzida pela própria autoria.

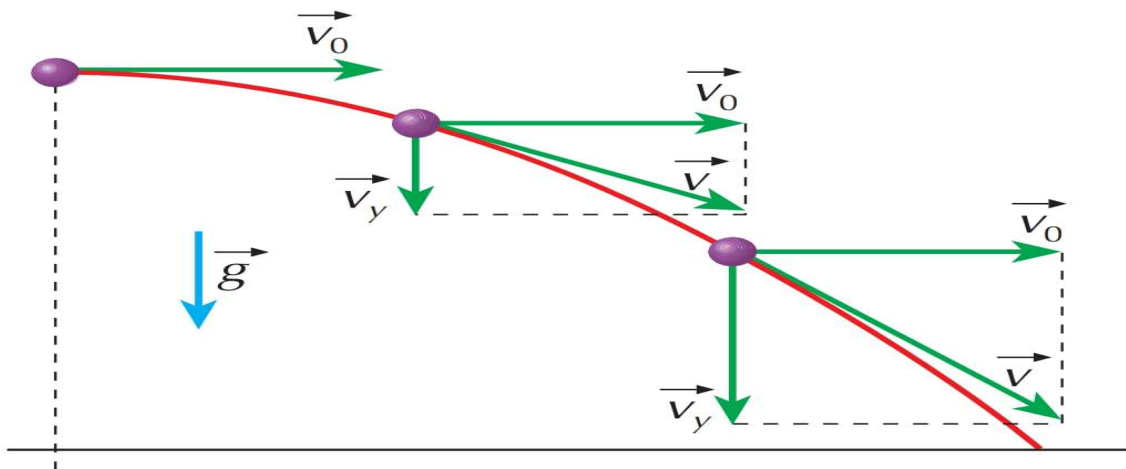
### 3.4.2 Lançamento Horizontal

Para Ramalho, Nicolau e Toledo (2009), quando um corpo é lançado horizontalmente no vácuo, este corpo descreverá uma trajetória parabólica em relação à Terra e segundo o princípio da simultaneidade, o movimento parabólico é o resultado da composição de dois movimentos simultâneos e independentes: **queda livre** (movimento vertical para baixo) e o **movimento horizontal**.

#### 3.4.2.1 Equações que regem o Lançamento Horizontal

Conforme Ramalho, Nicolau e Toledo (2009), o lançamento horizontal é um movimento oblíquo realizado por um objeto que fora arremessado, de uma determinada altura de um ângulo de lançamento nulo e a velocidade inicial ( $\mathbf{v}_0$ ) é constante para qualquer lançamento oblíquo sem a resistência do ar. (Figura 12).

**Figura 12 – Esquema da Equação do Movimento Horizontal.**



**Fonte:** RAMALHO JÚNIOR, Francisco. (Org.). "Os fundamentos da Física", 2009.

Para Halliday, Resnick e Walker (2016), o movimento vertical apresenta aceleração gravitacional ( $g$ ) constante durante a queda, logo, podemos afirmar que o mesmo, apresenta um movimento uniformemente acelerado (MUV). Dessa maneira, adota-se como referencial, o eixo ( $y$ ) na vertical orientado para baixo, com a origem fixada no ponto onde o corpo será abandonado. Nessas condições, a posição inicial do corpo e sua velocidade inicial são iguais à zero. Assim, utiliza-se a equação (7) para demonstrar esse movimento:

$$s = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}. \quad (7)$$

Vale ressaltar que podemos substituir a variável ( $s$ ) pela variável ( $y$ ), logo obtemos:

$$y = \frac{g \cdot t^2}{2}. \quad (13)$$

Para o Movimento Horizontal, não há aceleração na direção horizontal (HALLIDAY, RESNICK e WALKER, 2016). Dessa maneira, dizemos que durante o lançamento horizontal de um objeto, a componente horizontal ( $v_x$ ) da velocidade permanece inalterada, logo, o seu valor inicial ( $v_{0x}$ ) continua igual durante toda a trajetória. Para qualquer instante de tempo ( $t$ ), o deslocamento horizontal do objeto com relação à posição inicial ( $x - x_0$ ) será descrita pela seguinte equação com  $g = 0$ , temos:

$$x - x_0 = v_{0x} \cdot t. \quad (14)$$

Com base ao conteúdo comentado acima, apresentamos um problema para os alunos resolverem e em seguida, utilizou-se o mesmo problema para transferir para o Algodoo e analisar os resultados obtidos na simulação com esta teoria. (Figura 13).

**Figura 13 – Alunos resolvendo problema sobre lançamento horizontal.**



Fonte: Imagem registrada pelo próprio autor (2020).

### Outra questão apresentada aos alunos para a resolução

**R.67 (Adaptado)** Após uma enchente, um grupo de pessoas ficou ilhado numa região. Um avião de salvamento, voando horizontalmente a uma altura de 320 m e mantendo uma velocidade de 50 m/s, deve deixar cair um pacote com medicamentos e víveres para as pessoas isoladas. A que distância, na direção horizontal, o avião deve abandonar o pacote para que o mesmo atinja o grupo?

Despreze a resistência do ar e adote  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

Após resolverem o exercício em questão, simularemos o mesmo na interface do *software* Algodoo. Nesta simulação, usaremos o mesmo procedimento utilizado na simulação anterior para criarmos nossa cena.

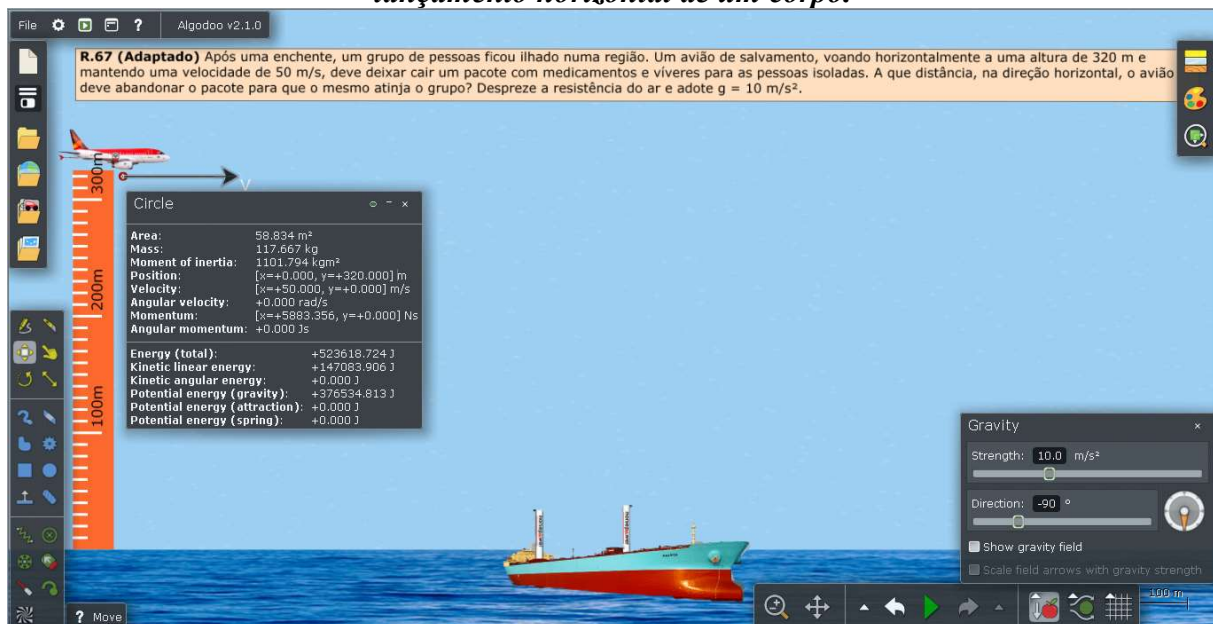
Iniciamos nossa cena criando dois retângulos qualquer usando a ferramenta “Box” por meio da tecla (X). O primeiro, clicamos com o botão direito do *mouse* sobre o objeto, selecionamos a opção “Text” e descrevemos o problema contendo suas principais informações. Após esse processo, arrastamos, centralizamos o retângulo para a lateral superior da tela ativando a ferramenta “Move” através da tecla (D) e fixamos utilizando a ferramenta “Glue to background”. O segundo retângulo, clicamos com o botão direito do *mouse* sobre ele,

escolhemos a opção “*Appearance*” e selecionamos a opção “*Ruler*” para criar uma régua de 320 m e depois, rotacionamos a mesma pressionando o botão direito do *mouse* em cima do objeto.

Para criar o mar, o navio e o avião, escolhemos as imagens, colamos na interface do Algodoo utilizando as teclas (Ctrl + V) e depois, arrastamos de forma organizada fixando as figuras clicando com botão direito do *mouse* em cima de cada um deles, escolhemos a opção “*Geometryactions*” e selecionamos “*Glucto background*”. Em instantes, nossa cena estava quase pronta.

Para que o avião percorra na direção horizontal, clicamos com o botão direito em cima dele, escolhemos a opção “*Geometryactions*” e selecionamos a opção “*Add center thruster*” criando um propulsor para o avião. Depois de ajustar o avião e sua velocidade inicial de  $v_{0x} = 50 \text{ m/s}$  em direção ao eixo, criamos um círculo para simular o pacote de medicamentos do nosso problema, usando a ferramenta “*Circle*” por meio da tecla (C). Posicionamos o círculo a uma altura de 320 m com velocidade inicial de  $v_{0x} = 50 \text{ m/s}$ , em direção ao eixo *x* e ligamos somente a aceleração da gravidade como mostra a Figura 14.

**Figura 14 – Informações sobre um problema proposto de Física adaptado envolvendo o lançamento horizontal de um corpo.**

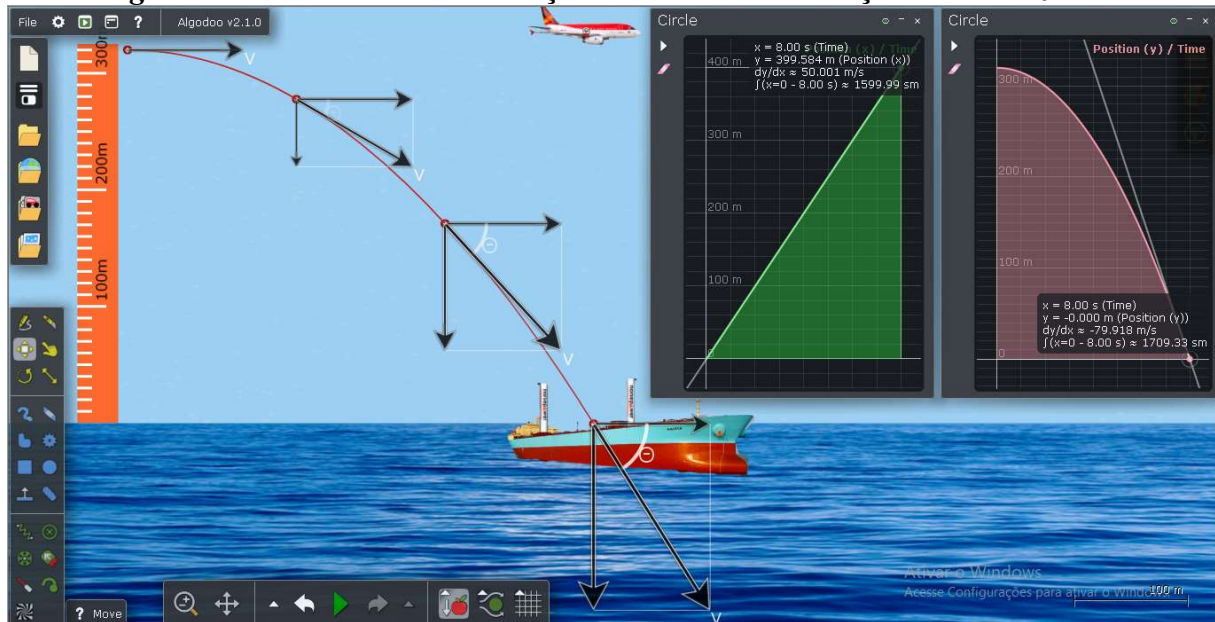


**Fonte:** Print screen da interface do software Algodoo mostrando a simulação produzida pela própria autoria.

Para visualizarmos todas as informações e resultados da simulação, clicamos com o botão direito do *mouse* em cima do círculo, escolhemos a opção “*Velocities*”, na aba “*visualize*”, selecionamos a opção “*Velocity*”. No canto superior direito do Algodoo em propriedades, clicamos em “*Visualization*” e selecionamos as opções “*Show names*”, “*Show componentes*” e “*Show angles*” para verificarmos as componentes e ângulos. Após o processo,

criamos dois gráficos para a análise do deslocamento (posição ( $m$ )) em relação ao tempo ( $t$ ) tanto no eixo ( $x$ ) quanto no eixo ( $y$ ) como retrata a Figura 15.

**Figura 15 – Resultados da simulação anterior sobre o lançamento horizontal.**



**Fonte:** Print screen da interface do *software* Algodoo mostrando a simulação produzida pela própria autoria.

Por fim, foi aplicado um questionário fechado para os alunos com o intuito de verificar os indícios da aprendizagem dos alunos após o uso do *software* Algodoo como ferramenta pedagógica atrativa para o ensino e aprendizagem de Física. Segue abaixo o processo desse trabalho na Figura16:

**Figura 16 – Alunos respondendo o questionário fechado.**



**Fonte:** Imagem registrada pelo próprio autor (2020).

## 4 RESULTADOS

Segundo Moreira (2018), a partir do uso das tecnologias, é possível o desenvolvimento de ambientes de aprendizagem no qual se disponibiliza, para acesso dos estudantes, animações, simulações, vídeos, modelagens, entre outros recursos bem atrativos e de fácil utilização no processo de ensino-aprendizagem na escola.

Neste contexto, observou-se com o uso do programa do Algodoo nas aulas de Física com os sujeitos da pesquisa, uma mudança na aprendizagem cognitiva dos alunos. Percebeu-se que a partir do uso desta ferramenta, o ensino de Física se tornou muito mais interessante e dinâmico, contribuindo de forma positiva na compreensão dos fenômenos que muitas vezes, são compreendidos de forma errada comparada com os conhecimentos científicos.

Como afirma Germano (2016), por meio das novas tecnologias no ensino, este processo tem a vantagem de possibilitar ao aluno o acesso aos diferentes recursos de apoio ao ensino e à aprendizagem em qualquer lugar, a qualquer hora e da forma que desejar com os conteúdos da Física.

Conforme a aplicação do questionário de pesquisa, a maioria destes alunos nunca tinha tido a experiência de trabalhar com os conteúdos disciplinares da Física, a partir do uso das tecnologias. É o que aponta o gráfico 1, quando perguntados a estes sujeitos se os mesmos já haviam tido contato e experiências com os programas de softwares na escola.

**Gráfico 1 – Percentual de contato com algum programa educativo como o ALGODOO.**



Fonte: O Autor, 2020.

Como os dados de pesquisa foram coletados por intermédio de entrevistas e testes realizados com alunos da turma do 1º ano do Ensino Médio, indagou-se como eram as aulas de

Física, antes de conhecerem o Algodoo com as atividades aplicadas pelo pesquisador, 67% afirmaram que "*não eram proveitosas*". (Gráfico 2).

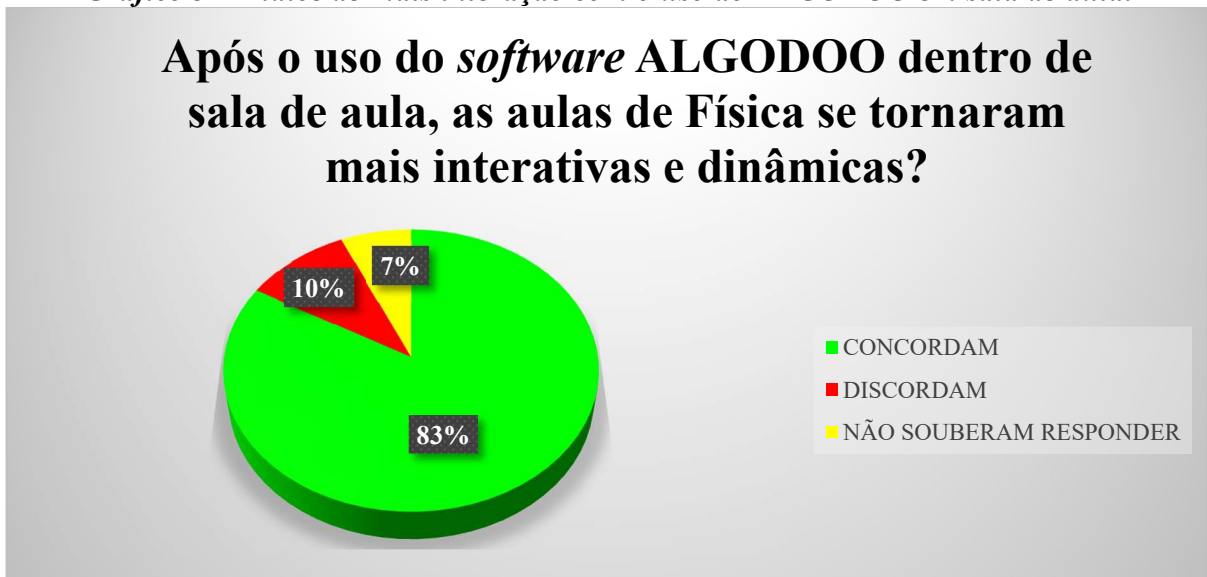
**Gráfico 2 – Índice de aproveitamento das aulas antes do software ALGODOO.**



Fonte: O Autor, 2020.

Já, o Gráfico 3 aponta o sucesso e a interatividade, bem como, o interesse no aprendizado, a partir do uso das ferramentas do Algodoo.

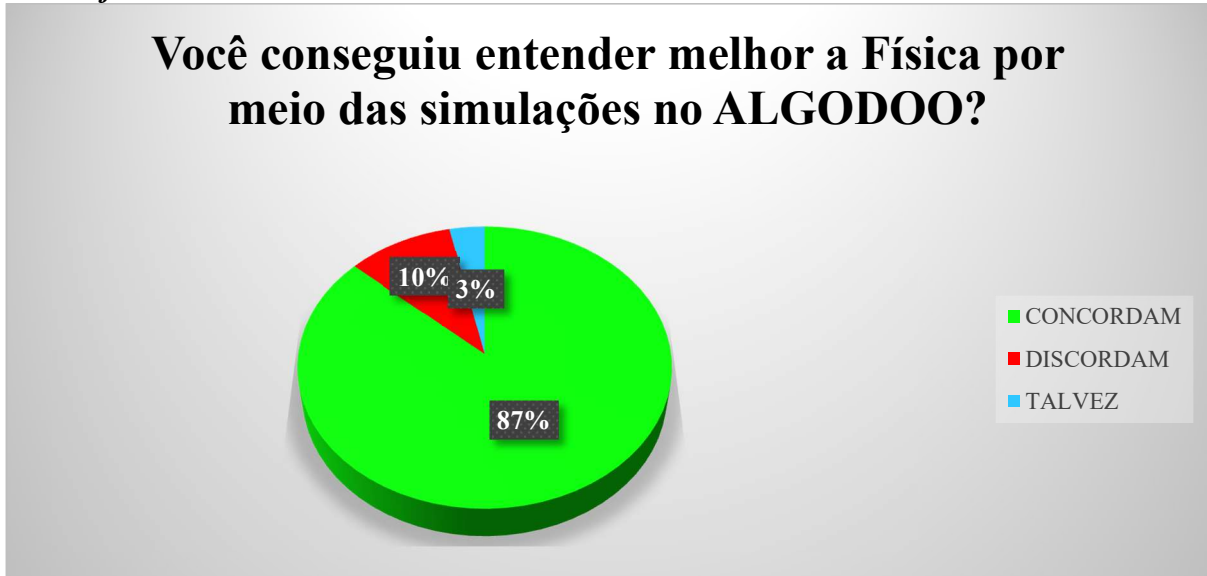
**Gráfico 3 – Índice de mais interação com o uso do ALGODOO em sala de aula.**



Fonte: O Autor, 2020.

Na análise relativa ao desempenho dos alunos nas atividades, bem como a compreensão e o entendimento dos conceitos e dos fenômenos que envolveram a proposta didática dos conteúdos de Física, somente 3% responderam que não aprenderam, os demais tiveram um grande aproveitamento (87%) e 10% um aprendizado mediano.

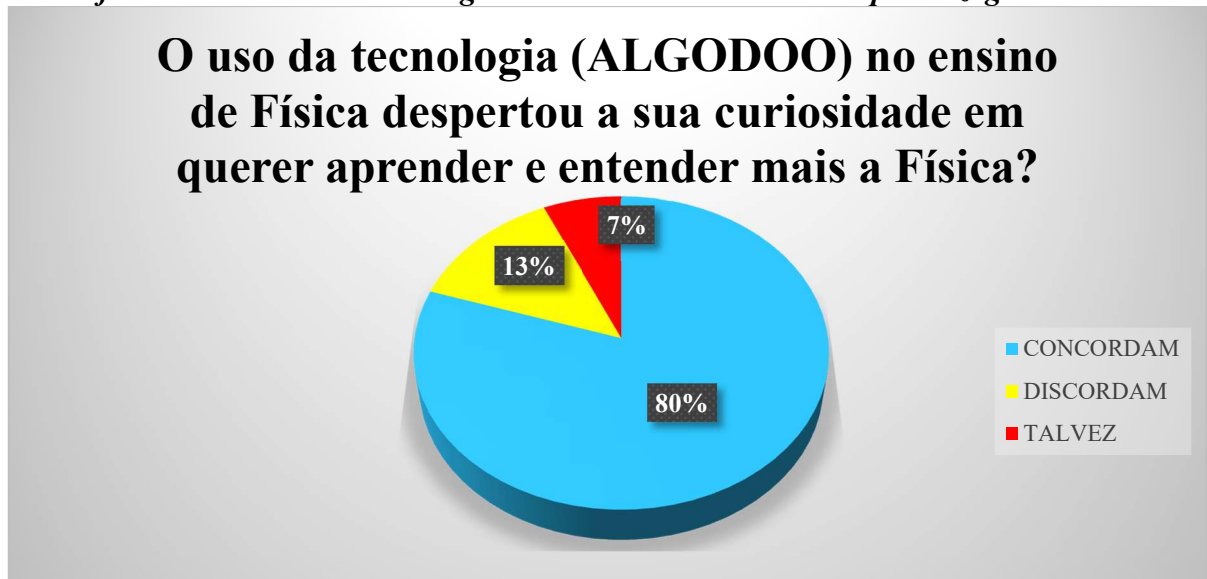
**Gráfico 4 – Percentual de entendimento melhor da Física com o uso do ALGODOO.**



Fonte: O Autor, 2020.

A partir da utilização do *software* Algodoo, observou-se que as dificuldades dos alunos no entendimento dos conteúdos do ensino de Física na turma foram minimizadas, além de que o uso das TDICs proporcionam a imersão do aluno dentro do universo do conhecimento por meio da curiosidade e da busca pelo "novo"; neste cenário, o uso do Algodoo despertou esta curiosidade nos sujeitos da pesquisa como aponta o Gráfico 5, em 80% dos alunos.

**Gráfico 5 – Índice do uso do Algodoo na melhoria do ensino-aprendizagem de Física**

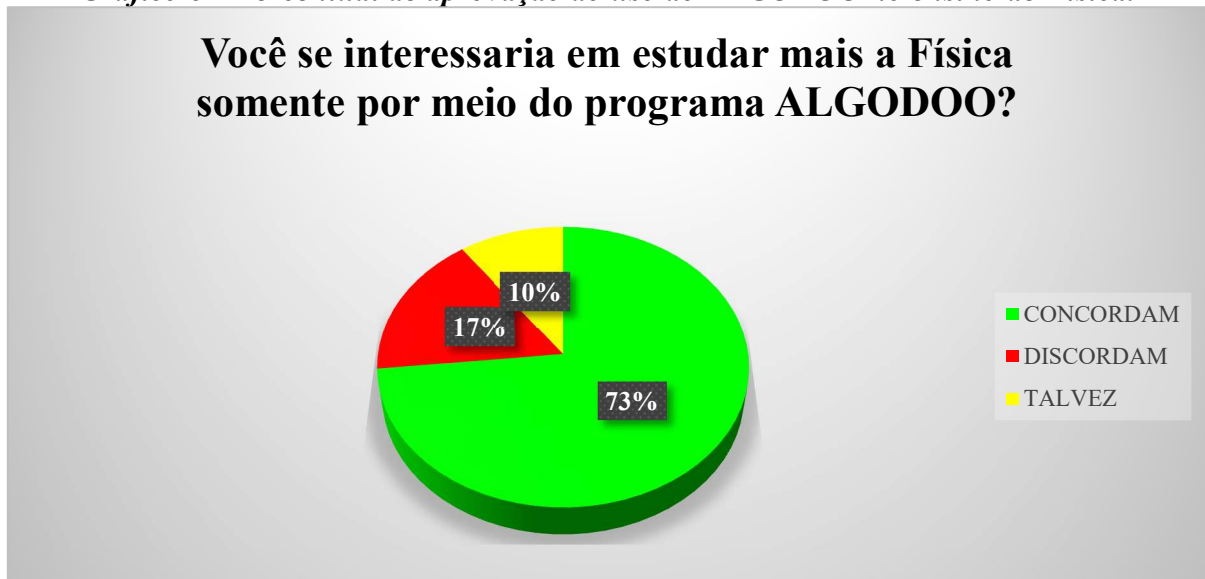


Fonte: O Autor, 2020.

Em relação a utilização desta ferramenta, 73% dos participante, concordaram que se interessaria em estudar mais a Física, desde que fosse por meio do programa Algodoo (Gráfico

6). O que dialoga com a importância das tecnologias na sala de aula e de que existem possibilidades da utilização deste *software* no ensino de Física (SILVA *Et al*, 2016).

**Gráfico 6 – Percentual de aprovação do uso do ALGODOO no ensino de Física.**



Fonte: O Autor, 2020.

Ao serem consultados sobre o uso do *software* Algodoo na proposta didática dos professores, 90% concordou que indicariam aos professores, colegas e familiares (Gráfico 7); pois o Algodoo disponibiliza as ferramentas suficientes para simular um número indefinido de realidades, as quais seriam impossíveis de realizar em laboratório, pois muitas variáveis do mesmo corpo podem ser alteradas para gerar uma natureza específica, como as possibilidades que aprenderam na Física (GERMANO, 2016).

**Gráfico 7 – Índice de satisfação e indicação do programa ALGODOO**



Fonte: O Autor, 2020.

Podemos afirmar que o objetivo foi alcançado, pois, os dados coletados e analisados destacam a necessidade do uso das tecnologias no processo de ensino-aprendizagem da Física, bem como das demais disciplinas, sejam das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, ou das Ciências Humanas e suas Tecnologias, assim como das Linguagens, Códigos e suas Tecnologias ou da Matemática e suas Tecnologias.

## 5 CONCLUSÃO

De acordo com os autores que fundamentaram esta pesquisa, as dificuldades apresentadas na aprendizagem de Física têm sido parte de pesquisas e novos métodos para o ensino estão sendo elaborados. Esses novos métodos com o uso da modelagem computacional vêm propiciar uma aprendizagem mais dinâmica, criativa e significativa para os estudante, contribuindo de forma benéfica para o seu interesse pela Física e pela pesquisa científica.

Na busca de responder o problema da presente pesquisa: Quais as contribuições que o *software* Algodoo pode ter na aprendizagem dos conteúdos da queda livre e do lançamento horizontal? As respostas analisadas, constataram que o uso de *software* Algodoo aliado à boas estratégias de ensino, contribui bastante para o ensino e aprendizagem dos alunos no ensino de Física, pois, ajuda o professor mostrar que a principal característica do processo de aprendizagem é interpretar de maneira clara e objetiva os fenômenos físicos, em vez de memorizar diversas fórmulas.

Dessa forma, a pesquisa mostrou-se a grande relevância ao introduzir o uso das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) dentro do ensino de Física e que apesar do fácil acesso aos meios tecnológicos, as dificuldades ainda são enormes no ensino. Ressalta-se a importância de mais produções e pesquisas na área de Física, para que assim, mais professores possam conhecer os benefícios da metodologia e esta, venha a se tornar cada vez mais presente no dia a dia das salas de aulas.

## REFERÊNCIAS

ALGODOO [online]. Disponível em: <<https://www.algodoo.com>>. Acesso em 20 de abril de 2019.

ALMEIDA, M. E. & VALENTE, J. Integração currículo e tecnologias e a produção de narrativas digitais. **Currículo sem Fronteiras**, v. 12, n. 3, p. 57-82, Set/Dez 2012.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Educação é a Base– Ensino Médio. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica – MEC/SEB. Brasília, DF. 2018. Acesso em 14 de novembro de 2020. <[http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal.pdf)>.

\_\_\_\_\_. **Orientações curriculares para o ensino médio**; volume 2. Secretaria da Educação Básica – Brasília: MEC, 2006.

\_\_\_\_\_. **Parâmetros curriculares para o ensino médio Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica, Brasília, 140 pp, 2006.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; SASSERON, Lúcia Helena. Ensino de física por investigação: referencial teórico e as pesquisas sobre as sequências de ensino investigativas. **Ensino em Re-vista**, Uberlândia, A Universidade, v. 22, n. 2, p. 249-266, 2015. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/emrevista/article/view/34452/18275>>.

DA SILVA, S. L. *et al.* **Uma alternativa para ensinar e aprender um processo de difusão simples usando animações no Algodoo**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 33, p. 717-731, 2016. Acesso em 10 de março de 2020. <<https://doi.org/10.5007/2175-7941.2016v33n2p717>>.

DORNELLES, P. F. T. *et al.* **Simulação e modelagem computacionais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade: Parte II - circuitos RLC**. Rev. Bras. Ens. Fís, v. 30, n. 3, p. 3308, 2008. Acesso em 04 de dezembro de 2020. <<http://www.if.ufrgs.br/cref/ntef/publica.html>>.

FIGUEIRA, J. S. **Easy Java simulations**: modelagem computacional para o ensino de Física. Rev. Bras. Ens. Fís., São Paulo, v.27, n. 4, p. 613-618, dez. 2005. Acesso em 05 de dezembro de 2020. <<https://doi.org/10.1590/S1806-11172005000400017>>.

GERMANO, E. D. T. **O software Algodoo como material potencialmente significativo para o ensino de física**: simulações e mudanças conceituais possíveis. Dissertação (Mestrado) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2016.

GREGORCIC, Bor; BODIN, Madelen. **Algodoo**: A Tool for Encouraging Creativity in Physics Teaching and Learning. *The Physics Teacher*. 55: 1, 25-28, 2017. Acesso em 04 de novembro de 2020. <<https://doi.org/10.1119/1.4972493>>.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física**, v. 1: Mecânica. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

HEWITT, P. G. Física Conceitual. 12. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

LARA, A. L. de; MANCIA, L. B.; SABCHUK, L. *Et al.* **Ensino de Física Mediado por Tecnologias de Informação e Comunicação**: um relato de experiência. XX Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF 2013 – São Paulo, SP. Disponível em:

<<https://www2.unifap.br/rsmatos/files/2013/10/TICs-na-F%c3%adsica.pdf>>. Acesso em; 20.10.2020.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E. de. **Pesquisa em Educação: Abordagens qualitativas**. 1a. ed. São Paulo: EPU, 1986.

MENDES, E. DA S. **Modelagem Computacional e Simulações em Física usando o Software *Modellus***: uma abordagem alternativa no Ensino de Cinemática. Dissertação (Mestrado) – Centro Universitário Univates, 2014.

MICHEL, Maria Helena. **Metodologia e pesquisa científica em ciências sociais**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2015.

MINAYO, Maria Cecília de S. **Análise qualitativa: teoria, passos e fidedignidade**. Ciênc. saúde coletiva [online]. 2012, vol.17, n.3, pp.621-626.

MODELLUS. *Modelagem Interativa com Matemática*. Caparica: Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2010. Acesso em 01 de dezembro de 2020. <<https://psrc.aapt.org/items/detail.cfm?ID=5562>>.

MOREIRA, MARCO ANTONIO. **Uma análise crítica do ensino de física**. *Estud. av.* São Paulo, v. 32, n. 94, p. 73-80, dezembro de 2018. Acesso em 21 de novembro de 2019. <<http://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0006>>.

OLIVEIRA, J. M. M.; FERREIRA, M.; MILL, D. **Tecnologia no ensino de física: um estudo sobre concepções e perspectivas de professores do ensino médio**. *Inc. Soc.*, Brasília, DF, v.10 n.1, p.147-161, jul./dez. 2016. Acesso em 10 de dezembro de 2020. <<http://revista.ibict.br/inclusao/article/view/4179/3649>>.

RAMALHO JÚNIOR, Francisco. **Os fundamentos da Física** / RAMALHO JÚNIOR, Francisco; FERRARO, Nicolau Gilberto; SOARES, Paulo Antônio de Toledo. – 10. ed. – São Paulo: Moderna, 2009.

RAMALHO JÚNIOR, Francisco, 1940 - **Os fundamentos da Física**/RAMALHO JÚNIOR, Francisco; FERRARO, Nicolau Gilberto; SOARES, Paulo Antônio de Toledo. – 6. ed. – São Paulo: Moderna, 1993.

SILVA, J. R.; GERMANO, J. S. E.; MARIANO, R. S. SimQuest - ferramenta de modelagem computacional para o ensino de Física. Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, SP, Brasil. 2011. IN: **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 1, ano: 2011. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/rbef/v33n1/22.pdf>>. Acesso em: 20.10.2020.

TEIXEIRA, Elizabeth. **As três metodologias: acadêmica, da ciência e da pesquisa**. 7. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2014.

TEODORO, V. D.; VALENTE, M. O. *Modellus*, modelação matemática nas ciências Físicas e renovação do currículo. *Inovação*, Lisboa, v. 14, n. 3, 2001.

TORIBIO, A. M. V. História da Física. Universidade Federal do Espírito Santo, Secretaria de Ensino a Distância, Vitória, 2012. Disponível em: <<https://acervo.sead.ufes.br/arquivos/historia-da-fisica.pdf>>. Acesso em 01 de janeiro de 2021.

VEIT, E. A.; ARAÚJO, I. S. Modelagem computacional no Ensino de Física. IN: **I Encontro Estadual de Ensino de Física**. Porto Alegre, 25 a 26 de novembro de 2005. Instituto de Física,

UFRGS. Porto Alegre, RS, Ano; 2005. Disponível em:  
<<http://www.if.ufrgs.br/mpef/ieefis/tecno/modelagem.html>>. Acesso em: 09.12.2020.

APÊNDICE A – Resolução do problema sobre Queda Livre

**T-72 (UECE)** Uma pedra, partindo do repouso, cai de uma altura de 20 m. Despreza-se a resistência do ar e adote-se  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . A velocidade da pedra ao atingir o solo e o tempo gasto na queda, respectivamente, valem:

- a)  $v = 20 \text{ m/s}$  e  $t = 2 \text{ s}$       b)  $v = 20 \text{ m/s}$  e  $t = 4 \text{ s}$       c)  $v = 10 \text{ m/s}$  e  $t = 2 \text{ s}$   
 d)  $v = 10 \text{ m/s}$  e  $t = 4 \text{ s}$ .

**Resolução:** Ao conhecer e entender as funções que regem a queda livre, primeiramente devemos identificar todas as informações que o problema em questão nos dá como por exemplo, a altura  $H = 20 \text{ m}$  e a aceleração da gravidade  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Dessa maneira, para sabermos o valor da velocidade ( $v$ ), devemos achar primeiro o tempo ( $t$ ) de queda da pedra que o problema nos propõe. Para isso, utilizaremos a equação horária do espaço para determinar o tempo ( $t$ ):

$$H = \frac{g \cdot t^2}{2}$$

$$20 \text{ m} = \frac{10 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) \cdot t^2}{2} \rightarrow 20 \text{ m} = 5 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) \cdot t^2 \rightarrow t^2 = \frac{20 \text{ m}}{5 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)} \rightarrow t^2 = 4 \text{ s}^2$$

$$\rightarrow t = \sqrt{4 \text{ s}^2} \rightarrow t = 2 \text{ s}.$$

Após acharmos o tempo ( $t$ ), vamos calcular a velocidade por meio da equação horária da velocidade. Temos:

$$v = g \cdot t$$

$$v = 10 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) \cdot 2 \text{ s} \rightarrow v = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Logo, concluímos que a alternativa correta é o item a.

APÊNDICE B – Resolução do problema sobre Lançamento Horizontal

**R.67 (Adaptado)** Após uma enchente, um grupo de pessoas ficou ilhado numa região. Um avião de salvamento, voando horizontalmente a uma altura de 320 m e mantendo uma velocidade de 50 m/s, deve deixar cair um pacote com medicamentos e víveres para as pessoas isoladas. A que distância, na direção horizontal, o avião deve abandonar o pacote para que o mesmo atinja o grupo?

Despreze a resistência do ar e adote  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

**Resolução:** Para que o pacote caia e ao mesmo tempo percorra horizontalmente o movimento do avião, ele deve ser abandonado de uma posição tal que, no intervalo de tempo que gasta para cair, ele percorra a distância horizontal necessária para que atinja o grupo. Desse modo, devemos calcular o tempo de queda como se o pacote caísse livremente na direção vertical utilizando a seguinte equação:

$$y = \frac{g \cdot t^2}{2} \quad \rightarrow \quad y = \text{altura } (H), \text{ temos:}$$

$$320 \text{ m} = \frac{10 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) \cdot t^2}{2} \quad \rightarrow \quad 320 \text{ m} = 5 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) \cdot t^2 \quad \rightarrow \quad t^2 = \frac{320 \text{ m}}{5 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)} \quad \rightarrow \quad t^2 = 64 \text{ s}^2$$

$$\rightarrow \quad t = \sqrt{64 \text{ s}^2} \quad \rightarrow \quad t = 8 \text{ s.}$$

Durante esses 8 s, o pacote avança com movimento uniforme na direção horizontal e com velocidade constante  $v = 50 \text{ m/s}$ . Portanto:

$$x - x_0 = v_{0x} \cdot t \quad \rightarrow \quad x_0 = 0, \text{ temos:}$$

$$x = 50 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right) \cdot 8 \text{ (s)} \quad \rightarrow \quad x = 400 \text{ m.}$$