

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA  
CURSO DE CIÊNCIAS EXATAS - LICENCIATURA**

**DIEGO DA ROSA PEREIRA**

**LANÇAMENTO DE PROJÉTEIS NO CONTEXTO DOS AMBIENTES  
MÁNIPULATIVOS VIRTUAL E FÍSICO: PERCEPÇÕES DE UM  
GRUPO DE LICENCIANDOS EM CIÊNCIAS EXATAS**

**Caçapava do Sul  
2022**

**DIEGO DA ROSA PEREIRA**

**LANÇAMENTO DE PROJÉTIS NO CONTEXTO DOS AMBIENTES  
MANIPULATIVOS VIRTUAL E FÍSICO: PERCEPÇÕES DE UM  
GRUPO DE LICENCIANDOS EM CIÊNCIAS EXATAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Ciências Exatas - Licenciatura da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Licenciado em Ciências Exatas – Física.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Henrique dos Santos Sartori

**Caçapava do Sul  
2022**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos  
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do  
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

PD55911 Pereira, Diego da Rosa

Lançamento de projéteis no contexto dos ambientes  
manipulativos virtual e físico: percepções de um grupo de  
licenciandos em ciências exatas / Diego da Rosa Pereira.

47 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)-- Universidade  
Federal do Pampa, CIÊNCIAS EXATAS, 2022.

"Orientação: Paulo Henrique dos Santos Sartori".

1. Ambientes Manipulativos. 2. Affordances. 3.  
Experimento. 4. Simulador. 5. Ensino de Física. I. Título.

**DIEGO DA ROSA PEREIRA**

**LANÇAMENTO DE PROJÉTIS NO CONTEXTO DOS AMBIENTES  
MANIPULATIVOS VIRTUAL E FÍSICO: PERCEPÇÕES DE UM  
GRUPO DE LICENCIANDOS EM CIÊNCIAS EXATAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Ciências Exatas - Licenciatura da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Licenciado em Ciências Exatas - Física.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em 16 de agosto de 2022.

Banca examinadora:

---

Prof. Dr. Paulo Henrique dos Santos Sartori

Orientador

Unipampa

---

Prof. Dr. Márcio André Rodrigues Martins

Unipampa

---

Prof. Dr. Rafael Brum Werlang

## Unipampa



Assinado eletronicamente por **PAULO HENRIQUE DOS SANTOS SARTORI, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 26/01/2023, às 13:22, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **MARCIO ANDRE RODRIGUES MARTINS, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 30/01/2023, às 15:54, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **RAFHAEL BRUM WERLANG, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 30/01/2023, às 17:17, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **1039108** e o código CRC **9F114373**.

## RESUMO

A temática deste trabalho está relacionada com Lançamento de Projéteis trabalhada em dois tipos de Ambientes Manipulativos (AM) - o Físico e o Virtual - e tem como objetivo verificar a potencialidade didática destes AM na percepção de um grupo de acadêmicos de um Curso de Licenciatura em Ciências Exatas, de uma Universidade Federal gaúcha. No Ambiente Manipulativo Virtual (AMV) foi utilizado o simulador virtual 'Movimento de Projétil' encontrado no sítio do PhET Colorado e, no Ambiente Manipulativo Físico (AMF), um revólver de brinquedo que fez o papel de lançador de projéteis. As atividades, organizadas em oficinas, foram aplicadas em um pequeno grupo de acadêmicos. Durante a realização das atividades práticas, obteve-se, via questionário, as percepções imediatas sobre a ocorrência de determinadas *affordances* características de cada AM. Após a realização dos experimentos virtual e físico, os acadêmicos foram desafiados a identificar e descrever, comparativamente, as limitações e amplitudes de cada AM fazendo, inclusive, inferências dos resultados de um no outro. Notou-se que a maioria dos acadêmicos vislumbra o AMF como um AM que melhor atende os objetivos propostos, permitindo uma compreensão mais adequada do fenômeno físico abordado.

Palavras-chave: Ambientes Manipulativos. *Affordances*. Experimento. Simulador. Ensino de Física.

## **ABSTRACT**

The theme of this work is related to Launching Projectiles worked in two types of Manipulative Environments (ME) - Physical and Virtual - and aims to verify the didactic potential of these ME in the perception of a group of academics from a Degree Course in Exact Sciences, from a Federal University in the state of Rio Grande do Sul. In the Virtual Manipulative Environment (VME) the virtual simulator 'Projectile Movement' found on the PhET Colorado site was used and, in the Physical Manipulative Environment (PME), a toy revolver that played the role of a projectile launcher. The activities, organized in workshops, were applied to a small group of academics. During the performance of practical activities, immediate perceptions about the occurrence of certain characteristic affordances of each ME were obtained via a questionnaire. After carrying out the virtual and physical experiments, the academics were challenged to identify and describe, comparatively, the limitations and amplitudes of each ME, including making inferences from the results of one in the other. It was noted that most academics envision the PME as an ME that best meets the proposed objectives, allowing a more adequate understanding of the physical phenomenon addressed.

Keywords: Manipulative Environments. Affordances. Experiment. Simulator. Physics teaching.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Lançamento de míssil.....	13
Figura 2 – Lançamento de disco .....	13
Figura 3 – Caçada com arco e flecha.....	13
Figura 4 – Catapulta.....	13
Figura 5 – Marcos históricos sobre o estudo de lançamento de projéteis .....	14
Figura 6 – Trajetória de um projétil segundo Tartaglia.....	15
Figura 7 – Tartaglia .....	15
Figura 8 – Lançamento de projéteis na visão de Galileu .....	15
Figura 9 – Galileu Galilei .....	15
Figura 10 – Lançamento de projéteis segundo Newton .....	16
Figura 11 – Isaac Newton .....	16
Figura 12 – <i>Affordances</i> associadas ao tipo de Ambiente Manipulativo .....	21
Figura 13 – <i>Affordance</i> relacionada ao Ambiente Manipulativo Virtual (AMV) e possíveis consequências.....	21
Figura 14 – <i>Affordance</i> relacionada ao Ambiente Manipulativo Físico (AMF) e possíveis consequências.....	22
Figura 15 – Aspecto geral do software Movimento de Projéteis e indicação de seus principais recursos .....	24
Figura 16 – Imagem geral da aba Lab do simulador Movimento de Projéteis .....	25
Figura 17 – Lançador de projéteis (revólver de brinquedo) .....	26
Figura 18 – Aplicativo para smartphone ‘Transferidor: Smart Protactor’ .....	26



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tipos e exemplos de <i>affordances</i> relacionados aos AM.....	20
Tabela 2 - Resultados das respostas do grau de afinidade para cada característica/atributo em cada AM .....	31

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>11</b>
<b>2.1 USO DE SIMULADORES E A TEMÁTICA DE LANÇAMENTO DE PROJÉTEIS NA BNCC .....</b>	<b>11</b>
<b>2.2 LANÇAMENTO DE PROJÉTEIS: CONTEXTO HISTÓRICO.....</b>	<b>12</b>
<b>2.3 SIMULADORES VIRTUAIS NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA .....</b>	<b>17</b>
<b>2.4 AMBIENTES MANIPULATIVOS (AM) .....</b>	<b>18</b>
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>22</b>
<b>4 DESENVOLVIMENTO.....</b>	<b>26</b>
<b>5 ANÁLISE DOS RESULTADOS .....</b>	<b>30</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>34</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>36</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>38</b>

## 1 INTRODUÇÃO

No início do processo de inserção das novas tecnologias, percebeu-se que professores e comunidade acadêmica vislumbraram um grande potencial de seus usos para a aprendizagem dos alunos. Com o auxílio de alguns softwares educacionais existentes na Internet, os alunos puderam visualizar aquilo que é discutido apenas teoricamente nos conteúdos desenvolvidos em aula. Com o avanço destes softwares, as aulas de Ciências tornam-se mais atrativas e interessantes para os alunos (MACÊDO; DICKMAN; ANDRADE, 2012).

As novas tecnologias criaram um novo ambiente nas sociedades atuais, promovendo mudanças na maneira como realizamos nossas tarefas do dia a dia e como nos relacionamos com as pessoas. Essas mudanças, inevitavelmente refletem na educação. “Cada recurso tecnológico novo que se apresenta resinifica e amplia a maneira como construímos e lidamos com o conhecimento” (SILVA, 2010, p. 37). Com os avanços tecnológicos surgem possibilidades de criação de novas estratégias de ensino nunca antes imaginadas.

A partir do contato e da familiarização com softwares educacionais de simulação em uma componente curricular do Curso de Licenciatura em Ciências Exatas, e com o aprendizado na utilização desses softwares em atividades didáticas durante o planejamento e elaboração de algumas aulas, iniciei uma proposta com a ideia de trabalhar com estes recursos em aplicações na sala de aula. Como nas escolas de hoje em dia é mais comum de se encontrar laboratórios de informática, optei por realizar o meu trabalho de conclusão de curso na área de ensino de física conciliando o uso do software de simulação (de livre acesso) com uma simulação real.

De modo geral percebe-se que a inserção de novas tecnologias no Ensino de Ciências trouxe várias vantagens. Contudo, teve que quebrar uma grande barreira, a de como realizar a implantação dessas tecnologias junto aos professores, pois muitos deles não estavam acostumados com o uso de aparelhos tecnológicos e programas computacionais em sala de aula, e até mesmo, não tinham nenhuma prática na utilização desses dispositivos.

De acordo com Veit e Teodoro (2002) dentre os princípios norteadores gerais estabelecidos pelos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio destacam-se a produção de um conhecimento efetivo, não somente propedêutico, que leve ao desenvolvimento de competências e habilidades específicas para cada

disciplina, integradas pela interdisciplinaridade e se valendo da contextualização. Na área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, na qual a disciplina de Física está inserida, entende-se que

A aprendizagem de concepções científicas atualizadas do mundo físico e natural e o desenvolvimento de estratégias de trabalho centradas na solução de problemas são finalidade da área, de forma a aproximar o educando do trabalho de investigação científica e tecnológica, como atividade institucionalizadas de produção de bens e serviços (BRASIL, 2000, p. 20).

O problema central desta investigação pode, então, se configurar da seguinte maneira: como se explicitam as percepções pedagógicas de um grupo de estudantes de licenciatura em Ciências Exatas ao manipular ambientes físicos e virtuais para aprender e ensinar sobre o tema Lançamento de Projéteis?

Este estudo teve como objetivo, portanto, analisar as percepções de um grupo de acadêmicos sobre o uso de um simulador didático virtual e de uma simulação didática real. O simulador usado foi o “Movimento de Projétil”, encontrado na Internet no sítio do PhET Colorado, desenvolvido por uma equipe da Universidade de Colorado Boulder dos Estados Unidos. A simulação em ambiente físico utilizou como recurso básico um lançador de projéteis de brinquedo (um revólver de plástico).

Para realizar este estudo foram propostos desafios com um grupo de acadêmicos do Curso de Ciências Exatas – Licenciatura (o qual possui quatro percursos formativos: Matemática, Ciências da Natureza, Física e Química) da Universidade Federal do Pampa (Unipampa) campus Caçapava do Sul, realizando atividades investigativas sobre o Movimento de Projéteis com o auxílio do software (simulador) e do lançador de projéteis.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Uso de Simuladores e a Temática de Lançamento de Projéteis na BNCC**

A nova Base Nacional Comum Curricular (BNCC), traz algumas mudanças como a adesão por áreas do conhecimento, deixando de existir o termo disciplina. A partir disso a componente curricular de Física onde trabalhamos o conteúdo de Lançamento de Projéteis está contida na área de conhecimento Ciências da Natureza juntamente com as componentes de Química e Biologia (BRASIL, 2017).

Diante desta nova forma de organização a BNCC traz competências e habilidades que abrangem juntamente as três componentes da área de Ciências da Natureza o que dificulta um pouco a pesquisa de competências específicas da componente de Física.

Após uma leitura deste documento constatou-se alguns pontos relativos ao tema e a abordagem que este trabalho se propõe (BRASIL, 2017, p. 555-559):

- dentro da competência específica 1, na habilidade EM13CNT101, encontramos uma habilidade que busca o uso de dispositivos e aplicativos digitais para a aprendizagem de conteúdos como quantidade da matéria, movimentos, energia, dentre outras;
- dentro da competência específica 2, de modo geral, podemos observar a sugestão para o uso, sempre que possível, de softwares de simulação e modelagem dentro de conteúdos da área de Ciências da Natureza. Ainda na competência específica 2, mas agora especificamente nas habilidades EM13CNT201 e EM13CNT204, trata-se mais detalhadamente do uso destes softwares em alguns conteúdos de Física como em Movimentos, Leis de Newton, Energia, Termodinâmica e Eletricidade;
- dentro da competência específica 3, as habilidades EM13CNT301 e EM13CNT302 tratam da parte científica metodológica onde procura-se a discussão de elaborar hipóteses, fazer previsões e estimativas e, a partir destes dados, procurar o melhor instrumento para demonstrá-los como tabelas, gráficos, símbolos, dentre outros.

A BNCC (BRASIL, 2017) como novo documento orientador para o Ensino Básico traz uma perspectiva mais interdisciplinar para as componentes curriculares, implicando em vários desafios para professores e instituições de ensino, pois todos precisarão reformular suas metodologias de ensino para conseguir se adequar e trabalhar de forma correta o que está previsto na BNCC, conforme ressalta a Resolução CNE/CP Nº 2, de 22 de dezembro de 2017 (CNE/MEC, 2017).

## **2.2 Lançamento de Projéteis: Contexto Histórico**

O conteúdo de lançamento de projéteis é facilmente relacionável com o cotidiano do aluno, pois podemos visualizá-lo de diferentes maneiras no dia a dia. Em um levantamento histórico percebe-se que há muitos anos existiam essas relações entre o lançamento de projéteis e o cotidiano (Figuras 1, 2, 3 e 4) como: catapultas utilizadas nas guerras, lançamentos de mísseis balísticos, situações de caça com arco

e flecha, além, é claro, de esportes olímpicos como o lançamento de disco, arremesso de peso, etc.

Figura 1 – Lançamento de míssil.



Fonte: Flores, 2013.

Figura 2 – Lançamento de disco.



Fonte: Flores, 2013.

Figura 3 – Caçada com arco e flecha.



Fonte: Flores, 2013.

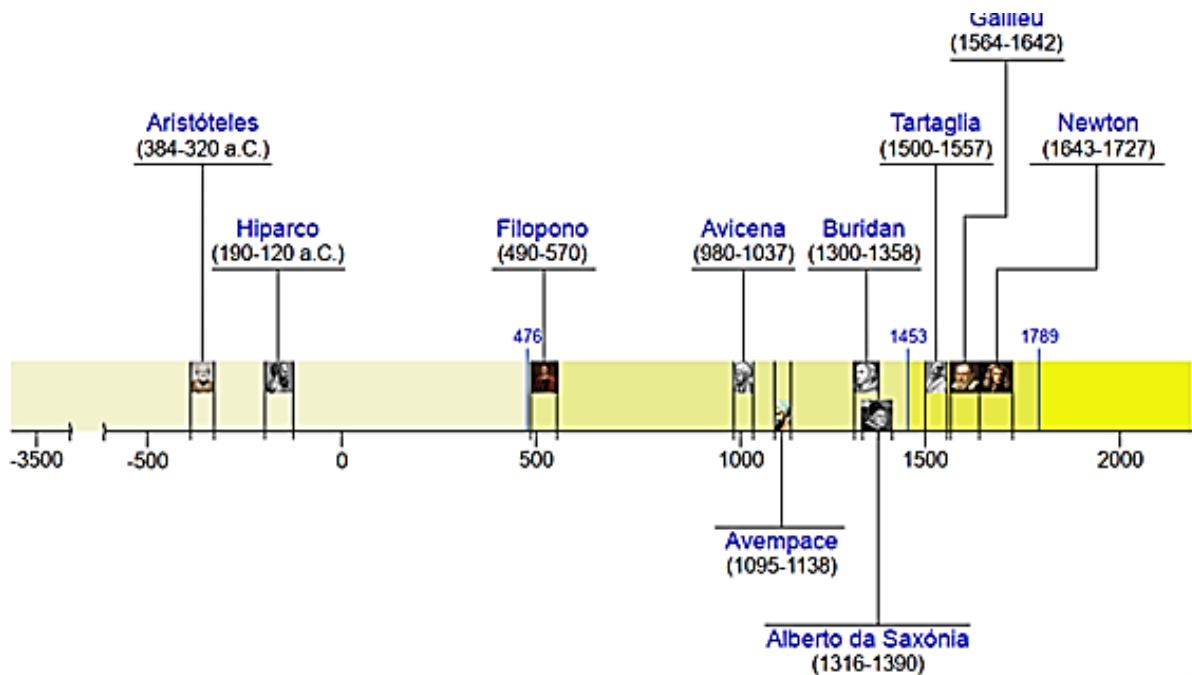
Figura 4 – Catapulta.



Fonte: Flores, 2013.

No contexto do conhecimento sobre lançamento de projéteis, pode-se fazer um breve resgate histórico (Figura 5) do qual destaca-se alguns de seus principais estudiosos.

Figura 5 – Marcos históricos sobre o estudo de lançamento de projéteis.

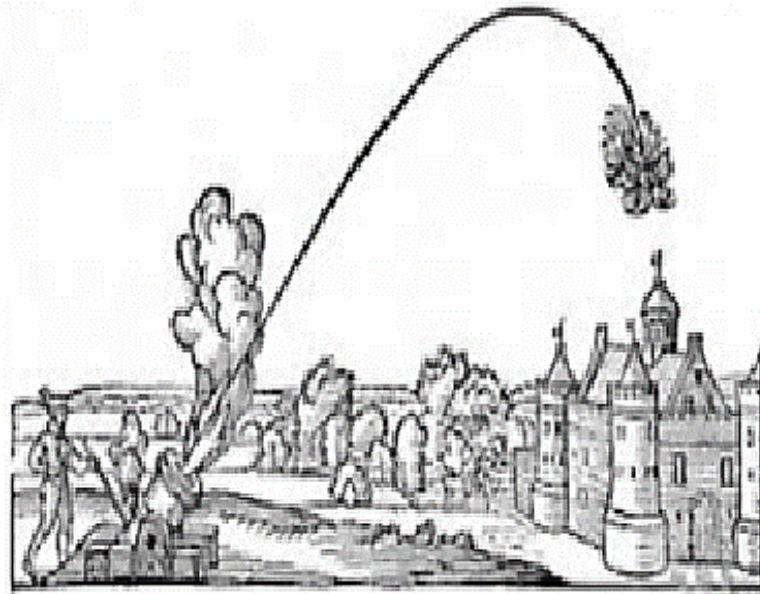


Fonte: Flores, 2013.

Apresenta-se um recorte temporal salientando apenas as investigações realizadas pelos três últimos cientistas e/ou filósofos, sendo eles Tartaglia, Galileu e Newton.

Tartaglia (1500 – 1557) foi um filósofo italiano que referiu-se ao movimento de projéteis como a nova ciência. Ele apoiou-se na teoria do ímpeto dividida em três fases, porém questionou como é possível que o peso atua apenas nas fases 2 e 3 do movimento de um projétil. Como consequência, Tartaglia admite uma trajetória curva na primeira fase do movimento. Porém, a curva é tão suave e imperceptível que pode ser ignorada. Tartaglia defende, portanto, que na primeira fase do movimento, apresentada anteriormente por Alberto da Saxónia, não pode existir somente movimento violento em linha reta, exceto para lançamentos verticais. De acordo com seus estudos, o movimento de um projétil é influenciado pelo peso em toda a sua amplitude, e que, por isso, o afasta das trajetórias retilíneas (FLORES, 2013).

Figura 6 – Trajetória de um projétil segundo Tartaglia.



Fonte: Flores, 2013.

Figura 7 – Tartaglia.

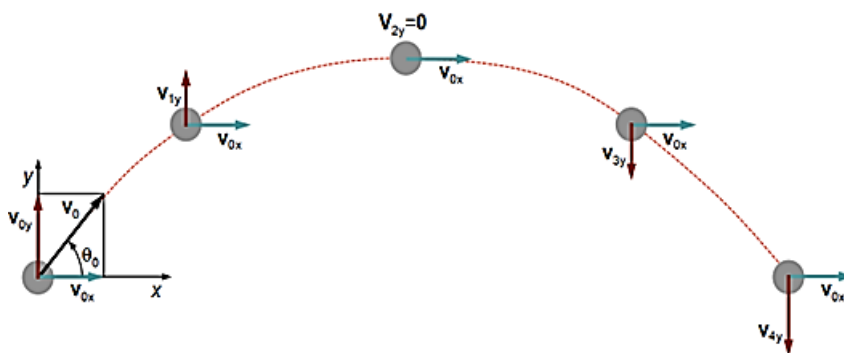


Fonte: Flores, 2013.

Galileu (1564-1642), conforme Flores (2013), foi um astrônomo italiano considerado o pai do método científico moderno (observação) e foi um seguidor da teoria do ímpeto e faz a ligação desta com a dinâmica inercial. Ele defende que o ímpeto é tem tendência a diminuir com o movimento, mesmo no vácuo, pois apresentou o princípio da independência dos movimentos, em que o movimento de um projétil pode se decompor em:

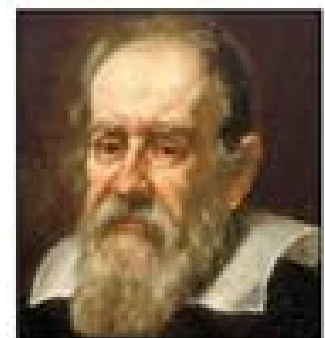
- Movimento uniforme na direção horizontal;
- Movimento uniformemente acelerado na direção vertical.

Figura 8 – Lançamento de projéteis na visão de Galileu.



Fonte: Flores, 2013.

Figura 9 – Galileu Galilei.



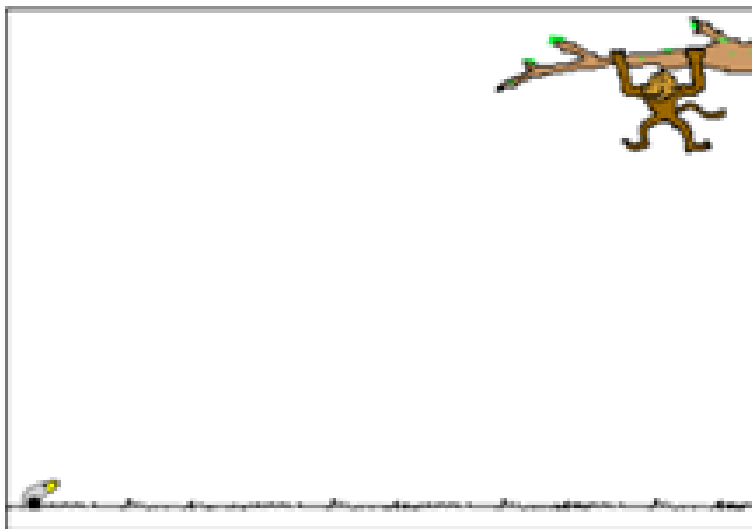
Fonte: Flores, 2013.



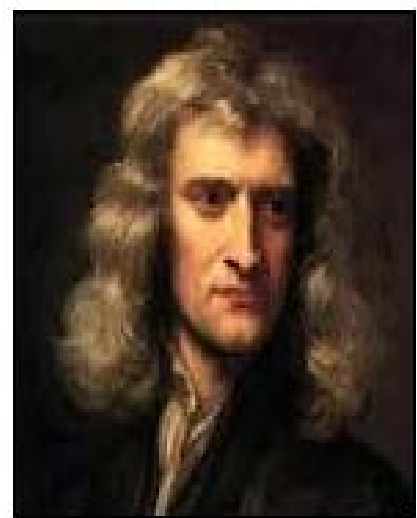
O Princípio da independência ou Princípio de Galileu diz que quando um corpo realiza um movimento composto, cada um dos seus movimentos simples acontece como se os restantes não existissem. Galileu usou um plano inclinado com esferas pintadas para realizar ensaios sobre o movimento de projéteis e foi quem de fato primeiramente estudou com rigor o movimento de um projétil, o qual descreve uma curva bem definida, isto é, uma semi-parábola (FLORES, 2013).

Newton (1643-1727) foi um cientista inglês, considerado um dos mais influentes na História da Humanidade, e deu continuidade às ideias de Galileu no que diz respeito ao estudo do movimento de projéteis. A principal diferença entre mecânica Newtoniana e a teoria do ímpeto é que nesta última o ímpeto é a causa do movimento e é interna ao projétil, enquanto que na mecânica Newtoniana a força é externa e é necessária para que haja mudança do movimento. Por outro lado, Newton deu expressão física aos estudos experimentais e empíricos desenvolvidos por Galileu, ao consolidar a perspectiva inercial do movimento. Os estudos de Newton desempenharam um papel de fundamental importância na compreensão do movimento de projéteis e, de fato, estabeleceu relações matemáticas que traduzem os fenômenos físicos que estão associados ao movimento de projéteis. A partir disso a análise experimental permitiu validar as previsões dadas pela mecânica Newtoniana (FLORES, 2013).

Figura 10 – Lançamento de Projéteis segundo Newton. Figura 11 – Isaac Newton.



Fonte: Flores, 2013.



Fonte: Flores, 2013.

Tem-se, a partir desta breve retomada histórica sobre a evolução das ideias em torno do lançamento de projéteis, uma noção do quão variado e complexo é a compreensão do fenômeno e de se estabelecer uma explicação consistente em termos científicos.

### **2.3 Simuladores Virtuais na Educação Científica**

De acordo com Xavier e Montse (2003), os aplicativos são programas leves e rápidos, necessitando de pouco tempo para serem carregados no computador, sendo sua utilização relativamente simples, não necessitando de muitas explicações e com isso a maioria dos estudantes aprende rapidamente a manipulá-los. Conforme os autores, as principais características destes aplicativos são:

- São programas relativamente pequenos;
- São programados para serem incorporados e executados diretamente nas páginas da web;
- São configuráveis, isto é, permitem ao professor fazer adaptações de acordo com a sua realidade;
- São interativos, isto é, permitem ao usuário manipular determinados elementos, modificando o resultado gráfico ou textual;
- São distribuídos, na sua maioria, gratuitamente na internet.

Segundo Xavier e Montse (2003), as simulações podem ser divididas em dois grupos: interativas e não interativas. Nas simulações não interativas, os usuários não podem alterar nenhum parâmetro de simulação.

Segundo (Coelho, 2002), os simuladores não interativos servem para mostrar e ilustrar a evolução temporal de algum evento ou fenômeno.

Neste trabalho, o simulador virtual utilizado se enquadra, de acordo com a classificação proposta por Xavier e Montse (2003), como uma simulação interativa, na qual o usuário pode alterar vários parâmetros da simulação, explorando a situação física representada, verificando as implicações das alterações feitas no comportamento do fenômeno estudado. Os autores complementam afirmando que, em algumas simulações deste tipo, o grau de interação é muito pequeno, mas a capacidade de simular qualitativamente o fenômeno é muito grande.

De acordo com Oliveira, Ferreira e Mill (2016), na perspectiva conceitual do uso de simuladores, os teóricos não são consensuais. Algumas linhas convergem para

concepções mais técnicas, outras, centram-se nos aspectos sociais. Estudiosos centrados no uso das tecnologias em processos educativos, como é o caso de Moran (2004) apud Oliveira, Ferreira e Mill (2016), defendem a ideia de que esses recursos subsidiam a busca por conhecimentos e, portanto, precisam estar integrados em processos mais amplos de aprendizagem, na mediação das interações educacionais. Nesse sentido, considerando a presença cada maior das tecnologias no cotidiano, o seu uso no ensino em geral, torna-se objeto de grande preocupação. Atento a estas questões, o Estado do Rio Grande do Sul revisou sua estrutura educacional em 2011 (RIO GRANDE DO SUL, 2011), e propôs, tendo por base a articulação dos eixos ciência, cultura, tecnologia e mundo do trabalho, uma reconfiguração considerável, incorporando abordagens interdisciplinares, a promoção de um estreitamento entre o mundo do trabalho e as vivências pedagógicas, um qualificado procedimento avaliativo e a articulação aos processos de ensino-aprendizagem das novas tecnologias.

#### **2.4 Ambientes Manipulativos (AM)**

As abordagens de aprendizagem baseadas em investigação fundamentam-se em princípios construtivistas que consideram a aprendizagem como um processo ativo, interativo e iterativo, onde os alunos constroem suas ideias e compreendem novas experiências alicerçado em experiências anteriores (HOFSTEIN; LUNETTA, 2004 apud BUMBACHER et al., 2018). Atividades experimentais investigativas em sala de aula normalmente requerem que os estudantes investiguem sistemas multivariados usando as ferramentas para experimentação e análise de dados (CHINN; MALHOTRA, 2002; JONG; JOOLINGEN, 1998 apud BUMBACHER et al., 2018).

Os modelos contemporâneos de ensino e aprendizagem de Ciências assumem a proeminência do papel desempenhado pela instrução baseada em investigação e reconhecem que houve a criação de novas oportunidades para a experimentação realizada nas escolas para além dos tradicionais laboratórios físicos, graças a introdução de novas ferramentas virtuais e físicas, como simulações interativas ou laboratórios remotos (QUINN et al., 2012; HERADIO et al., 2016 apud BUMBACHER et al., 2018). Conforme aponta Zacharia et al (2015, apud BUMBACHER et al., 2018):

Essas ferramentas permitem que os alunos observem fenômenos científicos, manipulem variáveis, configurem experimentos e colem dados; portanto, nos referimos a eles como ambientes manipulativos (AM) para investigação. O espaço de design para tais ambientes manipulativos é grande e diversificado, e nem todos os AM são eficazes para promover a aprendizagem da Ciência através da investigação (ZACHARIA et al., 2015 apud BUMBACHER et al., p. 215, 2018, tradução nossa).

De acordo com Pedaste et al. (2015 apud BUMBACHER et al., 2018), estudos sobre Ambientes Manipulativos (AM) e métodos de investigação sustentam, predominantemente, a visão da investigação científica como um processo cíclico de geração de hipóteses, planejamento, execução de experimentos e análise de dados. Resultados agregados de diversas pesquisas (Finkelstein et al. 2005; Gire et al. 2010; Jaakkola e Nurmi 2008; Klahr et al. 2007; Marshall e Young 2006; Olympiou e Zacharia 2012; Winn et al. 2006; Zanin et al. 2008 apud BUMBACHER et al., 2018) mostram que tanto Ambientes Manipulativos Virtuais (AMV) quanto Ambientes Manipulativos Físicos (AMF) são capazes de promover a compreensão conceitual, diferindo, contudo, em suas eficácias relativas.

Para melhor entendimento das potencialidades associadas ao trabalho com AM é preciso estabelecer o conceito de *affordance*. Este termo da língua inglesa ainda não apresenta uma tradução consensual para a língua portuguesa e seu significado é variável dependendo dos contextos em que é utilizado. Optou-se por mantê-lo na forma original, explicitando aqui sua concepção para este trabalho. As *affordances* sugerem possibilidades de ação do sujeito em um determinado ambiente (TRINDADE; VECHIATO, 2016). Conforme Mesquita (2018), o conceito foi

[...] criado originalmente pelo psicólogo J. J. Gibson e posteriormente adaptado para o mundo de Design por Don Norman. *Affordance* é uma relação entre um objeto e uma pessoa (no caso, um agente que interage com esse objeto). É o relacionamento entre as propriedades do objeto e as capacidades do agente de determinar intuitivamente, ou baseado em experiências anteriores, como o objeto pode ser usado, sem necessidade de explicações, rótulos ou instruções. Buscando rapidamente um exemplo, podemos dizer que uma cadeira "*affords*" (serve para, passa a utilidade de) suporte e, conseqüentemente, sentar. Por que entender esse conceito é difícil? Porque o comum é pensarmos em propriedades associadas, em vez de uma relação. Para a *affordance* existir, é preciso considerar as duas variáveis: propriedades (do objeto) e capacidades (do agente) (MESQUITA, 2018, n.p).

A tabela 1 apresenta uma relação de *affordances* agrupadas em quatro categorias que, apesar de não representar a variedade das possíveis *affordances* de AM, retratam algumas das mais relevantes, independentes do tipo de AM.

Tabela 1 - Tipos e exemplos de *affordances* relacionados aos AM.

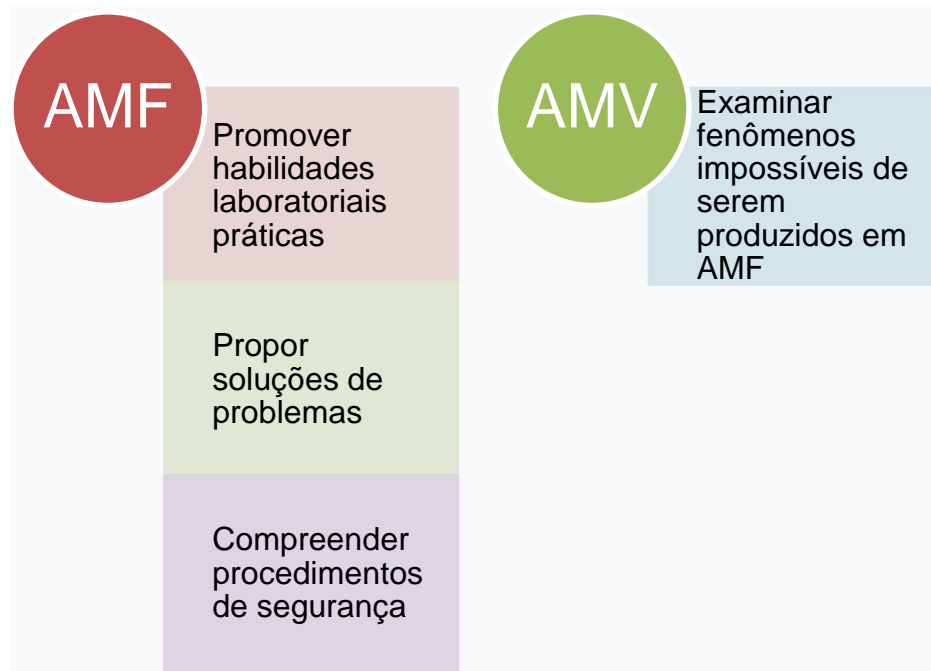
<b>Tipo de <i>affordance</i></b>	<b>Exemplos de <i>affordances</i></b>
Representação	Dinâmica de representações
	Representações múltiplas e multimodais
	Visualização de objetos e processos, abstratos ou além da percepção
Interação	Vinculação dinâmica entre representações
	Fisicalidade/tangibilidade (capacidade de tocar material concreto)
	Possibilidade de repetir e modificar experimentos
	Manipulação e customização de equipamentos de medição
Assistência integrada (apoios e <i>feedback</i> )	Manipulação de objetos reificados, por exemplo, temperatura global
	Graduação na liberdade de manipulação
	<i>Feedback</i> imediato e correção de erros
Complexidade do modelo	Direcionamento da atenção dos alunos
	Suportes cognitivos ou colaborativos
	Graduação da complexidade
	Incerteza de medição e ruído inerente ao sistema

Fonte: Adaptado de BUMBACHER, E. (2018). Tradução nossa.

Enquanto AMV e AMF compartilham algumas *affordances* relacionadas à aprendizagem investigativa, como a possibilidade de manipulação ativa ou coleta de dados de experimentos, outras *affordances* são inerentemente ligadas a um tipo de AM (WINN et al., 2006 apud BUMBACHER et al., 2018). Por exemplo, AMF naturalmente proporciona a manipulação concreta, ao passo que, AMV tem maior probabilidade de permitir a interação com objetos que são intangíveis (LAZONDER; EHRENHARD, 2014 apud BUMBACHER et al., 2018). Inúmeros trabalhos (Jong et al., 2013; Jaakkola, 2012; Olympiou; Zacharia, 2012; Zacharia, 2007 apud BUMBACHER et al., 2018) demonstram que qualquer combinação de AMV e AMF conduz para um melhor entendimento conceitual do que qualquer um utilizado isoladamente, provavelmente porque a combinação AMV-AMF tem maior potencial para alavancar as diferentes *affordances* de cada AM, fornecendo várias representações, o que leva a um aumento dos benefícios de aprendizagem e de competências (LAZONDER; EHRENHARD, 2014 apud BUMBACHER et al., 2018).

O alinhamento dos tipos de AM com algumas *affordances* relacionadas a propósitos da educação científica, está representado na figura 12.

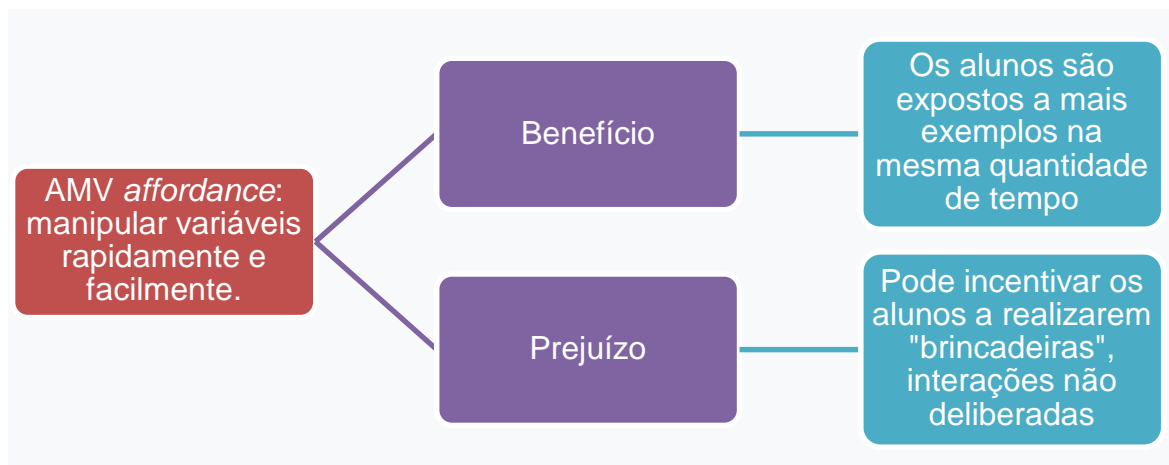
Figura 12 – *Affordances* associadas ao tipo de Ambiente Manipulativo.



Fonte: Adaptado de BUMBACHER, E. (2018). Tradução nossa.

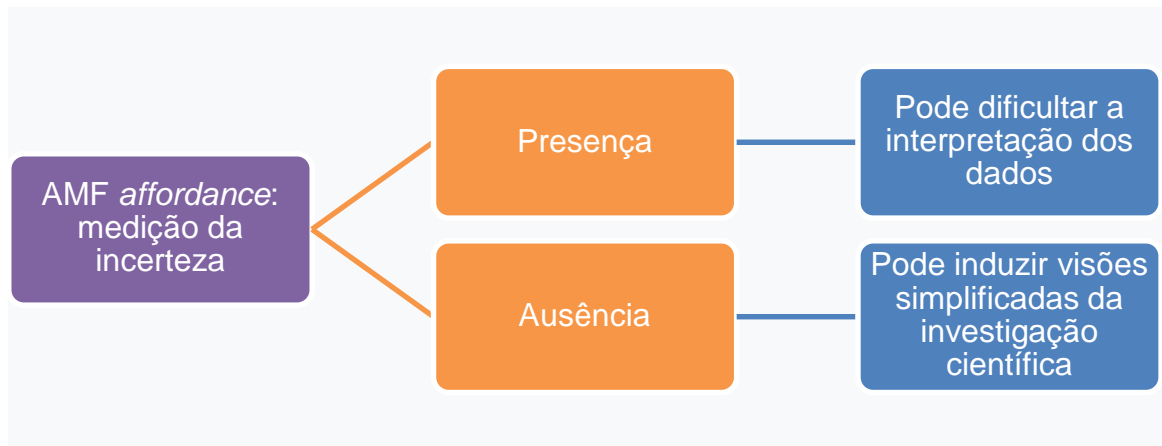
Algumas *affordances* prestam-se aos objetivos de aprendizagem relacionados à cada tipo de AM, mas com consequências distintas, como esquematizado nas figuras 13 e 14 (Chen et al. 2014; Chini et al. 2012 apud BUMBACHER et al., 2018).

Figura 13: *Affordance* relacionada ao Ambiente Manipulativo Virtual (AMV)



Fonte: Huppert et al., 2002; Zacharia; Jong, 2014; Renken; Nunez, 2013 (apud BUMBACHER et al., 2018, tradução nossa).

Figura 14: *Affordance* relacionada ao Ambiente Manipulativo Físico (AMF) e possíveis consequências.



Fonte: Baseado em Chinn; Malhotra, 2002; Chen, 2010; Chen *et al.*, 2014 (apud BUMBACHER *et al.*, 2018, tradução nossa).

Algumas destas *affordances* foram selecionadas para se verificar as suas ocorrências nas atividades práticas que foram propostas. A seguir, delineia-se a metodologia de trabalho.

### 3 METODOLOGIA

As atividades foram desenvolvidas em um grupo de seis acadêmicos do Curso de Ciências Exatas - Licenciatura da Universidade Federal do Pampa - campus Caçapava do Sul, sendo que três acadêmicos estavam no percurso formativo na área da Matemática, dois na área da Ciências da Natureza e um na área da Física.

O planejamento das atividades, contemplando o conteúdo de lançamento de projéteis, foi organizado sob a forma de oficinas teórico-práticas.

Os acadêmicos trabalharam com roteiros abertos com orientações básicas para o desenvolvimento das atividades, responderam questionários, e produziram relatórios, registrando suas percepções, cálculos e resultados (conclusões).

O aplicativo escolhido para a realização deste trabalho chama-se Movimento de Projéteis<sup>1</sup>, desenvolvido por professores da Universidade de Colorado Boulder dos Estados Unidos e aborda a física relacionada ao lançamento de projéteis. Aplicativos deste tipo são denominados como programas computacionais que funcionam com

<sup>1</sup> Movimento de Projétil, versão 1.0.21. Link: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/projectile-motion](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/projectile-motion).

linguagem de programação Java<sup>2</sup>. Assim, eles podem ser executados gratuitamente diretamente nos navegadores de Internet.

O software Movimento de Projéteis encontrado no sítio do PhET Colorado<sup>3</sup> na Internet foi usado para a atividade AMV. Nesse sítio, encontra-se uma instigante descrição das funções e capacidades do simulador: “Jogue um carro com um canhão! Saiba mais sobre o movimento de um projétil ao disparar vários objetos. Defina o ângulo, a velocidade inicial, e a massa. Explore representações vetoriais e adicione a resistência do ar para investigar os fatores que influenciam o arraste”. Também se encontram alguns objetivos que podem ser atingidos com o auxílio deste software:

- determinar como cada parâmetro (altura inicial, ângulo inicial, velocidade inicial, massa, diâmetro e altitude) afeta a trajetória de um objeto, com e sem resistência ao ar;
- prever como a variação das condições iniciais afeta o caminho do projétil, e explicar sua previsão;
- estimar onde um objeto irá pousar, dadas suas condições iniciais;
- determinar que o movimento x e y de um projétil são independentes;
- investigar as variáveis que afetam a força de arraste;
- descrever o efeito que a força de arrasto tem na velocidade e aceleração;
- discutir o movimento do projétil usando vocabulário comum (como: ângulo de lançamento, velocidade inicial, altura inicial, intervalo, tempo).

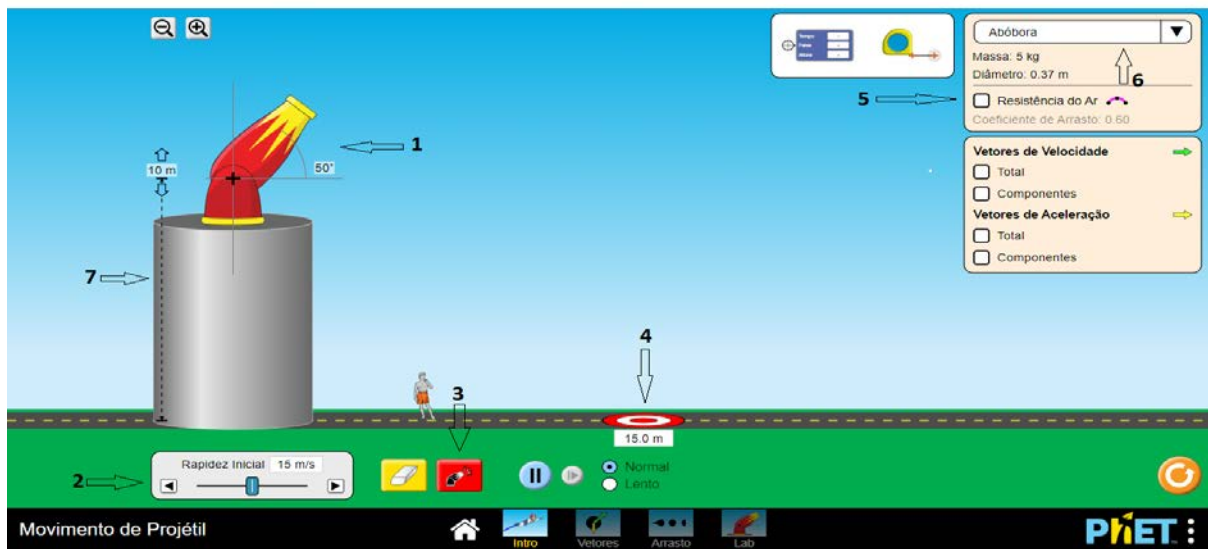
A figura 15, mostra o aspecto geral do software com indicação de cada item que este simulador contempla com o auxílio de imagens ilustrativas:

<sup>2</sup> Java© 2022 Oráculo é uma linguagem de programação e plataforma de computação.

<sup>3</sup> PhET Colorado ©2023 University of Colorado.



Figura 15: Aspecto geral do software Movimento de Projéteis e indicação de seus principais recursos.

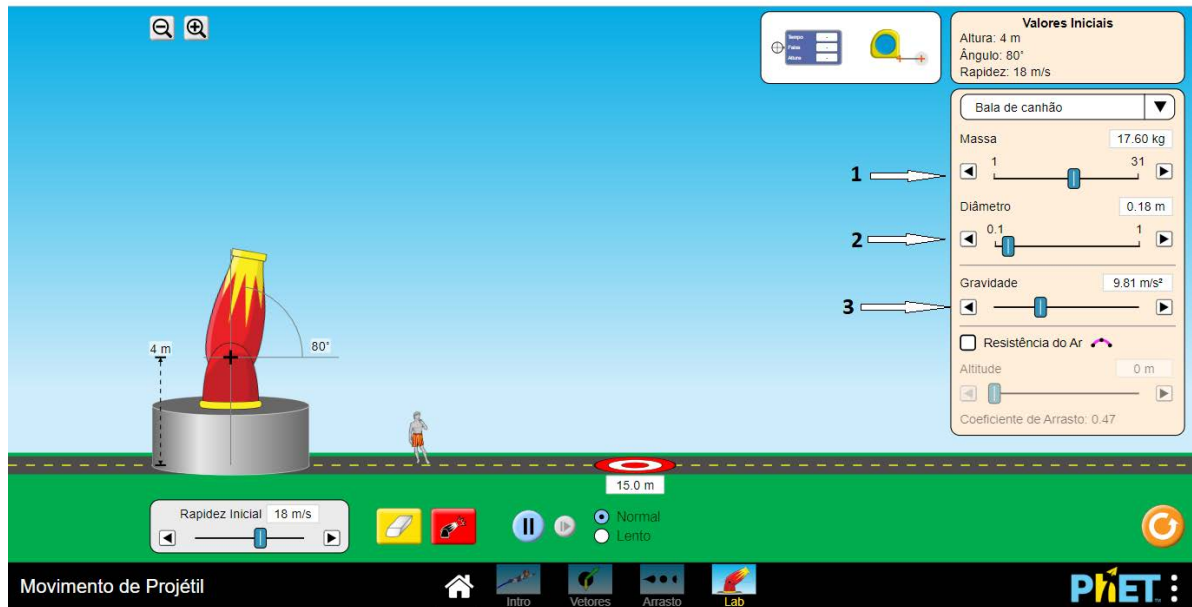


Fonte: Print screen do sítio da internet [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/projectile-motion](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/projectile-motion).

- 1) Variação do ângulo de lançamento do projétil.
- 2) Variação da velocidade do projétil que será lançado.
- 3) Botão que ao ser clicado lançará o projétil selecionado.
- 4) Alvo no qual você supõe que o projétil irá cair.
- 5) Botão de inclusão ou não da Resistência do Ar.
- 6) Lugar onde escolhemos o objeto a ser lançado do canhão, tais como (bala de canhão, bola de golfe, bola de futebol, bola de beisebol, abóbora, piano, carro).
- 7) Variação da altura de onde será lançado o projétil.

Na aba Lab do simulador Movimento de Projéteis tem-se a seguinte visualização (Figura 16):

Figura 16: Imagem geral da aba Lab do simulador Movimento de Projéteis.



Fonte: *Print screen* do sítio da internet [https://phet.colorado.edu/sims/html/projectile-motion/latest/projectile-motion\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/projectile-motion/latest/projectile-motion_pt_BR.html).

Os comandos mostrados na figura 16, indicados pelos números 1, 2 e 3, permitem variar (modificar o valor) do(a):

- 1) Massa do projétil a ser lançado.
- 2) Diâmetro do projétil a ser lançado.
- 3) Gravidade local (podendo simular o lançamento de projéteis em outros planetas, por exemplo).

Para a realização da atividade AMF, foram utilizados os seguintes materiais:

- Lançador de projéteis (revólver de brinquedo; Figura 17);
- fita métrica;
- balança digital;
- aplicativo para smartphone Transferidor: Smart Protractor<sup>4</sup> (Figura 18) ou similar.

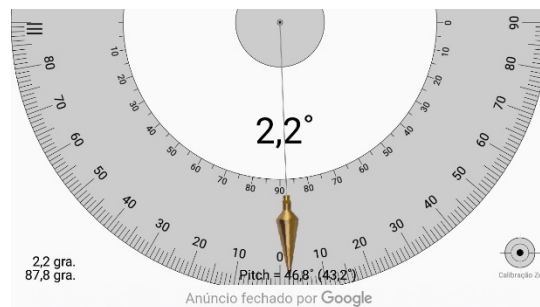
<sup>4</sup> Transferidor: Smart Protractor, versão v1.5.11 da Smart Tools co. Link: [https://play.google.com/store/apps/details?id=kr.sira.protractor&hl=pt\\_BR&gl=US](https://play.google.com/store/apps/details?id=kr.sira.protractor&hl=pt_BR&gl=US).

Figura 17 – Lançador de Projéteis.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 18. Aplicativo para *smartphone* ‘Transferidor’.



Fonte: *Print screen* do aplicativo ‘Transferidor: Smart Protactor’.

Realizou-se a atividade no interior de uma sala de aula ampla, obtendo os dados sobre ângulo de lançamento, altura alcançada, distância alcançada com o apoio da fita métrica, do aplicativo ‘Transferidor’ e da pistola lançadora. Após, recolheu-se os dados obtidos e procedeu-se a pesagem do objeto lançado para saber sua massa e assim poder realizar os cálculos necessários para determinar a velocidade de lançamento.

As informações obtidas da atividade AMF serviram de *inputs* para o simulador virtual (AMV), possibilitando fazer comparações entre os dois ambientes manipulativos.

#### 4 DESENVOLVIMENTO

Foram desenvolvidas três oficinas: uma oficina teórica (revisão de princípios físicos), uma oficina prática (chamada Ambiente Manipulativo Físico - AMF) e uma

oficina virtual (chamada Ambiente Manipulativo Virtual - AMV). As oficinas foram aplicadas conforme descrito a seguir. Previamente ao início das oficinas esclareceu-se para os acadêmicos o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo 1) e recolhidos seus dados e assinaturas.

### **OFICINA 1: Revisão teórica sobre Lançamento de Projéteis e Introdução ao Simulador Movimento de Projétil**

Revisão teórica dos fundamentos físicos relacionados ao estudo do movimento de projéteis e das fórmulas necessárias para a efetivação da parte experimental. O conteúdo da oficina consta no Anexo 3. Também foi demonstrado o simulador e explicado seus principais recursos a fim de familiarizar os acadêmicos como o ambiente virtual. O tempo de aula utilizado foi de uma hora.

### **OFICINA 2: Ambiente Manipulativo Físico (AMF)**

Atividade experimental envolvendo o lançamento de um projétil, buscando medir os principais parâmetros e as grandezas físicas necessárias para o cálculo da velocidade inicial de lançamento. Posteriormente, estes dados serão inseridos num simulador virtual para realização de comparações dos resultados nos dois ambientes (físico e virtual).

**Objetivo principal: Medir o alcance do projétil e calcular sua velocidade inicial de lançamento.**

#### Materiais:

- lançador de projéteis: pistola de brinquedo;
- fita métrica (de preferência com 5 m de comprimento);
- balança digital (mínimo 0,1 g de precisão);
- aplicativo para *smartphone* 'Transferidor' ou similar, que permita medição de ângulos;
- régua escolar de 30 cm.

#### Dados prévios:

Descrição do Projétil: cilindro de dimensões: diâmetro \_ \_ \_ e comprimento \_ \_ \_ , feito com material plástico na extremidade (com cerca de \_ \_ \_ de comprimento) e o restante feito de polietileno expandido com o interior oco.

Massa do Projétil: \_ \_ \_ \_

Procedimentos:

2.1) Apoiar o lançador de projéteis de tal forma a mantê-lo firme durante a atividade;  
 2.2) Incliná-lo, com o auxílio do aplicativo 'Transferidor', de tal forma que não seja inferior a  $30^\circ$ , nem superior a  $60^\circ$  (em relação ao nível do solo). Após fixar sua posição, anotar o ângulo exato de inclinação por meio do aplicativo 'Transferidor'.  $\theta =$

---

2.3) Efetuar o lançamento do projétil e medir o seu alcance (verificar o ponto em que o projétil caiu, e com a fita métrica, realizar a medida entre o ponto inicial e o ponto de queda).

Preencher as informações obtidas em três lançamentos sucessivos na tabela

1:

Lançamento	Alcance (m)
$1^\circ$	
$2^\circ$	
$3^\circ$	
Média	

2.4) Calcular, com auxílio da média dos alcances (tabela 1), o valor da velocidade inicial de lançamento do projétil.

Espaço para o cálculo:

$V_0 =$  \_\_\_\_\_

### OFICINA 3: Ambiente Manipulativo Virtual (AMV)

Atividade no ambiente virtual do simulador ‘Movimento de Projétil’ encontrado no sítio do PhET Colorado na Internet, na qual será reproduzido/imitado com a maior aproximação possível o lançamento de projétil realizado na oficina 2.

**Objetivo principal: Simular o experimento físico em um ambiente virtual e comparar os resultados.**

Dados iniciais: a partir de parâmetros conhecidos (altitude e latitude de Caçapava do Sul) o valor o valor da aceleração da gravidade local é de  $9,79 \text{ m/s}^2$ .

Procedimentos:

3.1) Inserir no simulador o valor da velocidade inicial de lançamento do projétil obtida no item 2.4 (considere o valor arredondado).

3.2) Configurar/ajustar os demais parâmetros e variáveis para aproximar da situação realizada no ambiente manipulativo físico.

OBS: Considere o atrito com o ar muito baixo ou igual a zero, a ponto de não produzir interferência considerável na simulação.

3.3) Realizar a simulação e comparar os resultados dos dois ambientes: o alcance está dentro da “margem” esperada? Leve em consideração os alcances obtidos na tabela 1.

---



---



---



---



---

Em relação aos ambientes manipulativos trabalhados, avalie alguns atributos ou características de cada um, de acordo com três níveis de afinidade: baixa, média e alta, indicando sua percepção (**marcar com ‘x’**) no quadro 1 a seguir.

Quadro 1 - Percepção sobre características/atributos dos ambientes manipulativos.

Característica / Atributo	Ambiente Manipulativo Físico			Ambiente Manipulativo Virtual		
	ALTA	MÉDIA	BAIXA	ALTA	MÉDIA	BAIXA
Facilidade de uso						
Possibilidade de repetir a atividade						

Capacidade de ajustar os valores das grandezas						
Facilidade de controlar as variáveis						
Facilidade de promover habilidades manuais						
Confiabilidade dos resultados						

Questões finais:

**Considerando um “cenário ideal” em que uma escola tenha plenas condições de implementar qualquer um dos ambientes manipulativos (virtual e físico):**

1) Qual dos ambientes é mais propício/adequado para se trabalhar em sala de aula? Por quê?

---



---



---



---

2) Qual apresenta um melhor “caminho” (uma melhor condução) do processo de compreensão dos conceitos físicos envolvidos? Explique.

---



---



---



---

3) Qual a mais difícil de aplicar? Justifique.

---



---



---



---

## 5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Este trabalho teve como objetivo principal analisar as percepções de um grupo de acadêmicos sobre a potencialidade didática de dois tipos de Ambientes Manipulativos (AM) - o Físico e o Virtual - relacionado ao tema Lançamento de Projéteis. A partir de uma oficina e de atividades práticas direcionadas, realizadas com

os discentes do curso de Ciências Exatas – Licenciatura, pode-se inferir algumas importantes análises feitas no transcorrer dos experimentos virtual e físico.

Ao longo da execução dos experimentos, tanto no ambiente virtual quanto no ambiente físico, foi aplicado um questionário que trazia uma tabela onde se comparava os dois ambientes em relação a três níveis de afinidade para que cada discente marcasse a opção que melhor correspondesse, conforme a sua percepção. As *affordances* que foram avaliadas: 1) Facilidade de Uso; 2) Possibilidade de Repetição; 3) Capacidade de Ajustar Valores/Grandezas; 4) Facilidade de Controlar as Variáveis; 5) Facilidade de Promover Habilidades Manuais; 6) Confiabilidade dos Resultados.

Tabela 2 - Resultados das respostas do grau de afinidade para cada característica/atributo em cada AM.

Característica / Atributo	Ambiente Manipulativo Físico				Ambiente Manipulativo Virtual			
	ALTA	MÉDIA	BAIXA	NR	ALTA	MÉDIA	BAIXA	NR
Facilidade de uso	<b>5</b>	0	0	1	<b>5</b>	0	0	1
Possibilidade de repetir a atividade	<b>5</b>	1	0	0	<b>6</b>	0	0	0
Capacidade de ajustar os valores das grandezas	2	2	2	0	<b>4</b>	1	0	1
Facilidade de controlar as variáveis	0	<b>5</b>	1	0	<b>5</b>	1	0	0
Facilidade de promover habilidades manuais	<b>4</b>	2	0	0	<b>2</b>	1	1	2
Confiabilidade dos resultados	1	<b>4</b>	1	0	<b>4</b>	1	0	1

Observações: NR = Não respondeu. Os números em negrito destacam as maiores frequências (ocorrências) de resposta do grau de afinidade para cada característica/atributo em cada AM.

Em uma análise mais completa na tabela preenchida pelos discentes envolvidos nas oficinas, podemos ressaltar alguns resultados importantes, entre os quais destacam-se:



- nas *affordances* que envolviam facilidade de uso e possibilidade de repetição, os discentes foram quase unânimes em informar que tanto no AMF quanto no AMV *affordances* possuíam um nível alto de afinidade;
- em relação ao item capacidade de ajustar valores/grandezas a percepção de afinidade ficou igualmente distribuída nos três níveis de afinidade na AMF, enquanto que na AMV dois terços dos acadêmicos consideraram o nível de afinidade alta; ou seja, de modo geral, consideram que o AMV é o ambiente que melhor permite ajuste de valores e grandezas do fenômeno observado.
- para o tópico facilidade de controlar variáveis, a AMV apresenta um índice de afinidade alto atribuído por 5 dos 6 acadêmicos, em comparação com a AMF, 5 dos 6 acadêmicos avaliaram este grau de afinidade como médio; isto é, o AMV se mostra mais adequado nesta *affordance*.
- nota-se que em relação à facilidade de promover habilidade manuais, o AMF é percebido como tendo prevalência de afinidade alta em contraposição ao AMV; o que já era esperado, em função desta *affordance* estar intimamente associado (é típica) ao AMF.
- no item confiabilidade dos resultados, a AMV apresenta predominância da afinidade alta, enquanto que a AMF apresenta predominância da afinidade média; denotando uma percepção dos acadêmicos um tanto inesperada, pois consideram os resultados obtidos no simulador (AMV) como de maior confiabilidade, em detrimento aos resultados obtidos do experimento físico.
- numa análise envolvendo todas as *affordances*, percebe-se que o AMV se sobressai em relação ao AMF, constituindo-se no AM com mais potencialidade de abordagem didática.

Na análise realizada nas questões abertas, podemos ver algumas considerações relevantes para nosso trabalho.

**Questão 1) Qual dos ambientes é mais propício/adequado para se trabalhar em sala de aula? Por quê?**

Uma das respostas que se destaca menciona que ambos AM são adequados, frisando a utilização dos “dois em conjunto”, ou seja a combinação de ambos AM; ainda salienta que o AMV tem “mais maleabilidade” e que o AMF tem “modo de interação com os alunos muito maior”. Neste mesmo raciocínio, outro acadêmico respondeu que “ambos” AM são adequados e argumenta que “xxxx”.

Ocorreram três manifestações que indicaram o AMF como o AM mais adequado para se trabalhar na sala de aula, justificando com argumentos como: facilidade de trabalhar em grupos; realizar vários testes; compreender como funciona um experimento; visualização do fenômeno; manuseio de material; interação com os colegas e melhor compreensão do conteúdo.

**Questão 2) Qual apresenta um melhor “caminho” (uma melhor condução) do processo de compreensão dos conceitos físicos envolvidos? Explique.**

Ocorreram cinco manifestações que indicaram o AMF como o melhor AM para conduzir o processo de compreensão dos conceitos físicos envolvidos. Alguns argumentos que merecem destaque: “pode ser aplicado os resultados obtidos através dos experimentos”; “apresenta um bom entendimento do que está ocorrendo” e “é mais palpável”. Tais ideias reforçam o aspecto de “real”, de “concreto” inerente aos experimentos físicos. E esta proximidade com o mundo vivencial, parece favorecer o uso do AMF neste quesito.

Um dos argumentos remete à melhor capacidade do AMF em controlar as variáveis e verificar qual a consequência, conforme o exerto: “pode-se ir mudando o ângulo e observando as distâncias”. É interessante observar que um dos argumentos estabelece um contraponto com o AMV, no sentido de afirmar que o virtual “já entrega tudo pronto”. Esta é uma perspectiva que mostra um possível “ponto fraco” do uso de simuladores, pois o usuário tem sua ação limitada, não podendo acessar ou manipular determinadas partes do fenômeno.

Apenas uma manifestação foi favorável ao AMV, considerando que este AM fornece “resultados fiéis e exatos”. Ainda, nesta mesma fala, aponta-se para as “deficiências” do AMF como “os valores variarem dependendo das ferramentas usadas no experimento e de fatores externos”. Esta concepção, intrigante, denota uma conclusão equivocada: os resultados serem diferentes a cada tentativa - o que de fato acontece no mundo físico - parece representar um “problema”, quando em realidade assim o são justamente devido a fatores externos e uso de ferramentas específicas.

**Questão 3) Qual a mais difícil de aplicar? Justifique.**

A grande maioria praticamente ignorou o “cenário ideal” cuja leitura estava destacada (em negrito e na cor vermelha) no cabeçalho do questionário. Neste cenário estava expresso que deveria ser considerado que a escola teria plenas condições de implementar quaisquer um dos AM. Com isso, três respostas apontaram para a necessidade de equipamentos tecnológicos, mesmo em se tratando do AMF - cujos materiais utilizados são facilmente encontrados.

O fato de ter que “calcular, medir e comparar” foi mencionado por um dos participantes como uma dificuldade atrelada ao AMF, porém, por mais difícil que seja a realização do AMF na prática, ainda considera o melhor método. A “dificuldade de compreensão do manuseio” foi indicada em uma das respostas como indicativo de que o AMV é mais difícil de ser aplicada, referindo-se possivelmente a falta de familiarização com o software e seus comandos.

**6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Neste trabalho, o problema de investigação era obter, através da comparação dos ambientes manipulativos (virtual e físico), as percepções de um grupo de licenciandos em Ciências Exatas sobre o uso deles no âmbito do ensino, demonstrando aos alunos a capacidade do uso dos simuladores para conseguirmos visualizar melhor alguns conceitos da física. Realizando uma guia de atividades, sob a forma de oficinas teórico-práticas, acompanhada de questionários e registros, notou-se que, a maioria dos acadêmicos se aproximaram melhor do AMF, no qual, segundo eles, poderiam visualizar melhor o que está acontecendo em determinado fenômeno físico que neste caso é o lançamento de projéteis.

Por outro lado, o AMV trouxe uma perspectiva bem surpreendente, onde alguns discentes relataram que prefeririam fazer o experimento através do simulador, destacando, porém, que dada a situação atual das escolas quanto a estrutura e pessoal, este experimento virtual se tornaria inviável de ser realizado.

Ao considerar todas as *affordances* pesquisadas neste trabalho, notou-se que em algumas manifestações, os discentes consideraram o AMF mais fácil de manipular do que o AMV. Em contraposição, um dos discentes foi bem enfático ao afirmar que

o AMV é mais suscetível de ser trabalhado com os alunos em virtude de muitos discentes terem bastante facilidade com o uso de tecnologias.

Um contraponto que surpreendeu foi levantado por um dos discentes ao enfatizar que o AMF não traz resultados exatos, pois existem diferentes variáveis que podem contribuir para ocorrer uma diferença no resultado de cada experimento realizado, mesmo que, para uma interpretação “consensual”, o experimento realizado no ambiente físico irá apresentar, inerentemente, algumas diferenças nos resultados obtidos.

Em um levantamento mais geral realizado junto aos discentes observou-se que houve algumas alternâncias em suas respostas, uma vez que dependendo da *affordance* pesquisada os discentes expunham suas colocações as vezes escolhendo o AMV e as vezes escolhendo o AMF. Percebeu-se que eles, em algumas situações, não conseguiram interpretar as *affordances* da maneira esperada, concluindo-se que não tiveram a compreensão adequada para preencher de maneira apropriada a tabela comparativa entre os AM.

Algumas limitações do presente estudo residem na baixa quantidade amostral de participantes da pesquisa e na falta de uma distribuição equitativa de participantes dos diferentes percursos formativos, o que permitiria uma comparação das percepções de acordo com as áreas do conhecimento escolhidas pelos acadêmicos.

## REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais**. Brasília: Ministério da Educação - MEC/SEF, 2000.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular: Educação é a base**. Brasília: Ministério da Educação - MEC, 2017.
- BUMBACHER, E. *et al.* Tools for Science Inquiry Learning: Tool Affordances, Experimentation Strategies, and Conceptual Understanding. **Journal of Science Education and Technology**, volume 27, pp 215–235, 2018. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10956-017-9719-8>. Acesso em: 18 mai. 2018.
- COELHO, R. O. **O uso da informática no ensino de física de nível médio**. 101 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação da Universidade Federal de Pelotas. Pelotas. 2002.
- CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Resolução CNE/CP Nº 2, de 22 de dezembro de 2017**. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/RESOLUCAOCNE\\_CP222D\\_EDEZEMBRODE2017.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/RESOLUCAOCNE_CP222D_EDEZEMBRODE2017.pdf). Acesso em: 16 ago. 2022.
- FLORES, P. **Lançamento de Projéteis**. Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade do Minho. Portugal, 2013. Disponível em: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/23542>. Acesso em: 02 dez. 2021.
- MACÊDO, J. A.; DICKMAN, A. G.; ANDRADE, I. S. F. **Simulações computacionais como ferramentas para o ensino de conceitos básicos de eletricidade**. Cad. Bras. Ens. Fís., v. 29, n. Especial 1: p. 562-613, set. 2012.
- MESQUITA, I. **Affordance: O óbvio do óbvio: O 1º princípio fundamental da interação**. 2018. Disponível em: <https://brasil.uxdesign.cc/affordance-o-%C3%B3bvio-do-%C3%B3bvio-e91761f4403b>. Acesso em: 18 jun. 2019.
- OLIVEIRA, J. M. M.; FERREIRA, M.; MILL, D. **Tecnologias para o 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. Disponível em: [https://www.brapci.inf.br/repositorio/2018/05/pdf\\_20c0a9e82b\\_0000029692.pdf](https://www.brapci.inf.br/repositorio/2018/05/pdf_20c0a9e82b_0000029692.pdf). Acesso em: 08 ago. 2022.
- RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Educação. **Proposta Pedagógica Para o Ensino Médio Politécnico e Educação Profissional Integrada ao Ensino Médio**. Rio Grande do Sul, 2011.
- TRINDADE, A. S. C. E.; VECHIATO, F. L. **Da Percepção à Ação: Affordances como elementos facilitadores para a encontrabilidade da Informação em Bibliotecas**. VI Seminário em Ciência da Informação, Londrina, 2016.

XAVIER, B.; XAVIER, J.; MONTSE, N. Applets en la enseñanza de la física.  
**Enseñanza de Las Ciencias**, v. 21. n. 3, p. 463-472, 2003.

**ANEXO A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA – Unipampa**  
**Campus Caçapava do Sul**  
**Curso de Ciências Exatas - Licenciatura**  
**Av. Pedro Anunciação, 111 - Bairro Vila Batista**  
**CEP: 96.570-000 Caçapava do Sul – RS**  
**Telefone: (55) 3281-9000**  
**Sítio da Internet: <http://cursos.unipampa.edu.br/cursos/cienciasexatas/>**

**PESQUISA:** Investigando o Lançamento de Projéteis pela Estratégia de Ambientes Manipulativos Virtual e Físico.

**Pesquisador Responsável:** Diego da Rosa Pereira - Acadêmico do Curso de Ciências Exatas - Licenciatura

E-mail: [diegorp2013@gmail.com](mailto:diegorp2013@gmail.com)

Telefone para contato: (55) 9 9609-6115

**Orientador:** Paulo Henrique dos Santos Sartori – Dr. Educação em Ciências

E-mail: [paulosartori@unipampa.edu.br](mailto:paulosartori@unipampa.edu.br)

Telefone para contato: (51) 98479-0696

Prezado(a) Acadêmico(a):

Você está sendo convidado(a) para participar em uma pesquisa envolvendo uma proposta de ensino em forma de atividades experimentais sobre o tema “lançamento de projéteis”, de forma totalmente voluntária. Antes de concordar em participar, é importante que você entenda as informações e esclarecimentos contidos neste documento.

**Objetivo da Pesquisa:**

Será discutido o uso comparado de simulador virtual e de experimento físico no contexto do ensino de física tratando do tema “INVESTIGANDO O LANÇAMENTO DE PROJÉTEIS PELA ESTRATÉGIA DE AMBIENTES MANIPULATIVOS VIRTUAL E FÍSICO”, investigando a percepção dos(as) acadêmicos(as) sobre características/atributos dos ambientes manipulativos virtual e físico, bem como suas respectivas potencialidades e limitações para a aplicação didática.

**Procedimentos para a Execução da Pesquisa:**

A pesquisa é de abordagem qualitativa e os participantes serão acadêmicos(as) regularmente matriculados no Curso de Ciências Exatas - Licenciatura da Universidade Federal do Pampa - campus Caçapava do Sul. A atuação dos acadêmicos(as) nesta pesquisa consistirá em: participar de oficinas teórico-práticas, preencher relatórios e questionários, realizar experimentos, manipular e montar materiais simples, trabalhar com instrumentos de medição, fazer uso de aplicativo em *smartphones*. Todas estas atividades serão propostas e devidamente orientadas pelo pesquisador e seu orientador.

Para **preservar as identidades dos participantes**, será feita a identificação dos mesmos por números e/ou letras e somente o nome do curso e da instituição de ensino serão citados.

As informações colhidas serão utilizadas, única e exclusivamente, para execução do presente projeto e das publicações resultantes dele e somente poderão ser divulgadas de forma anônima. Os dados serão mantidos em **sigilo** sob a responsabilidade e guarda do pesquisador por um período de 4 anos. Após este período, os dados serão destruídos.

**Fui informado(a) ainda:**

- Dos **benefícios** do presente estudo: proporcionar um conhecimento mais amplo e adequado sobre os temas abordados, com benefício direto para mim acadêmico(a) no meu aprendizado. Espera-se um melhor entendimento dos procedimentos de investigação científica, contribuindo para a formação de um pensamento mais crítico e criativo, bem como, na promoção de habilidades e competências científicas pertinentes ao nível de ensino.

- Dos **riscos** previsíveis: são os mesmos envolvidos na participação de qualquer aula rotineira da área de Ciências, tais como: ficar ansioso ao responder aos testes e perguntas, machucar ou ferir sem querer a si ou ao colega durante as atividades práticas. Assegura-se que todos os alunos serão previamente orientados sobre as normas de segurança e proteção necessárias e, em caso de acidentes, será providenciado o atendimento possível e adequado.

- Da **liberdade** de não mais participar da pesquisa, tendo assegurado este direito sem quaisquer prejuízos, podendo retirar meu consentimento em qualquer etapa do estudo, sem nenhum tipo de penalização.



- Da **segurança** de que não serei identificado(a), e de que se manterá o caráter confidencial de informações relacionadas à minha privacidade.

- Da garantia de que as informações **não** serão utilizadas em meu **prejuízo**;

- Da liberdade de acesso aos dados do estudo em qualquer etapa da pesquisa;

- De que não há qualquer valor econômico, a receber ou a pagar, pela minha participação na pesquisa.

Nestes termos e considerando-me livre e esclarecido(a), consinto em participar da pesquisa proposta, resguardando aos autores do projeto a propriedade intelectual das informações geradas e expressando concordância com a divulgação pública dos resultados, desde que seja assegurado o anonimato dos sujeitos participantes.

O presente documento está em conformidade com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. Será assinado em duas vias, de teor igual, ficando uma com o participante da pesquisa e outra com o pesquisador.

Eu \_\_\_\_\_, RG  
ou CPF nº \_\_\_\_\_, acadêmico(a) do Curso de Ciências Exatas -  
Licenciatura da Universidade Federal do Pampa - campus Caçapava do Sul, concordo  
em participar voluntariamente deste projeto de pesquisa, a respeito do qual fui  
devidamente informado(a) e esclarecido(a) pelo pesquisador.

Caçapava do Sul, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_.

---

Assinatura do Acadêmico(a)

Somente para o Responsável do Projeto:

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o livre consentimento deste  
sujeito de pesquisa para a participação neste estudo, tendo sido plenamente  
esclarecidos.

---

Diego da Rosa Pereira

Caçapava do Sul, 27 de maio de 2022.

Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a pesquisa, entre em contato com:

**Prof. Dr. Paulo Henrique dos Santos Sartori**  
**Universidade Federal do Pampa - Unipampa.**  
**Campus Caçapava do Sul**  
**Núcleo de Educação – Sala 304-5**  
**Av. Pedro Anunciação, 111 - Bairro Vila Batista**  
**CEP: 96.570-000 Caçapava do Sul – RS**  
**Telefone: (51) 98479-0696**  
**e-mail: [paulosartori@unipampa.edu.br](mailto:paulosartori@unipampa.edu.br)**

## ANEXO B – TERMO DE CONFIDENCIALIDADE

**Título do projeto:** Investigando o Lançamento de Projéteis pela Estratégia de Ambientes Manipulativos Virtuais e Físicos.

**Pesquisador responsável:** Diego da Rosa Pereira.

**Instituição/Departamento:** Universidade Federal do Pampa – campus Caçapava do Sul. Curso de Ciências Exatas - Licenciatura.

**Telefone para contato:** (55) 9 9609-6115.

**Local da coleta de dados:** Universidade Federal do Pampa – campus Caçapava do Sul, situada na Av. Pedro Anunciação, 111, Bairro Vila Batista, Caçapava do Sul – RS.

O pesquisador do presente projeto se compromete a preservar a privacidade dos acadêmicos do Curso de Ciências Exatas - Licenciatura da Universidade Federal do Pampa- campus Caçapava do Sul, cujos dados serão coletados através de questionários e relatórios escritos e anotações realizadas. Concorde, igualmente, que estas informações serão utilizadas única e exclusivamente para execução do presente projeto e de publicações decorrentes. As informações somente poderão ser divulgadas de forma anônima e serão mantidas sob a guarda do pesquisador responsável, residente no endereço rua Tiradentes, número 895 em Caçapava do Sul – RS, por um período de 4 anos. Após este período, os dados serão destruídos.

Caçapava do Sul, 27 de maio de 2022.

---

Diego da Rosa Pereira  
CPF nº 034.099.130-50

**ANEXO C – OFICINA LANÇAMENTO DE PROJÉTEIS****TCC II****Oficina - Lançamentos****QUEDA LIVRE**

Todos os corpos caem para o centro da terra com a mesma aceleração (g).

A aceleração da gravidade (g) vale  $9,8 \text{ m/s}^2$ .

A queda livre é um movimento acelerado e podemos escrever as equações:

Altura de queda:

$$h = gt^2/2$$

Velocidade:

$$v = gt$$

Dois corpos abandonados da mesma altura demoram o mesmo tempo para chegarem ao solo e chegam com a mesma velocidade.

Abandonar uma folha de papel e uma pedra pode não surtir tal efeito porque o atrito com o ar ameniza a queda da folha.

## LANÇAMENTO VERTICAL

É caracterizado pelo lançamento vertical (para cima ou para baixo) de um corpo com velocidade diferente de zero.

Este movimento é afetado pela aceleração da gravidade ( $g$ ), ou seja, é um movimento retilíneo uniformemente variado e obedece todas as equações do MRUV.

No lançamento para cima a aceleração é  $a = -g$  (movimento retardado).

No lançamento para baixo a aceleração é  $a = +g$  (movimento acelerado).

Equações do Lançamento Vertical:

$$V = V_0 \pm gt$$

$$H = H_0 \pm V_0 t \pm \frac{gt^2}{2}$$

$$V^2 = V_0^2 \pm 2g\Delta H$$

Tempo de subida

No ponto mais alto da trajetória a velocidade do móvel é igual a zero.

Substituindo  $V = 0$ .

$$V = V_0 - gt = 0$$

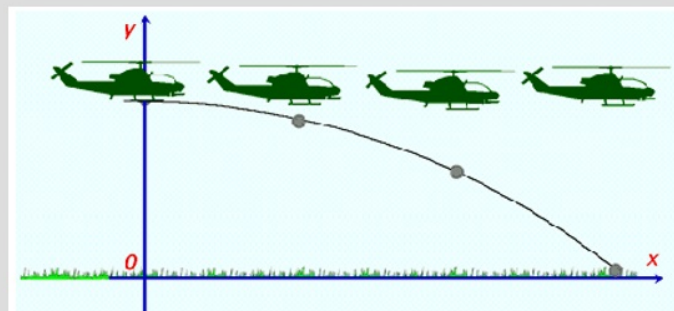
$$t_s = V_0/g$$

## LANÇAMENTO HORIZONTAL

O lançamento horizontal é um exemplo típico de composição de dois movimentos. Galileu notou esta particularidade do movimento balístico.

Esta verificação se traduz no princípio da simultaneidade:

**"Se um corpo apresenta um movimento composto, cada um dos movimentos componentes se realiza como se os demais não existissem e no mesmo intervalo de tempo."**



## LANÇAMENTO HORIZONTAL

O lançamento horizontal é caracterizado pelo lançamento de um corpo com velocidade inicial existente apenas na direção x, ou seja:

$$V_{0x} \neq 0 \quad V_{0y} = 0$$

Na direção x o movimento é uniforme, ou seja, com velocidade constante  $V_x$  não se altera (MRU).

$$\text{Função: } S = S_0 + Vt$$

Na direção y o movimento é acelerado (MRUV).

$$\text{Funções: } V = gt \quad H = gt^2/2 \quad V^2 = 2g\Delta H$$

O movimento total é a composição dos dois movimentos x e y o que dá uma parábola.

$$\text{Tempo de queda : } t_q = (2h/g)^{1/2}$$

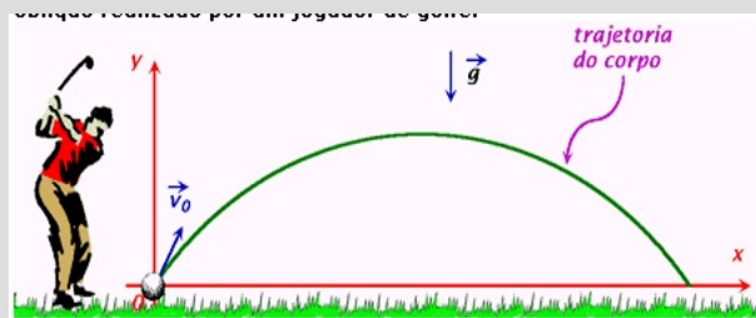
$$\text{Alcance : } A = V_x t_q$$

## LANÇAMENTO OBLÍQUO

O lançamento oblíquo também é um exemplo típico de composição de dois movimentos. Galileu notou esta particularidade do movimento balístico. Isso se traduz no princípio da simultaneidade:

**"Se um corpo apresenta um movimento composto, cada um dos movimentos componentes se realiza como se os demais não existissem e no mesmo intervalo de tempo."**

O lançamento oblíquo estuda o movimento de corpos, lançados com velocidade inicial  $V_0$  da superfície da Terra.



É caracterizado pelo lançamento do projétil com velocidade inicial ( $V_0 \neq 0$ ), formando um ângulo  $\theta$  com a horizontal diferente de  $90^\circ$ .

Assim, a velocidade  $V_0$  pode ser decomposta em duas componentes  $V_{0x}$  e  $V_{0y}$ , onde:  $V_{0x} = V_0 \cos\theta$  e  $V_{0y} = V_0 \sin\theta$

A trajetória é parabólica, e assim, ao projetarmos o corpo simultaneamente no eixo  $x$  e  $y$  teremos dois movimentos:

**1) Em relação a vertical, a projeção da bola executa um movimento de aceleração constante e de módulo igual a  $g$ .**

Trata-se de um M.R.U.V.: Lançamento vertical para cima na primeira metade da trajetória e lançamento vertical para baixo na segunda metade da trajetória.

**Funções:**

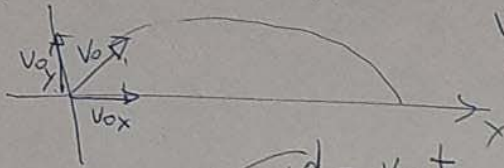
$$V = V_0 \pm gt$$

$$H = H_0 \pm V_0 t \pm gt^2/2$$

$$V^2 = V_0^2 \pm 2g\Delta H$$

**2) Em relação a horizontal, a projeção da bola executa um M.R.U. Funções:  $S = S_0 + Vt$**

No EIXO X  $\rightarrow$  MRU



$$V_{0x} = V_0 \cdot \cos \theta$$

$$V_{0y} = V_0 \cdot \text{sen} \theta$$

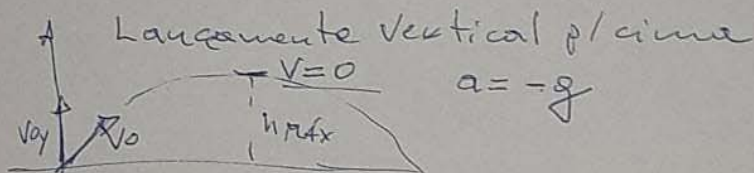
Alcance  
(A)

$$d = v \cdot t$$

$$x = v \cdot t \rightarrow \text{tempo de queda}$$

$$A = V_{0x} \cdot t_q \quad (1)$$

No EIXO Y  $\rightarrow$  MRUV



$$v = v_0 + at$$

$$0 = v_{0y} + (-g) t_{\text{sub.}}$$

$$0 = v_0 \text{sen} \theta - g \cdot t_s$$

$$g t_s = v_0 \cdot \text{sen} \theta$$

$$t_s = \frac{v_0 \cdot \text{sen} \theta}{g}$$

Como  $t_{\text{queda}} = t_{\text{sub.}} + t_{\text{desc.}}$  ou  $t_{\text{sub.}} \times 2$

$$t_q = 2 \frac{v_0 \cdot \text{sen} \theta}{g} \quad (2)$$

Substituindo (2) em (1)

$$A = v_{0x} \cdot t_q$$

$$A = (v_0 \cdot \cos \theta) \cdot 2 \cdot \frac{v_0 \cdot \text{sen} \theta}{g}$$

$$A = \frac{v_0^2 \cdot 2 \cos \theta \cdot \text{sen} \theta}{g}$$

Relação  
Trigonométrica

$$2 \cos \theta \cdot \text{sen} \theta = \text{sen} 2\theta$$

$$A = \frac{v_0^2 \cdot \text{sen} 2\theta}{g}$$