



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO

PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS E TECNOLOGIA

CURSO DE GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

IVERTON EMIQUISON RIBEIRO DE BESSA

**DESENVOLVIMENTO DE UM SIMULADOR COMPUTACIONAL PARA O
ESTUDO DE QUEDA LIVRE**

Pau dos Ferros

2023

Iverton Emiquison Ribeiro De Bessa

DESENVOLVIMENTO DE UM SIMULADOR COMPUTACIONAL PARA O ESTUDO DE QUEDA LIVRE

Monografia apresentada a
Universidade Federal Rural do Semi -
Árido (UFERSA), Como requisito
parcial para obtenção do título de
Bacharel em Tecnologia da
Informação.

Orientador: Glaydson Francisco Barros
de Oliveira. Prof. Dr.

Pau dos Ferros

2023

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

BI94d Bessa, Iverson Emiqueson Ribeiro de.
Desenvolvimento de um simulador computacional
para o estudo de queda livre / Iverson Emiqueson
Ribeiro de Bessa. - 2023.
57 f. : il.

Orientador: Glaydson Francisco Barros de
Oliveira .
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Tecnologia da
Informação, 2023.

1. Objeto de aprendizagem. 2. Simulador de
queda livre. 3. Ensino de física . I. Oliveira ,
Glaydson Francisco Barros de, orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Pau dos Ferros
Bibliotecária: Erlanda Maria Lopes da Silva
CRB: 15/966

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

Iverton Emiquison Ribeiro de Bessa

**DESENVOLVIMENTO DE UM SIMULADOR COMPUTACIONAL PARA O
ESTUDO DE QUEDA LIVRE**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Bacharelado
Interdisciplinar em Tecnologia da
Informação da Universidade Federal
Rural do Semi-Árido (UFERSA), como
parte dos requisitos para obtenção do
Título de Bacharel Interdisciplinar em
Tecnologia da Informação.

Defendida em: 12 / 04 / 2024.

BANCA EXAMINADORA

Glaysen Francisco Barros de Oliveira, Prof. Dr. (UFERSA)
Presidente

Marco Diego Aurelio Mesquita, Prof. Me. (UFERSA)
Membro Examinador

Sharon Dantas Da Cunha, Prof. Dr. (UFERSA)
Membro Examinador

AGRADECIMENTO

Gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos a todas as pessoas que estiveram ao meu lado durante esta jornada de conclusão do meu trabalho de conclusão de curso (TCC).

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus por sempre iluminar meus passos e me guiar pelo melhor caminho para alcançar meus objetivos. Sua orientação e apoio foram fundamentais em cada etapa deste processo.

À minha mãe, dona “Toinha”, meu agradecimento é imenso. Sua confiança em meu potencial e seu constante apoio foram a força motriz que me impulsionou a seguir em frente, mesmo nos momentos mais desafiadores. Sua presença em minha vida e pela minha educação são inestimáveis. Sou eternamente grata por todos os seus incentivos, por acreditar em mim e por apoiar minhas decisões.

Agradeço a meu orientador Glaydson Francisco Barros de Oliveira por fazerem parte deste importante capítulo da minha vida. Seu apoio fez toda a diferença e sou profundamente grato, por estar sempre à disposição quando mais precisei. Sua orientação e apoio foram fundamentais para a conclusão deste trabalho, e estou imensamente grato por sua dedicação e comprometimento.

Agradeço também aos professores Sharon e Marco Diego, que estiveram disponíveis nos momentos de dúvida, mostrando paciência e compreensão em todos os desafios que enfrentamos juntos. Sua colaboração foi inestimável e contribuiu significativamente para o sucesso deste projeto.

Não posso deixar de mencionar meu grande amigo, Dalton Campos, que se dispôs a me ajudar quando enfrentei problemas na parte do Back-end. Sua generosidade e habilidades foram cruciais para superar esses obstáculos, e sou grato por sua amizade e apoio inabalável.

Por fim, gostaria de estender meus agradecimentos a todos que contribuíram de alguma forma para que eu chegasse a este ponto de conclusão deste trabalho. Seu auxílio e suporte foram essenciais ao longo desta jornada, e estou profundamente grato por cada um de vocês.

Obrigado por fazerem parte deste importante momento em minha vida.

RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um simulador interativo de queda livre como uma ferramenta pedagógica para o ensino de física, destinado para o público da educação superior e com potencialidade para a educação básica. O simulador, enquanto objeto de aprendizagem (OA), é de livre acesso e possibilita a geração de dados da posição, do tempo e da velocidade, suficientes para a estimativa da aceleração da gravidade. Essa abordagem visa enriquecer a compreensão dos alunos sobre conceitos fundamentais de física, como queda livre e movimento uniformemente variado, oferecendo uma experiência prática que complementa o ensino tradicional. A pesquisa deste trabalho demonstra o potencial do uso de OA para contribuir no processo de ensino e aprendizagem, tornando conceitos abstratos mais acessíveis e tangíveis para os estudantes por meio de simulações de fenômenos físicos, facilitando a realização de experimentos sem necessidade de uso de ambientes controlados.

Palavras-chave: Objeto de aprendizagem. Simulador de queda livre.
Ensino de física

ABSTRACT:

This work presents the development of an interactive free fall simulator as a pedagogical tool for teaching physics, aimed at higher education audiences and with potential for basic education. This simulator is as a learning object (LO) with freely accessible and allows the generation of position, time and speed data, sufficient to estimate the acceleration of gravity. This approach aims to enrich students' understanding of fundamental physics concepts such as free fall and uniformly varied motion, offering a hands-on experience that complements traditional teaching. The research in this work demonstrates the potential of using LO to contribute to the teaching and learning process, making abstract concepts more accessible and tangible for students through simulations of physical phenomena, facilitating the carrying out of experiments without the need to use controlled environments.

Keywords: Learning object, free fall simulator, physics education.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	8
1.1.	Objetivo Geral	9
1.2.	Objetivos Específicos	9
2.	REFERENCIAL TEÓRICO	10
2.1.	Objetos de aprendizagem	10
2.2.	Utilização de simuladores no ambiente escolar	12
2.3.	Estudo sobre queda livre	16
2.4.	Repositório disponíveis na internet	17
3.	EXPLORANDO A FÍSICA DA QUEDA LIVRE ATRAVÉS DA SIMULAÇÃO	23
3.1.	PhysicsClassroom	24
3.2.	Interactives.ck12.or	25
3.3.	Laboratório Virtual de Física da Universidade Federal do Ceará	26
3.4.	Simulador de Queda Livre	27
4.	DESENVOLVIMENTO DO SIMULADOR	28
4.1	Diagrama de Atividade	29
4.1.1.	Requisitos do simulador	30
4.1.2.	Diagrama de Classe	33
4.2.	Tecnologia do sistema	34
4.3.	Programming language	34
4.3.1.	Framework Django	35
4.3.2.	Interface do Django Administrador	36
4.4.	Tela Inicial do Sistema	37
4.5.	Tela do Simulador	38
4.6.	Análise das Grandezas Físicas na Queda Livre	41
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
5.1.	Detalhamento da pesquisa de satisfação	42
5.1.1.	Metodologia da pesquisa	42
5.1.2.	Utilização de Simuladores na Educação	44
5.1.3.	Avaliação da Usabilidade e Desempenho do Simulador	44
5.1.4.	Eficácia dos Dados e Contribuições do Simulador	46
5.1.5.	Potencial do OA e Desenvolvimento de Habilidades Práticas.	47
5.1.6.	Sugestões para Melhoria do <i>software</i> :	48
5.1.7.	Visão sobre a Adaptação do <i>Software</i> às Mudanças nas Práticas de Ensino e Aprendizagem:	49
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
	REFERÊNCIAS	51
	APÊNDICE	55

1. INTRODUÇÃO

Na Educação Básica, um dos primeiros conteúdos abordados em física são os conceitos de mecânica clássica. Durante esse período, são estudados conceitos de movimento de corpos e, em particular, queda livre.

Estudos sobre queda livre e aceleração da gravidade são práticas habituais em laboratórios didáticos de nível superior (Bezerra, A.B. et al, 2023). Assim, uma das possíveis maneiras de se medir a aceleração da gravidade (g) envolve o experimento de soltar um objeto verticalmente de uma altura estabelecida (h), onde é calculado o período em que o objeto leva para atingir o solo, dado que a velocidade inicial é zero (Cordova, H.; Tort, A. C., 2016).

Neste sentido, para fins didáticos, estabelecer uma relação entre o tempo de queda dos objetos e a sua posição, é um tanto desafiador sem equipamento adequado, devido à rapidez da queda. Diante deste contexto, um método alternativo é a utilização de simuladores que possibilitam a observação do fenômeno sem uso de ambientes controlados. Com eles, os alunos podem ajustar parâmetros como a aceleração da gravidade, com base na latitude e altitude fornecidas. Tal simulador oferece resultados visualizáveis e analisáveis em tempo real, enriquecendo a compreensão e a experiência educacional.

Conforme evidenciado por (Motta LD, Freitas AA de, Janovik Júnior RX, Blatt CR 2021, p.2), os simuladores, categorizados como objetos de aprendizagem (OA), servem como instrumentos pedagógicos essenciais, potencializando o ensino através da integração de tecnologias. Entretanto, não é uma empreitada simples, encontrar OA que sejam adequados para um objeto de aprendizagem específico, especialmente quando se deseja utilizá-los como ferramentas exemplificativas dos conceitos discutidos em aula. Essa busca exige um esforço significativo por parte do professor, visando enriquecer e tornar as aulas ainda mais envolventes.

De modo a contribuir com o acervo de simuladores destinados para o ensino de Física, o presente trabalho nasce de um projeto de pesquisa voltado para o desenvolvimento de instrumentos educacionais para o ensino de física.

Ao longo desta monografia discutiremos as etapas de desenvolvimento do simulador de queda livre, sua origem, o objetivo principal por trás de sua concepção, uma revisão bibliográfica cuidadosamente elaborada com o propósito de discutir o uso

de simuladores no contexto educacional, o emprego da metodologia proposta por Averill M. Law & Associates (2022), uma vez que seus trabalhos são reconhecidos por suas contribuições significativas no campo da metodologia de pesquisa, especialmente em áreas como engenharia e ciências aplicadas. Além de uma abordagem estruturada que segue etapas específicas para alcançar a validação de um modelo de um simulador. Para auxiliar na clareza e entendimento do funcionamento do simulador, foi elaborado um diagrama de classe e atividade para detalhar o fluxo do sistema.

As tecnologias empregadas no desenvolvimento deste projeto incluíram a linguagem de programação JavaScript para a manipulação dinâmica de imagens, possibilitando sua interatividade e movimento. O CSS foi utilizado para a estilização de elementos específicos, proporcionando uma apresentação visual coesa e agradável. O HTML desempenhou um papel fundamental na marcação estrutural do conteúdo, garantindo a correta disposição e organização dos elementos na interface. Além disso, o framework Django foi adotado para o desenvolvimento do banco de dados, fornecendo uma estrutura robusta e eficiente para gerenciar e armazenar os dados necessários para o funcionamento do sistema. Essa combinação de tecnologias possibilitou a criação de uma aplicação web dinâmica e funcional.

Neste sentido, buscou-se desenvolver um OA de maneira intuitiva e acessível, permitindo que educadores e estudantes os utilizem como ferramenta de ensino e aprendizagem, priorizando-se a simplicidade de design e a otimização processamento associados à sua implementação.

1.1. Objetivo Geral

Desenvolver um simulador interativo como uma ferramenta pedagógica para o estudo de queda livre a partir dos dados da posição e do tempo.

1.2. Objetivos Específicos

- Implementar ferramentas tecnológicas para auxiliar o ensino na Educação Básica e Superior;
- Possibilitar o estudo de conceitos de Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (queda livre);
- Criar um modelo inicial destinado ao uso em ambiente escolar;

- Avaliar os impactos da implementação do simulador, por meio de um questionário de avaliação de *software* entregue aos alunos;

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Na etapa de criação do *software* tivemos como aporte teórico o trabalho de Averill M. Law & Associates (2022) que, por sua vez, fundamentou-se no capítulo “Construindo Modelos de Simulação Válidos, Credíveis e Apropriadamente Detalhados” de Law (2015). Além disso, Averill M. Law & Associates também se desenvolveu nos minicursos de simulação que ele mesmo apresentou. Outras referências fundamentais para a construção e validação de modelos mencionados por Averill M. Law & Associates, incluem Carson (1986); Bancos et al. (2010); MSCO (2012); Sargento (2015); Sargent et al. (2016); Robinson (2017); Sargent e Balci (2017); e Sargent (2020). É particularmente notável mencionar que o artigo de Sargent e Balci (2017) oferece um retrospecto sobre validação (e verificação) de modelos desde antes de 1970 até os dias atuais. Neste contexto, Averill M. Law & Associates destaca as seguintes etapas para chegar a um modelo válido: Formule o problema; coletar informações/dados e construa um documento de premissas; o documento de premissas é válido?; programe o modelo; O modelo programado é válido?; projetar, conduzir e analisar experimentos; documente e apresente os resultados.

2.1. Objetos de aprendizagem

Objetos de aprendizagem são recursos digitais como apresentações de slides interativos, tutoriais em vídeo, simulações, jogos educacionais e questionários online, projetados para auxiliar o processo de ensino e aprendizagem. Nesse cenário, a tecnologia se apresenta como uma ferramenta pedagógica acessível, pronta para contribuir efetivamente no processo de ensino, evidenciando o papel relevante desses recursos no contexto educacional. Como retratado no trabalho da (Revista Paranaense De Inovação, 2019). Onde menciona que os (OA), podem auxiliar na aprendizagem e ao mesmo tempo, integrar a sociedade às novas tecnologias, com abordagens de conteúdos que têm uma significância enorme para os alunos no tocante a sua formação. Tendo em mente sua importância.

Segundo BRASIL (2002), entende-se que o espaço formal de ensino deve possibilitar a integração do estudante ao mundo em sua volta, proporcionando o desenvolvimento de indivíduo autônomo apto a enfrentar as mudanças impostas pelo mundo globalizado e informatizado. Portanto, reforça-se a importância da interação entre professor, aluno e Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs), numa busca de alternativas que ajudem a diminuir as dificuldades encontradas no ensino dos conceitos físicos, corroborando com Erica et al (2020) que, a partir das suas observações, perceberam que a utilização das TDICs no ensino de Física é uma solução moderna e eficaz.

Nos últimos anos, tem-se observado um crescente interesse no desenvolvimento e integração de Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) no ensino. Nesse sentido, os Objetos de Aprendizagem (OA) têm sido explorados como ferramentas pedagógicas para facilitar o processo de ensino e aprendizagem, promovendo uma abordagem mais dinâmica e interativa. Contudo, o objetivo desta seção é demonstrar a importância e suas respectivas implementação no ambiente escolar de um aparato educacional, cuja finalidade visa não só implementar conceitos físicos, mas demonstra que as disciplinas de exatas quando associado a um meio tecnológico torna-se mais intuitivo e versátil o aprendizado do aluno. Portanto, o presente trabalho se concentra em um simulador de queda livre, o qual oferece aos usuários a oportunidade de realizar experimentos virtuais de queda livre em tempo real, permitindo uma interação direta e instantânea com o instrumento educacional.

Todavia, o objeto de aprendizagem (OA) pode ser classificado como meio de ensino que possibilita uma aprendizagem significativa, isto é, desde um filme, jogo, vídeo ou até animações com simuladores, que possa contribuir no processo de aprendizado dos seus respectivos consumidores. Segundo Beck, apud Wiley (2001:1).

Qualquer recurso digital que possa ser reutilizado para o suporte ao ensino. A principal idéia dos Objetos de Aprendizado é quebrar o conteúdo educacional em pequenos pedaços que possam ser reutilizados em diferentes ambientes de aprendizagem, em um espírito de programação orientada a objetos.

De acordo com Santos (2007) argumenta, uma compreensão completa dos Objetos de Aprendizagem (OA) é delineada quando ele emprega a expressão. " Todo material digital que fornece informações para a construção de conhecimento pode ser

considerado um Objeto de Aprendizagem, seja essa informação em forma de uma imagem, uma página HTML, uma animação ou simulação”.

A demasiado contexto, os autores (Ebert, Thales Igor et al. 2017.P,3) desenvolveram objetos de aprendizagem que tiveram um impacto positivo na compreensão e formação de conceitos de Física e lógica entre os estudantes. Essa abordagem, baseada em simulações, não apenas foi bem recebida pelos alunos, mas também os motivou durante as aulas. Trabalhar com simulações desafiou os estudantes a aplicarem conceitos de Física dentro do contexto da programação, incentivando alguns a buscar conhecimento além do currículo da disciplina.

Diante do contexto, vale ressaltar que a implementação dos OA é uma questão que aos poucos tende a se tornar tendência na sociedade, isso de fato é resultado dos avanços tecnológicos que possibilitam a implementação de simuladores ou outro aparato educacional online, que de certa forma pode até auxiliar os laboratórios de física. Visto que, nem sempre as instituições têm à disposição de seus alunos todos os aparatos necessários para determinado experimento. Neste contexto, podemos mencionar a importância dos OA como recurso educacional, pois para se construir um laboratório de física por exemplo com seus devidos recursos necessário para queda livre de um objeto desconsiderando a resistência do ar, é algo que poucas instituições têm disponível.

2.2. Utilização de simuladores no ambiente escolar

Na análise dos trabalhos pedagógicos, constatou-se que a predominância desses estudos revelou a presença de simuladores de alta qualidade. Esses simuladores, unidos por uma finalidade especificamente comum, visavam a otimização do processo educacional por meio de abordagens simuladas. Essa abordagem se mostrou eficaz ao fomentar o envolvimento dos alunos com essa modalidade inovadora de ensino, traduzindo-se em desempenhos positivos após sua implementação. No âmbito da temática investigada, é oportuno destacar uma seleção de estudos notáveis que enriquecem a discussão.

O cenário educacional contemporâneo tem explorado uma ampla gama de recursos, e entre eles, destaca-se a proposta de materiais didáticos estruturados

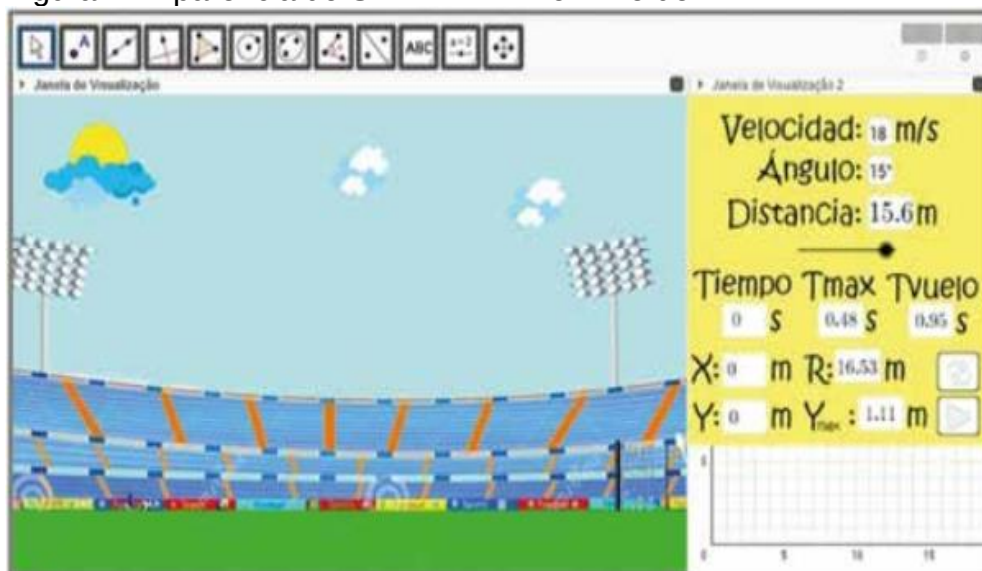
conhecidos como "Objetos de Aprendizagem" (OA). Estes materiais, caracterizados por sua diversidade de formatos e propostas de uso, têm sido objeto de atenção na busca por aprimorar os métodos de ensino. Contudo, ainda não há uma característica que os OA devem possuir para ser considerado como recursos pedagógicos que apoiem a aprendizagem. Carneiro, Mára Lúcia Fernandes e Silveira, Milene Selbach, 2014, p.

No entanto, uma questão crucial permeia esse campo: a ausência de consenso sobre as características essenciais que esses recursos devem possuir para serem considerados eficazes no apoio à aprendizagem. Autores notáveis, como Metros & Bennet (2002, p. 3; Polsani 2003, p.2; Metros 2005, p.12, e Koochang; Harman 2007, destacam a necessidade de considerar aspectos como reusabilidade, onde se baseiam em conceitos da programação orientada a objetos da área de ciências da computação, no início dos anos 1990.

O ensino da queda dos corpos é um tema tradicionalmente presente nos currículos de ensino de Física, tanto nos da educação básica quanto nos do ensino superior. Por se tratar de um assunto clássico nas aulas de física, normalmente o ensino é com apoio de livros didáticos, com uma demonstração prática, a queda dos corpos é ensinada com enfoque experimental no laboratório didático tradicional, caso a instituição de ensino possua esta estrutura. (Dias, Marco Adriano, Vianna, Deise Miranda e Carvalho, Paulo Simeão, 2018, P. 3).

O desenvolvimento de *software* como ferramenta metodológica tem trazido grandes resultados no processo de ensino e aprendizagem. O *software* denominado tiro livre de futebol foi utilizado como ferramenta pedagógica para ensinar ciências aos alunos do 4º ano da Educação Média da Venezuela. Este recurso inovador foi desenhado especificamente para ilustrar o movimento parabólico, oferecendo aos alunos a oportunidade de interagir com diversas variáveis em um ambiente simulado Gutiérrez Araujo; Castillo Bracho (2019).

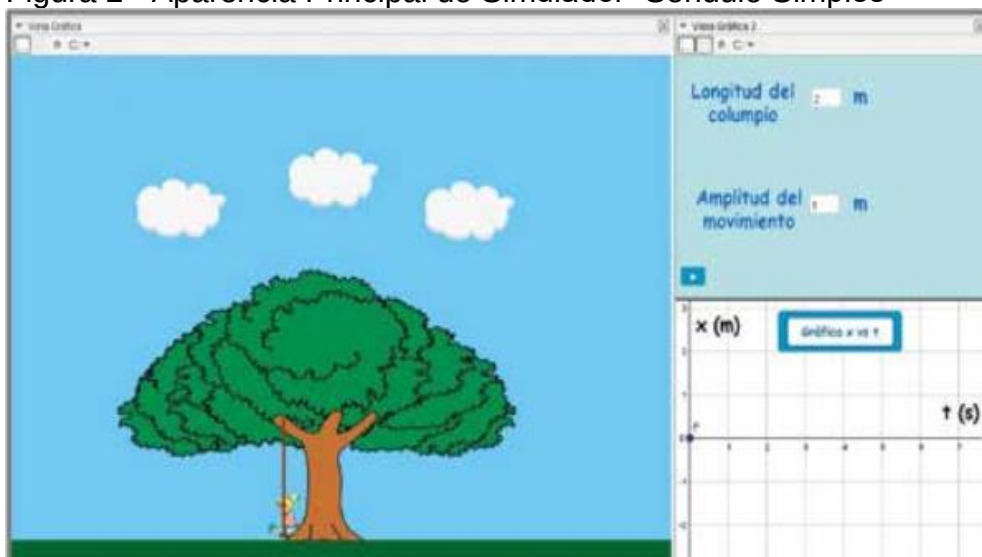
Figura 1 - Aparência do Simulador “Tiro Livre de Futebol”



Fonte: Gutiérrez Araujo; Castillo Bracho (2019).

Já o simulador de "pêndulo simples" exemplifica os conceitos de movimento harmônico simples são apresentados aos alunos do 4º ano da Educação Média da Venezuela. Este simulador, oferece aos alunos uma representação visual do pêndulo simples, com uma interface dividida entre uma cena de uma menina em um balanço e um painel de controle interativo. Este painel permite aos alunos ajustar diversas variações e observar um gráfico x vs. t . A atividade proposta pelo simulador visa capacitar os alunos a determinar experimentalmente a aceleração da gravidade da Terra Gutiérrez Araujo; Castillo Bracho (2019).

Figura 2 - Aparência Principal do Simulador “Sêndulo Simples”



Fonte: Gutiérrez Araujo; Castillo Bracho (2019).

Da mesma forma, Carneiro, m. l. f.; silveira, m. s.p, 4 ,2012) conduziram uma investigação sobre o mesmo assunto. Também se destaca em sua pesquisa a perspectiva dos alunos em relação à implementação dos Objetos de Aprendizagem (OA) em sala de aula. Após a abordagem de 10 OA, os alunos responderam a um questionário online. Embora as respostas tenham sido variadas, muitos expressaram opiniões semelhantes sobre o uso dos OA.

- Reforçar o conteúdo abordado em sala de aula.
- Facilitar a interação e integração com o conteúdo de forma visível e acessível.
- Apresentar a teoria de maneira dinâmica, relacionando-a a situações reais ou próximas da realidade.
- Proporcionar uma experiência prática que vai além da teoria.
- Oferece uma abordagem de estudo diferenciada e interativa.
- Ilustrar aspectos complexos do conteúdo que podem ser difíceis de compreender apenas por meio da leitura do material didático.
- Ajudar na compreensão profunda do conteúdo, em vez de se limitar à memorização.
- Consolidar os conhecimentos adquiridos na sala de aula.
- Servir como uma bibliografia auxiliar enriquecedora.
- Facilitar a revisão e o reforço dos tópicos abordados em aula.

Dessa forma, podemos mencionar que, de fato, o uso de objetos de aprendizagem é uma ferramenta útil no processo de ensino. O estudo de Mára Lúcia Fernandes Carneiro e Milene Selbach Silveira (2014) destaca o Núcleo de Apoio Pedagógico à Educação a Distância (NAPEAD), que tem por objetivo apoiar a construção de objetos de aprendizagem (OAs), através do oferecimento de uma infraestrutura de apoio tecnológico e pedagógico aos professores interessados. Do ponto de vista do NAPEAD podemos notar um apoio significativo tanto tecnológico quanto pedagogicamente no processo de desenvolvimento de recursos didáticos.

Dessa forma, podemos compreender plenamente a relevância desta ferramenta metodológica no contexto educacional contemporâneo. Visto que atualmente compreende-se que o fácil acesso aos computadores e a internet gera uma nova dimensão para o uso de *softwares* educativos no processo de ensino-aprendizagem, (Fagan, s. b.; porto, a. v. l.; jauris. P, 3, 2016).

2.3. Estudo sobre queda livre

A discussão sobre a teoria da gravidade e sua história. Cerca de 300 anos antes da Era Cristã, o renomado filósofo grego Aristóteles formulou a teoria de que se soltássemos dois objetos com massas distintas de uma mesma altura, o objeto mais pesado alcançaria o solo primeiro. Em outras palavras, ele propôs que os tempos de queda desses objetos seriam diferentes. No entanto, no século XVII, Galileu Galilei desafiou essas concepções aristotélicas tradicionais sobre a queda dos corpos. De acordo com Aristóteles, um corpo mais pesado cairia mais rápido do que um corpo mais leve. Galileu, por outro lado, propôs uma visão diferente: se duas pedras, uma significativamente mais pesada que a outra, fossem soltas simultaneamente de uma altura idêntica em um ambiente sem resistência do ar, ambas chegariam ao solo ao mesmo tempo. Isso se deve ao fato de que, na ausência de resistência atmosférica, todos os corpos, independentemente de sua massa, caem com a mesma aceleração devido à gravidade, Cassemiro, Anderson, Aparecido (2011).

A concepção de Galileu sobre a queda livre dos corpos, independentemente de sua massa, é algo a considerar, pois foi devidamente demonstrada em um experimento moderno apresentado pelo físico Brian Cox. No episódio "Universo Humano" no canal BBC, Cox visitou o que é descrito como "maior aspirador do mundo". Dentro deste imenso "aspirador ar", ele realizou um experimento simples, mas revelador: uma bola de boliche e uma pena foram soltas simultaneamente. Contrariando as intuições baseadas em nossas observações diárias na Terra (onde a resistência do ar afeta objetos de maneiras diferentes), ambos os objetos caíram juntos, atingindo o chão ao mesmo tempo, justamente como Galileu teria previsto em suas teorias. Este experimento ilustra de maneira impactante como a resistência atmosférica pode distorcer nossa percepção da gravidade em ação. (Brian, 2014).

Figura 3 - Experimento da Resistência Atmosférica



Fonte: [https://www.youtube.com/watch?v=E43-CfukEgs&ab_channel=BBC\(2023\)](https://www.youtube.com/watch?v=E43-CfukEgs&ab_channel=BBC(2023)).

2.4. Repositório disponíveis na internet

De acordo com a revisão realizada nos principais repositórios na internet pode-se perceber uma grande variedade de objetos de aprendizagem. No contexto da física, simuladores têm emergido como ferramentas poderosas para ilustrar conceitos complexos. Por exemplo, encontramos simuladores que abordam tópicos de cinemática, permitindo aos alunos visualizar e manipular variáveis para compreender melhor o movimento de objetos sob várias condições. Da mesma forma, encontram-se objetos de aprendizagem relacionados a forças, onde os alunos podem observar experimentos virtualmente com diferentes tipos de atritos. Estes recursos podem ser especialmente úteis para demonstrar leis e princípios que podem ser desafiadores para serem entendidos apenas através de fórmulas matemáticas e descrições textuais, (WALSH, 2023).

Portanto, estes são apenas alguns exemplos ilustrativos. A realidade é que a variedade de objetos de aprendizagem disponíveis é vasta e continua a crescer, oferecendo oportunidades inovadoras para tornar a aprendizagem da física (e de muitas outras disciplinas) mais interativa, envolvente e eficaz.

Dada a popularidade dos objetos de aprendizagem (OA) tem levado a uma proliferação de repositórios online que abrigam uma variedade de recursos pedagógicos que auxiliam na educação em diversos campos, incluindo a física.

No entanto, conforme evidenciado na revisão, apresentaremos no Quadro 1 uma variedade de repositórios. Vale ressaltar que a revisão não é exaustiva, pois nem todos os tópicos e conceitos estão igualmente representados nesses repositórios.

Quadro 1 - Principais Repositórios Disponíveis na Internet

Repositório	Livre acesso	Simuladores de queda livre	Português	Mobile	Disponível
PhET	Sim	Não há	Sim	Sim	https://phet.colorado.edu/pt_BR/
MyPhysicsLab	Sim	Não há	Não	Sim	https://myphysicslab.com/
OPhysics	Sim	Não há	Não	Sim	https://ophysics.com/w.html
PhysicsClassroom	Sim	Sim	Não	Sim	https://www.physicsclassroom.com/class
interactives.ck12.org	Sim	Sim	Não	Sim	https://interactives.ck12.org/simulations/physics.html
Laboratório de Física UFC	Sim	Sim	Sim	Sim	https://www.laboratoriovirtual.fisica.ufc.br/simulacoes
mrsmont.com	Sim	Não há	Sim	Sim	https://mrsmont.com/
walterfendt.de/phys	Sim	Não há	Não	Sim	https://walterfendt.de/
jogosdaescola	Sim	Sim	Sim	Sim	https://www.jogosdaescola.com.br/

Fonte: Autoria própria (2023).

De posse dos dados da pesquisa ressaltamos alguns pontos a considerar de cada repositório. O repositório PhET Interactive Simulations é um projeto educacional que oferece simulações interativas online livre para o ensino de ciências e matemática. Essas simulações visam proporcionar uma abordagem prática e envolvente para a aprendizagem de conceitos científicos e matemáticos complexos. Os objetos de aprendizagem do PhET são representados por simulações interativas, que são

projetadas para permitir que os alunos experimentem, explorem e visualizem fenômenos científicos. Por outro lado, o PhET Interactive Simulations agrega valor ao cenário educacional de várias maneiras, por exemplo:

- Interatividade: As simulações oferecidas pelo PhET são interativas, permitindo que os alunos experimentem virtualmente fenômenos científicos e matemáticos. Isso proporciona uma abordagem prática e envolvente para a aprendizagem.
- Visualização de Conceitos Abstratos: Muitos conceitos científicos e matemáticos podem ser abstratos e difíceis de se entender e visualizar. As simulações do PhET ajudam os alunos a visualizar esses conceitos de uma maneira mais clara, o que pode facilitar a compreensão.
- Complemento ao Ensino em Sala de Aula: Educadores podem usar as simulações do PhET como complemento ao ensino em sala de aula. As simulações proporcionam uma maneira prática de reforçar os conceitos ensinados, permitindo que os alunos explorem e apliquem o que aprenderam.
- Acesso Gratuito: As simulações PhET são gratuitas para uso, o que aumenta a acessibilidade e permite que educadores em todo o mundo incorporem essas ferramentas em suas práticas pedagógicas sem custos adicionais.

O MyPhysicsLab é um repositório que oferece simulações físicas interativas como objetos de aprendizagem. Essas simulações visam proporcionar uma compreensão prática de conceitos físicos complexos. Além disso o MyPhysicsLab apresenta algumas características:

- Simulações Físicas Detalhadas: Neste requisito o MyPhysicsLab se concentra em fornecer simulações detalhadas que permitem aos usuários explorar e compreender fenômenos físicos específicos. As simulações podem abranger uma variedade de tópicos dentro do campo da física.
- Interatividade e Experimentação: As simulações do MyPhysicsLab são interativas, permitindo que os usuários experimentem virtualmente diferentes cenários e ajustem variáveis para observar os efeitos. Isso promove a experimentação e a descoberta ativa.
- Especialização em Física: Ao contrário de repositórios mais amplos, o MyPhysicsLab é especializado em simulações físicas. Isso pode ser uma vantagem

se você estiver procurando por ferramentas específicas para o ensino de conceitos físicos em particular.

- Integração Educacional: O MyPhysicsLab pode ser integrado em práticas educacionais, tanto em sala de aula quanto no ensino à distância. Isso pode ser particularmente útil para reforçar conceitos ensinados de maneira prática.

O "OPhysics" é um repositório onde a grande parte dos objetos de aprendizagem é voltada para área da física. Essa plataforma que tem como tema "oFísica: Simulações Interativas de Física". Da mesma forma do repositório MyPhysicsLab, o OPhysics apresenta características parecidas no que diz respeito a objetos de aprendizagem com foco em física.

- Objetos de Aprendizagem: O OPhysics destaca-se ao proporcionar experiências aprofundadas que permitem aos usuários explorar e compreender fenômenos físicos específicos como forças, cinemática, conservação, ondas e muitos outros.
- A algumas das características marcantes nas simulações do OPhysics. Um ponto é o ajuste de variáveis e os efeitos resultantes. Esse enfoque ativo na experimentação promove a participação ativa dos alunos, incentivando a descoberta e a compreensão prática dos conceitos físicos.
- Interatividade: é uma característica distintiva e marcante nas simulações oferecidas pelo OPhysics. Essa característica ativa na experimentação não apenas promove a participação efetiva dos alunos, mas também os estimula a explorar, descobrir e compreender de maneira prática os conceitos físicos apresentados.
- Integração Educacional: O OPhysics é projetado para uma fácil integração nas práticas educacionais, tanto em ambientes de sala de aula quanto no ensino à distância. Essa flexibilidade torna a plataforma altamente adaptável às necessidades dos educadores, oferecendo uma maneira prática de reforçar os conceitos ensinados durante o processo de aprendizagem.

O PhysicsClassroom é um site educacional que oferece recursos de ensino e aprendizagem em física. Contudo, podemos mencionar alguns aspectos que agregam valor ao repositório PhysicsClassroom:

Multimídia Educacional: O site incorpora uma variedade de recursos multimídia, como animações, gráficos interativos e simulações, para ajudar os alunos a visualizar e compreender conceitos físicos abstratos.

- Questionários Interativos: Além de lições, o PhysicsClassroom fornece questionários interativos e exercícios práticos que permitem aos alunos testar seu entendimento e aplicar os conceitos aprendidos.
- Respostas e Explicações Detalhadas: As respostas para questionários e exercícios, juntamente com explicações detalhadas, são fornecidas. Isso auxilia os alunos na compreensão de onde cometeram erros e no reforço dos conceitos corretos.
- Ferramentas Educacionais Complementares: Além das lições e questionários, o PhysicsClassroom oferece ferramentas educacionais complementares, como calculadoras interativas e gráficos, para apoiar o processo de aprendizagem.

O CK-12 Foundation oferece uma coleção de simulações interativas em seu repositório. Da mesma forma dos demais ele apresenta simulações com diferentes conceitos como aceleração, movimento circular, força centrípeta entre outros.

- Simulações Interativas: Neste repositório se concentra em simulações interativas e dinâmicas. Essas simulações proporcionam aos alunos uma experiência prática para explorar conceitos considerados complexos de maneira virtual.
- Abordagem Prática e Visual: Similar ao PhET, o CK-12 Foundation busca oferecer uma abordagem prática e visual para a aprendizagem, permitindo que os alunos visualizem processos e fenômenos de maneira mais concreta.
- Acessibilidade: Verificar a acessibilidade e facilidade de uso das simulações é crucial para garantir que educadores e alunos possam integrar efetivamente essas ferramentas em seus estudos.

O Laboratório Virtual de Física da Universidade Federal do Ceará (UFC) oferece uma variedade de simulações online que visam complementar o ensino de física. No entanto, é notável alguns aspectos a considerar.

- Enfoque em Física: O repositório do Laboratório Virtual de Física da UFC se concentra especificamente em simulações relacionadas à física, proporcionando aos alunos a oportunidade de explorar conceitos específicos dessa disciplina.
- Visualização de Fenômenos Físicos: As simulações fornecem uma maneira visual e interativa de compreender fenômenos físicos, contribuindo para a visualização de conceitos abstratos que podem ser desafiadores apenas com métodos tradicionais de ensino.

- Aplicação Prática: Ao permitir que os alunos interajam com as simulações, o Laboratório Virtual de Física da UFC oferece uma aplicação prática dos conceitos teóricos, auxiliando no desenvolvimento de uma compreensão mais sólida.

O site mrmont.com apresenta objetos de aprendizagem que na grande maioria são simulações e jogos. Tornando um diferencial dos demais, contudo os simuladores apresentam aspectos importantes.

- Tipos de simulações: O mrmont.com tem como simulações voltadas para alguns tópicos como movimento do projétil, gravidade, força e centrípeta, momento, impulso e energia. Tornando esses tópicos essenciais para alunos que desejam compreender conceitos físicos.
- Interatividade: As simulações do mrmont.com são bastante interativas, dessa forma permite que os usuários experimentem virtualmente diferentes cenários. Além disso, é possível ajustar variáveis para observar os efeitos das simulações.
- Acesso Gratuito: O site é acessível gratuitamente, tornando-se assim o acesso para todos educadores e alunos sem custos adicionais para acessar os objetos de aprendizagem.

O site "walter-fendt.de/phys" é mantido por Walter Fendt, um professor de física alemão conhecido por suas simulações educacionais interativas. Similar ao PhET, este repositório também tem como objetivo fornecer recursos que ajudam na compreensão de conceitos de física, além de outras disciplinas que são abordadas neste repositório.

- Simulações Interativas: Assim como o PhET, o repositório de Walter Fendt oferece simulações interativas que permitem aos alunos experimentar e visualizar conceitos físicos em ação.
- Variedade de Tópicos: Este repositório apresenta uma grande variedade de tópicos que são exemplificados por simulações. Quanto mais abrangente for a cobertura de conceitos, mais útil o repositório pode ser em contextos educacionais, tornando o mesmo versátil.
- Qualidade das Simulações: A qualidade das simulações é um fator crítico. Contudo, este repositório apresentou simuladores de ótima qualidade tanto visual quanto estético tornando a interação com o usuário intuitiva.

Um dos repositórios amplamente reconhecidos na área de educação é o 'Jogos da Escola', que oferece uma extensa e diversificada gama de objetos de aprendizagem. Este repositório aborda uma variedade de conceitos, incluindo Ciências, Coordenação Motora, Formas Geométricas, Quebra-Cabeça, entre outros. Assim como outros repositórios, o 'Jogos da Escola' compartilha características comuns, destacando-se como uma valiosa fonte de recursos educacionais interativos.

- Interatividade: Os jogos educacionais oferecidos pelo "Jogos da Escola" são interativos, proporcionando aos alunos uma experiência envolvente. Eles podem participar ativamente, experimentar conceitos e aplicar conhecimentos de forma prática.
- Visualização de Conceitos Abstratos: Similar às simulações do PhET, o "Jogos da Escola" visa tornar conceitos abstratos mais tangíveis. Através dos jogos, os alunos podem visualizar e compreender de maneira mais clara conceitos desafiadores, como Ciências, Coordenação Motora, Formas Geométricas, Quebra-Cabeça, entre outros.
- Complemento ao Ensino em Sala de Aula: Educadores podem integrar os jogos educacionais do "Jogos da Escola" como complemento ao ensino em sala de aula. Esses objetos de aprendizagem oferecem uma abordagem prática para reforçar os conceitos ensinados, incentivando os alunos a explorar e aplicar o que aprenderam de maneira lúdica.

3. EXPLORANDO A FÍSICA DA QUEDA LIVRE ATRAVÉS DA SIMULAÇÃO

Ao refletir sobre a diversidade de recursos educacionais disponíveis em repositórios online, percebemos uma lacuna notável na presença de simuladores com foco em queda livre. A análise de diversos repositórios revela que apenas um pequeno grupo que engloba esse fenômeno, são os repositórios: PhysicsClassroom, interactives.ck, Laboratório de Física UFC e jogosdaescola, apresentam ferramentas dedicadas a explorar esse conceito fundamental da física.

A queda livre é um fenômeno profundamente envolvente e aplicável a inúmeros cenários do cotidiano e campos científicos. No entanto, a escassez de simuladores específicos para esse tópico ressalta uma oportunidade valiosa para o desenvolvimento de um novo recurso educacional. Dessa forma o simulador de queda

livre não apenas preencherá essa lacuna, mas também proporcionará uma abordagem prática e envolvente para o aprendizado desse conceito desafiador.

Ao oferecer uma ferramenta interativa e visualmente atraente, pretende-se com o desenvolvimento deste simulador tornar uma contribuição significativa para educadores e alunos em busca de maneiras inovadoras de explorar e compreender os princípios da queda livre. A capacidade de visualização e experimentação proporcionada por simuladores não apenas aprimora a compreensão conceitual, mas também inspira o interesse e a curiosidade dos alunos, criando uma experiência de aprendizado mais completa.

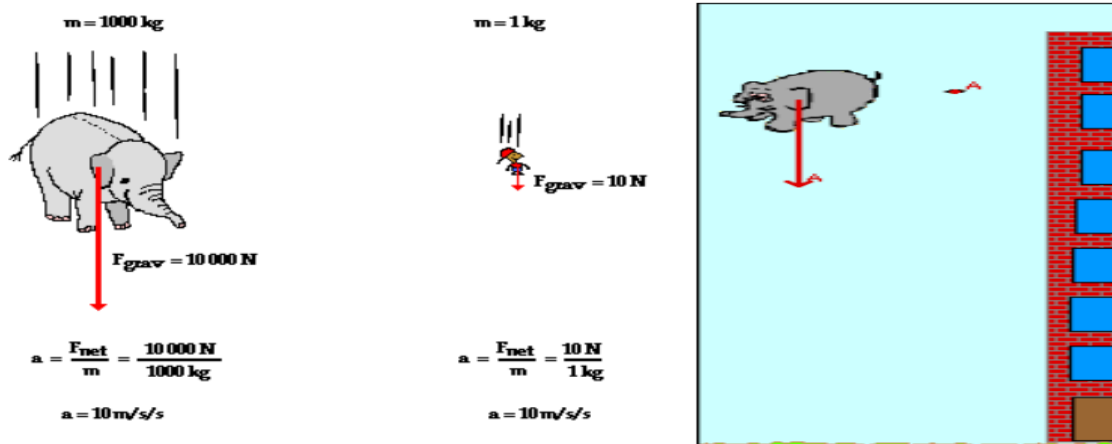
Assim, diante da escassez de simuladores dedicados à queda livre nos repositórios existentes, o objetivo deste trabalho é desenvolver e detalhar o simulador construído no decorrer do semestre, mas também é permitindo aos usuários visualizar a queda de um objeto em um ambiente que desconsidera a resistência do ar, proporcionando uma representação pura do movimento sob a influência exclusiva da gravidade. Portanto, este simulador oferece uma ferramenta valiosa para enriquecer o ensino de física, promovendo uma abordagem prática e envolvente para a aprendizagem.

3.1. PhysicsClassroom

No primeiro momento foram investigados os simuladores disponíveis no repositório physicsclassroom. Um dos aspectos a enfatizar é que o mesmo não é em português tornando um impasse para grande maioria dos lusófonos, contudo é possível modificar esta questão.

Um dos pontos positivos é que a versão do site é compatível com navegadores mobile, uma vez que a maioria dos usuários utilizam smartphone no cotidiano. Além disso, há vários questionamentos sobre a aceleração da gravidade que é respondida seguindo a lei do movimento de Newton. Assim será possível compreender alguns conceitos, abaixo há um exemplo que ilustra o conteúdo de queda livre conforme a figura 4

Figura 4 - Movimento de Queda Livre



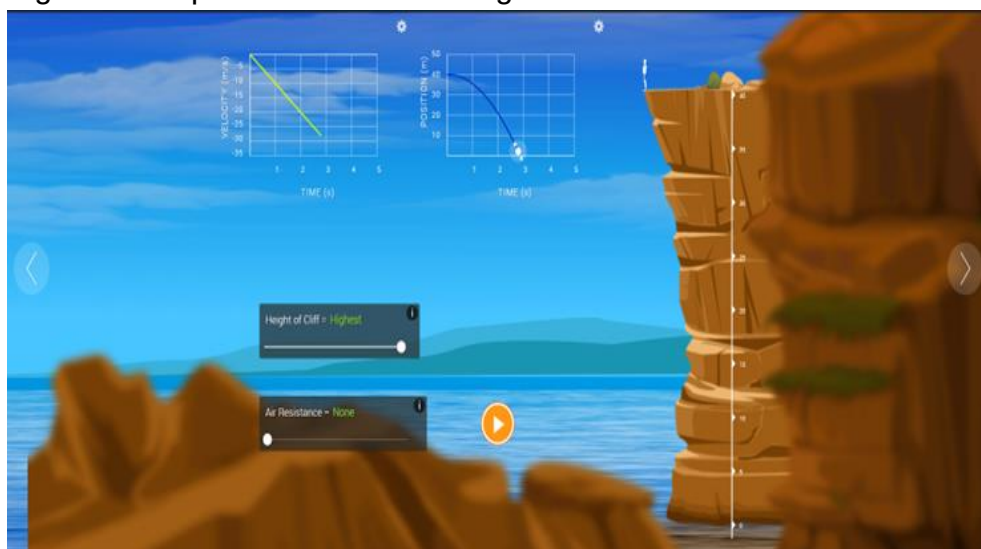
Fonte: physicsclassroom (2023).

3.2. Interactives.ck12.or

Da mesma forma a análise do site [interactives.ck12.org](https://www.interactives.ck12.org), oferece uma variedade de simuladores, como na área da física. Neste estudo, a atenção se volta para os experimentos relacionados à queda livre. A plataforma proporciona uma ampla gama de tópicos que vão desde cinemática até elétrica, abarcando ainda noções básicas de radioatividade e física contemporânea.

Um dos pontos a considerar é que a plataforma não apresenta suporte ao idioma português, disponibilizando opções de tradução em línguas como inglês, coreano, alemão, chinês, grego e polonês. Um dos experimentos que chamou a atenção é o que retrata um saltador olímpico se lançando de um penhasco em direção a um lago ou rio. Esta simulação descreve o fenômeno de queda livre. Neste experimento, o usuário tem a opção de ajustar a altura do salto, escolhendo entre faixas que vão de 20 a 40 metros, e também a resistência atmosférica, que pode ser configurada como inexistente, “padrão ou intensa”, conforme mostra a figura 5.

Figura 5 - Experimento de um Mergulhador do Alto do Penhasco



Fonte: interactives.ck12.org (2023).

No entanto, o site não fornece dados precisos sobre como a resistência do ar é calculada, o que dificulta sua interpretação, visto que os resultados são mostrados predominantemente através de gráficos, não em valores específicos. Ademais, valores como velocidade inicial e aceleração devido à gravidade são fixos.

Portanto, do ponto de vista estético e funcional os simuladores deste repositório são muito bons, além de se adequar a outros dispositivos móveis.

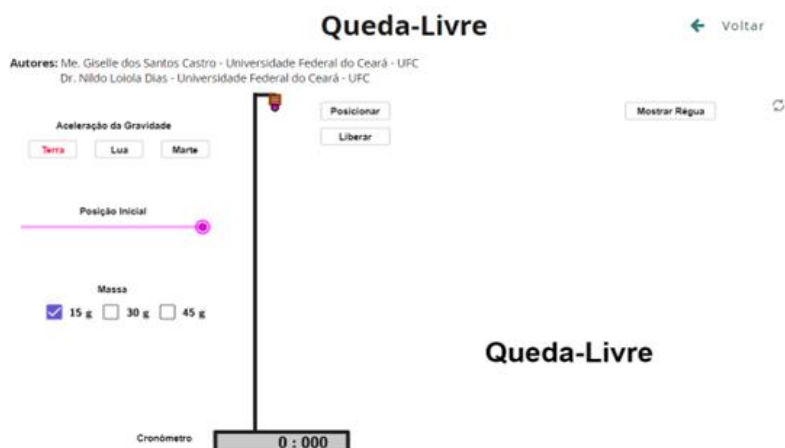
3.3. Laboratório Virtual de Física da Universidade Federal do Ceará

Em nossa revisão, destacou-se o Laboratório Virtual de Física da Universidade Federal do Ceará, que apresenta um simulador voltado para a análise da queda livre. Esta ferramenta digital oferece um modelo que simula o movimento de um objeto em queda livre de elevações que podem atingir até 100 cm.

Vale ressaltar que o site está disponível em língua portuguesa e pode ser acessado via internet, fornecendo uma ferramenta de apoio útil para educadores e alunos que realizam experimentos em ambiente de sala de aula.

Contudo, é importante mencionar algumas limitações do simulador. Por exemplo, existem apenas três opções de massa: Terra, Lua e Marte. Além disso, não são fornecidos dados sobre a velocidade e a distância durante uma simulação, conforme a figura 6.

Figura 6 - Laboratório Virtual de Física da Universidade Federal do Ceará



Fonte: <https://www.laboratoriovirtual.fisica.ufc.br/simulacoes>(2023).

3.4. Simulador de Queda Livre

O repositório "Jogos da Escola", como os anteriores, oferece uma vasta gama de simuladores abrangendo diversas áreas do conhecimento. Dentre eles, destaca-se o simulador de queda livre, que permite aos usuários uma experiência educativa, mostrando as diferenças entre a queda de objetos no ar e no vácuo.

Este simulador específico proporciona a interação com três diferentes objetos: duas esferas, uma pesando 10 kg e outra 5 kg, e uma pena, como ilustra a figura 7.

Figura 7- Simulador de Queda Livre



Fonte: <https://www.jogosdaescola.com.br/simulador-de-queda-livre/>(2023).

Tal variação garante aos usuários a oportunidade de observar e entender as peculiaridades de como diferentes massas reagem à força da gravidade, especialmente quando confrontadas com a resistência do ar.

4. DESENVOLVIMENTO DO SIMULADOR

No desenvolvimento do simulador, tivemos como lastro teórico Averill M. Law; Associates (2022), do qual destacamos as seguintes etapas para chegar a um modelo válido:

Etapa 1. Formule o problema.

O propósito deste projeto é desenvolver um simulador de queda livre e criar um simulador interativo como uma ferramenta pedagógica para o estudo desse fenômeno físico. Além disso, serão desenvolvidas funcionalidades para gerar dados, tais como tempo, distância e velocidade, permitindo sua exportação para análise posterior. Essas medições serão realizadas enquanto o objeto estiver sujeito à força da gravidade, a qual variará de acordo com as configurações de latitude e altitude inseridas pelo usuário.

Etapa 2. Coletar informações/dados e construa um documento de premissas:

Nesta etapa, foram coletadas informações básicas sobre a gravidade e como ela varia com latitude e altitude. Além disso, um modelo conceitual foi visualizado, representado abstratamente por meio de um diagrama de classe e um de atividades, nos tópicos 4.1. e 4.1.2. respectivamente.

Etapa 3. O documento de premissas é válido?

Partindo do princípio de um modelo conceitual, que é uma representação simplificada do sistema real, onde um objeto ocorre sob a influência da gravidade. Contudo, a documentação do software está disponível no tópico 4.1.

Etapa 4. Programe o modelo

O modelo foi programado utilizando JavaScript, HTML, CSS e a biblioteca p5.js. Para o desenvolvimento do back-end, foi utilizado o Django Rest Framework. O código

abrange a lógica para simular a queda de um objeto, coletando dados durante a queda, exibindo-os em uma tabela e permitindo que os usuários interajam com o simulador através de algumas funcionalidades, como iniciar/parar a simulação e inserir latitude e altitude.

Etapa 5. O modelo programado é válido?

Nesta etapa, foram realizados testes para determinar a validade do modelo programado. Por exemplo, foi verificado se os valores da aceleração da gravidade calculados com base na latitude e altitude coincidiam com o modelo proposto por (LOPES, Wilson. 2019).

Etapa 6. Projetar, conduzir e analisar experimentos

O simulador passou pelos testes necessários, sendo disponibilizado para uma turma de mecânica para acessá-lo e realizar os experimentos.

Etapa 7. Documente e apresente os resultados

Por fim, a documentação do simulador está listada na seção 4.1.1, que consiste nos requisitos do sistema, e os resultados da aplicação estão na seção 5, que descreve os resultados e discussões.

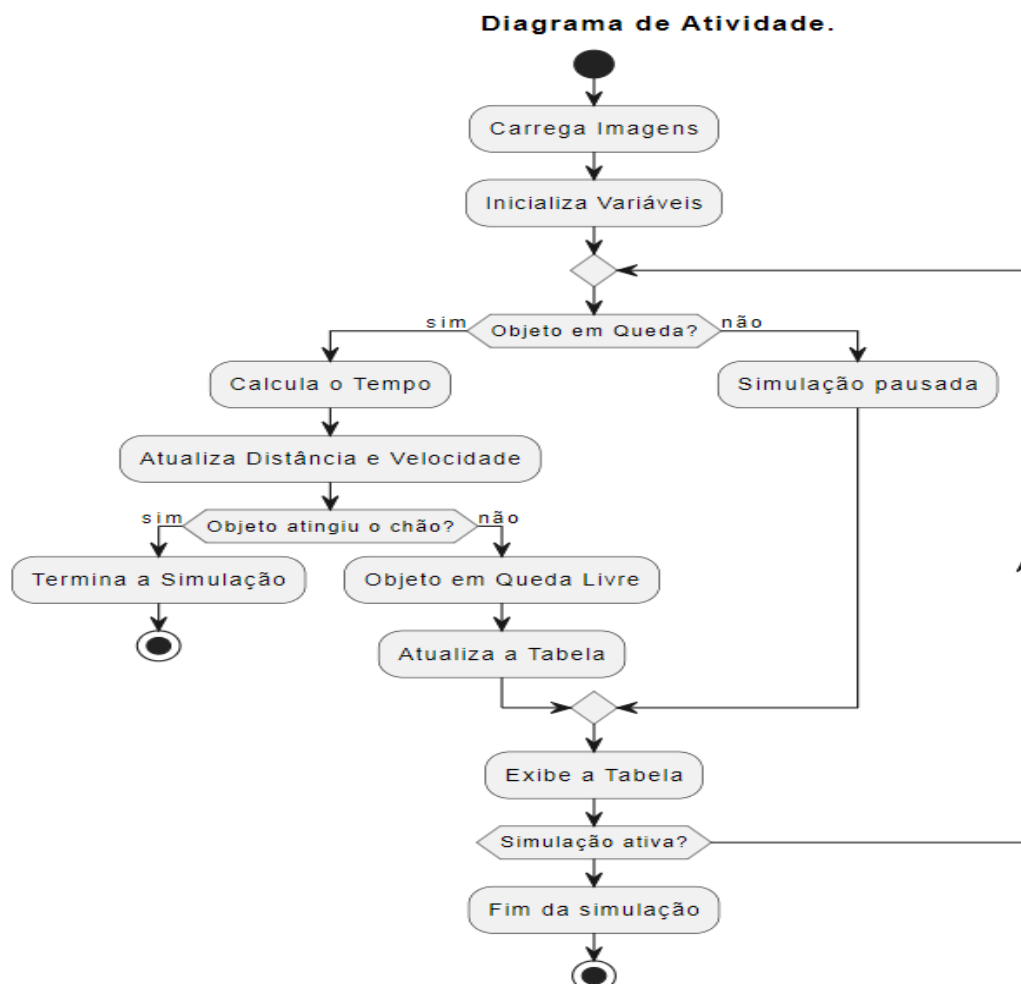
4.1 Diagrama de Atividade

No início, dada a ausência de um protótipo funcional, criamos um diagrama de atividade. Este serviu como guia para compreender o funcionamento previsto do sistema e orientar seu desenvolvimento subsequente. Esse método é mencionado no trabalho de (VALENTIM, Natasha MC et al, p. 2).

A avaliação de usabilidade para a etapa de projeto, quando se tem apenas a modelagem [...] diagramas de Atividades da UML – do sistema a ser desenvolvido e não um protótipo funcional. A opção por este tipo de diagrama – da Engenharia de *Software* (ES) – deve-se ao fato de ser um artefato bastante utilizado pela indústria de *software* nas etapas iniciais do processo de desenvolvimento. [...] assim, os principais objetivos deste tipo de avaliação são identificação de problemas de usabilidade e seleção dos problemas que devem ser corrigidos.

Portanto, o diagrama foi elaborado destacando as principais partes do sistema, a fim de facilitar o entendimento do usuário na compreensão da concepção inicial do fluxo do sistema, conforme mostra a figura 8.

Figura 8 - Diagrama de Atividades do Fluxo do Sistema



Fonte: Autoria própria (2023).

4.1.1. Requisitos do simulador

Os requisitos do funcionamento bem com suas funções do *software*, descreve alguns aspectos essenciais do sistema.

Segundo Azevedo Jr e Campos (2008), o levantamento de requisitos é a etapa do desenvolvimento de sistemas de informação responsável por identificar e modelar as necessidades do negócio a serem atendidas pelos sistemas de informação, e é, portanto, uma atividade cada vez mais relevante em um dinâmico cenário.

Os requisitos do projeto foram estabelecidos em reuniões com o orientador, durante as quais foram identificadas as funcionalidades desejadas.

- O sistema deve implementar o CRUD (Create, Read, Update e Delete);
- Sistema deve exibir a aceleração da gravidade com base na altitude e latitude;
- Sistema deve permitir a alteração o valor da altitude e latitude;
- Sistema deve permitir exportar os dados para sua máquina;
- Descrição Geral do Simulador;

As funcionalidades são descritas a seguir:

A) Implementação do CRUD:

Este requisito estabelece que o sistema deve oferecer operações básicas de CRUD. Isso significa que o sistema deve permitir a criação, leitura, atualização e exclusão de registros dentro do contexto da aplicação.

B) Impressão da Aceleração da Gravidade com Base na Altitude e Latitude:

Este requisito determina que o sistema seja capaz de calcular e imprimir a aceleração da gravidade com base nos valores de altitude e latitude fornecidos pelo usuário. Essa funcionalidade é importante para fornecer informações precisas sobre o ambiente de simulação, uma vez que a aceleração da gravidade varia de acordo com a localização geográfica.

C) Permitir a Alteração do Valor da Altitude e Latitude:

Este requisito especifica que o sistema deve permitir que o usuário altere os valores da altitude e latitude durante a execução da simulação. Essa capacidade é essencial para oferecer flexibilidade ao usuário e ajustar os parâmetros da simulação de acordo com diferentes cenários ou condições de teste.

D) Permitir Exportação de Dados para a Máquina do Usuário:

Este requisito estipula que o sistema deve fornecer uma funcionalidade que permita ao usuário exportar os dados da simulação para sua máquina local. Isso permite que o usuário salve os resultados da simulação para referência futura ou análise externa, proporcionando uma forma conveniente de compartilhar ou armazenar os dados gerados pelo sistema.

E) Descrição Geral do Simulador:

Este programa simula a queda de um objeto sob a influência da gravidade, levando em consideração a latitude e a altitude do local. Permite ao usuário visualizar as propriedades cinemáticas dos parâmetros tais como (tempo, distância e velocidade) e exportar os dados coletados para um arquivo csv.

- Variáveis Globais:

- start: Marca o início da simulação.
- objeto: Estado da bola (em movimento ou não).
- pausado: Estado da simulação (pausada ou em andamento).
- velocidade_final, velocidade_inicial: Velocidades do objeto.
- distância: Distância percorrida pelo objeto desde o início da simulação.
- tempo: Tempo transcorrido desde o início.
- tabela: Armazena os dados da simulação para exibição.
- constanteG: Aceleração devido à gravidade.
- globalTableData: Armazena os dados da simulação para exportação.
- input, input1: Entradas do usuário para latitude e altitude.
- latitude, altitude: Valores inseridos pelo usuário.

- Funções:

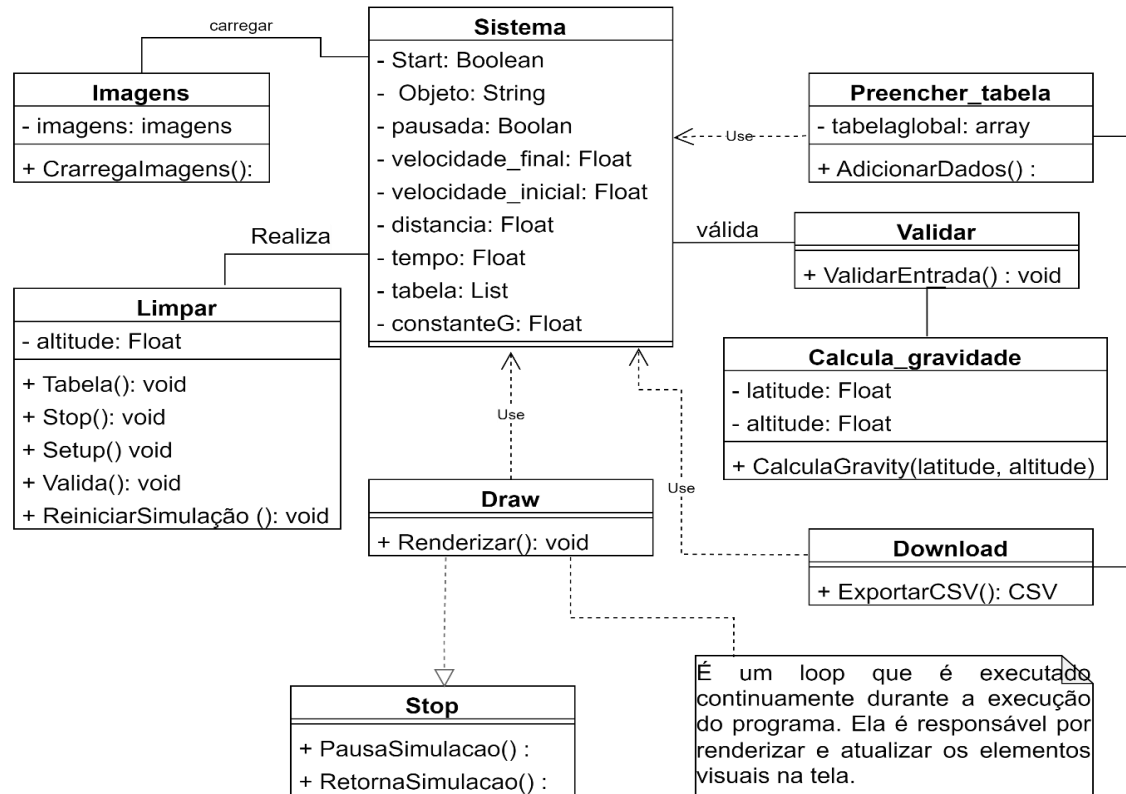
- preload(): Carrega todas as imagens necessárias para a simulação.
- Imagens carregadas: fundo, prédio, base, pausa, play, limpa e exportação.
- preencher_tabela() Adiciona os dados atuais da simulação (tempo, velocidade_inicial, velocidade_final) ao array globalTableData para futura exportação.
- Draw(): Principal função de renderização da biblioteca p5.js. Renderiza o cenário, atualiza o estado do objeto e exibe a tabela com os dados.
 - Download()
 - Exporta os dados armazenados em globalTableData em um arquivo CSV chamado "dados.csv".
 - limpar(): Limpa todos os dados da tabela e reinicia variáveis relevantes, efetivamente reiniciando a simulação.

- Play(): Inicia a queda do objeto.
 - Validar(): Valida as entradas do usuário e, se estiverem corretas, inicia a simulação.
 - Stop(): Pausa ou retoma a simulação.
 - setup(): Configura o ambiente da simulação, cria elementos gráficos e define eventos.
 - Verifica(): Verifica a validade das entradas do usuário (latitude e altitude) e calcula a aceleração da gravidade com base nelas.
 - calculateGravity(latitude, altitude): Calcula a aceleração devido à gravidade com base na latitude e altitude fornecidas.
-
- Como usar o simulador
 - Inicialização: Ao iniciar a simulação de queda livre, você verá um cenário com um prédio e controles para a simulação.
 - Entradas do Usuário: Digite valores para a latitude e altitude nos campos apropriados.
 - Iniciar Simulação: Clique no botão de play. Se os valores inseridos forem válidos, o objeto começará a cair do alto do prédio. Além da aceleração da gravidade será exibida com base na latitude e altitude fornecidas pelo usuário.
 - Pausar/Retomar: Use o botão de play para pausar ou retomar a simulação.
 - Limpar: Use o botão limpar para reiniciar a simulação e limpar os dados.
 - Exportar Dados: Use o botão de exportação para salvar os dados da simulação em um arquivo csv que será exportado para sua máquina.

4.1.2. Diagrama de Classe

O diagrama de classe, no contexto específico deste trabalho, foi meticulosamente projetado para garantir que o usuário compreenda os detalhes técnicos com a máxima clareza. As classes delineadas incorporam todos os atributos e métodos necessários, os quais são posteriormente traduzidos e implementados no código. Esta estratégia é representada conforme exemplificado na Figura 9.

Figura 9 - Diagrama de Classe do Sistema



Fonte: Autoria própria (2023).

4.2. Tecnologia do sistema

As tecnologias usadas para o desenvolvimento do projeto foram:

- Linguagem de programação: JavaScript;
- Linguagem de marcação: HTML;
- linguagem Cascading Style Sheet : CSS;
- A biblioteca p5.js é um software livre; você pode redistribuí-lo e/ou modificá-lo sob os termos da Licença Pública Geral Menor GNU conforme publicada pela Free Software Foundation, versão 2.1.
- Django REST Framework (DRF) é totalmente gratuito e distribuído sob a Licença BSD1. Isso significa que pode usá-lo livremente para projetos pessoais ou comerciais.

4.3. Programming language

A linguagem escolhida para o desenvolvimento do simulador é o JavaScript, que se adequa perfeitamente à necessidade de manipulação dos objetos durante a simulação. Essa escolha se baseia principalmente na sua ampla utilidade e flexibilidade.

Em um estudo conduzido pelo website Stack Overflow em 2023, foi revelado que o JavaScript se configura como a linguagem de programação mais utilizada entre os desenvolvedores, sendo adotada por 63,61% dos participantes (Stack Overflow, 2023).

Já o (HTML) Linguagem de marcação, utilizada para estruturar a interface gráfica do sistema. O (CSS) Linguagem cascading style Sheet é usado para estilizar elementos escritos na linguagem de marcação HTML. O P5.js trata-se de uma biblioteca que se baseia na linguagem de programação JavaScript e tem como objetivo o desenvolvimento do processo criativo dentro da web a fim de facilitar o aprendizado na programação digital. (Dos Santos Costa, D.; Carrara Sigrist, V. . WEB, 2023, P.2). Além disso, com esta biblioteca podemos criar páginas inteira do navegador como esboço, incluindo objetos HTML5 para texto, entrada, vídeo, webcam e som. Contudo, no escopo do nosso projeto utilizamos esta biblioteca para realizar a criação e implantação da interface gráfica juntamente com a manipulação das imagens.

4.3.1. Framework Django

O Django é um framework web de alto nível escrito em Python, projetado para facilitar o desenvolvimento rápido e eficiente de aplicações web. Contudo, a escolha desse framework resulta em sua praticidade e funcionamento.

Para Implementação de Registro de Usuário (create method): Destaque a capacidade de criar usuários por meio de uma API utilizando o método create, como mostra a figura 10.

Figura 10 - Registro de Usuário

```

✓ def create(self, request, *args, **kwargs):
    serializer = self.get_serializer(data=request.data)
    serializer.is_valid(raise_exception=True)
    user = serializer.save()
    return Response({'user_id': user.id}, status=status.HTTP_201_CREATED)

✓ class CustomUserViewSet(viewsets.ModelViewSet):
    queryset = CustomUser.objects.all()
    serializer_class = CustomUserSerializer

```

Fonte: Autoria própria (2023).

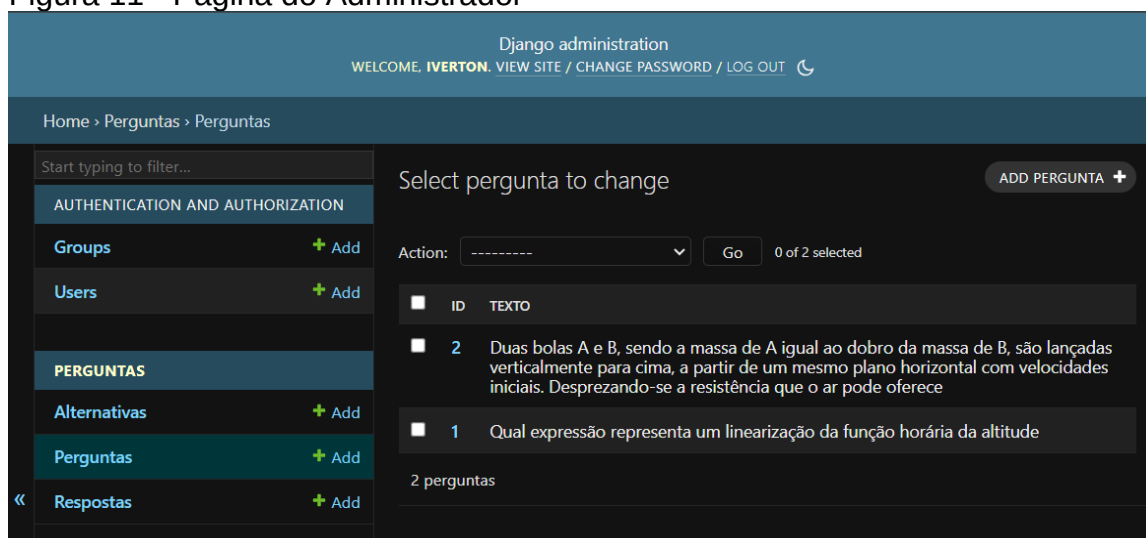
Dentro da função “create”, cria um objeto de serializador que é criado usando `self.get_serializer(data=request.data)`. Isso utiliza o serializador definido na classe de visualização para processar os dados recebidos na requisição. `serializer.is_valid(raise_exception=True)` valida os dados recebidos na requisição com base nas regras definidas no serializador. Se os dados não forem válidos, uma exceção será lançada. `user = serializer.save()` salva os dados validados e retorna a instância de `CustomUser` criada. Finalmente, a função retorna uma resposta HTTP com o status 201 Created, juntamente com um objeto JSON contendo o ID do usuário recém-criado.

4.3.2. Interface do Django Administrador

A página de administração, destinada ao professor autenticado, oferece acesso a uma ampla gama de funcionalidades essenciais para o gerenciamento do sistema. Uma das principais características é a capacidade de visualizar e gerenciar os alunos que se cadastraram no sistema, permitindo ao professor identificar facilmente cada usuário.

Vale ressaltar uma funcionalidade de destaque é a guia de perguntas, onde o professor pode criar questionários personalizados adicionando questões diretamente ao banco de dados. Essas perguntas, formuladas pelo próprio professor, estão disponíveis para todos os alunos e são parte integrante de testes de conhecimento, especialmente sobre o conceito de queda livre conforme mostra a figura - 11.

Figura 11 - Página do Administrador

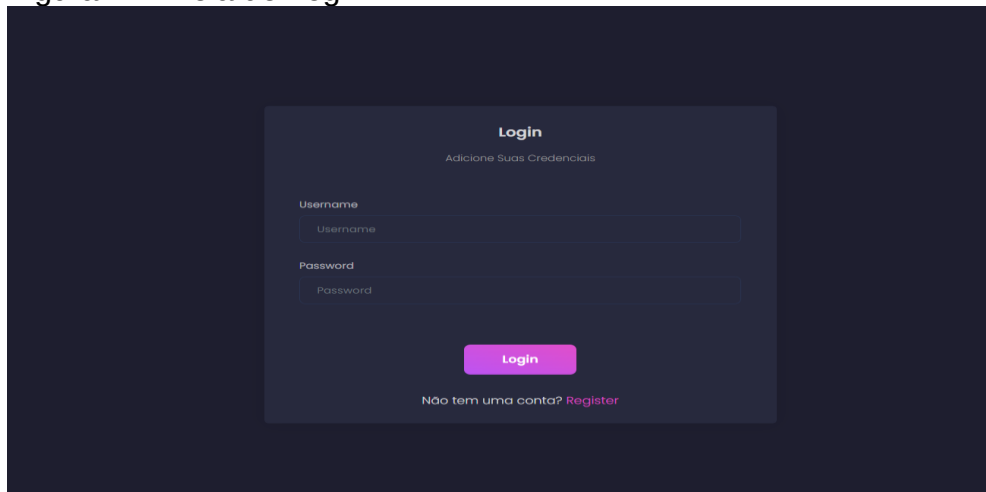


Fonte: Autoria própria (2023).

4.4. Tela Inicial do Sistema

Ao iniciar sua interação com o sistema do simulador, os usuários são solicitados a realizar a autenticação como mostra a imagem 12 abaixo.

Figura 12 - Tela de Login

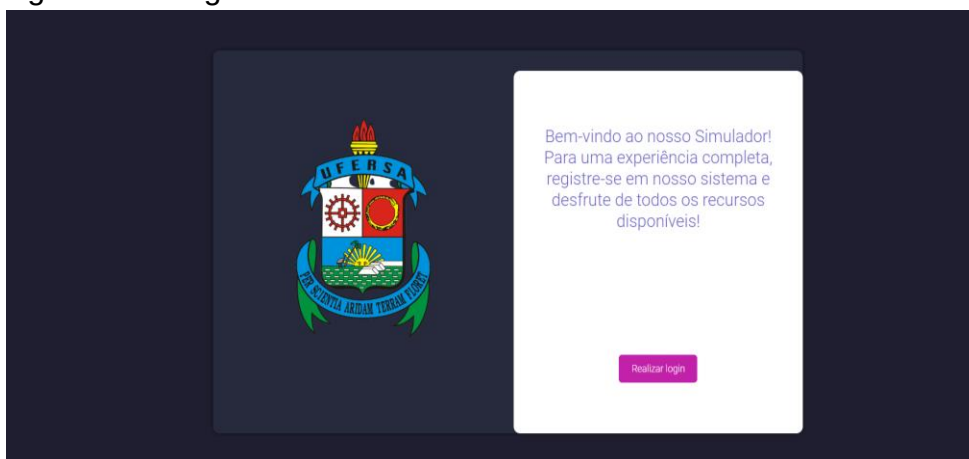


Fonte: Autoria própria (2023).

Esta estratégia tem como propósito estabelecer sua identidade no ambiente virtual pa. Este método de autenticação é essencial durante o processo de submissão de dados, garantindo que cada aluno seja devidamente identificado no sistema.

Ao submeter os dados do questionário, é crucial que o usuário tenha seu ID homologado previamente no sistema, facilitando assim sua identificação. Essa abordagem garante o registro preciso das contribuições de cada usuário, associando-as corretamente à sua identidade no sistema, garantindo a confiabilidade dos usuários.

Figura 13 - Página Inicial do Simulador



Fonte: Autoria própria (2023).

Esta tela inicial é onde o usuário será renderizado para a tela de login, caso o aluno já tenha cadastro no sistema ele poderá acessar o simulador, caso contrário é necessário se registra. Ao realizar login no sistema o aluno pode interagir e explorar diversas funcionalidades que estão disponíveis no simulador.

4.5. Tela do Simulador

A tela inicial do simulador de queda livre conta com um cenário ezotico, onde o usuário pode alterar alguns parâmetros que são cruciais para o cálculo da aceleração da gravidade e a distância percorrida pelo objeto.

Figura 14 - Página do Simulador

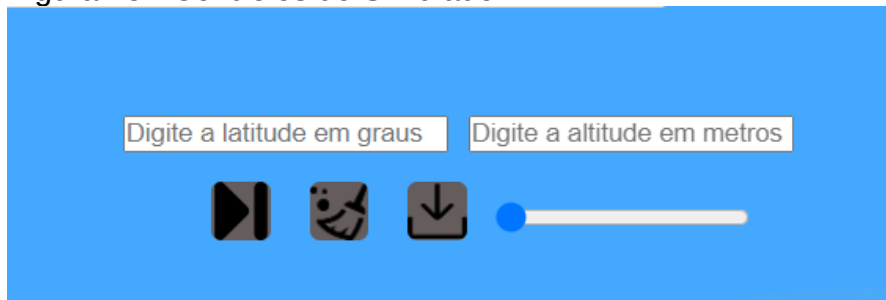


Fonte: Autoria própria (2023).

Para garantir que os usuários aproveitem ao máximo o simulador e compreendam suas funcionalidades, desenvolvemos um tutorial passo a passo. Este guia visa tornar a experiência mais intuitiva e maximizar a usabilidade da ferramenta.

Ao iniciar a simulação de queda livre, você verá um cenário com um prédio e controles para a simulação. A seguir será pedido os valores para a latitude e altitude nos campos apropriados como ilustrado na imagem abaixo.

Figura 15 - Controles do Simulador



Fonte: Autoria própria (2023).

O primeiro botão corresponde ao botão de play, onde será iniciado a simulação. Se os valores inseridos forem válidos, ou seja, não forem String ou caracteres, o objeto começará a cair do alto do prédio. Além da aceleração da gravidade será exibida com base na latitude e altitude fornecidas pelo usuário nos campos que são “Digite a latitude em graus e Digite a altitude em metros”. Além disso, esse botão tem outra funcionalidade que é muito importante pausar/retomar a simulação, esta funcionalidade permite pausar a queda do objeto em queda livre, proporcionando um estudo minucioso do momento exato em que a posição do tempo, distância e velocidade o objeto percorreu estão no exato momento em que pausou a queda livre do objeto. Essa funcionalidade revela-se de extrema importância para a obtenção de dados precisos e aprofundados sobre o fenômeno em análise. Além disso, a simulação conta com a disponibilidade de usar um botão para limpar os dados imprimido que são gerados pelo simulador na tela.

Figura 16 - Geração dos Dados Aleatórios



Fonte: Autoria própria (2023).

Da mesma forma, o botão de extrema e grande utilidade presente no simulador é a opção de realizar a exportação de todos os dados exibidos na simulação, tais como tempo, distância e velocidade percorrida pelo objeto ao longo de sua trajetória até atingir o solo. Essa característica, além de propiciar praticidade e agilidade, possibilita exportar um arquivo CSV para máquina do usuário com todos os dados para análises futuras.

Por fim, o controle deslizante incorporado permite ao usuário ajustar a altura do prédio, determinando, assim, o ponto de partida do objeto ao iniciar a queda. Além disso, o simulador oferece outras opções ao usuário, incluindo os botões "Sair" e "Submeter Dados". O botão "Sair" direciona o usuário de volta à página inicial do sistema, enquanto o botão "Submeter Dados" redireciona para um formulário no qual os alunos são solicitados a responder perguntas relacionadas aos conceitos de física e queda livre abordados no simulador. Essa funcionalidade visa não apenas avaliar a compreensão dos alunos sobre os princípios discutidos, mas também fornecer um feedback valioso para a melhoria contínua do *software* e do processo de ensino.

Figura 17 – Questionário do Simulador

**Laboratório de Mecânica Clássica -
Determinação da aceleração da
Gravidade**

Formulário para digitação das respostas obtidas com o simulador de queda livre da
UFERSA - Pau dos Ferros.
Laboratório de Mecânica
Clássica - semestre 2023.2 - Professor Glaydson Francisco

meubook2008@gmail.com [Mudar de conta](#)

O nome, a foto e o e-mail associados à sua Conta do Google serão registrados quando você
fizer upload de arquivos e enviar este formulário.

* Indica uma pergunta obrigatória

E-mail *

Sua resposta

Nome *

Sua resposta

Fonte: Autoria própria (2023).

4.6. Análise das Grandezas Físicas na Queda Livre

Para chegar ao fenômeno de queda livre é necessário observar como as grandezas físicas estão inerentemente ligadas durante o movimento uniformemente variado, grandezas essas como velocidade, deslocamento e tempo, que estão intimamente relacionadas por meio das equações do movimento.

Conforme Cassemiro, A. A. (2011). Um objeto é lançado para baixo, a partir da posição s_0 com uma velocidade inicial v_0 . A aceleração do movimento é a aceleração da gravidade. Ao cair durante um certo tempo, ela terá uma velocidade que é dada pela equação (I).

$$V = v_0 + at \quad (I)$$

onde V é a velocidade final, v_0 é a velocidade inicial, t é o tempo decorrido e a é a aceleração constante. Já para percorrer uma distância temos a equação (II).

$$S = s_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2 \quad (II)$$

onde S é o deslocamento final, s_0 é o deslocamento inicial, v_0 é a velocidade inicial, t é o tempo decorrido e a é a aceleração constante. Da mesma forma temos como consequência o tempo que é dado pela equação (III).

$$T = \frac{v - v_0}{a} \quad (III)$$

O t é o tempo decorrido, v é o tempo final em milissegundo, v_0 é a velocidade inicial e a é a aceleração constante.

Essas equações permitem calcular a velocidade final, o deslocamento final e o tempo decorrido. Portanto, as grandezas físicas mencionadas estão intimamente relacionadas por meio dessas equações. Ou seja, essas equações permitem calcular e prever o comportamento do objeto em movimento, fornecendo informações cruciais sobre sua trajetória e velocidade em diferentes momentos.

A aceleração da gravidade para se chegar a um resultado esperado utilizamos as fórmulas mencionado no trabalho de LOPES, Wilson (2009). Onde o g é dado pela fórmula abaixo (IV).

$$g(\lambda) = 9,78032677(1 + 0,0052790414 \cdot \sin^2 \lambda + 0,0000232718 \cdot \sin^4 \lambda) \quad (IV)$$

Desta forma, para obter a aceleração da gravidade com base na latitude em graus e consequentemente a altitude em metros utilizamos a formular (V)

$$g_{\lambda,z} = \frac{g_p}{1 + \frac{\beta}{2}} (1 + \beta \sin^2 \lambda) (1 - \frac{2z}{R}) \quad (V)$$

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na seção a seguir será mostrada a opinião de alguns usuários a respeito da usabilidade do *software*, onde foi disponibilizado um questionário de satisfação, além de algumas possíveis melhorias para o simulador.

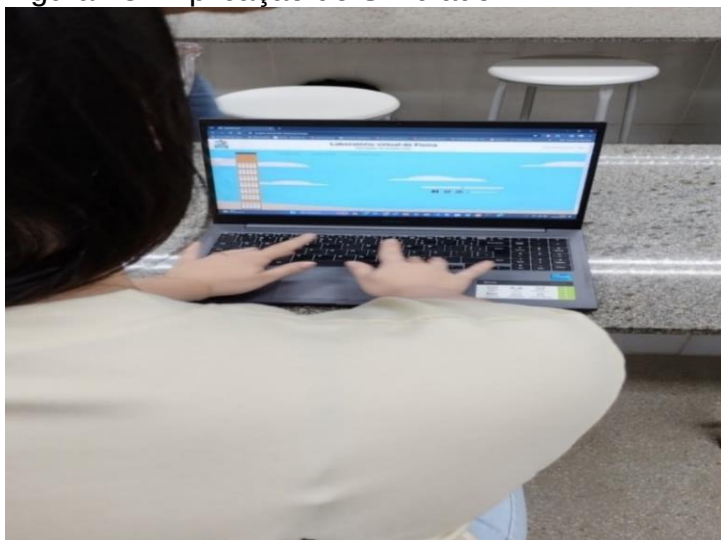
5.1. Detalhamento da pesquisa de satisfação

O questionário foi desenvolvido de forma online, com o propósito de obter informação a respeito da usabilidade como um todo do simulado. Dessa forma, foi aplicada a uma turma de laboratório de mecânica do ensino superior.

5.1.1. Metodologia da pesquisa

O segundo método empregado neste estudo foi desenvolvido em colaboração com o professor de física, seguindo diretrizes delineadas no trabalho de Korb, Cláudio André (2022, p. 41). Uma vez que em seu trabalho inclui uma prova com questões sobre o conteúdo estudado para avaliar o domínio dos alunos, oferecendo uma forma integrada de ensino e avaliação. Vale ressaltar uma etapa fundamental, consistiu na disponibilização do simulado online, acessível aos alunos do ensino superior por meio da internet. É relevante destacar que para disponibilidade do acesso dos alunos ao simulador demandou sua hospedagem na plataforma Amazon Web Services (AWS), utilizando uma instância no serviço Elastic Compute Cloud (EC2).

Figura 18 - Aplicação do Simulador



Fonte: Autoria própria (2023).

A aplicação ocorreu em uma aula do professor. No primeiro momento foi apresentado aos alunos as funcionalidades do simulador exemplificando o contexto de sua aplicação. Desse modo, o professor utilizou os dois horários disponíveis para que os alunos obtivessem os dados fornecido pelo simulador e realizassem alguns cálculos, como a regressão linear e construir gráficos.

Os alunos que, atualmente, não disponibilizavam de uma ferramenta computacional adequada para a realização das atividades propostas pelo professor, foram instruídos a se reunir com um colega, com a finalidade de estabelecer uma colaboração mútua e, assim, atender às demandas proposta pelo professor de forma eficaz e produtiva.

Figura 19 - Aplicação do Simulador em Grupo



Fonte: Autoria própria (2023).

Para a aplicação do questionário de satisfação de qualidade do *software* foi elaborado 12 perguntas sendo 10 de múltiplas escolhas e 2 de conceito aberta. Todavia, o objetivo principal do questionário foi avaliar como o usuário se sentia utilizando o simulador, ou seja, obter a informações e opiniões a respeito de sua eficácia no ambiente educacional.

A sessão abaixo será mostrada os resultados extraídos da pesquisa de usabilidade do simulador de queda livre, como mencionado anteriormente as 10 primeiras perguntas segue os seguintes tópicos: utilização de simuladores na educação e avaliações, avaliação da usabilidade e desempenho do simulador,

eficácia dos dados e contribuições do simulador, potencial do OA e desenvolvimento de habilidades práticas e as 2 últimas perguntas seria possíveis melhorias.

5.1.2. Utilização de Simuladores na Educação

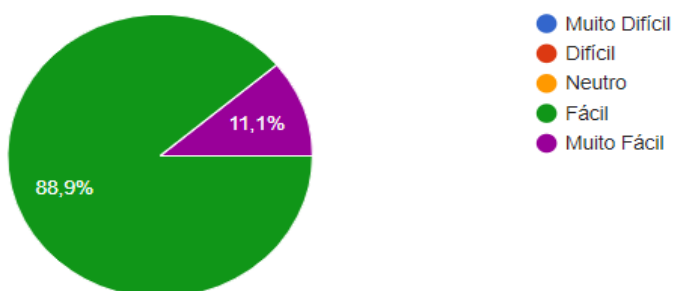
A integração de tecnologias educacionais nas salas de aula tem sido um tópico de debate contante. Contudo, conseguimos um resultado bastante significativo com relação à utilização do *software*.

Gráfico 1 - Usabilidade do Objeto de Aprendizagem



Fonte: Autoria própria (2023).

Gráfico 2 - Navegação do Simulador



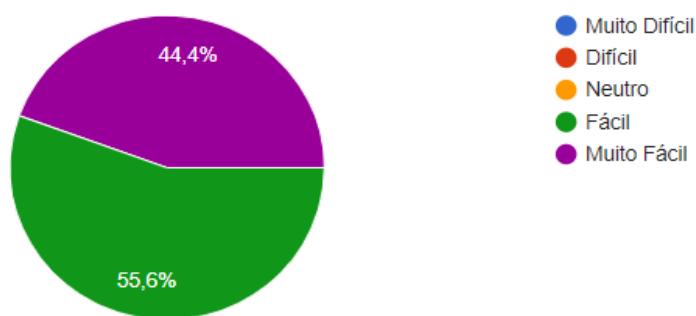
Fonte: Autoria própria (2023).

5.1.3. Avaliação da Usabilidade e Desempenho do Simulador

A seguir, serão ilustradas três perguntas subsequentes que foram elaboradas para avaliar a usabilidade e o desempenho do simulador.

A pergunta 3 do questionário visou avaliar a usabilidade da interface do simulador. Considerando os elementos visuais, a disposição dos controles e a clareza das instruções, o resultado está no gráfico abaixo.

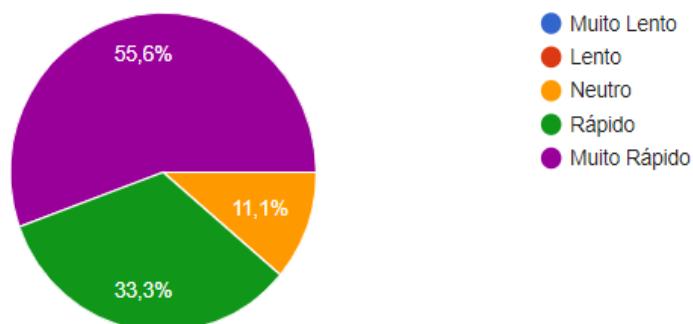
Gráfico 3 - Interface do Simulador



Fonte: Autoria própria (2023).

A pergunta 4 parte do questionário buscou capturar a percepção dos usuários sobre o desempenho geral do simulador. Aspectos como a velocidade de carregamento, a estabilidade do sistema e a fluidez das operações foram considerados. Conforme, mostra o resultado abaixo.

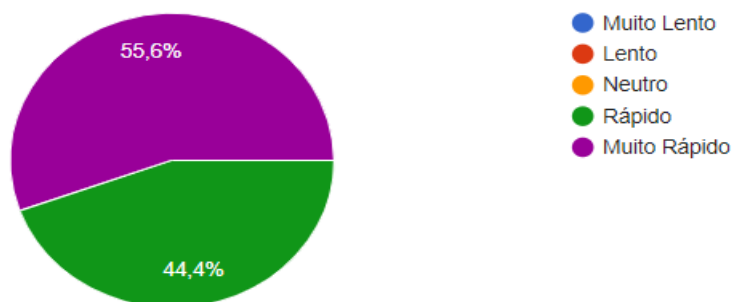
Gráfico 4 - Desempenho do Simulador



Fonte: Autoria própria (2023).

Já para a 5 pergunta, os participantes foram questionados sobre se o tempo de resposta do simulador correspondeu às suas expectativas. Esta pergunta buscou determinar se o sistema ofereceu uma resposta rápida aos usuários, garantindo uma experiência fluida e sem frustrações.

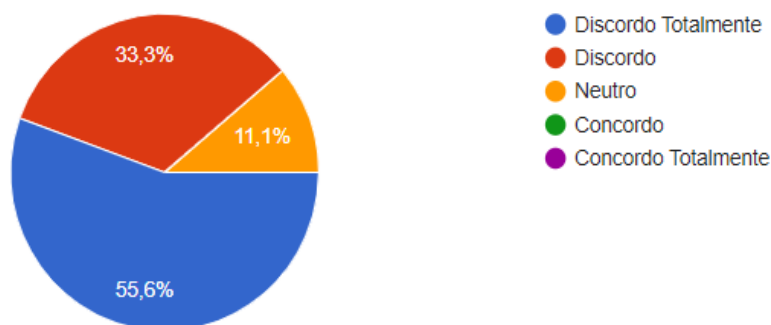
Gráfico 5 - Resposta do Simulador



Fonte: Autoria própria (2023).

Na Pergunta 6, buscamos aprofundar nossa compreensão sobre a percepção dos usuários em relação à complexidade do simulador. Ao explorar essa questão, nosso objetivo é identificar se os usuários consideram o simulador fácil de usar ou se encontram dificuldades na sua operação.

Gráfico 6 - Complexidade do Simulador

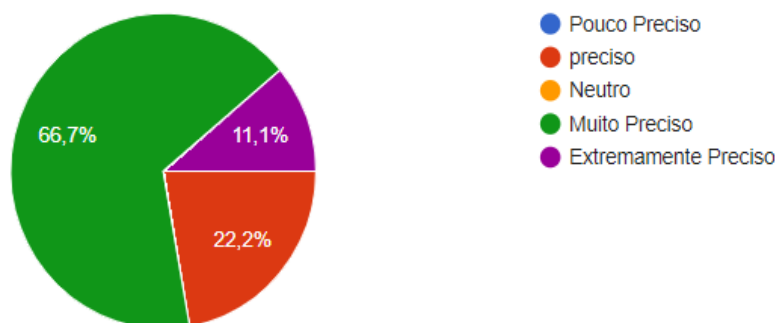


Fonte: Autoria própria (2023).

5.1.4. Eficácia dos Dados e Contribuições do Simulador

Pergunta 7, esta pergunta permite aos participantes expressar sua opinião a respeito da precisão dos dados que o simulador fornece e se estão de acordo com os conceitos de queda livre. Avaliar a precisão dos dados é fundamental para garantir a credibilidade e utilidade do simulador como uma ferramenta educacional.

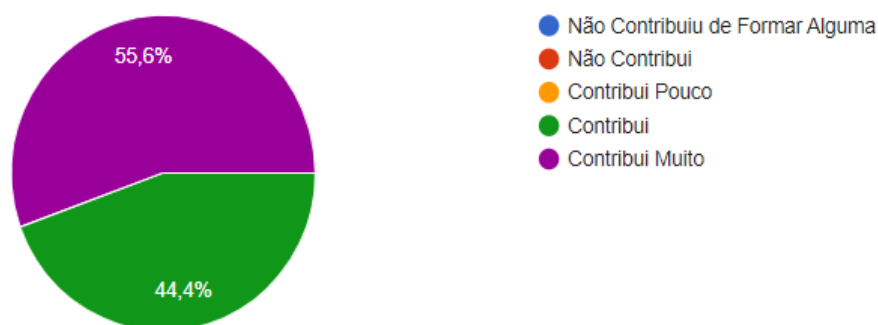
Gráfico 7 - Dados Fornecido do Simulador



Fonte: Autoria própria (2023).

Pergunta 8 esta pergunta tem como propósito questionar se realmente o simulador contribui com a aprendizagem do aluno. Essa questão é crucial para avaliar o impacto educacional do simulador. Ao coletar feedback sobre a contribuição percebida do simulador para a aprendizagem, podemos determinar se a ferramenta está cumprindo sua função de enriquecer o entendimento dos alunos sobre os conceitos de queda livre e física em geral.

Gráfico 8 - Aprendizagem do Aluno

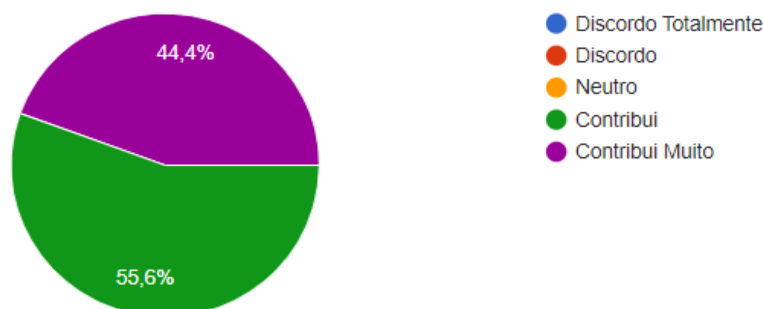


Fonte: Autoria própria (2023).

5.1.5. Potencial do OA e Desenvolvimento de Habilidades Práticas

Pergunta 9 esta pergunta busca explorar a opinião dos participantes sobre o potencial dos simuladores para melhorar a compreensão dos conceitos ensinados, comparativamente aos métodos tradicionais de ensino.

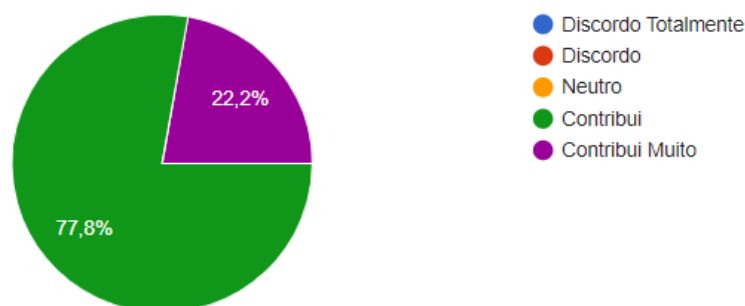
Gráfico 9 - Compreensão de Conceitos



Fonte: Autoria própria (2023).

Pergunta 10 esta pergunta investiga se os participantes acreditam que os simuladores são mais eficazes do que os métodos tradicionais de ensino na promoção do desenvolvimento de habilidades práticas relacionadas aos conceitos abordados.

Gráfico 10 - Eficácia de Simuladores



Fonte: Autoria própria (2023).

5.1.6. Sugestões para Melhoria do *software*

- **Melhoria Visual:** Alguns alunos mencionam que uma melhoria visual poderia tornar o *software* mais atrativo, embora considerem o desempenho atual ótimo.
- **Melhoria na Disponibilidade:** Um aluno sugere melhorar a disponibilidade do *software*.
- **Desvinculação do Questionário do Google:** Proposta para desvincular gradualmente do questionário do Google e integrar funcionalidades próprias na plataforma, como um botão de auxílio para direcionar a vídeos de revisão.
- **Mais Prática:** Alguns alunos reconhecem a importância de praticar mais para utilizar o *software* de forma mais eficiente.

5.1.7. Visão sobre a Adaptação do *Software* às Mudanças nas Práticas de Ensino e Aprendizagem

- Agilidade na Coleta de Dados: Os alunos destacam que o *software* agiliza a coleta de dados necessária para experimentos, tornando-se um recurso valioso para aprendizado.
- Inovação e Tecnologia: Visto como algo inovador e tecnológico, capaz de facilitar a compreensão do conteúdo.
- Capacidade de Adaptação: Reconhecem o *software* como bem desenvolvido e capaz de se adaptar a diversas situações de ensino ao longo do tempo.
- Facilidade de Aprendizado: Percebido como uma ferramenta que facilita o aprendizado em sala de aula.
- Otimização do Tempo: Destaque para a otimização do tempo em laboratório, permitindo que os professores disponham de mais conteúdos.
- Atratividade e Praticidade: Considerado atrativo, prático e uma forma diferente de aprendizado.
- Praticidade com Uso Constante: Alguns alunos acreditam que o *software* se tornará mais prático com o uso frequente.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É notável que o desenvolvimento deste simulador de queda livre preenche uma lacuna crucial no ensino de física, proporcionando uma ferramenta interativa e inovadora tanto para alunos quanto para educadores. Ao decorrer de toda trajetória, desde os princípios iniciais até a aplicação prática deste OA, torna-se evidente o impacto positivo que este simulador tem no ensino e aprendizado dos alunos nas disciplinas. Dessa forma, foi possível chegar a uma solução tecnológica eficaz e acessível, enriquecendo de maneira significativa a experiência educacional e fortalecendo o entendimento dos conceitos físicos pelos estudantes.

Contudo, a análise dos dados coletados através da pesquisa revelou uma percepção amplamente positiva do simulador educacional, com destaque para seu caráter inovador e tecnológico que facilitou a compreensão do conteúdo.

A validação do simulador pelos alunos ressaltou sua eficácia em promover o aprendizado e o desenvolvimento de habilidades práticas, contribuindo significativamente para a compreensão conceitual e a aplicação prática do conhecimento. A resposta rápida, a baixa complexidade e a alta precisão foram aspectos particularmente valorizados, indicando que o simulador atende às necessidades dos alunos de maneira eficiente e acessível. Consequentemente, o objeto de aprendizagem se mostrou um excelente recurso educacional, auxiliando os professores nas aulas de física e no processo de obtenção de dados.

Por fim, o diferencial deste simulador em relação aos demais é sua capacidade de gerar dados aleatórios como o tempo de queda, distância percorrida e a velocidade do objeto em queda livre, além de exportá-los esses dados diretamente para o dispositivo do usuário.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO JR, D.; CAMPOS, R. Definição de Requisitos de *Software* Baseada Numa Arquitetura de Modelagem de Negócios. Produção, São Paulo, v. 18, n.1, p. 026-048, jan-abr 2008.

BECK, R.J. Learning Objects: What?. Center for Internation Education. University of Winsconsin. Milwaukee. (2001).

BEZERRA, A.B. et al. Uma proposta de medida de g inspirada em exercício de texto didático do professor Moysés Nussenzveig. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 45, e20230075, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2023-0075>. Acesso em: 26 set. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais – PCNS+. Brasília, 2002.

Brian Cox visita o maior aspirador do mundo | Universo Humano - BBC.[S. l.: s. n].2014.1 vídeo(4 min) Publicado pelo canal BBC. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=E43-CfukEgs&ab_channel=BBC. Acessado em: 06 de out. 2023.

CARNEIRO, Mára Lúcia Fernandes e Silveira, Milene Selbach. Objetos de Aprendizagem como elementos facilitadores na Educação a Distância. Educar em Revista [online]. 2014, v. 00, spe 4 [Acessado 1 Outubro 2023], pp. 235-260. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0104-4060.38662>>. ISSN 1984-0411. <https://doi.org/10.1590/0104-4060.38662>.

CARNEIRO, M. L. F.; SILVEIRA, M. S. Objetos De Aprendizagem Sob O Ponto De Vista Dos Alunos: Um Estudo De Caso. Revista Novas Tecnologias na Educação, Porto Alegre, v. 10, n. 3, 2012. DOI: 10.22456/1679-1916.36393. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/36393>. Acesso em: 1 out. 2023.

CORDOVA, H.; Tort, A.C. Medida de g com a placa Arduino em um experimento simples de queda livre. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 38, n. 2, e2308, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2015-0012>.

CASSEMIRO, Anderson Aparecido. Queda Dos Corpos E Equações Diferenciais Num Primeiro Curso De Cálculo. 2011. Disponível: <http://hdl.handle.net/1843/BUOS-94QNUC>. Acessado: 21 mar 2024

Dias, Marco Adriano, Vianna, Deise Miranda e Carvalho, Paulo Simeão. A Queda Dos Corpos Para Além Do Que Se Vê: Contribuições Das Imagens Estroboscópicas E Da Videoanálise Para A Alfabetização Científica. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte) [online]. 2018, v. 20 [Acessado 1 Outubro 2023], e2947. Disponível em: Epub 04 Out 2018. ISSN 1983-2117. <https://doi.org/10.1590/1983-211720182001021>.

Dos Santos Costa, D.; Carrara Sigrist, V. . Web Arte:: A Biblioteca P5.Js E O Estudo De Caso Do Projeto Cápsulas Sonoras. Revista Extensão, [S. l.], v. 23, n. 1, p. 41–50, 2023. Disponível em: <https://www3.ufrb.edu.br/seer/index.php/revistaextensao/article/view/3031>. Acesso em: 13 out. 2023.

EBERT, Thales Igor et al. Objetos De Aprendizagem Como Ferramenta De Apoio Para O Ensino De Física. Revista Destaques Acadêmicos, [S.l.], v. 9, n. 4, dez. 2017. ISSN 2176-3070. Disponível em: <http://www.univates.com.br/revistas/index.php/destaques/article/view/1657/1253>. Acesso em: 21 de set.. 2024. doi: <http://dx.doi.org/10.22410/issn.2176-3070.v9i4a2017.1657>.

FAGAN, S. B.; PORTO, A. V. L.; JAURIS, I. Objetos de aprendizagem para o ensino de física: custo do banho e código de cores. Disciplinarum Scientia | Naturais e Tecnológicas, [S. l.], v. 12, n. 1, p. 159–170, 2016. Disponível em: https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/disciplinarumN_T/article/view/1288. Acesso em: 05 jul. 2023.

Gutiérrez Araujo, R. E. Castillo Bracho, L. A. Utilização de Simuladores no Ensino de Ciências: O Caso do Tiro Livre de Futebol. Revista de Educação e Tecnologia da Venezuela, 12(4), 123-135 disponível no link:<https://ggbm.at/tcbfhz82>. (2019).

HORTENSE, FTP; BERGEROT, CD; DOMENICO, EBL DE.. Construção e validação de conteúdos clínicos para desenvolvimento de objetos de aprendizagem. Revista Brasileira de Enfermagem , v. 2, pág. 306–313, março. 2018.

JS Carson, "Convencer os usuários da validade do modelo é um aspecto desafiador do trabalho do modelador", Engenharia Industrial , vol. 18, não. 6, pp. 74-85, 1986. KOOHANG, A.; HARMAN, K. (Ed.). Learning Objects: theory, praxis, issues and trends. Santa Rosa, California: Informing Science Press, 2007.

REVISTA PARANAENSE DE INOVAÇÃO. Editorial. In: Edição Especial II: XIII SIAT & V SERPRO, v. 2, 2017. Publicado em 15 ago. 2019. Seção Editorial. Disponível em: <<https://doi.org/10.24219/rpi.v2i2.0>>. Acesso em: 17 jan. 2024.

Korb, Cláudio André. *Desenvolvimento De Um Sistema Para Simulação De Fenômenos Físicos Para Aplicação Na Educação Em Turmas De Ensino Médio*. 2022. Disponível em:https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/238304/TCC_CLAUDIO_assinado_final.pdf?sequence=1&isAllowed=y Acesso em: 06 nov. 2023.

Law, A. M. “How to Build Valid and Credible Simulation Models.” 2022 Winter Simulation Conference (WSC), Singapura, 2022, pp. 1283-1295, doi: 10.1109/WSC57314.2022.10015411.

Law, A. M. Modelagem e Análise de Simulação. Nova York, NY: McGraw-Hill, 2015.

LOPES, Wilson. Variação da aceleração da gravidade com a latitude e altitude. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, [S. l.], v. 25, n. 3, p. 561–568, 2009.

DOI: 10.5007/2175-7941.2008v25n3p561 Disponível em :<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/21757941.2008v25n3p561>. Acesso em: 26 mar. 2024.

METROS, S. Learning Objects: a rose by any other name. *EDUCAUSE Review*, v. 40, n. 4, jul./ago. 2005, p. 12-13. Disponível em: <https://net.educause.edu/ir/library/pdf/ERM05410.pdf>.

METROS, S.; BENNET, K. Learning Objects in Higher Education. *EDUCAUSE*, v. 2002, n. 19, out. 2002. p. 1-10. Disponível em: <https://net.educause.edu/ir/library/pdf/ERB0219.pdf>.

Motta, L.D.; Freitas, A.A. de; Janovik Júnior, R.X.; Blatt, C.R.; Caregnato, R.C.A. Evidências da COVID-19 para todos: desenvolvimento de um objeto de aprendizagem no ensino da saúde. *Revista Gaúcha de Enfermagem*, v. 42, spe, e20200281, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-1447.2021.20200281>

“MSCO” em Documentação de Validação de Verificação e Credenciamento (VV&A) para Modelos e Simulações (MIL-STD-3022), Alexandria, VA: Escritório de Coordenação de Modelagem e Simulação, 2012.

Queda dos corpos e equações diferenciais num primeiro curso de cálculo. Queda dos corpos e equações diferenciais num primeiro curso de cálculo, Belo Horizonte, 8 jun. 2011. DOI <http://hdl.handle.net/1843/BUOS-94QNUC>. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/BUOS-94QNUC>. Acesso em: 20 dez. 2023.

RG Sargent, DM Goldsman e T. Yaacoub, "Um Tutorial sobre a Validação Operacional de Modelos de Simulação", *Anais da Conferência de Simulação de Inverno de 2016*, pp.

RG Sargent e O. Balci, "A History of Verification and Validation of Simulation Models", *Anais da Conferência de Simulação de Inverno de 2017*, pp.

RG Sargent, "Verificação e Validação de Modelos de Simulação: Um Tutorial Avançado", *Anais da Conferência de Simulação de Inverno de 2020*, pp.

S. Robinson, "A Tutorial on Simulation Conceptual Modeling", *Anais da Conferência de Simulação de Inverno de 2017*, pp.

Sargent, R.G. "Um tutorial introdutório sobre verificação e validação de modelos de simulação." *Anais da Conferência de Simulação de Inverno de 2015*, pp.

SANTOS, Marcio Eugen Klingschnmid Lopes dos; AMARAL, Luiz Henrique. Avaliação de objetos virtuais de aprendizagem no ensino de Matemática. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática, [S. l.]*, v. 3, n. 2, p. 83–93, 2012. DOI: 10.26843/rencima.v3i2.109. Disponível em :<https://revistapos.cruzeirosul.edu.br/rencima/article/view/109>. Acesso em: 12 mar. 2024.

SANTOS, M. E. K. L. Objetos e Ambientes virtuais de aprendizagem no ensino de matemática: um estudo de caso para o estágio supervisionado de docência. 2007. 103p. Dissertação de mestrado - Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2007.

STACK OVERFLOW. Stack Overflow Developer Survey. [S. l.], 2023. Disponível em: <https://survey.stackoverflow.co/2023/#technolog>. Acesso em: 4 mar. 2024

POLSANI, P. Use and abuse of reusable learning objects. *Journal of Digital Information*, v. 3, n. 4, 2003. Disponível em: <http://journals.tdl.org/jodi/index.php/jodi/article/view/89/88>.

RIOS, F. L. DE C.; Janissek-Muniz, R.. Uma Proposta De Relação De Requisitos Funcionais Para Um *Software* De Apoio Ao Processo De Inteligência. *Read. Revista Eletrônica de Administração* (Porto Alegre), v. 20, n. 2, p. 425–460, maio 2014.

Tom Walsh. oFísica: Simulações Interativas de Física [S. l.: s. n]. Disponível em: <https://ophysics.com/w.html>. Acesso em: 20 nov 2023.

VALENTIM, Natasha MC et al. Estudo comparativo entre técnicas de inspeção de usabilidade sobre diagramas de atividades. *Anais do XII Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais*, 2013, Brasil., 2013.

Wiley, D. Os objetos de aprendizagem precisam da teoria do design instrucional. In: Rossett, A. (Ed.). *Manual de e-Learning ASTD: melhores práticas, estratégias e estudos de caso para um campo emergente*. Nova York, NY: McGraw-Hill, c2002. p. 115-126.

APÊNDICE

Avaliação de Usabilidade do Simulador de Queda Livre

* Indica uma pergunta obrigatória

Nome *

E-mail *

1) Você concorda com o uso de simulador em sala de aula ? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Discordo Totalmente
- ☐ Discordo
- ☐ Neutro
- ☐ Concordo
- ☐ Concordo Totalmente

2) Como você avalia a facilidade de navegação no simulador ? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Muito Difícil
- ☐ Difícil
- ☐ Neutro
- ☐ Fácil
- ☐ Muito Fácil

3) A interface do simulador é intuitiva e fácil de entender? *

56

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Muito Difícil
- ☐ Difícil
- ☐ Neutro
- ☐ Fácil
- ☐ Muito Fácil

4) Na sua concepção, como você classificaria o desempenho geral do simulador? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Muito Lento
- ☐ Lento
- ☐ Neutro
- ☐ Rápido
- ☐ Muito Rápido

5) O tempo de resposta do simulador atendeu às suas expectativas? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Muito Lento
- ☐ Lento
- ☐ Neutro
- ☐ Rápido
- ☐ Muito Rápido

6) Você achou o simulador muito complicado de usar ? *

57

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Discordo Totalmente
- ☐ Discordo
- ☐ Neutro
- ☐ Concordo
- ☐ Concordo Totalmente

7) Como você avalia a precisão dos resultados fornecidos pelo simulador em comparação com os conceitos de queda livre?

*

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Pouco Preciso
- ☐ preciso
- ☐ Neutro
- ☐ Muito Preciso
- ☐ Extremamente Preciso

8) Na sua opinião, em que medida o simulador contribui para o aprendizado dos conceitos abordados?

*

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Não Contribuiu de Formar Alguma
- ☐ Não Contribui
- ☐ Contribui Pouco
- ☐ Contribui
- ☐ Contribui Muito

9) Você acredita que o uso de simuladores em sala de aula pode melhorar a compreensão dos conceitos ensinados?

*

58

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Discordo Totalmente
- ☐ Discordo
- ☐ Neutro
- ☐ Contribui
- ☐ Contribui Muito

10) Você considera que os simuladores podem ajudar os alunos a desenvolver habilidades práticas de maneira mais eficaz do que métodos de ensino tradicionais?

*

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Discordo Totalmente
- ☐ Discordo
- ☐ Neutro
- ☐ Contribui
- ☐ Sim Contribui Muito

11) Considerando sua experiência com o software até agora, que sugestões ou ideias você tem para melhorar sua eficácia no apoio ao ensino e aprendizado ?

*

12) Qual é a sua visão sobre como este software pode se adaptar às mudanças nas práticas de ensino e aprendizagem ao longo do tempo?

*

59

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários