



**MNPEF** Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ  
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO  
COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

**SEVERINO DE ASSIS PACHECO JÚNIOR**

**FÍSICA FACÍLIMA TOTAL: UMA PROPOSTA DE JOGO DIGITAL PARA ENSINAR  
LANÇAMENTOS HORIZONTAL E OBLÍQUO**

**TERESINA**

**2021**

**SEVERINO DE ASSIS PACHECO JÚNIOR**

**FÍSICA FACÍLIMA TOTAL: UMA PROPOSTA DE JOGO DIGITAL PARA ENSINAR  
LANÇAMENTOS HORIZONTAL E OBLÍQUO**

Dissertação apresentada à Coordenação do curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Universidade Federal do Piauí (Polo 26) como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física

Orientador: Prof. Dr. Ildemir Ferreira dos Santos  
Linha de Pesquisa: Recursos didáticos para o Ensino de Física

**TERESINA**

**2021**

**SEVERINO DE ASSIS PACHECO JÚNIOR**

**FÍSICA FACÍLIMA TOTAL: UMA PROPOSTA DE JOGO DIGITAL PARA ENSINAR  
LANÇAMENTOS HORIZONTAL E OBLÍQUO**

Dissertação apresentada à Coordenação do curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Universidade Federal do Piauí (Polo 26) como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física  
Linha de Pesquisa: Recursos didáticos para o Ensino de Física

Teresina, 06 de \_\_\_\_\_ abril \_\_\_\_\_ de 2021.

**Banca Examinadora**

---

Prof. Dr. Ildemir Ferreira dos Santos.  
Orientador – UFPI

---

Prof. Dr. André Alves Lino  
Examinador Externo

---

Prof. Dr. Marcos Antônio Tavares Lira  
Examinador Interno – UFPI

---

Prof. Dr. Maurisan Alves Lino  
Examinador Externo

---

Prof. Dr. Micaías Andrade Rodrigues  
Examinador Interno - UFPI

TERESINA  
2021

FICHA CATALOGRÁFICA  
Universidade Federal do Piauí  
Biblioteca Setorial de Ciências da Natureza - CCN  
Serviço de Processamento Técnico

P116f Pacheco Júnior, Severino de Assis.

Física fácilima total: uma proposta de jogo digital para ensinar lançamentos horizontal e oblíquo / Severino de Assis Pacheco Júnior. -- 2021.

84 f.: il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências da Natureza, Programa de Pós-Graduação Profissional em Ensino de Física, Teresina 2021.

“Orientador: Prof. Dr. Ildemir Ferreira dos Santos”.

1. Física – Estudo e Ensino. 2. Tecnologias Educacionais. 3. Jogos Didáticos. 4. Lançamento Horizontal. 5. Lançamento Oblíquo. I. Santos, Ildemir Ferreira dos. II. Título.

CDD 530.07

Dedico este trabalho, primeiramente a Deus por sentir sua presença em todos os momentos da minha vida, me dando forças e motivos para continuar lutando. À minha esposa pelo apoio e empatia e aos meus filhos, também razões dos meus esforços. A meus familiares e amigos, que também estão sempre presentes, motivando e acreditando em minha capacidade.

## RESUMO

Esse trabalho tem como objetivo desenvolver um aplicativo para dispositivos móveis e computadores. Essa pesquisa partiu da seguinte questão: quais as contribuições do uso do jogo “Física Facílima Total” para melhoria do ensino e do aprendizado dos conteúdos relacionados a lançamentos horizontal e oblíquo? A pesquisa foi fundamentada na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel. A construção do aplicativo foi realizada na plataforma GameMaker Studio 2. Após a conclusão da elaboração do aplicativo, procedeu-se com a aplicação do mesmo na escola estadual Centro de Ensino Analiz Bacelar Silva, no centro, na zona urbana do município de Afonso Cunha, no estado do Maranhão, onde os alunos responderam a perguntas referentes ao aplicativo *Física Facílima Total* na forma de questionário. O público alvo da pesquisa foram alunos da terceira série do ensino médio regular, no ano de 2020. Como resultados, obteve-se uma evolução do estado inicial dos alunos para o estado após conhecerem o aplicativo. A média dos alunos que responderam aos questionários passou de 3,50 para 8,80. Já os alunos que apenas responderam aos questionários, mas não utilizaram o jogo, apresentaram média de 3,8, mostrando que houve uma melhoria no entendimento dos conceitos apresentados no produto educacional.

**Palavras-chave:** Lançamento Horizontal. Lançamento Oblíquo. Ensino de Física. Jogo. Tecnologias Educacionais. GameMaker Studio 2.

## ABSTRACT

This work aims to develop an application for mobile devices and computers. This research started from the following question: what are the contributions of using the application to improve teaching and learning content related to horizontal and oblique releases? The research was based on David Ausubel's theory of meaningful learning. The application was built on the GameMaker Studio 2 platform. After completing the application, it was applied at the State School Analiz Bacelar Silva, in the center, in the urban area of Afonso Cunha municipality, in the state of Maranhão, where the students answered questions regarding the Physical Facílma Total application in the form of a questionnaire. The target audience of the research were third grade students in the regular high school, in 2020. As a result, an evolution of the initial state of the students to the state was obtained after the students knew the application. The average of the students who answered the questionnaires went from 3.50 to 8.80, while the students who only answered the questionnaires but did not use the game had an average of 3.8, showing that there was an improvement in the understanding of the concepts presented in the educational product.

**Keywords:** Horizontal Throw. Oblique Throw. Physics teaching. Game. Educational Technologies. GameMaker Studio 2.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ilustração do campo gravitacional terrestre. ....	25
Figura 2: Trajetória de uma partícula em lançamento oblíquo. ....	27
Figura 3: Dependência do alcance com o ângulo de lançamento. ....	29
Figura 4: Ilustração de um lançamento horizontal. ....	31
Figura 5: Tela do site onde se encontra o aplicativo. ....	38
Figura 6: Menu de opções do Jogo. ....	39
Figura 7: Funcionalidades do jogo. ....	39
Figura 8: Modo treino do jogo. ....	40
Figura 9: Tela inicial da aplicação. ....	41
Figura 10: Praticando o jogo. ....	42
Figura 11: Níveis do jogo. ....	43
Figura 12: Nível 1 do jogo. ....	43
Figura 13: Desempenho de alunos no pré-teste. ....	46
Figura 14: Desempenho de alunos no pós-teste. ....	46
Figura 15: Desempenho de alunos no pré-teste e no pós-teste. ....	47
Figura A 1: Ilustração do campo gravitacional terrestre. ....	65
Figura A 2: Trajetória de uma partícula em lançamento oblíquo. ....	66
Figura A 3: Dependência do alcance com o ângulo de lançamento. ....	68
Figura A 4: Ilustração de um lançamento horizontal. ....	70
Figura A 5: Tela do site onde se encontra o aplicativo. ....	71
Figura A 6: Menu de opções do Jogo. ....	72
Figura A 7: Níveis do jogo. ....	72
Figura A 8: Funcionalidades do jogo. ....	73
Figura A 9: Modo treino do jogo. ....	73



## SUMÁRIO

<b>SUMÁRIO</b> .....	9
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2 A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL</b> .....	16
<b>2.1 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA</b> .....	16
<b>2.2 CONDIÇÕES PARA A OCORRÊNCIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.</b> ....	20
<b>2.3 EVIDÊNCIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA</b> .....	22
<b>2.4 PAPEL DO PROFESSOR NA FACILITAÇÃO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.</b> .....	23
<b>3 MOVIMENTO DE CORPOS EM CAMPO GRAVITACIONAL UNIFORME</b> ....	25
<b>3.1 LANÇAMENTO OBLÍQUO</b> .....	26
<b>3.2 LANÇAMENTO HORIZONTAL</b> .....	30
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	32
<b>4.1 Local da pesquisa</b> .....	35
<b>4.2 Sujeitos da Pesquisa</b> .....	36
<b>4.3 Instrumentos utilizados</b> .....	36
<b>4.4 A tecnologia aplicada à Educação</b> .....	36
<b>4.5 Utilizando o Produto educacional</b> .....	38
<b>4.6 Pré-teste</b> .....	40
<b>4.7 Aplicação do produto educacional</b> .....	41
<b>4.8 Aplicação do pós-teste</b> .....	44
<b>5 RESULTADOS</b> .....	45
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	49
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	51
<b>APÊNDICES</b> .....	53
<b>Apêndice A: Termo de Consentimento</b> .....	53
<b>Apêndice B: Produto Educacional</b> .....	54
<b>Introdução</b> .....	54
<b>Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel</b> .....	57
<b>Aprendizagem Significativa</b> .....	57
<b>Condições para a ocorrência da Aprendizagem Significativa</b> .....	59
<b>Evidência da Aprendizagem Significativa</b> .....	62
<b>Papel do professor na facilitação da Aprendizagem Significativa</b> .....	63
<b>Movimento de corpos em campo gravitacional uniforme</b> .....	64

<b>Lançamento Oblíquo .....</b>	<b>66</b>
<b>Lançamento Horizontal.....</b>	<b>69</b>
<b>Metodologia.....</b>	<b>71</b>
<b>Conhecendo O Aplicativo.....</b>	<b>71</b>
<b>Guia de utilização do produto educacional com orientações do professor.....</b>	<b>74</b>
<b>Conclusões.....</b>	<b>75</b>
<b>Apêndice C: Questões aplicadas como pré-teste e como pós-teste.....</b>	<b>78</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>82</b>
<b>Códigos da programação .....</b>	<b>82</b>

## 1 INTRODUÇÃO

As instituições de ensino detêm um período de tempo significativo na vida dos alunos, presente diretamente com uma média de seis horas por dia. Além disso, erroneamente, a escola vem sendo compreendida por parte dos alunos como um espaço a competir com outros, a exemplo dos shoppings, parques, teatros e cinemas. Voltada principalmente para a construção e formação intelectual de crianças e jovens, a escola não pode ser apenas um local que prepara o aluno para o ano seguinte, como aponta Perrenoud (2013). No âmbito dessa discussão, a disciplina Física, da forma que tradicionalmente é ministrada nas escolas, geralmente não prepara o aluno para a vida e sim para a avaliação escolar, gerando um descontentamento nos alunos por não enxergar ou saber a utilização e aplicação proveitosa desse conhecimento na prática cotidiana.

A esse respeito, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - Lei 9394/96 (BRASIL, 1996) traz em seu texto as finalidades do Ensino Médio, a saber:

Art. 35. O Ensino Médio, etapa final da educação básica, com duração mínima de três anos, terá como finalidades:

I – A consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no Ensino Fundamental, possibilitando o prosseguimento dos estudos;

II – A preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade de novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores;

III – O aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;

IV – A compreensão dos fundamentos científico - tecnológicos dos processos produtivos, relacionados à teoria com a prática, no ensino de cada disciplina.

Ainda nesse contexto, existe a Base Nacional Comum Curricular – BNCC (BRASIL, 2017) que estão voltados diretamente para o ensino de Física e sugerem, por sua vez, uma gama de competências, como por exemplo a representação e comunicação, investigação e compreensão, bem como contextualização sociocultural, que são apontadas pelas Diretrizes Curriculares Nacional – DCNEM (BRASIL, 2013). Tais documentos em conjunto com a LDBEN/1996, sugerem que o educador desenvolva da melhor forma a construção do conhecimento do discente, garantindo sua autocrítica e sua adequação a ensinos de aperfeiçoamento posterior.

Dessa forma, sem a devida construção do aprendizado e não associando diretamente os conteúdos à realidade prática, os alunos acabam por encontrar fatores de descontentamento e desmotivação que os impedem de se dedicarem como deveriam aos estudos, especialmente das áreas exatas como a Física, onde os educadores são surpreendidos quase que diariamente com perguntas do tipo: Para que preciso aprender este conteúdo? Em que parte da minha vida profissional aplicarei este conhecimento?

Vale ainda destacar que o fato de parte significativa dos alunos não aprender bem os conteúdos de física pode não estar diretamente ligado ao potencial acadêmico e comprometimento do professor, mas sim às tradicionais práticas (uso de quadro e pincel, apenas, com objetivo principal de resolver questões) de ensino da física na educação básica.

Outro fato que deve ser levado em consideração é o impacto da tecnologia em todos os setores da sociedade, especialmente no educacional. Entretanto, como diz Fraiman (2013), não devemos deixar de observar o aspecto relativo da tecnologia, que só é tecnologia para quem nasceu antes dela. Por exemplo, o fax, que foi inventado em 1974, passou a ser utilizado no Brasil no início de 2000 e era considerado uma das maiores invenções nas telecomunicações. Pouco tempo depois ele foi aposentado e hoje temos gerações nas escolas (que já nasceram com a internet) que nunca viram um fax funcionar. Esses jovens se desenvolveram com um modelo mental diferente dos jovens das gerações analógicas. É notório que, sem grandes esforços, assimilam bem as tecnologias presentes, por exemplo, nos smartphones e os utilizam quase que o tempo todo quando recorrem a aplicativos para acordar, gerenciar rotinas de atividades físicas, trocar mensagens, imagens, vídeos e até mesmo apostilas em formato de texto.

Observando os aspectos supracitados, nossas salas de aula (e principalmente as aulas de Física) não deveriam se assemelhar a um ambiente de realização de uma prova em que o uso de todo e qualquer aparelho eletrônico é proibido. Tudo deve ser desligado, “desplugado” do mundo e levado em conta apenas a mensagem expositiva do professor presente contendo orientações de como se portar durante a prova.

A esse respeito, afirma Fraiman (2013, p. 121):

Outro aspecto interessante a ser ressaltado é o aprendizado de conteúdos subjetivos. Somente com GLS (giz, lousa e saliva), o professor leva horas para que o aluno consiga entendê-lo, quando apresenta, por exemplo, conceitos de força,

aceleração e massa. Ao passo que, quando o professor utiliza um Aplicativo dinâmico e o expõe à turma, podemos ouvir imediatamente aquele coro do aprendiz simples, direto e eficiente: “ah!, entendi, professor!”.

Assim, o professor tem importante papel na integração do ensino e aprendizagem da ciência e tecnologia, como postula Lopes (2004, p. 387):

A mediação é uma das missões mais específicas do professor. É essencialmente esta missão que distingue um professor de um sistema tutor “inteligente” automático. É a mediação que permite transformar a informação cada vez mais disponível e de mais fácil acesso em formação.

O processo de mediação tem como principal intenção assegurar que os objetos de ensino se tornem em aprendizagens consolidadas. Neste sentido a mediação deve estar sempre presente ao longo do ensino.

Portanto, faz-se necessária a mediação do educador com o aprendiz da física e as tecnologias dispostas na sociedade, visando facilitar o processo de desenvolvimento educacional onde há uma maior dificuldade por parte do discente.

Nessa perspectiva, este estudo propõe ajudar a dirimir tal dificuldade de ensino com a construção de um jogo para uso em smartphones e tablets, oferecendo um jogo como ferramenta prática que exige conhecimento de conteúdos da cinemática e da dinâmica para alunos da 1ª série do Ensino Médio. Por serem objetivos e de fácil acesso, estes aplicativos podem contribuir muito para a formação básica dos jovens, estimulando a apropriação significativa dos conteúdos a fim de colocar em prática durante as etapas do jogo.

As motivações encontradas para o desenvolvimento e realização desse trabalho se encontram no cotidiano escolar, uma vez que os jovens estão utilizando a todo instante os smartphones, estão conectados uns aos outros por meio das redes sociais e aplicativos de mensagens, nada melhor do que aproveitar esse espaço para dirimir as dificuldades encontradas na prática da didática tradicional, principalmente no ensino da física.

Diante das dificuldades enfrentadas pelos professores e alunos no ensino Médio, essa pesquisa visa responder o seguinte questionamento: quais as contribuições do uso do aplicativo para dispositivos móveis e computadores, desenvolvido para melhoria do ensino e do aprendiz dos conteúdos relacionados aos lançamentos horizontal e oblíquo?

Nessa perspectiva, procurando responder à questão a pergunta do problema da pesquisa, objetivo principal desta pesquisa é desenvolver um aplicativo para dispositivos móveis e computadores com a finalidade de atrair a atenção de alunos para que esses possam ser mais participativos nas aulas de Física e assim tenham maior compreensão dos conteúdos. Dessa forma, destacam-se os seguintes objetivos específicos: verificar o nível de conhecimento dos alunos acerca dos conceitos de lançamentos horizontal e oblíquo, facilitar a compreensão dos lançamentos, dando ênfase ao horizontal e ao oblíquo e verificar se a utilização do aplicativo influencia no desempenho dos alunos na disciplina. O tema deste trabalho é a Mecânica, destacando-se os lançamentos oblíquo e horizontal. Aqui foi desenvolvido um aplicativo para computadores, smartphones e tablets.

A escolha desse tema se justifica pelo fato de atualmente os alunos, em sua maioria jovens e adolescentes, estão a cada dia mais conectados com as tecnologias, como o computador, o tablet e o telefone celular (smartphone). O aparelho celular, atualmente, é um dispositivo praticamente inseparável, sendo motivo de constantes discussões sobre seu uso durante as aulas. Um dos motivos para a indicação do aplicativo para este trabalho é que existem alguns aplicativos educacionais disponíveis para o sistema operacional Android, porém com limitações de conteúdo e exercícios. Se o aluno quiser um conteúdo ou exercícios mais aprofundados tem que optar pela versão paga do aplicativo. A proposta deste trabalho é o desenvolvimento de um aplicativo gratuito relacionado aos lançamentos oblíquo e horizontal para ser acessado (uma vez baixado, o jogo funciona perfeitamente no modo offline) através de Computadores, Tablets ou Smartphones.

A estrutura da dissertação está dividida em seções, sendo a primeira a introdução, onde estão presentes algumas das situações vivenciadas por boa parte dos professores de Física, seja no ensino público ou privado, seguido do objeto de estudo, problema da pesquisa e os objetivos geral e específicos. A segunda seção apresenta a teoria da aprendizagem na qual a pesquisa é embasada, na terceira seção é apresentada a teoria Física utilizada no produto educacional. A quarta seção apresenta-se a metodologia, onde se tem todo o percurso seguido para o desenvolvimento e posterior aplicação aplicativo desenvolvido nessa pesquisa. Na quinta seção tem-se a análise dos resultados, onde se faz uma apresentação dos dados coletados na pesquisa e uma comparação com a teoria da aprendizagem

adotada no trabalho para mostrar que a utilização do produto educacional melhorou a compreensão dos alunos a respeito dos conceitos relacionados aos lançamentos oblíquo e horizontal. Na sexta seção têm-se as considerações finais referentes à pesquisa. Finalizando têm-se as referências e os apêndices, onde está presente uma descrição do aplicativo desenvolvido como produto educacional do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física.

## **2 A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL**

A teoria de David Ausubel é baseada na visão cognitiva, que é aquela que resulta no armazenamento organizado de informações na mente do indivíduo. Segundo Ausubel, a aprendizagem significativa no processo de ensino necessita fazer algum sentido para o aluno e, nesse processo, essa informação deverá interligar e ancorar-se nos conceitos já existentes na estrutura cognitiva do aluno. O cognitivismo procura descrever o que acontece quando o ser humano organiza seus conhecimentos conseguindo distinguir de forma sistemática o igual do diferente. Cognição é o processo através do qual o mundo de significados tem origem à medida em que o ser humano estabelece relações de significação, atribuindo significados à realidade em que se encontra. (MOREIRA; MASINI, 1982).

Nesse sentido, a estrutura cognitiva é entendida como conteúdo total de ideias de um certo indivíduo e sua organização ou até mesmo de conteúdo e organização de suas ideias em uma área particular de conhecimento. Com isso se obtém o complexo resultado dos processos cognitivos, por meio dos quais se utiliza o conhecimento adquirido.

Para Ausubel o fator isolado que mais influencia a aprendizagem é aquilo que o estudante já sabe (cabe ao professor identificar isso e ensinar de acordo). E as novas informações e ideias serão aprendidas na medida que os conceitos relevantes estejam adequadamente claros e aceitáveis na estrutura cognitiva do indivíduo, dessa forma haverá novas ideias e conceitos aprendidos. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o indivíduo e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva.

### **2.1 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

O conceito central da teoria de Ausubel é o de aprendizagem significativa. Para ele, aprendizagem significativa é um processo no qual uma nova informação se ancora com um aspecto especificamente relevante da estrutura cognitiva do sujeito, ou seja, uma interação da nova informação com uma estrutura de conhecimento específico, a qual o Ausubel define como subsunçor.

Para Moreira (2012), aprendizagem significativa ocorre quando as ideias manifestam de forma figurada e interagindo de maneira substantiva e não arbitrária com o conhecimento que o sujeito já possui. Essa relação não ocorre com qualquer



ideia prévia, mas com algum conhecimento relevante existente na estrutura cognitiva do sujeito. Mas o que significa a interação ser substantiva e não arbitrária? Esse tipo de interação na teoria de Ausubel faz toda a diferença. Vamos analisar por partes, baseados na tradução da obra de Ausubel (1980). A não-arbitrariedade mencionada na teoria de Ausubel, significa que o novo conhecimento deve se relacionar, não com qualquer aspecto da estrutura cognitiva, mas sim com elementos especificamente relevantes em relação ao novo conhecimento que está sendo adquirido. Isto significa que se o aprendiz relacionar de forma arbitrária o novo conhecimento com elementos que não se conectam, ou que não fazem sentido, o novo conhecimento assim adquirido não consegue formar novas estruturas ou alterar as estruturas já existentes. Desta forma, o conhecimento não é assimilado de forma consistente ou duradoura, podendo haver simples memorização desconexa, não trazendo, de fato, significado ao aprendiz. Com o conhecimento prévio a estrutura cognitiva já estabelecida servirá de matriz ideacional e organizacional para a incorporação, compreensão e fixação dos novos conhecimentos usando a estrutura cognitiva, ou subsunçores, onde os novos conhecimentos se ancoram.

Dessa forma, para que se tenha a aprendizagem significativa, se faz necessário ter conceitos claros e especificamente relevantes disponíveis na estrutura cognitiva do aprendiz.

Por outro lado, a substantividade, expressa na teoria de Ausubel, significa que a substância do novo conhecimento é que deve ser incorporado à estrutura cognitiva. Esta substância não depende das palavras usadas para expressá-las. A mesma substância ou conceito, pode ser expresso de formas diferentes, através de signos ou grupos de signos, equivalentes em termos significativos.

Fica claro, que o conhecimento prévio (subsunçores ou estrutura cognitiva) do aprendiz na teoria de Ausubel é determinante para a aprendizagem significativa. Conhecimento esse, que pode ser um conceito, um modelo mental, um símbolo ou até mesmo uma imagem, que é de grande importância no processo de ensino-aprendizagem, denominado por David Ausubel de subsunçor ou ideia âncora. Ou seja, subsunçor é o nome concedido ao conhecimento peculiar efetivo na estrutura de conhecimento do estudante, que lhe concede dar significado a novo conhecimento apresentado ou por ele encontrado.

De onde vem os subsunçores? Para Moreira e Mazini (1982) uma resposta

plausível seria quem vem da aprendizagem mecânica. Segundo os autores, a aprendizagem mecânica sempre é necessária quando um indivíduo adquire informação numa área de conhecimento completamente nova para ele. O que significa que a aprendizagem mecânica ocorre até que alguns elementos de conhecimento, relevantes em determinada área, sejam parte de alguma estrutura cognitiva que é formada durante a aprendizagem mecânica. Ainda que esta estrutura seja pouco elaborada ela servirá de subsunçor. À medida que a aprendizagem se torna significativa, as estruturas começam a ficar cada vez mais complexas e capazes de ancorar novas informações, tornando o processo mais sólido e duradouro.

No estudo de cinemática, por exemplo, a ideia que o estudante tem sobre lançamento em sua estrutura cognitiva já servirá como subsunçor para o conceito de lançamento oblíquo e lançamento horizontal. Nesse processo de ancoragem da nova informação resulta em desenvolvimento e transformação do conceito subsunçor. Isso significa que aos subsunçores existentes na estrutura cognitiva podem ser abrangentes e bem desenvolvidos ou limitados e pouco diferenciados, dependendo da frequência e da intensidade com que ocorre a aprendizagem significativa em conjunção com um dado subsunçor. Contudo, Moreira e Masini, (2006, p.18). Afirmam a fixação do novo conhecimento:

[...] resulta em crescimento e modificação do conceito de subsunçor. Isso significa que os subsunçores existentes na estrutura cognitiva podem ser abrangentes e bem desenvolvidos ou limitados e pouco diferenciados, dependendo da frequência e da intensidade com que ocorre a aprendizagem significativa em conjunção com um dado subsunçor.

A não-arbitrariedade está relacionando um novo conhecimento com a um outro mais específico considerável (subsunçor) e não com outro conhecimento presente na estrutura cognitiva do estudante.

À medida que esteja devidamente disponível e organizada, a estrutura cognitiva, ao interagir com os novos conhecimentos a serem adquiridos pode se reorganizar, tornando a estrutura cada vez mais sólida a medida que é acionada e aprimorada a medida que incorpora novos saberes. Quando a ancoragem ocorre, o conhecimento prévio consegue novos significados tornando-se mais sólido nessa estrutura.

A substantividade, para Moreira (1997), é a inclusão da essência para o novo conhecimento, novas ideias à estrutura cognitiva e não das palavras que determinam

de forma (não literal). A aprendizagem significativa independe de determinados signos ou grupos de signos, ou seja, um mesmo conceito pode ser apresentado de várias maneiras, por diferentes signos, dando significado.

Na teoria de Ausubel, a aprendizagem é um processo que apresenta não uma dicotomia mas um contínuo com dois extremos, a aprendizagem significativa e a aprendizagem mecânica. Na aprendizagem significativa, pressupõe: disposição por parte do aprendiz em relacionar, o conhecimento a ser assimilado, de forma substantiva e não-arbitrária a sua estrutura cognitiva. Desta forma, o aprendiz deve ter o propósito de não apenas memorizar o conhecimento, mas sim relacioná-lo com seus conhecimentos de forma organizada e significativa. A aprendizagem mecânica, segundo Ausubel é definida como sendo a aprendizagem de novas informações com pouca ou nenhuma interação com conceitos relevantes na estrutura cognitiva. Dessa forma, a nova informação é armazenada de maneira arbitrária. Não há interação entre a nova informação e aquela já existente. O conhecimento assim adquirido fica arbitrariamente distribuído na estrutura cognitiva sem relacionar-se a conceitos subsunçores específicos.

A memorização de formulas, leis e conceitos em Física podem ser um exemplo típico de aprendizagem mecânica, embora se possa argumentar que em algum momento ocorrerá associação de conhecimentos prévios e adquiridos. Na verdade, Ausubel não estabelece a distinção entre aprendizagem significativa e mecânica como sendo uma dicotomia, e sim a ideia que uma completa a outra. Se o estudante não possui subsunçor do assunto ou um conceito confuso deste subsunçor, é pertinente questionar como obter o conhecimento? De acordo com Moreira e Masini, 2006, (p.18-20). A formação de um subsunçor pode se decorrer da aprendizagem memorística, e verifica-se a afirmação a seguir:

[...] a aprendizagem mecânica ocorre até que alguns elementos de conhecimento, relevantes a novas informações na mesma área, existam na estrutura cognitiva e possam servir de subsunçores, ainda que pouco elaborados. À medida que a aprendizagem começa a ser significativa, esses subsunçores vão ficando cada vez mais elaborados e mais capazes de ancorar novas informações. (MOREIRA&MASINI, 2006, P.19-20).

Portanto, essa distinção não deve ser confundida com a que há entre aprendizagem por descoberta e aprendizagem por recepção. Segundo Ausubel, na

aprendizagem por recepção o que deve ser aprendido é apresentado ao aprendiz em sua forma final, já na aprendizagem por descoberta o conteúdo principal a ser aprendido é descoberto pelo aprendiz. Entretanto, após a descoberta em si, a aprendizagem só é significativa se o conteúdo descoberto se relacionar a conceitos de subsunçores relevantes já existente na estrutura cognitiva. Ou seja, por recepção ou por descoberta, a aprendizagem é significativa, segundo a concepção ausubeliana, se a nova informação se incorporar de forma não arbitrária e não literal à estrutura cognitiva.

## **2.2 CONDIÇÕES PARA A OCORRÊNCIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

Para Ausubel (1968, pp. 37- 41), a essência do processo de aprendizagem significativa está em que ideias simbolicamente expressas sejam relacionadas de maneira não-arbitrária e substantiva (não-litera) ao que o aprendiz já sabe, ou seja, a algum aspecto relevante da sua estrutura de conhecimento (isto é, um subsunçor que pode ser, por exemplo, algum símbolo, conceito ou proposição já significativo). A aprendizagem significativa pressupõe que:

- a) o material a ser aprendido seja potencialmente significativo para o estudante, ou seja, relacionável a sua estrutura de conhecimento de forma não arbitrária e não-litera (substantiva);
- b) o estudante manifeste uma disposição de relacionar o novo material de maneira substantiva e não arbitrária a sua estrutura cognitiva.

A primeira dessas condições depende, obviamente, de pelo menos dois fatores principais, quais sejam, a natureza do material a ser aprendido e a natureza da estrutura cognitiva do estudante. Quanto à natureza do material, deve ser “logicamente significativa”, suficientemente não-arbitrária e não-aleatória em si, de modo que possa ser relacionada, de forma substantiva e não arbitrária, a ideias correspondentemente relevantes que se situem dentro do domínio da capacidade humana de aprender. Quanto à natureza da estrutura cognitiva do estudante, nela devem estar disponíveis os conceitos subsunçores específicos com os quais o novo material é relacionável.

A outra condição traz implícito que, independentemente de quão potencialmente significativo seja o material a ser aprendido, se a intenção do estudante é, simplesmente, a de memorizá-lo arbitrária e literalmente, tanto o

processo de aprendizagem como seu produto serão mecânico ou sem significado (Reciprocamente, independente de quão predisposto para aprender estiver o indivíduo, nem o processo nem o produto serão significativos se o material não for potencialmente significativo).

De acordo com David Ausubel, a estrutura cognitiva prévia é o fator de suma importância que pode abalar a aprendizagem e a retenção de novos conhecimentos. Quanto mais claro, consolidado for o conhecimento prévio, maior será sua influência na aquisição de conhecimentos de sua área. O novo conhecimento ganha significado, ancora e se difere do conhecimento existente, adquirindo novos significados, maior solidez, maior intensidade e maior capacidade de ancorar novos conhecimentos. Ausubel sugere o uso de organizadores prévios para estudantes que não possuem subsunçores acomodados para se assimilar aos novos conhecimentos.

Segundo Moreira (2011), organizador prévio é um recurso instrucional apresentado em um nível mais elevado de abstração, generalidade e inclusive em relação ao material de aprendizagem. Não é uma visão geral, um apanhado ou mesmo um resumo que geralmente estão no mesmo grau de abstração do material a ser aprendido. Pode ser um enunciado, uma pergunta, uma situação-problema, uma demonstração, um filme, uma literatura introdutória, uma simulação. Pode ser também uma aula que preceda a apresentação do material de aprendizagem e que seja mais abrangente, mais geral e inclusivo do que este.

Existe dois tipos de organizadores prévios: quando o material de aprendizagem não é familiar e quando o estudante não tem subsunçores, recomenda-se o uso de um organizador expositivo, supostamente, faz um elo entre o que o estudante sabe e o que deveria saber para que o material fosse potencialmente significativo. Nesse caso o organizador deve prover uma ligação no que é familiar ao estudante. Quando o novo material é relativamente familiar, é recomendado o uso de um organizador comparativo que ajudará o estudante a integrar novos conhecimentos já existentes nessa estrutura que são essencialmente diferentes, mas que podem ser confundidos.

A principal função dos organizadores prévios é então, proporcionar uma maior limitação entre o que o estudante já sabe e aquilo que ele precisa saber, antes mesmo de realizar a tarefa sugerida. Permitem promover uma moldura para incorporação e retenção do material mais detalhado e diferenciado que segue na aprendizagem, bem

como aumentar a discriminabilidade entre este e o outro similar já incorporado na estrutura cognitiva ou ainda, ressaltar as ideias ostensivamente conflitivas. No caso do material totalmente não-familiar, um organizador “explicativo” é usado para prover subsunçores relevantes aproximados.

Esses subsunçores sustentam uma relação superordenada como novo material, fornecendo, em primeiro lugar, uma ancoragem ideacional em termos do que já é familiar para o estudante. No caso da aprendizagem de material relativamente familiar, um organizador “comparativo” é usado para integrar novas ideias com conceitos basicamente similares existentes na estrutura cognitiva, bem como para aumentar a discriminabilidade entre as ideias novas e as já existentes, as quais possam parecer similares a ponto de confundirem, Ausubel (1968, pp. 148-149).

Por várias razões, os organizadores específicos deliberadamente constituídos para cada uma das unidades de ensinar, devem ser mais efetivos do que simples comparações introdutórias entre o material novo e o já conhecido. Sua vantagem é permitir ao estudante o aproveitamento das características de um subsunçor, ou seja:

- a) identificar o conteúdo relevante na estrutura cognitiva e explicar a relevância desse conteúdo para a aprendizagem do novo material;
- b) dar uma visão geral do material em um nível mais alto de abstração, salientando as relações importantes;
- c) promover elementos organizacionais inclusivos, que levem em consideração mais eficientemente e ponham em melhor destaque o conteúdo específico do novo material.

Os organizadores são mais eficientes quando apresentados antes das tarefas de aprendizagem propostas, do que quando introduzidos simultaneamente com o material aprendido, pois dessa forma suas propriedades integrativas ficam acentuadas. Para serem úteis, precisam ser formulados em termos familiares ao estudante, para que possam ser aprendidos, e devem contar com boa organização do material de aprendizagem para terem valor de ordem pedagógica.

### **2.3 EVIDÊNCIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

Do ponto de vista de Ausubel (1968, pág. 110-111), a compreensão genuína de um conceito ou proposição implica a posse de significados claros, precisos,

diferenciados e transferíveis. Porém, ao se testar esse conhecimento simplesmente pedindo ao estudante que diga quais os atributos de um conceito ou os elementos essenciais de uma proposição, pode-se obter apenas respostas mecanicamente memorizadas. Ausubel argumenta que uma longa experiência em fazer exames faz com que os estudantes se habituem a memorizar não só proposições e formulas, mas também causas, exemplos, explicações e maneira de resolver “problemas típicos”.

Solução de problemas é, sem dúvida, um método válido e prático de se procurar evidência de aprendizagem significativa. Porém, Ausubel chama atenção para o fato de que se o estudante não é capaz de resolver um problema, isso não significa, necessariamente, que ele tenha somente memorizado os princípios e conceitos relevantes à solução do problema, pois esta implica, também, certas habilidades além da compreensão. E para isso é necessário solicitar ao estudante que diferencie ideias relacionadas a proposta desse problema, mas não idênticas, ou que identifiquem os elementos de um conceito ou proposição de uma lista contendo, também, os elementos de outros conceitos e proposições similares.

Podendo haver também, uma outra alternativa para testar a ocorrência da aprendizagem significativa é a de propor ao estudante uma tarefa de aprendizagem, sequencialmente dependente de outra, que possa ser executada sem um perfeito domínio da precedência.

## **2.4 PAPEL DO PROFESSOR NA FACILITAÇÃO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

O papel do professor na promoção de uma aprendizagem significativa é desafiar os estudantes para reconstrução de novos conceitos mais ampliados e consistentes. E de acordo com a teoria de Ausubel podemos constatar pelo menos quatro tarefas fundamentais do professor. A primeira constitui-se em deliberar a estrutura da matéria do ensino, promovendo os conceitos e princípios de nivelamento. A segunda seria constatar quais os subsunçores relevantes que o estudante deveria possuir em sua estrutura cognitiva para poder aprender o conteúdo a ser ensinado de forma significativa. A terceira é designar dentre os subsunçores relevantes para a aprendizagem, quais estão disponíveis na estrutura cognitiva do estudante. A quarta é relacionada com o ato de ensinar utilizando recursos e princípios que tornem mais

fácil a assimilação da estrutura; a da matéria de ensino de forma que o conteúdo tenha significado para o estudante (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2010).

Portanto, é necessário a organização do material de ensino de forma que proporcione os estudantes o conhecimento dos conceitos e princípios norteadores, e organizá-lo da melhor forma possível de aprendizagem, que progressivamente sejam envolvidos os princípios menos inclusos até alcançar exemplos e informações específicas do conteúdo, exemplo, conceitos de lançamento oblíquo e horizontal e posteriormente aplicação desses conceitos em novas tarefas.

Outra condição que o professor tem que levar em conta para a facilitação da aprendizagem significativa, é apontar quais conhecimentos são essenciais para aprendizagem do conteúdo a ser ensinado e identificar aqueles que os estudantes já possuem, definir dentre os subsunçores específicos, quais estão disponíveis na estrutura cognitiva do estudante e, por fim, ensinar empregando recursos e princípios que propiciem a aquisição do conhecimento de forma significativa.

O principal objetivo do professor é propiciar uma aprendizagem significativa aos estudantes, para isso deve considerar o fator atitude como significativo para sua prática docente. Nesse seguimento, os professores têm que possuir posicionamento positivo em relação ao seu objeto de trabalho, em relação a todos os conteúdos a serem trabalhados. Professores que não se posicionam positivamente criam, com frequência, uma sujeição do estudante em relação a eles nos momentos de aprendizagem. Além de que, foi observado que professores com posicionamentos negativos conduziam seus ensinamentos baseados em regras ou memorizações sem significado algum, não valorizando o raciocínio. De maneira oposta, professores com posicionamentos positivos em relação à sua disciplina utilizam métodos instrucionais que promovem uma autonomia de seus estudantes no que diz respeito a prática de estudar (SOARES, 2009).

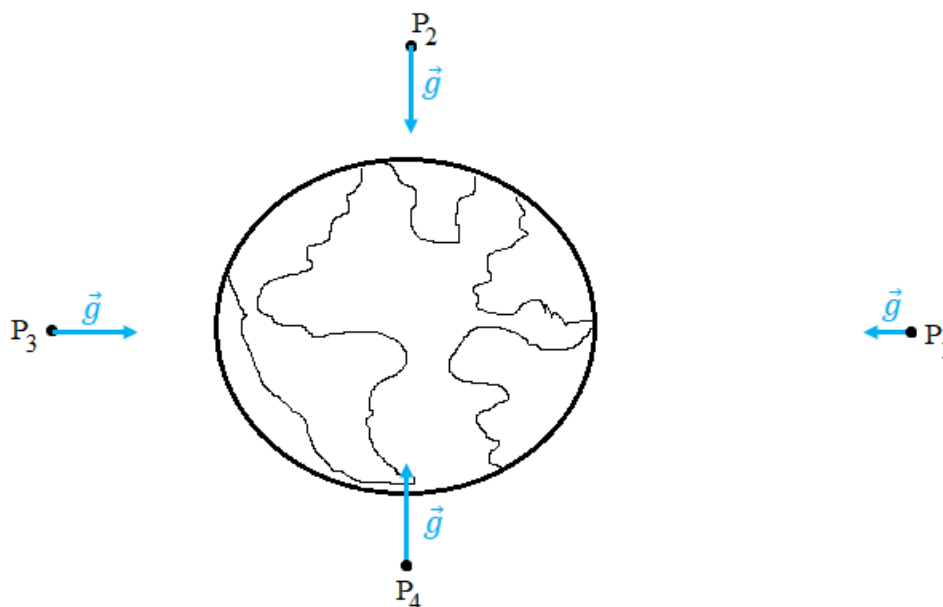
Esta teoria elencou este trabalho de dissertação, pois durante todo processo foram considerados os conhecimentos prévios dos alunos (subsunçores) como também a organização do material para que eles conseguissem ancorar os conhecimentos já existentes como as novas informações e assim construindo uma aprendizagem mais ampla, sólida e significativa.



### 3 MOVIMENTO DE CORPOS EM CAMPO GRAVITACIONAL UNIFORME

Os corpos celestes, como é o caso da Terra, geram um campo gravitacional  $\vec{g}$ , que varia de um ponto para outro. A variação de  $\vec{g}$  pode ocorrer em direção, sentido e intensidade. Essa variação pode ser observada na Figura 1.

Figura 1: Ilustração do campo gravitacional terrestre.



Quando se considera uma região onde suas dimensões são desprezíveis quando comparadas com o raio da Terra, pode-se, em caráter de aproximação, considerar que em todos os pontos dessa região o vetor  $\vec{g}$  terá nesses pontos mesma direção, mesmo sentido e mesma intensidade. Assim, esse campo gravitacional pode ser considerado uniforme. Pode-se considerar um campo gravitacional uniforme, quando se considera os pontos de uma sala de aula, de uma rua e até de uma cidade (GUIMARÃES; PIQUEIRA; CARRON, 2013).

Movimentos descritos por corpos em campo gravitacional constante podem ser: corpos em queda vertical, a partir do repouso, corpos lançados verticalmente, corpos lançados obliquamente em relação à direção horizontal e corpos lançados horizontalmente a partir de um nível acima de outro.

Sabemos que o lançamento de projéteis, é um tema historicamente importante, amplamente estudado e usado desde as catapultas na época do império romano até o lançamento de projéteis explosivos nas guerras modernas. Pode-se observar o

lançamento de projéteis também no lançamento de foguetes, em modalidades esportivas, em que diferentes objetos são arremessados, entre outras aplicações.

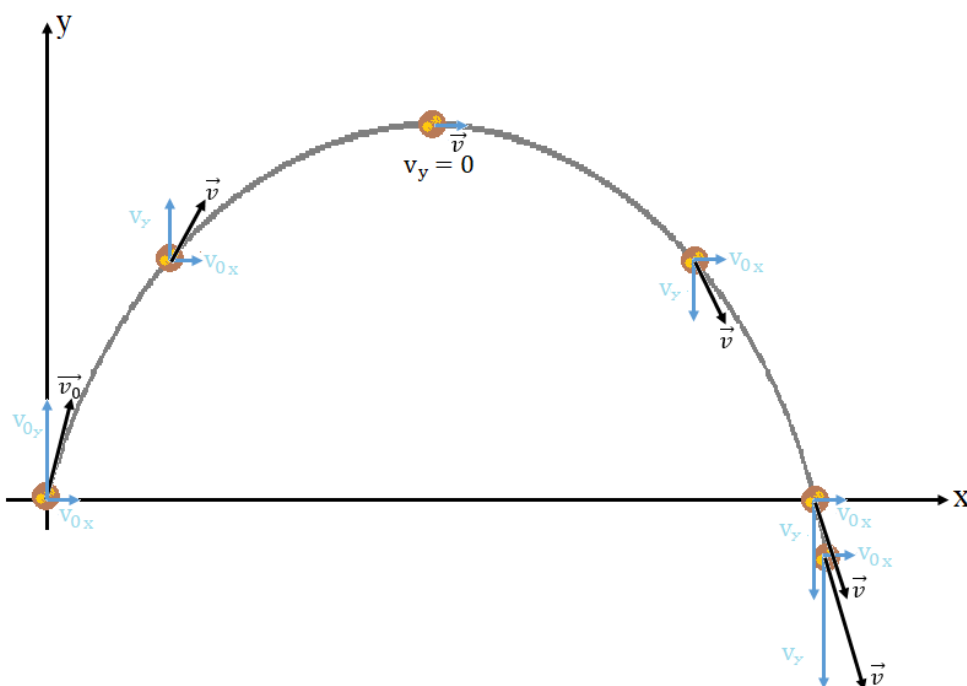
O primeiro a tentar explicar o movimento foi Aristóteles (NEVES, 2000), que argumentava que depois da perda de contato com o projetor, que poderia ser uma catapulta, a continuação do movimento se daria em um processo onde o projétil iria gradativamente ocupando o espaço que era de camadas de ar a sua frente. Para Hiparco (PEDUZZI; PEDUZZI, 1988) havia uma força que seria transmitida ao projétil e ficaria impressa nele, no momento do arremesso. Com o passar do tempo a força iria diminuindo. Esses pensadores elaboravam suas teorias sem a presença de experiências científicas quantitativas para que essas teorias pudessem ser confirmadas ou rejeitadas. É importante lembrar que na época desses pensadores não haviam conceitos como o de campo gravitacional e outros conhecidos nos dias atuais (GUIMARÃES; PIQUEIRA; CARRON, 2013). Neste capítulo vamos considerar apenas movimentos sob a ação da gravidade, sem levar em consideração forças não conservativas (como a força de resistência do ar, por exemplo) que dissipam energia ou que fazem oposição ao movimento de queda vertical. Trataremos ainda, os corpos envolvidos em nossas análises como partículas, no sentido que suas dimensões não serão determinantes para a fenomenologia que estamos propondo a estudar.

### 3.1 LANÇAMENTO OBLÍQUO

O lançamento oblíquo é um movimento bidimensional. Considere que uma partícula se move em um plano vertical, com velocidade inicial  $\vec{v}_0$  e com aceleração constante e igual à aceleração da gravidade local  $\vec{g}$ , dirigida para baixo. Uma partícula movendo-se nessas condições é chamada de *projétil* e seu movimento é chamado *movimento balístico* (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

Considerando o movimento bidimensional de um projétil onde se despreza a resistência do ar, tem-se o gráfico mostrado na Figura 2 ilustrando a trajetória descrita pela partícula.

Figura 2: Trajetória de uma partícula em lançamento oblíquo.



No lançamento, o projétil apresenta uma velocidade inicial  $\vec{v}_0$ , que pode ser escrita como:

$$\vec{v}_0 = \vec{v}_x + \vec{v}_{0y} \quad (1)$$

As componentes da velocidade inicial,  $v_{0x}$  e  $v_{0y}$  podem ser encontradas conhecendo-se o ângulo  $\theta_0$  entre  $\vec{v}_0$  e o eixo  $x$ , sendo descritas por:

$$v_{0x} = v_0 \cdot \cos \theta \quad e \quad v_{0y} = v_0 \cdot \sin \theta \quad (2)$$

Em todo o movimento do projétil, o vetor velocidade  $\vec{v}$  varia continuamente ao longo do tempo, mas a aceleração  $\vec{a}$  é sempre constante e direcionada verticalmente para baixo. Na direção horizontal a aceleração do projétil é nula, pois a velocidade nessa direção é constante (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

Apesar de parecer complicado, o movimento de projéteis pode ser estudado de forma mais simplificada, observando os movimentos individualmente em cada direção. Isso pode ser realizado porque o movimento dos projéteis na direção horizontal é independente do movimento na direção vertical, assim um não afeta o outro (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

Isso permite decompor o movimento bidimensional em dois movimentos unidimensionais mais fáceis de se estudar. Um na direção horizontal, com velocidade

constante e outro na direção vertical com aceleração constante e direcionada para baixo (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

Para o movimento na direção horizontal tem-se que como a aceleração é nula, a componente horizontal da velocidade  $v_x$  permanece inalterada e igual a seu valor inicial  $v_{0x}$  em qualquer instante de tempo. Assim, tem-se:

$$x - x_0 = v_{0x}t \quad \text{ou} \quad x - x_0 = (v_0 \cos \theta)t \quad (3)$$

Já o movimento na direção vertical possui aceleração constante e igual à aceleração da gravidade  $\vec{g}$ . Lembrando que a aceleração é direcionada para baixo, a equação para o movimento na direção vertical pode ser escrita como:

$$y - y_0 = v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2 \quad \text{ou} \quad y - y_0 = v_0 \sin \theta t - \frac{1}{2}gt^2 \quad (4)$$

Recuperando os conceitos vistos ao estudar movimento variado e substituindo a componente vertical da velocidade pela expressão equivalente, as equações para a velocidade podem ser escritas como:

$$v_y = v_0 \sin \theta - gt \quad (5)$$

E para a equação de Torricelli, tem-se:

$$v_y^2 = (v_0 \sin \theta)^2 - 2g(y - y_0) \quad (6)$$

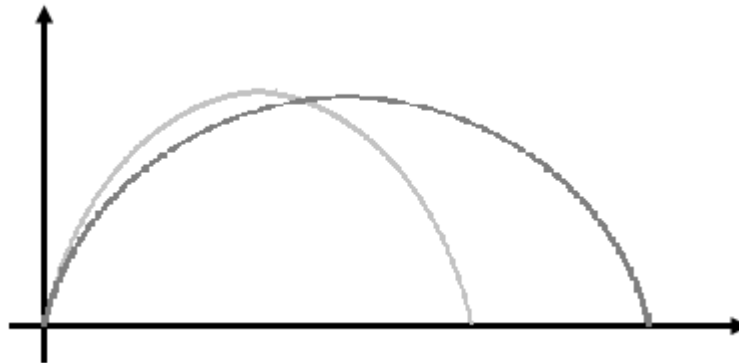
O movimento vertical comporta-se como o lançamento de um corpo verticalmente com velocidade inicial  $v_{0y}$ , à medida que o projétil sobe, sua velocidade diminui, até que ele alcance o ponto de altura máxima em sua trajetória. Nesse ponto a velocidade na direção vertical é nula, como mostrado na Figura 2. Nesse ponto o projétil apresenta velocidade apenas na direção horizontal (YOUNG; FREEDMAN, 2009).

Combinando as equações (3) e (4) e eliminando o valor  $t$  em ambas as equações e considerando-se que o lançamento ocorre no solo ( $y_0 = 0$ ), obtém-se a equação da trajetória para o movimento do projétil.

$$y = (\tan \theta)x - \frac{gx^2}{2(v_0 \cos \theta)^2} \quad 7$$

Para esse tipo de movimento, dependendo do ângulo de lançamento ( $\theta$ ) o projétil alcança uma distância diferente na direção horizontal. Essa distância atingida nessa direção é chamada de Alcance horizontal ( $A$ ), que se comporta como indicado na Figura 3.

Figura 3: Dependência do alcance com o ângulo de lançamento.



Existe um ângulo de lançamento ( $\theta$ ) que fornece um alcance horizontal máximo. Esse ângulo se encontra combinando as equações (3) e (4) e também considerando  $x = x_0$  e  $y - y_0 = 0$ . Dessa forma tem-se:

$$A = (v_0 \cos \theta) t \quad (8)$$

E na direção vertical, tem-se:

$$0 = (v_0 \sin \theta)t - \frac{1}{2}gt^2 \quad (9)$$

Eliminando  $t$  nas duas equações, tem-se:

$$t = \frac{A}{v_0 \cos \theta} \text{ e } t = \frac{2v_0 \sin \theta}{g}. \text{ Resolvendo a combinação das equações, tem-se;}$$

$$\frac{A}{v_0 \cos \theta} = \frac{2v_0 \sin \theta}{g} \Rightarrow A = \frac{2v_0 \sin \theta v_0 \cos \theta}{g} \Rightarrow A = \frac{v_0^2 2 \sin \theta \cos \theta}{g}$$

Na trigonometria a expressão  $2 \sin \theta \cos \theta$  é uma identidade trigonométrica equivalente a  $\sin 2\theta$ . Dessa forma a o alcance pode ser escrito como:

$$A = \frac{v_0^2}{g} \sin 2\theta \quad (10)$$

Tomando como base as equações (10), o alcance será máximo quando a parte  $(\sin 2\theta)$  assumir o valor 1. Lembrando que na trigonometria os valores estão no intervalo de -1 a 1. Fazendo-se  $\sin 2\theta = 1$ , tem-se:

$$\sin^{-1}(\sin 2\theta) = \sin^{-1}(1) \Rightarrow 2\theta = 90^\circ \Rightarrow \theta = 45^\circ \quad (11)$$

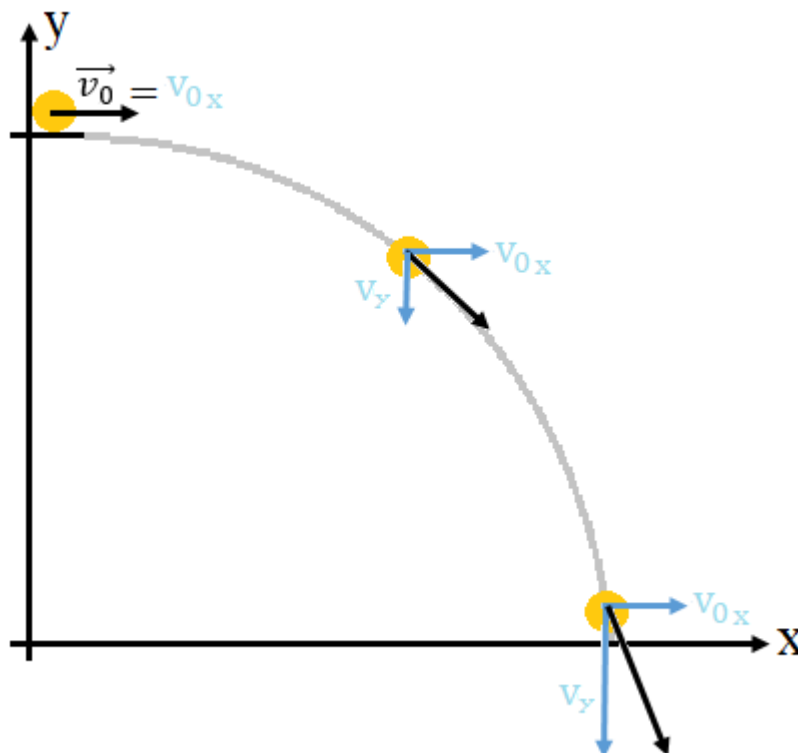
Portanto, o alcance será máximo, se o ângulo de lançamento  $\theta$  for  $45^\circ$  (YOUNG; FREEDMAN, 2009).

### **3.2 LANÇAMENTO HORIZONTAL**

O lançamento horizontal, assim como o oblíquo, é um movimento bidimensional. Na direção horizontal a aceleração também é nula, enquanto na direção vertical, a aceleração é constante e igual à aceleração da gravidade local, porém nessa direção, o movimento é semelhante ao movimento de queda vertical, a partir do repouso (NUSSENZVEIG, 1998).

Inicialmente o projétil apresenta velocidade apenas na direção horizontal e imediatamente após o lançamento, inicia o movimento de queda, onde esse movimento é acelerado, como mostrado na Figura 4.

Figura 4: Ilustração de um lançamento horizontal.



A velocidade inicial do projétil, assim como no lançamento oblíquo, pode ser escrita como.

$$\vec{v}_0 = v_{0x} \hat{i} \quad (12)$$

A velocidade na direção horizontal, da mesma forma que no lançamento oblíquo, se mantém constante ao longo do tempo. Sendo  $v_x = v_{0x}$ . Dessa forma, tem-se:

$$x - x_0 = v_0 t \quad (13)$$

O movimento na direção vertical pode ser descrito pela equação (4).

$$y - y_0 = v_0 \sin \theta t - \frac{1}{2} g t^2 \quad (14)$$

Um exemplo de movimento balístico desse tipo é um disparo de arma, onde o projétil é lançado horizontalmente com uma velocidade inicial nessa direção e, à medida que o projétil desloca-se horizontalmente, ele também cai verticalmente.

#### 4 METODOLOGIA

Esta pesquisa possui natureza qualitativa, levando em conta as análises e discussões realizadas a partir de dados obtidos antes e depois da aplicação do produto educacional (o jogo denominado *Física Fácilima Total*) e também abordagem quantitativa, pois a análise das respostas dos alunos às questões referentes ao aplicativo, foi utilizada para um “tratamento” estatístico e os resultados coletados com a aplicação dos questionários foram apresentados em gráficos. Assim, a metodologia deste trabalho é qualiquantitativa, caracterizando-se também como pesquisa de natureza explicativa.

Temos como objetivo desta pesquisa, desenvolver um aplicativo para computadores com a finalidade de atrair a atenção de alunos para que esses possam ser mais participativos nas aulas de Física e assim tenham maior compreensão dos conteúdos nele apresentados. Para isso, recorreremos a métodos de abordagem qualitativa e quantitativa, uma vez que realizamos a aplicação de dois questionários (um pré-teste e um pós-teste) a fim de fazer um levantamento do conhecimento dos alunos acerca dos conceitos apresentados no aplicativo, como recurso didático e, outro saber se realmente foi satisfatória a utilização desse aplicativo.

A abordagem quantitativa foi necessária para atingirmos um dos objetivos específicos, que foi verificar se a utilização do aplicativo influencia no desempenho dos alunos na disciplina. E como supracitado, essa verificação foi através de dois questionários, sendo um voltado para analisar os conhecimentos já adquiridos pelos alunos referentes a situações em que ocorrem o lançamento horizontal antes da utilização do jogo. Já o segundo teste foi para verificar se de fato a utilização do aplicativo como produto educacional pode proporcionar aprendizado do conteúdo exposto pelo mesmo. E assim fizemos tanto a análise de cada questão, quando a contabilização dos dados obtidos. A utilização conjunta da pesquisa qualitativa e quantitativa permite recolher mais informações do que se poderia conseguir isoladamente.

As informações obtidas nos questionários, estão relatadas na seção de resultados e análises. A natureza desse trabalho, foi de pesquisa aplicada, já que aplicamos o produto educacional como recurso didático em sala de aula, além das aplicações dos questionários. E a metodologia teve cunho explicativo, pois, foi



possível seguir com esses trabalhos, com a exposição de situações dos conteúdos de eletromagnetismo, além do conceito Físico de cada elemento essencial tanto dentro do aplicativo, quando dentro da própria pesquisa.

Em outras palavras, esse cunho explicativo tem como foco identificar os fatores que influenciaram dentro da pesquisa e explicá-los de forma mais clara, tentando aproximar os estudantes do conhecimento científico.

O método adotado nessa pesquisa teve caráter de pesquisa de campo, uma vez que foi investigado e coletado dados sobre o conhecimento dos alunos acerca dos conteúdos antes e depois da utilização do produto educacional.

Com base nos objetivos a serem alcançados neste trabalho, o enfoque metodológico adotado para realização desta pesquisa foi de natureza qualitativa, devido as análises realizadas antes, durante e após aplicação do produto educacional e abordagem quantitativa para a contabilização dos questionários aplicados.

Portanto, a metodologia deste trabalho, além de ser “qualiquantitativa” é também de natureza explicativa. Segundo Minayo (2007, p.44) a definição de metodologia é:

a) como a discussão epistemológica sobre o “caminho do pensamento” que o tema ou o objeto de investigação requer; b) como a apresentação adequada e justificada dos métodos, técnicas e dos instrumentos operativos que devem ser utilizados para as buscas relativas às indagações da investigação; c) e como a “criatividade do pesquisador”, ou seja, a sua marca pessoal e específica na forma de articular teoria, métodos, achados experimentais, observacionais ou de qualquer outro tipo específico de resposta às indagações específicas.

Espera-se que a utilização do jogo Física Fácilima Total facilite o processo ensino de aprendizagem. Dessa forma, a presente pesquisa se estrutura em dois pontos: De cunho quantitativa e qualitativa. A perspectiva da análise qualitativa se estruturou por meio de pesquisa bibliográfica de cunho explicativa, uma vez, que foram construídos questionários com perguntas a serem aplicadas com o público alvo da pesquisa e posterior análise dos dados de forma qualitativa. A elaboração do questionário se organizou com perguntas fechadas de múltipla escolha.

Para Minayo (2011),

A respeito dos fundamentos da pesquisa quantitativa nas ciências sociais são os próprios princípios

clássicos utilizados nas ciências da natureza: a) o mundo social opera de acordo com leis causais; b) o alicerce da ciência é a observação sensorial; c) a realidade consiste em estruturas e instituições identificáveis; d) o que é real são os dados brutos (MINAYO, FERREIRA e GOMES, 2009, p. 23).

No aspecto quantitativo será feito o tratamento dos dados por inserção de pré-teste, os mesmos serão quantificados para desenvolvimento de gráficos.

Tendo a pesquisa cunho também quantitativo, abordagem envolve o questionário aplicado, objetivando a contabilização do número de alunos participantes e quantidades de erros e acertos.

Os questionários foram aplicados em duas etapas após as aulas ministradas: em um primeiro momento será aplicado o “*pré-teste*”. Em um segundo momento será aplicado o “*pós-teste*”. Os dados serão tratados e analisados de forma a se obter o que se propôs nos objetivos da pesquisa.

A natureza da pesquisa é aplicada, pois, teve aplicação do produto educacional, o jogo Física Fácilima Total, como recurso de mediação para se alcançar uma melhor aprendizagem dos conteúdos de lançamento oblíquo e lançamento horizontal.

A pesquisa de cunho explicativo contribui fortemente para o amadurecimento da aprendizagem significativa promovendo nos estudantes ao desejo de continuidade no seu crescimento intelectual.

Sobre pesquisa de cunho explicativo, Gil (2002) nos diz:

... têm como preocupação central identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos. Esse é o tipo de pesquisa que mais aprofunda o conhecimento da realidade, porque explica a razão, o porquê das coisas. Por isso mesmo, é o tipo mais complexo e delicado, já que o risco de cometer erros aumenta consideravelmente. Pode-se dizer que o conhecimento científico está assentado nos resultados oferecidos pelos estudos explicativos. (p. 42)

Dessa forma, o presente trabalho procurou identificar os fatores determinantes para a construção do conhecimento científico, procurando aproximar o Jogo a realidade dos alunos participantes da amostragem. Contudo os fatores análise e interpretação, visto como determinantes, dos fenômenos da mecânica (lançamento

oblíquo e lançamento horizontal) se fazem essenciais na construção do conhecimento dos alunos.

#### **4.1 Local da pesquisa**

A pesquisa se deu na escola da rede estadual do Maranhão Centro de Ensino Analiz Bacelar Silva, no centro, na zona urbana do município de Afonso Cunha-MA. A escola oferece o Ensino Médio nos três turnos manhã, tarde e noite, atendendo em média 480 alunos e com nota do IDEB (Índice de Desenvolvimento da Educação Básica) 3,3 no ano de 2019.

A escola consta de 28 professores, possui 8 funcionários para apoio técnico (diretora da escola, vice diretora, coordenadora pedagógica, e secretarias), além de vigias, zeladoras e funcionários da cantina.

Quanto à estrutura da escola é composta por:

- 1 sala de professores climatizada, contendo um armário coletivo para todos os professores, bancada para computadores e um computador de mesa, bebedouro, geladeira, cadeiras, mesa e dois banheiros e mesa para café, e TV LED de 32 polegadas;
- 1 sala da secretaria com armários com arquivos;
- 8 salas de aulas, com dois ou três ventiladores de parede cada uma, com cadeiras suficientes para todos os alunos e 1 mesa e cadeira para professor.
- 1 cozinha contendo: fogão industrial, geladeira, um freezer, liquidificador industrial, botijão de gás, banheiro e dispensa.
- 2 banheiros e 2 vestiários para os discentes.
- Possui biblioteca.
- 1 Laboratório de informática com 8 computadores (atualmente apenas 4 funcionam).
- Não possui quadra poliesportiva com arquibancada.
- Espaços com lixeiros, bancos, mesas para estudo, bebedouro e quadros informativos.

## 4.2 Sujeitos da Pesquisa

Devido à pandemia causada pela covid-19 o número de participantes que utilizou o produto educacional ficou bastante limitado pelo fator do Jogo ser aceito em computador de mesa ou notebooks e poucos alunos possuírem. No entanto, após alguns alunos se mostrarem dispostos a conseguirem um computador, mesmo que emprestado, a amostra se caracterizou pela participação de 15 alunos que estudam na referida escola no período da tarde distribuído entre 9 homens e 6 mulheres de faixa etária de 15 a 17 anos. Os alunos participantes foram convidados a participarem da aplicação dos questionários e da utilização do produto educacional, *Jogo Física Fácilima Total*, criado para propósito de facilitar o ensino e aprendizagem da Física na unidade didática de Mecânica.

Um dos motivos dessa escolha é devido se tratar de um conteúdo que necessita de certa abstração que nem sempre é possível ser visualizada e compreendida utilizando apenas imagens do livro e explicações em sala, como também pelos escassos recursos oferecidos pela escola. Portanto, o jogo foi mais uma ferramenta de ensino que proporcionou aos alunos maior contato com estes conteúdos que são cobrados no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e em outros vestibulares.

## 4.3 Instrumentos utilizados

Foi utilizado para coleta dos dados o “pré-teste” e “pós-teste”, cada um contendo 4 questões fechadas de múltipla escolha. Ambos os testes abordavam conceitos básicos, cálculos simples e aplicações no cotidiano. O pré-teste foi enviado aos alunos via WhatsApp e os mesmos tinham 48 horas para responder e enviar de volta. Em seguida, os alunos receberam o link do produto educacional, o jogo, para treinarem e depois aplicação do pós-teste seguindo a mesma logística do pré-teste, com um intervalo de uma semana de um teste para o outro.

Portanto, para esses questionários, foram levados em consideração o problema e os objetivos da pesquisa.

## 4.4 A tecnologia aplicada à Educação

A utilização de aplicativos educacionais, como jogos e simuladores, desenvolvidos para dispositivos como smartphones e tablets visa facilitar ou auxiliar o

ensino e a aprendizagem da disciplina de Física (SOUZA; GOMES, 2015; PEREZ; VIALI; LAHM, 2016).

Estes dispositivos possuem um sistema operacional, sendo este Android, iOS, Windows Phone, Symbian, BlackBerry, entre outros. O Android é, entre eles, o que mais vem sendo utilizado na Educação, pois, dentre outros fatores, um dos motivos que contribui para essa demanda é pelo fato de o sistema estar disponível em aparelhos de baixo custo. Dessa forma, existem vários aplicativos disponíveis para a plataforma Android voltados para o ensino que podem ser utilizados pelo professor com o objetivo de facilitar a compreensão dos alunos acerca de conteúdos de Física.

A **Física do basquete**, por exemplo, é um aplicativo de jogo que faz uma descrição da cinemática em duas dimensões, enfatizando o lançamento oblíquo. Outro aplicativo é o **simulador de pêndulo**, esse faz uma análise bidimensional do movimento de um pêndulo, possibilitando variar o comprimento do fio, a massa que fica suspensa e a situação de atrito. Existem outros aplicativos como o **Ray Optics** e o **Mirrors and Ray Diagrams for High School Science**, que possibilitam o estudo das lentes esféricas e espelhos esféricos, respectivamente, contendo, inclusive, resolução de problemas envolvendo os processos de formação de imagens por esses instrumentos ópticos.

Também se tem o **Physics Lab**, um aplicativo em inglês com experimentos elétricos, magnéticos e simulações astrofísicas. O **Simphysics** é outro aplicativo que possibilita o estudo de vários tópicos de Física, além de simulações de eletromagnetismo, energia mecânica, cinemática linear e rotacional, óptica física e geométrica entre outros.

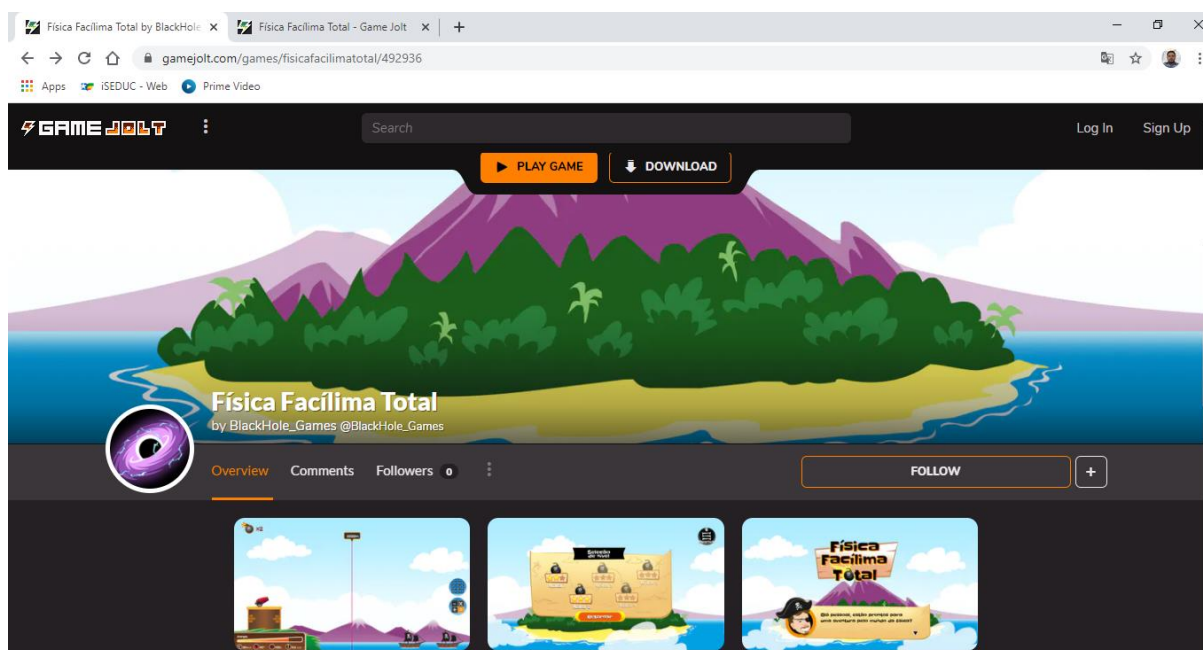
Existem ainda disponíveis para o sistema operacional Android vários aplicativos como mesmo título (**Leis de Newton**). Um deles, cujo símbolo do ícone é o próprio letreiro “leis de Newton, apresenta, de forma bem lúdica, explicações sobre as leis de Newton seguidas de perguntas de múltipla escolha que, ao serem respondidas corretamente, possibilita que o jogador passe para a próxima fase que contém novas explicações e perguntas.

#### 4.5 Utilizando o Produto educacional

O aplicativo *Física Facilíma Total* foi desenvolvido para facilitar a compreensão de lançamentos e assim contribuir para a melhoria do desempenho dos alunos na disciplina de Física, mais especificamente nessa seção que trata de lançamentos horizontal e oblíquo. Conteúdos esses que são cobrados com frequência nas provas do ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio).

Inicialmente com o link de acesso ao aplicativo (<https://gamejolt.com/games/fisicafacilimatotal/492936>), tem-se aceso ao site, no qual é possível tanto utilizar o aplicativo, como baixa-lo para instalação e utilização em um computador. A tela com site é mostrada na Figura 5.

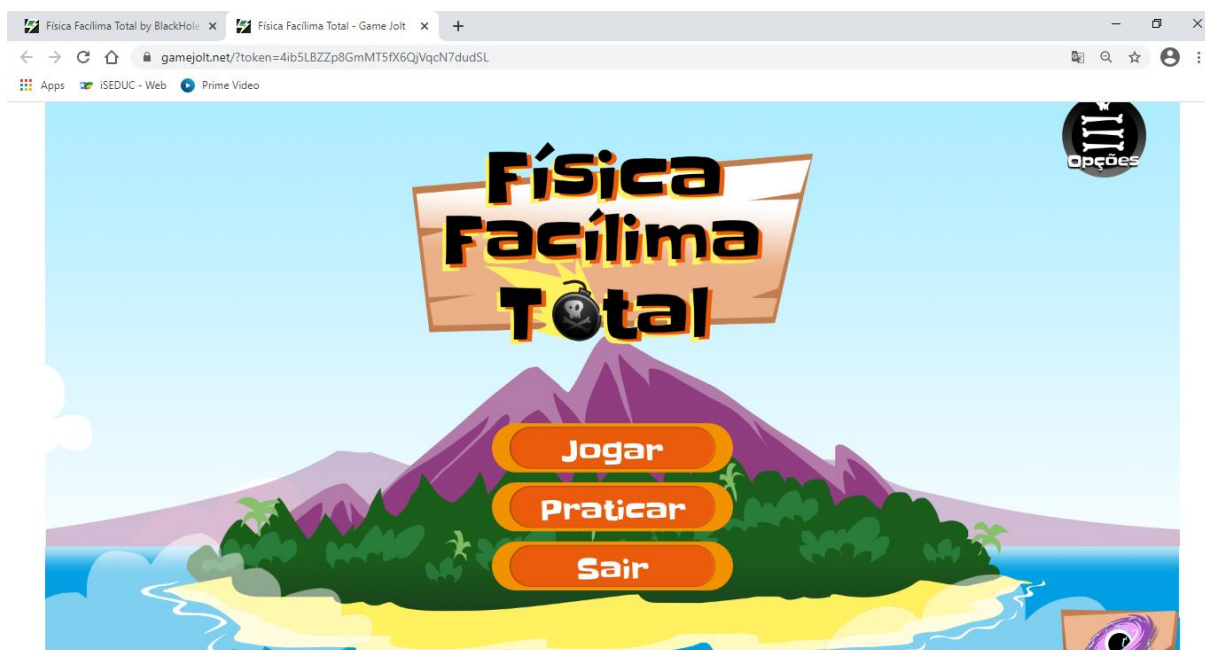
Figura 5: Tela do site onde se encontra o aplicativo.



Ao clicar em PLAY GAME, o usuário utiliza o software online sem a necessidade de ocupar espaço de armazenamento no disco rígido do computador. Por outro lado, quem preferir utilizar a aplicação no próprio computador, pode salvá-la em seu computador clicando na opção DOWNLOAD para baixar os arquivos de instalação, o que é mais recomendado a fim de evitar travamentos, bugs e divergências nos cálculos.

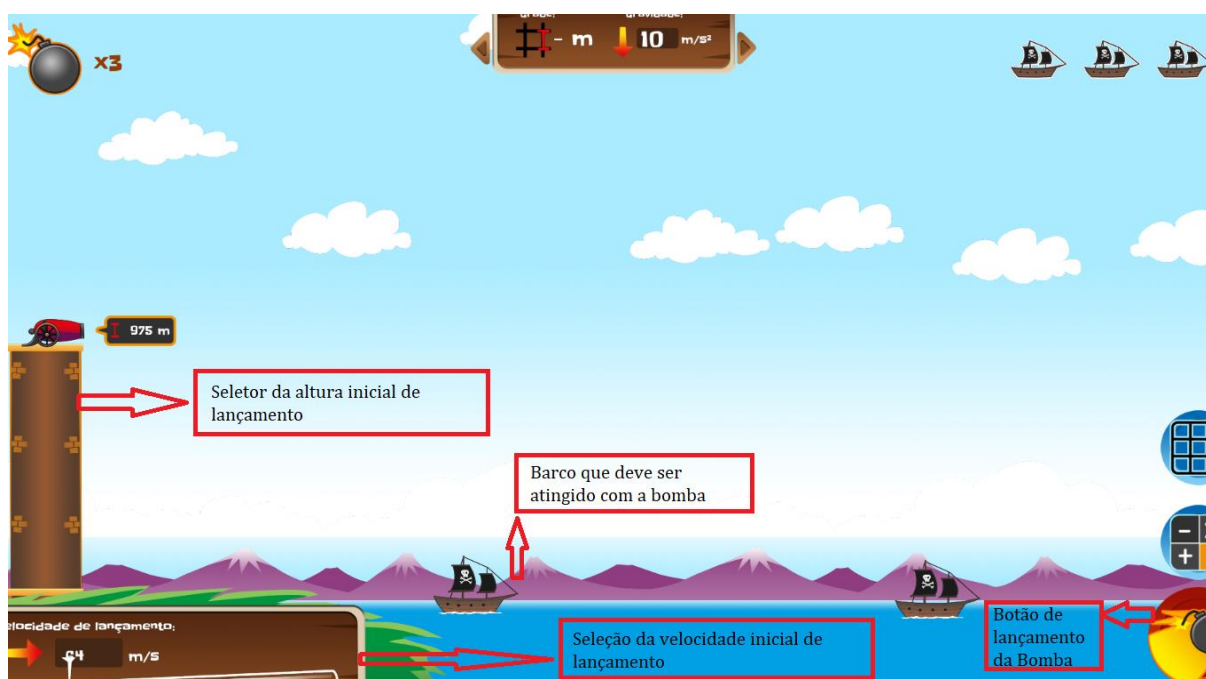
Ao clicar em PLAY GAME, o usuário terá a seguinte tela, onde surgem novas opções: Jogar, Praticar e Sair.

Figura 6: Menu de opções do Jogo.



Clicando em jogar, surge a tela mostrada na Figura 11, onde se tem os níveis do jogo. Escolhido o nível, abre a tela indicada na Figura 7. Nessa tela há opções de seleção da altura inicial de lançamento e da velocidade inicial.

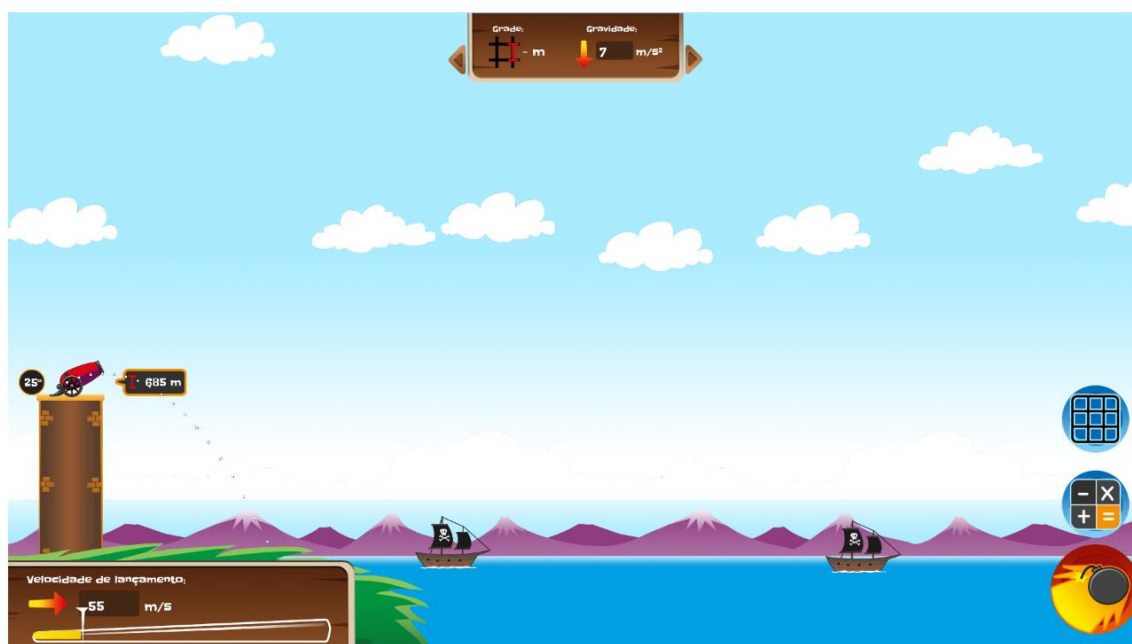
Figura 7: Funcionalidades do jogo.



Nessa parte tem-se a parte referente ao lançamento horizontal, onde há barcos que devem ser atingidos com a bomba lançada pelo canhão.

Quando se clica em praticar, o usuário acessa a tela indicada na Figura 8.

Figura 8: Modo treino do jogo.



Nessa tela, há todas as funcionalidades indicadas na Figura 7, acrescida da opção de mudar o ângulo de lançamento, bastando para isso, clicar em qualquer ponto da tela e mover o mouse para cima ou para baixo, para aumentar e para diminuir o ângulo, respectivamente.

Clicando em sair, o usuário sai das telas do jogo e retorna para a tela inicial do site, ou em caso de ter instalado no computador, sairá do jogo.

#### 4.6 Pré-teste

Todos os alunos receberam o pré-teste que foi enviado via WhatsApp para que eles pudessem responder e devolver respondido no prazo de 48 horas.

As três primeiras questões envolviam aplicações do cotidiano em relação distância horizontal e velocidade em casos distintos. Com elas objetivamos avaliar o conhecimento das situações e utilização de fórmulas, como também na diferenciação entre situações problemas como mostram as questões em anexo.

A quarta e última questão envolvia situações que descrevem o lançamento horizontal. Todas essas questões foram baseadas em aulas previamente ministradas.

Em seguida, foi explicado para os alunos sobre o produto educacional bem como também o objetivo do mesmo para o ensino de mecânica.



#### 4.7 Aplicação do produto educacional

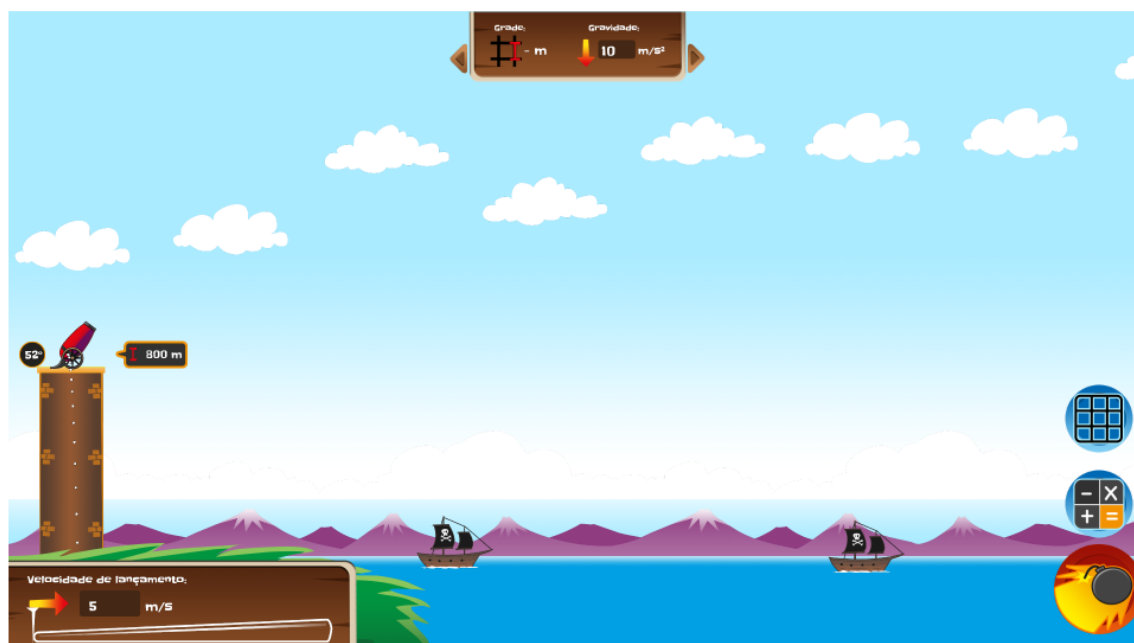
Esta etapa aconteceu após a aplicação do pré-teste, na qual foi enviado o link de instalação (<https://gamejolt.com/games/fisicafacilimatotal/492936>) via WhatsApp para os alunos que possuíam computador de mesa ou notebook para que os mesmos pudessem instalar e utilizar o jogo com todas as instruções de instalação e manuseio. A tela de abertura é mostrada na Figura 9.

Figura 9: Tela inicial da aplicação.



Na tela principal aparecem as opções de “Jogar” e “praticar”, no qual o aluno pode escolher se quer praticar antes de jogar ou não. Ao clicar na opção “praticar” abrirá a seguinte tela.

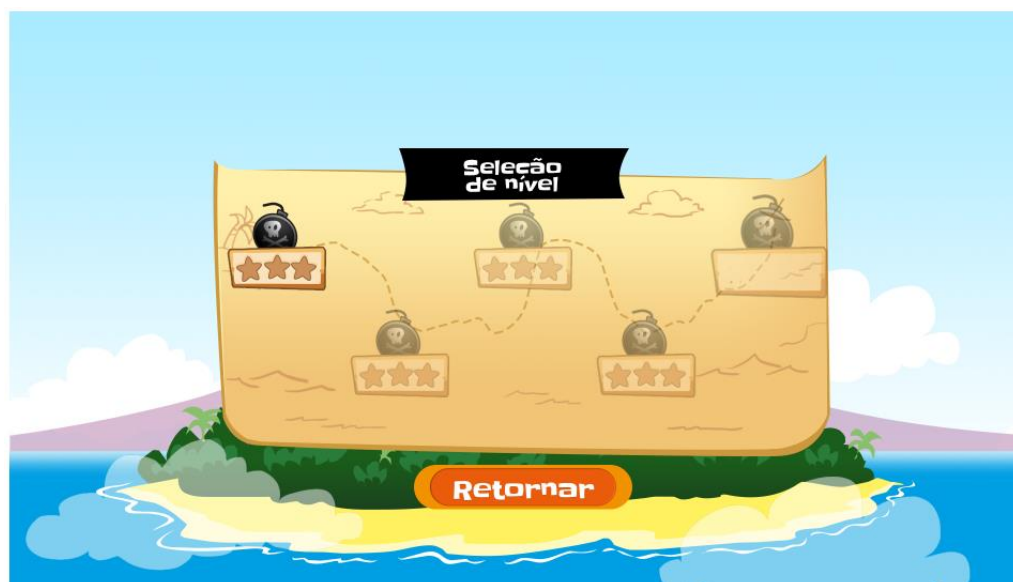
Figura 10: Praticando o jogo.



Nela o aluno tem opção de alterar valores como o da inclinação do canhão para que, ao ser lançada, a bomba possa atingir os navios pirata. Na parte inferior da tela, temos a velocidade de lançamento (que também pode ser alterada no modo praticar). A altura em que se encontra o canhão, simbolizada pela torre onde o mesmo se encontra, também pode ser alterada até um limite de 2000 m em relação ao nível do mar. Dessa forma, com o fácil manuseio, o aluno pode praticar os lançamentos horizontal e oblíquo e calcular a distância horizontal, aprendendo de forma lúdica.

Ao clicar na opção “jogar” irá aparecer a seguinte tela como mostra Figura 11.

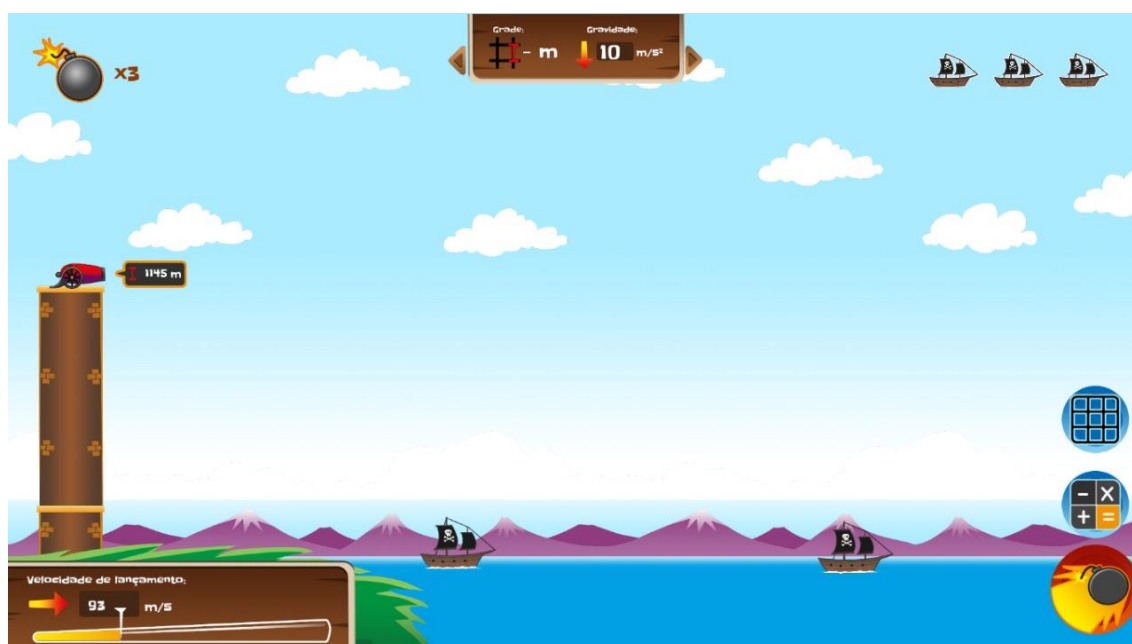
Figura 11: Níveis do jogo.



O participante vai escolher o nível de jogo, onde em cada nível será exigido que se calcule alguma grandeza física. Nesse caso poderá ser a velocidade inicial de lançamento, a altura de lançamento, distância horizontal, etc. Dessa forma, o jogador se vale da manipulação nos valores de acordo com cada nível.

Na Figura 12 abaixo mostra o Nível 1 do jogo.

Figura 12: Nível 1 do jogo.



Em cada nível existe uma condição diferente para que os alunos percebam o que altera quando modifica algum valor de acordo com as condições impostas no nível

que está sendo jogado. Dessa forma, observamos uma maior interação do aluno com o conteúdo, suas observações e até mesmo algumas sugestões dentro do jogo. Portanto, foi explicado cada passo a passo do manuseio do jogo e deixando bem claro o objetivo de cada nível.

A aplicação do produto educacional foi a parte mais empolgante de todo processo, pois foi claramente perceptível que houve uma maior desenvolvimento e independência na construção da aprendizagem significativa utilizando o jogo como recurso didático.

#### **4.8 Aplicação do pós-teste**

Foi sugerido que os alunos estudassem pelo livro didático e utilizassem o jogo para que eles fizessem o pós-teste, onde o mesmo havia sido elaborado de acordo com o pré-teste, utilizando outra abordagem, como mostra o anexo do pós-teste. O arquivo foi enviado via WhatsApp com prazo de 48 horas para devolução.

Foi possível observar a construção da aprendizagem significativa após essa última etapa com os alunos que participaram de todo processo, pois o pós-teste foi enviado a todos alunos dessa série.

Com base nos resultados, fizemos a coleta de dados dos dois testes e fizemos um levantamento. Como é mostrado na próxima seção através de gráficos.

## 5 RESULTADOS

Nessa seção são apresentados os resultados obtidos na pesquisa, levando em conta as dificuldades encontradas no seu decorrer, aceitação do produto educacional por parte dos alunos e uma possível recomendação do aplicativo para outros estudantes.

É importante destacar que na parte final dessa pesquisa surgiu a pandemia da COVID-19, que causou influência em várias áreas, incluindo a educação, onde se passou a ter aulas na forma remota, evidenciando, portanto, a importância do uso das tecnologias de informação e de recursos inovadores voltados para o ensino remoto, como é o caso do jogo. A participação dos alunos nessa pesquisa também ocorreu na forma remota, onde se disponibilizou o link para que os alunos tivessem acesso ao aplicativo, podendo utilizá-lo online ou baixando o software para instalação no computador (aconselhável pelos motivos já citados).

No estado do Maranhão, em particular na cidade de Afonso Cunha, os alunos são bastante desfavorecidos de recursos financeiros. Boa parte deles vem da zona rural para a urbana através de ônibus contratados pela Prefeitura em parceria com o Estado para esse transporte escolar.

Além da maioria dos alunos da zona rural não terem acesso à internet, alguns alunos da zona urbana também têm esse mesmo problema. Além da falta de acesso, a pesquisa encontrou barreiras também por conta de quase totalidade dos alunos não possuírem computador para utilização do produto educacional. Dessa forma, para que alguns alunos pudessem participar da pesquisa, foram utilizados três notebooks da escola e os demais computadores os alunos conseguiram emprestados por amigos ou familiares para que fosse possível a utilização do aplicativo.

O desempenho dos alunos nos dois testes aplicados, antes e após a apresentação e manuseio do jogo, é mostrado na Figura 13 e na Figura 14, respectivamente. Na Figura 13 (pré-teste) é mostrado que as notas em uma escala de 0 a 10 obtidas pelos alunos estão entre 1 a 6 pontos com uma média geral de aproximadamente 3,5 antes da aplicação do produto educacional.

Figura 13: Desempenho de alunos no pré-teste.

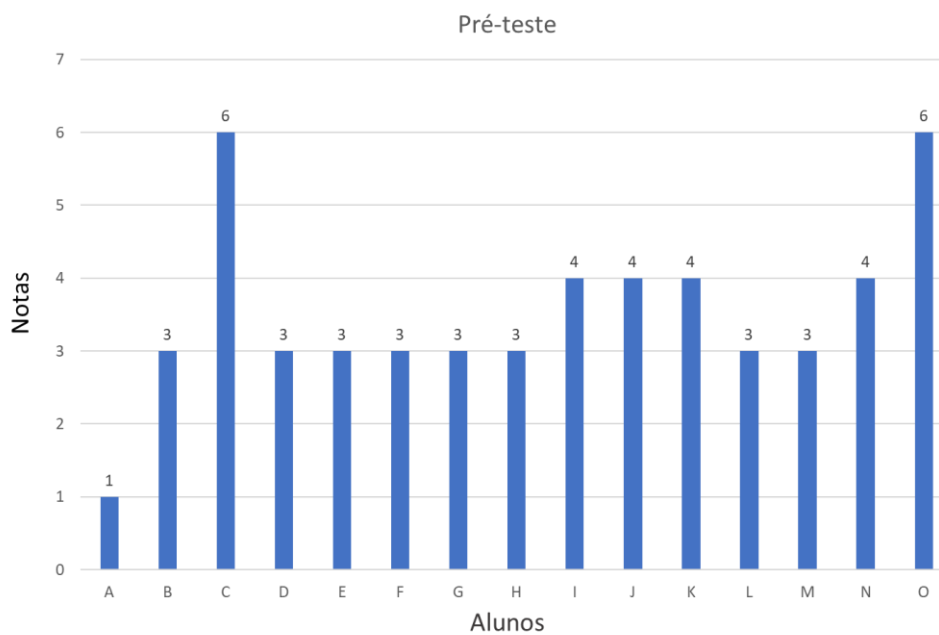
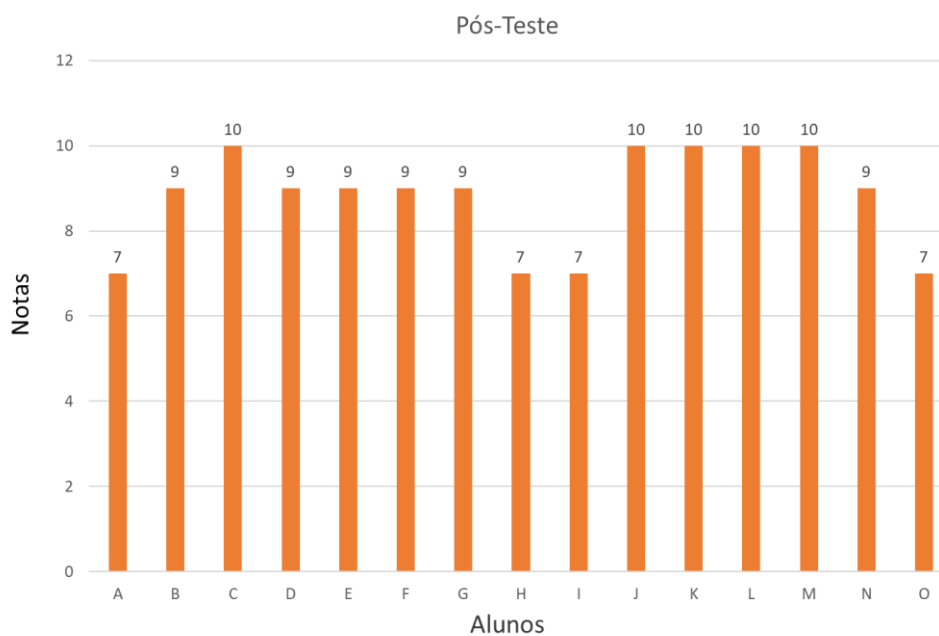


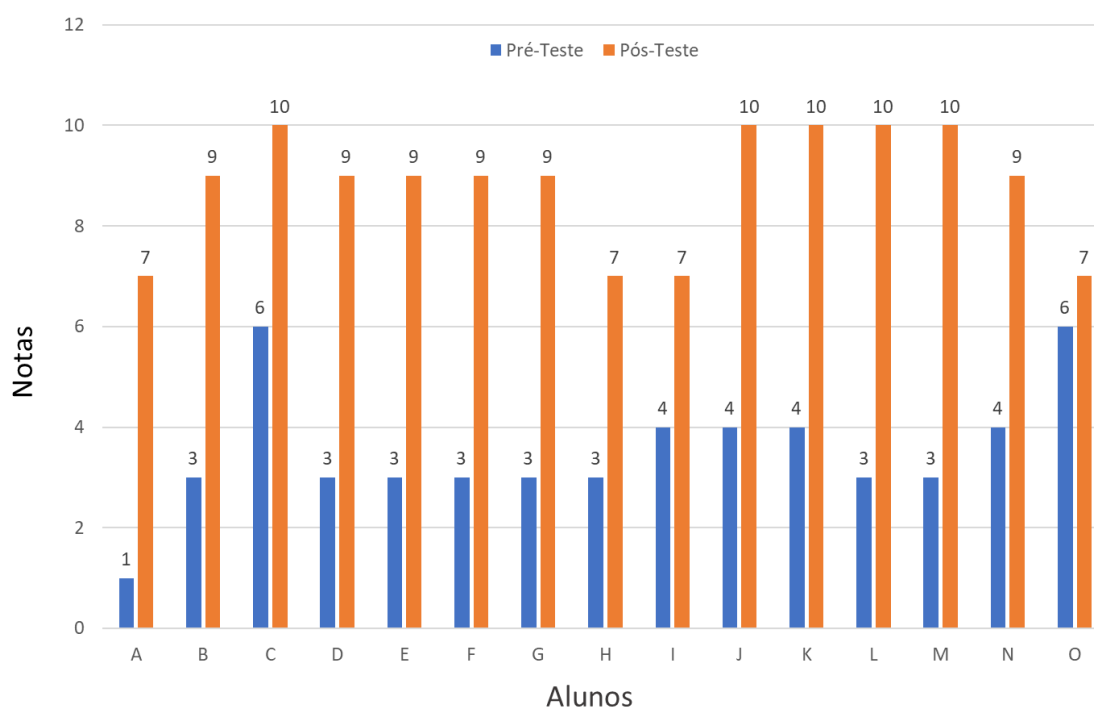
Figura 14: Desempenho de alunos no pós-teste.



Na Figura 14 (pós-teste) mostra que as notas estão entre 7,0 a 10,0 pontos e com uma média 8,8. Notório perceber o avanço que os participantes tiveram após a utilização do *Jogo Física Fácilima Total* como Produto Educacional.

A Figura 15 mostra a dependência de notas dos alunos participantes antes (pré-teste) e após (pós-teste) a utilização do Produto Educacional, reforçando que foram 15 participantes classificados com alfabeto e disposto de acordo com número da chamada no diário de sala.

Figura 15: Desempenho de alunos no pré-teste e no pós-teste.



Este resultado nos permitiu comparar o desempenho e a evolução de cada aluno após terem tido o contato e o manuseio do jogo. Em média estas notas evoluíram de 3,5 para 8,8.

Além das perguntas relacionadas ao conteúdo abordado no software, foi perguntado aos alunos sobre sua satisfação com a utilização do jogo. Como resposta a essa pergunta, onze alunos ficaram muito satisfeitos, relataram que foi possível entender os conceitos através de simulação presente no aplicativo e não imaginavam que esses conceitos tivessem tantas aplicações. Três alunos relataram estarem satisfeitos com o software, pois concilia teoria e prática, facilitando o entendimento da teoria apresentado nos livros. Apenas um aluno relatou que o jogo é bom, mas já conhece aplicações para Android que fazem as simulações, a exemplo o jogo Angry Birds. Segundo esse aluno, o aplicativo desenvolvido alcançaria um público maior se fosse destinado também para Android.

Dessa forma, a avaliação dos alunos quanto à satisfação com a utilização dos alunos foi bastante positiva, onde 73,33% dos alunos ficaram muito satisfeitos ao utilizarem o produto educacional. Considerando-se os as respostas como satisfeitos e muito satisfeitos, o percentual de satisfação do aplicativo alcançou 93,33% de avaliação positiva pelos alunos.

Outra pergunta que se colocou para os alunos foi se eles recomendariam o produto educacional para outros estudantes. Como respostas a esse questionamento, quatorze alunos responderam que indicam o aplicativo para outros alunos, pois em sua visão, o aplicativo estimula e acaba facilitando o aprendizado do conteúdo em destaque. Um aluno respondeu que não indica o aplicativo para outros alunos.

Na avaliação quanto à indicação para outros alunos, o produto educacional teve um percentual de 93,33% de recomendação para ser utilizado por outros alunos. Levando em conta as duas perguntas relacionadas ao software, este foi muito bem avaliado pelos alunos que o utilizaram.



## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O jogo foi construído como ferramenta facilitadora de aprendizagem no processo ensino e aprendizagem dos conteúdos de Lançamento Oblíquo e Lançamento Horizontal de maneira mais lúdica e dinâmica. O mesmo é de fácil manuseio, com algumas animações e manipulações.

A proposta inicial de elaboração do jogo era fundamentada nas estruturas fornecidas pela plataforma Unity. Porém, em razão da indisponibilidade momentânea de estrutura computacional, uma vez que para se trabalhar com essa plataforma se faz necessário o uso de uma máquina com configurações consideráveis que, de certa forma, foram “dispensáveis” quando o Gamemaker Studio 2 entrou como opção de substituto à altura, já que possui uma interface mais simples e fornece uma abordagem eficiente e mais intuitiva.

O GameMaker Studio 2, que é utilizado tanto para criação de jogos como de simuladores, proporcionou a construção do jogo Física Fácilima Total com uma interface atrativa e de fácil manuseio que por sua vez, devido às suas peculiaridades, se tornou um jogo bastante atrativo para os alunos.

Desenvolvido como produto educacional do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, realizado pela Universidade Federal do Piauí (UFPI) e em parceria com a Sociedade Brasileira de Física, os resultados da aplicação deste produto educacional mostraram que o jogo possibilitou uma aprendizagem mais significativa de acordo com a teoria de David Ausubel, tendo os participantes obtido melhores notas quando os testes antes e após a apresentação do jogo foram comparados, saltando uma média de 3,5 para 8,8.

Neste sentido, dois aspectos puderam ser considerados, a saber, que houve um avanço na média e que também houve um salto ascendente na nota média de cada participante. Foi possível perceber claramente o envolvimento dos alunos e o empenho efetivo em realizar correlações do conteúdo com mecanismos do jogo e em utilizar corretamente as equações necessárias para resolver os problemas apresentados em cada fase do jogo.

Por fim, acreditamos que o aplicativo-produto-educacional aqui apresentado atendeu às expectativas e propósitos do projeto. Cerca 93,33% dos alunos que

utilizaram o jogo o consideraram extremamente empolgante, pois conseguiram perceber como as equações de lançamento horizontal lançamento oblíquo “funcionam na prática”. Ressalvaram a ideia do jogo possuir objetivos claros e uma boa jogabilidade e, dessa forma, recomendam que outros alunos possam utilizá-lo para facilitar o aprendizado dos conceitos nele apresentados.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. J. P. M. D. Ensino de Física: para repensar algumas concepções. **Cad.Cat.Ens.Fís.** Florianópolis, v. 9, p. 20-26, abr. 1992. ISSN 1.
- AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. Tradução Eva Nick e outros. Rio e Janeiro: Interamericana, 1980.
- BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília –DF, MEC, SEMTEC, 1999.
- CARVALHO, C. M. D. UMA REVISÃO DE LITERATURA SOBRE O USO DE SOFTWARES/SIMULADORES/APPLETS E PRINCIPAIS REFERENCIAIS TEÓRICOS NO ENSINO DE FÍSICA. **PIBID**, 26 fevereiro 2012. 6.
- CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A., **Metodologia científica**. 5. Ed. São Paulo – SP, Prentice Hall, 2002.
- DELAVALLI, C.; MELO, C. C. Informática na Educação: uso de aplicativos para estímulo do estudo em rede. **CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA ESCOLA DE INFORMÁTICA APLICADA ESCOLA DE INFORMÁTICA APLICADA**, Rio de Janeiro, junho 2014.
- FONSECA, J. J. S. D. **metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: [s.n.], 2002.
- FREITAS, A. R. R. P. QR CODE - Tendência de Evolução Comercial no Ponto de Venda Físico de Retalho, Dissertação de mestrado em Design de produção, 2017.
- GARCIA, J. N. Manual de aprendizagem: linguagem, leitura e escrita Matemática, Porto Alegre, RS, 1998.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. Ed. São Paulo – SP, Atlas, 2011.
- GUIMARÃES, O.; PIQUEIRA, J. R.; CARRON, W. **Física (Ensino Médio)**. 1. Ed. São Paulo, SP – SP, Ática, v. 1, 2013.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; CRAMER, J. **Física**. 4. Ed., Rio de Janeiro: LTC, v. 1, 2004.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; CRAMER, J. **Fundamentos de Física**. 10. Ed., Rio de Janeiro: LTC, v. 1, 2016.
- HEWITT, P. G. **Física Conceitual** 12. Ed. São Paulo, SP, Bookman, 2015.
- MINAYO, M. C. D. S.; FERREIRA, S.; GOMES, R. **Teoria, método e criatividade**. 28. Ed. Petrópolis: Vozes, 2009.

MINAYO, M. C. S. (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade.**

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa: a teoria de aprendizagem de David Ausubel.** 2 Ed. São Paulo – SP, Centauro Editora, 2006.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa: Um Conceito Subjacente. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 1, n. 3, p. 25–46, 2011.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **A aprendizagem significativa: A teoria de David Ausubel**, 1982.

NEVES, M. C. D. Uma investigação ao sobre a natureza do movimento ou sobre uma história para a noção do conceito de força. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 22, n. 4, 2000.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica** 1. ed. São Paulo, SP: Editora Blucher, V. 3, 1998.

BRASIL PCN+ - Ensino Médio Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Disponível em [http://www.sbfisica.org.br/arquivos/PCN\\_FIS.pdf](http://www.sbfisica.org.br/arquivos/PCN_FIS.pdf). Acesso 18 de junho de 2017.

PEDUZZI, S. S.; PEDUZZI, L. O. Leis de Newton: uma forma de ensiná-las. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 5, n. 3, 1988.

PENTEADO, P. C. M. **Física Conceitos e Aplicações**, 1 Ed., São Paulo - SP, Moderna, V. 1, 1998.

PILETTI, Claudinho. Didática geral. São Paulo: Ática, 1995.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico.** 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. **Física**, 5. Ed., Rio de Janeiro – RJ, LTC, V.1, 2006.

ZABALA, A., **A prática educativa: como ensinar.** Trad. Ernani F. da Rosa – Porto Alegre –RS, ArtMed, 1998.

## APÊNDICES

### Apêndice A; Termo de Consentimento

#### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Você está sendo convidado (a) para participar, como voluntário (a), do Projeto de Pesquisa sob o título "Desenvolvimento de uma sequência didática para o estudo dos conceitos da cinemática: velocidade média e instantânea e aceleração média e instantânea". Meu nome é Severino de Assis Pacheco Junior, sou o pesquisador responsável e estudante do curso de mestrado profissional em física, na Universidade Federal do Piauí. Este questionário insere-se no âmbito de uma pesquisa que será realizada com estudantes do primeiro ano e professores de física da (Centro de Ensino Analiz Bacelar Silva) em Afonso Cunha-MA. Pretendemos analisar a aprovação ou não da sequência didática e sua contribuição para o aprendizado dos estudantes. O questionário demora cerca de 10 a 15 minutos para ser respondido. Não há respostas certas nem erradas, mas a sua sinceridade é fundamental para atingirmos o objetivo deste estudo. O questionário é anônimo, os dados preenchidos são confidenciais e apenas serão utilizados pela pesquisa. Não haverá nenhum tipo de pagamento pela participação e será garantido o sigilo que assegura a privacidade dos sujeitos que tiverem seus dados coletados.

Em caso de dúvida sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com o pesquisador responsável no telefone (86) 99982-2732 ou pelo e-mail [sapjr@live.com](mailto:sapjr@live.com). Dúvidas a respeito da ética aplicada nesta pesquisa poderão ser questionadas ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Piauí pelo telefone (86) 3237-2332.

#### **Consentimento livre e esclarecido**

Declaro que compreendi os objetivos desta pesquisa, como ela será realizada, os riscos e benefícios envolvidos e concordo em participar voluntariamente da pesquisa. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto acarrete qualquer penalidade. Dou meu consentimento para que a equipe de pesquisadores que elaboraram o questionário utilize os dados por mim fornecidos, de forma anônima, em relatórios, artigos e apresentações.

## **Apêndice B: Produto Educacional**

### **Introdução**

As instituições de ensino detêm um período de tempo significativo na vida dos alunos, presente diretamente com uma média de seis horas por dia. Além disso, erroneamente, a escola vem sendo compreendida por parte dos alunos como um espaço a competir com outros, a exemplo dos shoppings, parques, teatros e cinemas. Voltada principalmente para a construção e formação intelectual de crianças e jovens, a escola não pode ser apenas um local que prepara o aluno para o ano seguinte, como aponta Perrenoud (2013). No âmbito dessa discussão, a disciplina Física, da forma que tradicionalmente é ministrada nas escolas, geralmente não prepara o aluno para a vida e sim para a avaliação escolar, gerando um descontentamento nos alunos por não enxergar ou saber a utilização e aplicação proveitosa desse conhecimento na prática cotidiana.

A esse respeito, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - Lei 9394/96 (BRASIL, 1996) traz em seu texto as finalidades do Ensino Médio, a saber:

Art. 35. O Ensino Médio, etapa final da educação básica, com duração mínima de três anos, terá como finalidades:

I – A consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no Ensino Fundamental, possibilitando o prosseguimento dos estudos;

II – A preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade de novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores;

III – O aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;

IV – A compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionados à teoria com a prática, no ensino de cada disciplina.

Ainda nesse contexto, existem os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN+ (BRASIL, 2002) que estão voltados diretamente para o ensino de Física e sugerem, por sua vez, uma gama de competências, como por exemplo a representação e comunicação, investigação e compreensão, bem como contextualização sociocultural, que são apontadas pelas Diretrizes Curriculares Nacional – DCNEM (BRASIL, 2013).

Tais documentos em conjunto com a LDBEN/1996, sugerem que o educador desenvolva da melhor forma a construção do conhecimento do discente, garantindo sua autocrítica e sua adequação a ensinos de aperfeiçoamento posterior.

Dessa forma, sem a devida construção do aprendizado e não associando diretamente os conteúdos à realidade prática, os alunos acabam por encontrar fatores de descontentamento e desmotivação que os impedem de se dedicarem como deveriam aos estudos, especialmente das áreas exatas como a Física, onde os educadores são surpreendidos quase que diariamente com perguntas do tipo: Para que preciso aprender este conteúdo? Em que parte da minha vida profissional aplicarei este conhecimento?

Vale ainda destacar que o fato de parte significativa dos alunos não aprender bem os conteúdos de física não está diretamente ligado ao potencial acadêmico e comprometimento do professor, mas sim às tradicionais práticas (uso de quadro e pincel, apenas, com objetivo principal de resolver questões) de ensino da física na educação básica.

Outro fato que deve ser levado em consideração é o impacto da tecnologia em todos os setores da sociedade, especialmente o educacional. Entretanto, como diz Fraiman (2013), não devemos deixar de observar o aspecto relativo da tecnologia, que só é tecnologia para quem nasceu antes dela. Por exemplo, o fax, que foi inventado em 1974, passou a ser utilizado no Brasil no início de 2000 e era considerado uma das maiores invenções nas telecomunicações. Pouco tempo depois ele foi aposentado e hoje temos gerações nas escolas (que já nasceram com a internet) que nunca viram um fax funcionar. Esses jovens se desenvolveram com um modelo mental diferente dos jovens das gerações analógicas. É notório que, sem grandes esforços, assimilam bem as tecnologias presentes, por exemplo, nos smartphones e os utilizam quase que o tempo todo quando recorrem a aplicativos para acordar, gerenciar rotinas de atividades físicas, trocar mensagens, imagens, vídeos e até mesmo apostilas em formato de texto.

Observando os aspectos supracitados, nossas salas de aula (e principalmente as aulas de Física) não deveriam se assemelhar a um ambiente de realização de uma prova em que o uso de todo e qualquer aparelho eletrônico é proibido. Tudo deve ser desligado, “desplugado” do mundo e levado em conta apenas a mensagem expositiva do professor presente contendo orientações de como se portar durante a prova.

A esse respeito, afirma Fraiman (2013, p. 121):

Outro aspecto interessante a ser ressaltado é o aprendizado de conteúdos subjetivos. Somente com GLS (giz, lousa e saliva), o professor leva horas para que o aluno consiga entendê-lo, quando apresenta, por exemplo, conceitos de força, aceleração e massa. Ao passo que, quando o professor utiliza um Aplicativo dinâmico e o expõe à turma, podemos ouvir imediatamente aquele coro do aprendizado simples, direto e eficiente: “ah! entendi, professor!”.

Assim, o professor tem importante papel na integração do ensino e aprendizagem da ciência e tecnologia, como postula Lopes (2004, p. 387):

A mediação é uma das missões mais específicas do professor. É essencialmente esta missão que distingue um professor de um sistema tutor “inteligente” automático. É a mediação que permite transformar a informação cada vez mais disponível e de mais fácil acesso em formação.

O processo de mediação tem como principal intenção assegurar que os objetos de ensino se tornem em aprendizagens consolidadas. Neste sentido a mediação deve estar sempre presente ao longo do ensino.

Portanto, faz-se necessária a mediação do educador com o aprendizado da física e as tecnologias dispostas na sociedade, visando facilitar o processo de desenvolvimento educacional onde há uma maior dificuldade por parte do discente.

Nessa perspectiva, este estudo propõe ajudar a dirimir tal dificuldade de ensino com a construção de um jogo para uso em smartphones e tablets, oferecendo um jogo como ferramenta prática que exige conhecimento de conteúdos da cinemática e da dinâmica para alunos da 1ª série do Ensino Médio. Por serem objetivos e de fácil acesso, estes aplicativos podem contribuir muito para a formação básica dos jovens, estimulando a apropriação significativa dos conteúdos a fim de colocar em prática durante as etapas do jogo.

As motivações encontradas para o desenvolvimento e realização desse trabalho se encontram no cotidiano escolar, uma vez que os jovens estão utilizando a todo instante os smartphones, estão conectados uns aos outros por meio das redes sociais e aplicativos de mensagens, nada melhor do que aproveitar esse espaço para dirimir as dificuldades encontradas na prática da didática tradicional, principalmente no ensino da física.



## **Teoria Da Aprendizagem Significativa de Ausubel**

A teoria de David Ausubel é baseada na visão cognitiva, que é aquela que resulta no armazenamento organizado de informações na mente do indivíduo. Segundo Ausubel, a aprendizagem significativa no processo de ensino necessita fazer algum sentido para o aluno e, nesse processo, essa informação deverá interligar e ancorar-se nos conceitos já existentes na estrutura cognitiva do aluno.

Nesse sentido, a estrutura cognitiva, é entendida como conteúdo total de ideias de um certo indivíduo e sua organização, ou, até mesmo de conteúdo e organização de suas ideias em uma área particular de conhecimento. E com isso se obtém o complexo resultado dos processos cognitivos, por meio dos quais se utiliza o conhecimento adquirido.

Para Ausubel, o fator isolado que mais influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe (cabe ao professor identificar isso e ensinar de acordo). E as novas informações e ideias serão aprendidas na medida que os conceitos relevantes estejam adequadamente claros e aceitáveis na estrutura cognitiva do indivíduo, dessa forma haverá novas ideias e conceitos aprendidos. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o indivíduo e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva.

### **Aprendizagem Significativa**

O conceito central da teoria de Ausubel é o de aprendizagem significativa. Para ele, aprendizagem significativa é um processo no qual uma nova informação se ancora com um aspecto especificamente relevante da estrutura cognitiva do sujeito, ou seja, uma interação da nova informação com uma estrutura de conhecimento específico, a qual o Ausubel define como subsunçor.

Para Moreira (2012), aprendizagem significativa ocorre quando as ideias manifestam de forma figurada e interagindo de maneira substantiva e não-arbitraria com o conhecimento que o sujeito já possui. Essa relação não ocorre com qualquer ideia prévia, mas com algum conhecimento relevante existente na estrutura cognitiva do sujeito. Conhecimento esse, que pode ser um conceito, um modelo mental, um símbolo ou até mesmo uma imagem, que é de grande importância no processo de ensino-aprendizagem, denominado por David Ausubel de subsunçor ou ideia-âncora.

Ou seja, subsunçor é o nome concedido a o conhecimento peculiar efetivo na estrutura de conhecimento do aluno, que lhe concede dar significado a novo conhecimento apresentado ou por ele encontrado.

No estudo de cinemática, por exemplo, a ideia que o aluno tem sobre lançamento em sua estrutura cognitiva já servira como subsunçor para o conceito de lançamento oblíquo e lançamento horizontal. Nesse processo de ancoragem da nova informação resulta em desenvolvimento e transformação do conceito subsunçor. Isso significa que aos subsunçores existentes na estrutura cognitiva podem ser abrangentes e bem desenvolvidos ou limitados e pouco diferenciados, dependendo da frequência e da intensidade com que ocorre a aprendizagem significativa em conjunção com um dado subsunçor. Contudo, Moreira e Masini, (2006, p.18). Afirmam a fixação do novo conhecimento:

[...] resulta em crescimento e modificação do conceito de subsunçor. Isso significa que os subsunçores existentes na estrutura cognitiva podem ser abrangentes e bem desenvolvidos ou limitados e pouco diferenciados, dependendo da frequência e da intensidade com que ocorre a aprendizagem significativa em conjunção com um dado subsunçor.

A não-arbitrariedade está relacionando um novo conhecimento com a um outro mais específico considerável (subsunçor) e não com outro conhecimento presente na estrutura cognitiva do aluno. À medida que esteja devidamente explícito e permissível na estrutura cognitiva, o conhecimento prévio será ancorado para novos conceitos e eles serão bloqueados, ou seja, compreendidos de forma significativa. Quando a ancoragem ocorre, o conhecimento prévio consegue novos significados tornando-se mais sólido nessa estrutura.

Para Moreira (1997), a substantividade é a inclusão da essência para o novo conhecimento, novas ideias à estrutura cognitiva e não das palavras que determinam de forma (não literal). A aprendizagem significativa independe de determinados signos ou grupos de signos, ou seja, um mesmo conceito pode ser apresentado de várias maneiras, por diferentes signos, dando significado.

A aprendizagem mecânica é definida pela aprendizagem significativa de Ausubel como sendo a aprendizagem de novas informações com pouca ou nenhuma interação com conceitos relevantes na estrutura cognitiva. Dessa forma, a nova informação é armazenada de maneira arbitrária. Não há interação entre a nova informação e aquela

já existente. O conhecimento assim adquirido fica arbitrariamente distribuído na estrutura cognitiva sem relacionar-se a conceitos subsunçores específicos.

A memorização de formulas, leis e conceitos em Física podem ser um exemplo de típico de aprendizagem mecânica, embora se possa argumentar que em algum momento ocorrerá associação de conhecimentos prévios e adquiridos. Na verdade, Ausubel não estabelece a distinção entre aprendizagem significativa e mecânica como sendo uma dicotomia, e sim a ideia que uma completa a outra. Se o aluno não possui subsunçor do assunto ou um conceito confuso deste subsunçor, é pertinente questionar como obter o conhecimento? De acordo com Moreira e Masini, 2006, (p.18-20). A formação de um subsunçor pode se decorrer da aprendizagem memorística, e verifica-se a afirmação a seguir:

[...] a aprendizagem mecânica ocorre até que alguns elementos de conhecimento, relevantes a novas informações na mesma área, existam na estrutura cognitiva e possam servir de subsunçores, ainda que pouco elaborados. À medida que a aprendizagem começa a ser significativa, esses subsunçores vão ficando cada vez mais elaborados e mais capazes de ancorar novas informações. (MOREIRA&MASINI, 2006, P.19-20)

Portanto, essa distinção não deve ser confundida com a que há entre aprendizagem por descoberta e aprendizagem por recepção. Segundo Ausubel, na aprendizagem por recepção o que deve ser aprendido é apresentado ao aprendiz em sua forma final, já na aprendizagem por descoberta o conteúdo principal a ser aprendido é descoberto pelo aprendiz. Entretanto, após a descoberta em si, a aprendizagem só é significativa se o conteúdo descoberto se relacionar a conceitos de subsunçores relevantes já existente na estrutura cognitiva. Ou seja, por recepção ou por descoberta, a aprendizagem é significativa, segundo a concepção ausubeliana, se a nova informação se incorporar de forma não arbitrária e não literal à estrutura cognitiva.

### **Condições Para A Ocorrência Da Aprendizagem Significativa**

Para Ausubel (1968, pp. 37- 41), a essência do processo de aprendizagem significativa está em que ideias simbolicamente expressas sejam relacionadas de maneira não-arbitrária e substantiva (não-litera) ao que o aprendiz já sabe, ou seja, a algum aspecto relevante da sua estrutura de conhecimento (isto é, um subsunçor que

pode ser, por exemplo, algum símbolo, conceito ou proposição já significativo). A aprendizagem significativa pressupõe que:

- a) o material a ser aprendido seja potencialmente significativo para o aluno, ou seja, relacionável a sua estrutura de conhecimento de forma não arbitrária e não-literal (substantiva);
- b) o aluno manifeste uma disposição de relacionar o novo material de maneira substantiva e não arbitrária a sua estrutura cognitiva.

A primeira dessas condições depende, obviamente, de pelo menos dois fatores principais, quais sejam, a natureza do material a ser aprendido e a natureza da estrutura cognitiva do aluno. Quanto à natureza do material, deve ser “logicamente significativa”, suficientemente não-arbitrária e não-aleatória em si, de modo que possa ser relacionada, de forma substantiva e não arbitrária, a ideias correspondentemente relevantes que se situem dentro do domínio da capacidade humana de aprender. Quanto à natureza da estrutura cognitiva do aluno, nela devem estar disponíveis os conceitos subsunçores específicos com os quais o novo material é relacionável.

A outra condição traz implícito que, independentemente de quão potencialmente significativo seja o material a ser aprendido, se a intenção do aluno é, simplesmente, a de memorizá-lo arbitrariamente e literalmente, tanto o processo de aprendizagem como seu produto serão mecânico ou sem significado (Reciprocamente, independente de quão predisposto para aprender estiver o indivíduo, nem o processo nem o produto serão significativos se o material não for potencialmente significativo).

De acordo com David Ausubel, a estrutura cognitiva prévia é o fator de suma importância que pode abalar a aprendizagem e a retentiva de novos conhecimentos. Quanto mais claro, consolidado for o conhecimento prévio, maior será sua influência na aquisição de conhecimentos de sua área. O novo conhecimento ganha significado, ancora e se difere do conhecimento existente, adquirindo novos significados, maior solidez, maior intensidade e maior capacidade de ancorar novos conhecimentos. Ausubel sugere o uso de organizadores prévios para alunos que não possuem subsunçores acomodados para se assimilar aos novos conhecimentos.

Segundo Moreira (2011), organizador prévio é um recuso instrucional apresentado em um nível mais elevado de abstração, generalidade e inclusive em

relação ao material de aprendizagem. Não é uma visão geral, um apanhado ou mesmo um resumo que geralmente estão no mesmo grau de abstração do material a ser aprendido. Pode ser um enunciado, uma pergunta, uma situação-problema, uma demonstração, um filme, uma literatura introdutória, uma simulação. Pode ser também uma aula que preceda a apresentação do material de aprendizagem e que seja mais abrangente, mais geral e inclusivo do que este.

Existe dois tipos de organizadores prévios: quando o material de aprendizagem não é familiar e quando o aluno não tem subsunçores, recomenda-se o uso de um organizador expositivo, supostamente, faz um elo entre o que o aluno sabe e o que deveria saber para que o material fosse potencialmente significativo. Nesse caso o organizador deve prover uma ligação no que é familiar ao aluno. Quando o novo material é relativamente familiar, é recomendado o uso de um organizador comparativo que ajudará o aluno a integrar novos conhecimentos já existentes nessa estrutura que são essencialmente diferentes, mas que podem ser confundidos.

A principal função dos organizadores prévios é então, proporcionar uma maior limitação entre o que o aluno já sabe e aquilo que ele precisa saber, antes mesmo de realizar a tarefa sugerida. Permitem promover uma moldura para incorporação e retenção do material mais detalhado e diferenciado que segue na aprendizagem, bem como aumentar a discriminabilidade entre este e o outro similar já incorporado na estrutura cognitiva ou ainda, ressaltar as ideias ostensivamente conflitivas. No caso do material totalmente não-familiar, um organizador “explicativo” é usado para prover subsunçores relevantes aproximados.

Esses subsunçores sustentam uma relação superordenada como novo material, fornecendo, em primeiro lugar, uma ancoragem ideacional em termos do que já é familiar para o aluno. No caso da aprendizagem de material relativamente familiar, um organizador “comparativo” é usado para integrar novas ideias com conceitos basicamente similares existentes na estrutura cognitiva, bem como para aumentar a discriminabilidade entre as ideias novas e as já existentes, as quais possam parecer similares a ponto de confundirem, Ausubel (1968, pp. 148-149).

Por várias razões, os organizadores específicos deliberadamente constituídos para cada uma das unidades de ensinar, devem ser mais efetivos do que simples comparações introdutórias entre o material novo e o já conhecido. Sua vantagem é

permitir ao aluno o aproveitamento das características de um subsunçor, ou seja:

- a) identificar o conteúdo relevante na estrutura cognitiva e explicar a relevância desse conteúdo para a aprendizagem do novo material;
- b) dar uma visão geral do material em um nível mais alto de abstração, salientando as relações importantes;
- c) promover elementos organizacionais inclusivos, que levem em consideração mais eficientemente e ponham em melhor destaque o conteúdo específico do novo material.

Os organizadores são mais eficientes quando apresentados antes das tarefas de aprendizagem propostas, do que quando introduzidos simultaneamente com o material aprendido, pois dessa forma suas propriedades integrativas ficam acentuadas. Para serem úteis, precisam ser formulados em termos familiares ao aluno, para que possam ser aprendidos, e devem contar com boa organização do material de aprendizagem para terem valor de ordem pedagógica.

### **Evidência Da Aprendizagem Significativa**

Do ponto de vista de Ausubel (1968, pág. 110-111), a compreensão genuína de um conceito ou proposição implica a posse de significados claros, precisos, diferenciados e transferíveis. Porém, ao se testar esse conhecimento simplesmente pedindo ao aluno que diga quais os atributos criteriosais de um conceito ou os elementos essenciais de uma proposição, pode-se obter apenas respostas mecanicamente memorizadas. Ausubel argumenta que uma longa experiência em fazer exames faz com que os alunos se habituem a memorizar não só proposições e formulas, mais também causas, exemplos, explicações e maneira de resolver “problemas típicos”.

Solução de problemas é, sem dúvida, um método válido e prático de se procurar evidência de aprendizagem significativa. Porém, Ausubel chama atenção para o fato de que se o aluno não é capaz de resolver um problema, isso não significa, necessariamente, que ele tenha somente memorizado os princípios e conceitos relevantes à solução do problema, pois esta implica, também, certas habilidades além da compreensão. E para isso é necessário solicitar ao aluno que diferenciem ideias relacionadas a proposta desse problema, mas não idênticas, ou que identifiquem os elementos de um conceito ou proposição de uma lista contendo, também, os

elementos de outros conceitos e proposições similares.

Podendo haver também, uma outra alternativa para testar a ocorrência da aprendizagem significativa é a de propor ao aluno uma tarefa de aprendizagem, sequencialmente dependente de outra, que possa ser executada sem um perfeito domínio da precedência.

### **Papel Do Professor Na Facilitação Da Aprendizagem Significativa**

O papel do professor na promoção de uma aprendizagem significativa é desafiar os alunos para reconstrução de novos conceitos mais ampliados e consistentes. E de acordo com a teoria de Ausubel podemos constatar pelo menos quatro tarefas fundamentais do professor. A primeira constitui-se em deliberar a estrutura da matéria do ensino, promovendo os conceitos e princípios de nivelamento. A segunda seria constatar quais os subsunçores relevantes que o aluno deveria possuir em sua estrutura cognitiva para poder aprender o conteúdo a ser ensinado de forma significativa. A terceira é designar dentre os subsunçores relevantes para a aprendizagem, quais estão disponíveis na estrutura cognitiva do aluno. A quarta é relacionada com o ato de ensinar utilizando recursos e princípios que tornem mais fácil a assimilação da estrutura; a da matéria de ensino de forma que o conteúdo tenha significado para o aluno (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2010).

Portanto, é necessário a organização do material de ensino de forma que proporcione os alunos o conhecimento dos conceitos e princípios norteadores, e organizá-lo da melhor forma possível de aprendizagem, que progressivamente sejam envolvidos os princípios menos inclusos até alcançar exemplos e informações específicas do conteúdo, exemplo, conceitos de lançamento oblíquo e horizontal e posteriormente aplicação desses conceitos em novas tarefas.

Outra condição que o professor tem que levar em conta para a facilitação da aprendizagem significativa, é apontar quais conhecimentos são essenciais para aprendizagem do conteúdo a ser ensinado e identificar aqueles que os alunos já possuem, definir dentre os subsunçores específicos, quais estão disponíveis na estrutura cognitiva do aluno e, por fim, ensinar empregando recursos e princípios que propiciem a aquisição do conhecimento de forma significativa.

O principal objetivo do professor é propiciar uma aprendizagem significativa aos alunos, para isso deve considerar o fator atitude como significativo para sua prática docente. Nesse seguimento, os professores têm que possuir posicionamento positivo em relação ao seu objeto de trabalho, em relação a todos os conteúdos a serem trabalhados. Professores que não se posicionam positivamente criam, com frequência, uma sujeição do aluno em relação a eles nos momentos de aprendizagem. Além de que, foi observado que professores com posicionamentos negativos conduziam seus ensinamentos baseados em regras ou memorizações sem significado algum, não valorizando o raciocínio. De maneira oposta, professores com posicionamentos positivos em relação à sua disciplina utilizam métodos instrucionais que promovem uma autonomia de seus alunos no que diz respeito a prática de estudar (SOARES, 2009).

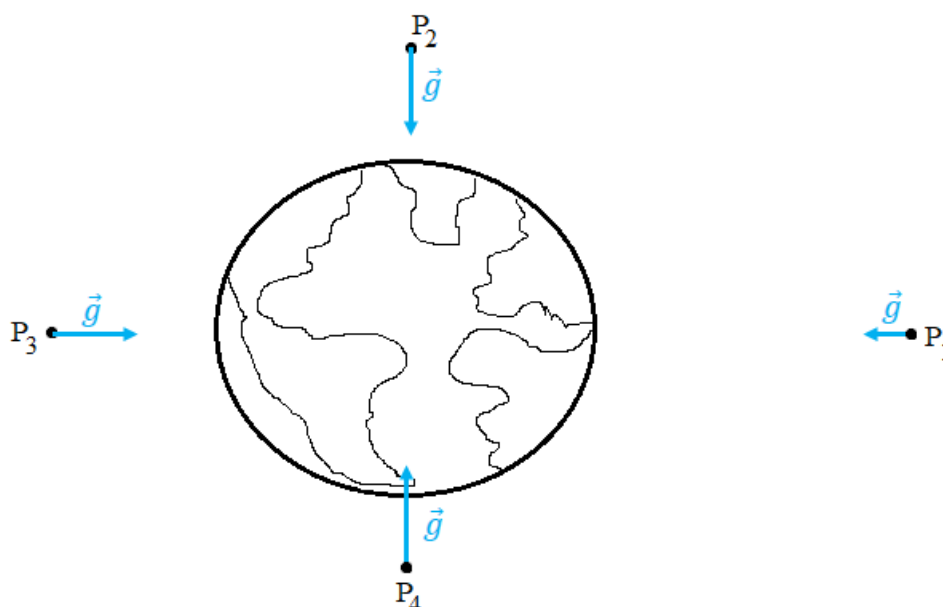
Esta teoria elencou este trabalho de dissertação, pois durante todo processo, foram considerados os conhecimentos prévios dos alunos (subsunçores) como também a organização do material para que eles conseguissem ancorar os conhecimentos já existentes como as novas informações e assim construindo uma aprendizagem mais ampla, sólida e significativa.

### **Movimento De Corpos Em Campo Gravitacional Uniforme**

Os corpos celestes, como é o caso da Terra, geram um campo gravitacional  $\vec{g}$ , que varia de um ponto para outro. A variação de  $\vec{g}$  pode ocorrer em direção, sentido e intensidade. Essa variação pode ser observada na Figura A 1.



Figura A 1: Ilustração do campo gravitacional terrestre.



Quando se considera uma região onde suas dimensões são desprezíveis quando comparadas com o raio da Terra, pode-se, em caráter de aproximação, considerar que em todos os pontos dessa região o vetor  $\vec{g}$  terá nesses pontos mesma direção, mesmo sentido e mesma intensidade. Assim, esse campo gravitacional pode ser considerado uniforme. Pode-se considerar um campo gravitacional uniforme, quando se considera os pontos de uma sala de aula, de uma rua e até de uma cidade (GUIMARÃES; PIQUEIRA; CARRON, 2013).

Movimentos descritos por corpos em campo gravitacional constantes podem ser: corpos em queda vertical, a partir do repouso, corpos lançados verticalmente, obliquamente em relação à direção horizontal e corpos lançados horizontalmente.

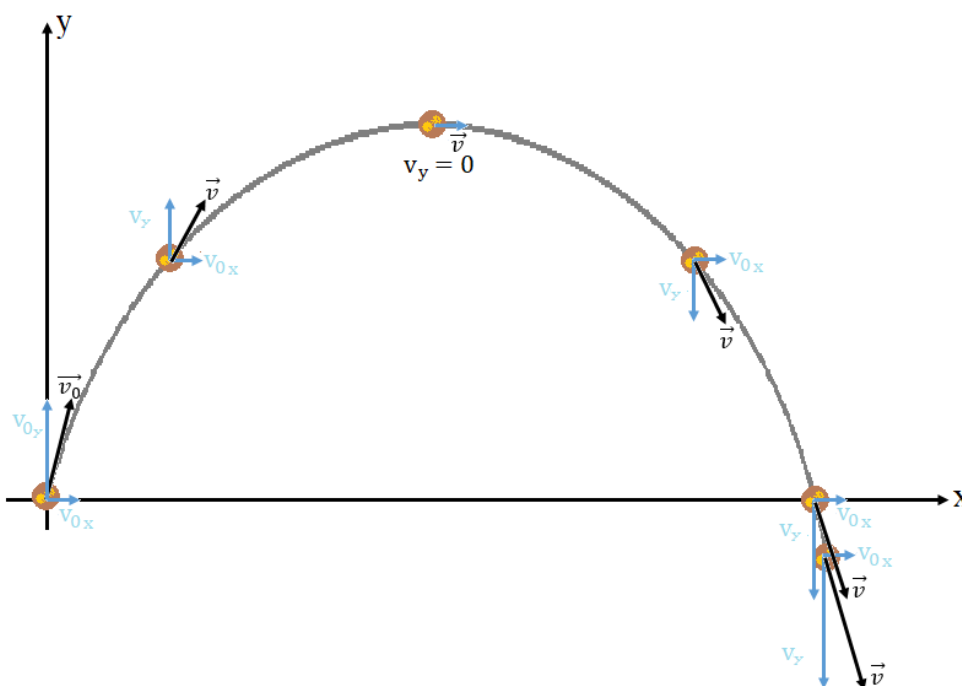
Por vários séculos, até o século XVI, explicavam-se esses movimentos com base em ideias de filósofos gregos, com destaque para Aristóteles (séculos IV a.C.). Esses pensadores elaboravam suas teorias sem a presença de experiências científicas quantitativas para que essas teorias pudessem ser confirmadas ou rejeitadas. É importante lembrar que na época desses pensadores não haviam conceitos como o de campo gravitacional e outros conhecidos nos dias atuais (GUIMARÃES; PIQUEIRA; CARRON, 2013).

## Lançamento Oblíquo

O lançamento oblíquo é um movimento bidimensional. Considere que uma partícula se move em um plano vertical, com velocidade inicial  $\vec{v}_0$  e com aceleração constante e igual à aceleração da gravidade local  $\vec{g}$ , dirigida para baixo. Uma partícula movendo-se nessas condições é chamada de *projétil* e seu movimento é chamado *movimento balístico* (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

Considerando o movimento bidimensional de um projétil onde se despreza a resistência do ar, tem-se o gráfico mostrado na Figura A 2 ilustrando a trajetória descrita pela partícula.

Figura A 2: Trajetória de uma partícula em lançamento oblíquo.



No lançamento, o projétil apresenta uma velocidade inicial  $\vec{v}_0$ , que pode ser escrita como:

$$\vec{v}_0 = \vec{v}_x + \vec{v}_{0y} \quad (1)$$

As componentes da velocidade inicial,  $v_{0x}$  e  $v_{0y}$  podem ser encontradas conhecendo-se o ângulo  $\theta_0$  entre  $\vec{v}_0$  e o eixo x, sendo descritas por:

$$v_{0x} = v_0 \cdot \cos \theta \quad e \quad v_{0y} = v_0 \cdot \sin \theta \quad (2)$$

Em todo o movimento do projétil, o vetor velocidade  $\vec{v}$  varia continuamente ao longo do tempo, mas a aceleração  $\vec{a}$  é sempre constante e direcionada verticalmente para baixo. Na direção horizontal a aceleração do projétil é nula, pois a velocidade nessa direção é constante (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

Apesar de parecer complicado, o movimento de projéteis pode ser estudado de forma mais simplificada, observando os movimentos individualmente em cada direção. Isso pode ser realizado porque o movimento dos projéteis na direção horizontal é independente do movimento na direção vertical, assim um não afeta o outro (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

Isso permite decompor o movimento bidimensional em dois movimentos unidimensionais mais fáceis de se estudar. Um na direção horizontal, com velocidade constante e outro na direção vertical com aceleração constante e direcionada para baixo (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

Para o movimento na direção horizontal tem-se que como a aceleração é nula, a componente horizontal da velocidade  $v_x$  permanece inalterada e igual a seu valor inicial  $v_{0,x}$  em qualquer instante de tempo. Assim, tem-se:

$$x - x_0 = v_{0,x}t \quad \text{ou} \quad x - x_0 = (v_0 \cos \theta)t \quad (3)$$

Já o movimento na direção vertical possui aceleração constante e igual à aceleração da gravidade  $\vec{g}$ . Lembrando que a aceleração é direcionada para baixo, a equação para o movimento na direção vertical pode ser escrita como:

$$y - y_0 = v_{0,y}t - \frac{1}{2}gt^2 \quad \text{ou} \quad y - y_0 = v_0 \sin \theta t - \frac{1}{2}gt^2 \quad (4)$$

Recuperando os conceitos vistos ao estudar movimento variado e substituindo a componente vertical da velocidade pela expressão equivalente, as equações para a velocidade podem ser escritas como:

$$v_y = v_0 \sin \theta - gt \quad (5)$$

E para a equação de Torricelli, tem-se:

$$v_y^2 = (v_0 \sin \theta)^2 - 2g(y - y_0) \quad (6)$$

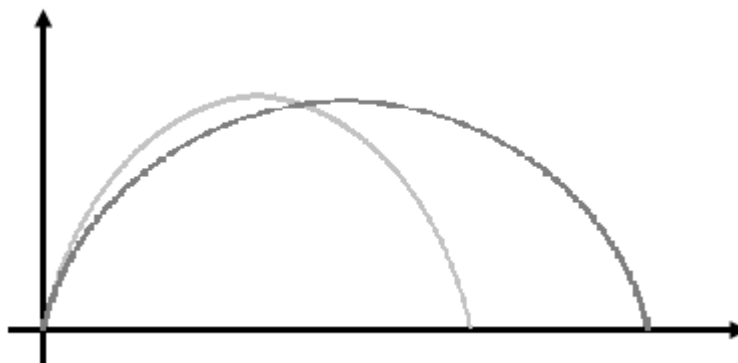
O movimento vertical comporta-se como o lançamento de um corpo verticalmente com velocidade inicial  $v_{0y}$  à medida que o projétil sobe, sua velocidade diminui, até que ele alcance o ponto de altura máxima em sua trajetória. Nesse ponto a velocidade na direção vertical é nula, como mostrado na Figura 2. Nesse ponto o projétil apresenta velocidade apenas na direção horizontal (YOUNG; FREEDMAN, 2009).

Combinando as equações (3) e (4) e eliminando o valor  $t$  em ambas as equações e considerando-se que o lançamento ocorre no solo ( $y_0 = 0$ ), obtém-se a equação da trajetória para o movimento do projétil.

$$y = (\tan \theta)x - \frac{gx^2}{2(v_0 \cos \theta)^2} \quad 7$$

Para esse tipo de movimento, dependendo do ângulo de lançamento ( $\theta$ ) o projétil alcança uma distância diferente na direção horizontal. Essa distância atingida nessa direção é chamada de Alcance horizontal ( $A$ ), que se comporta como indicado na Figura A 3.

Figura A 3: Dependência do alcance com o ângulo de lançamento.



Existe um ângulo de lançamento ( $\theta$ ) que fornece um alcance horizontal máximo. Esse ângulo se encontra combinando as equações (3) e (4) e também considerando  $x = x_0$  e  $y - y_0 = 0$ . Dessa forma tem-se:

$$A = (v_0 \cos \theta) t \quad (8)$$

E na direção vertical, tem-se:

$$0 = (v_0 \sin \theta)t - \frac{1}{2}gt^2 \quad (9)$$

Eliminando  $t$  nas duas equações, tem-se:

$$t = \frac{A}{v_0 \cos \theta} \quad \text{e} \quad t = \frac{2v_0 \sin \theta}{g}.$$

Resolvendo a combinação das equações, tem-se;

$$\frac{A}{v_0 \cos \theta} = \frac{2v_0 \sin \theta}{g} \Rightarrow A = \frac{2v_0 \sin \theta v_0 \cos \theta}{g} \Rightarrow A = \frac{v_0^2 2 \sin \theta \cos \theta}{g}$$

Na trigonometria a expressão  $2 \sin \theta \cos \theta$  é uma identidade trigonométrica equivalente a  $\sin 2\theta$ . Dessa forma a o alcance pode ser escrito como:

$$A = \frac{v_0^2}{g} \sin 2\theta \quad (10)$$

Tomando como base a equações (10), o alcance será máximo quando a parte ( $\sin 2\theta$ ) assumir o valor 1. Lembrando que na trigonometria os valores estão no intervalo de -1 a 1. Fazendo-se  $\sin 2\theta = 1$ , tem-se:

$$\sin^{-1}(\sin 2\theta) = \sin^{-1}(1) \Rightarrow 2\theta = 90^\circ \Rightarrow \theta = 45^\circ \quad (11)$$

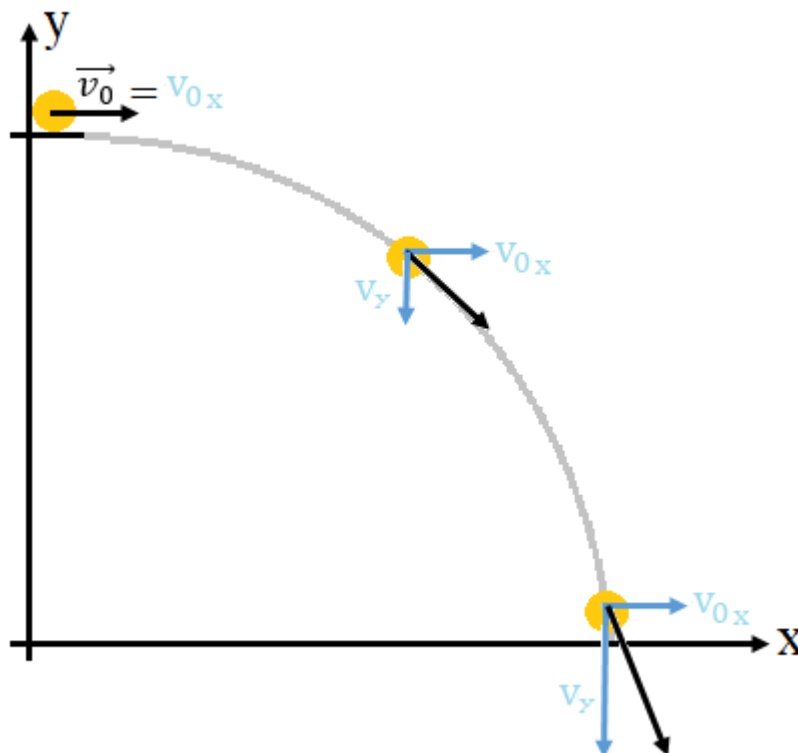
Portanto, o alcance será máximo, se o ângulo de lançamento  $\theta$  for  $45^\circ$  (YOUNG; FREEDMAN, 2009).

### Lançamento Horizontal

O lançamento horizontal, assim como o oblíquo, é um movimento bidimensional. Na direção horizontal a aceleração também é nula, enquanto na direção vertical, a aceleração é constante e igual à aceleração da gravidade local, porém nessa direção, o movimento é semelhante ao movimento de queda vertical, a partir do repouso (NUSSENZVEIG, 1998).

Inicialmente o projétil apresenta velocidade apenas na direção horizontal e imediatamente após o lançamento, inicia o movimento de queda, onde esse movimento é acelerado, como mostrado na Figura A 4.

Figura A 4: Ilustração de um lançamento horizontal.



A velocidade inicial do projétil, assim como no lançamento oblíquo, pode ser escrita como.

$$\vec{v}_0 = v_{0x} \hat{i} \quad (12)$$

A velocidade na direção horizontal, da mesma forma que no lançamento oblíquo, se mantém constante ao longo do tempo. Sendo  $v_x = v_{0x}$ . Dessa forma, tem-se:

$$x - x_0 = v_0 t \quad (13)$$

O movimento na direção vertical pode ser descrito pela equação (4).

$$y - y_0 = v_0 \sin \theta t - \frac{1}{2} g t^2 \quad (14)$$

Um exemplo de movimento balístico desse tipo é um disparo de arma, onde o projétil é lançado horizontalmente com uma velocidade inicial nessa direção e, à medida que o projétil se desloca horizontalmente, ele também cai verticalmente.

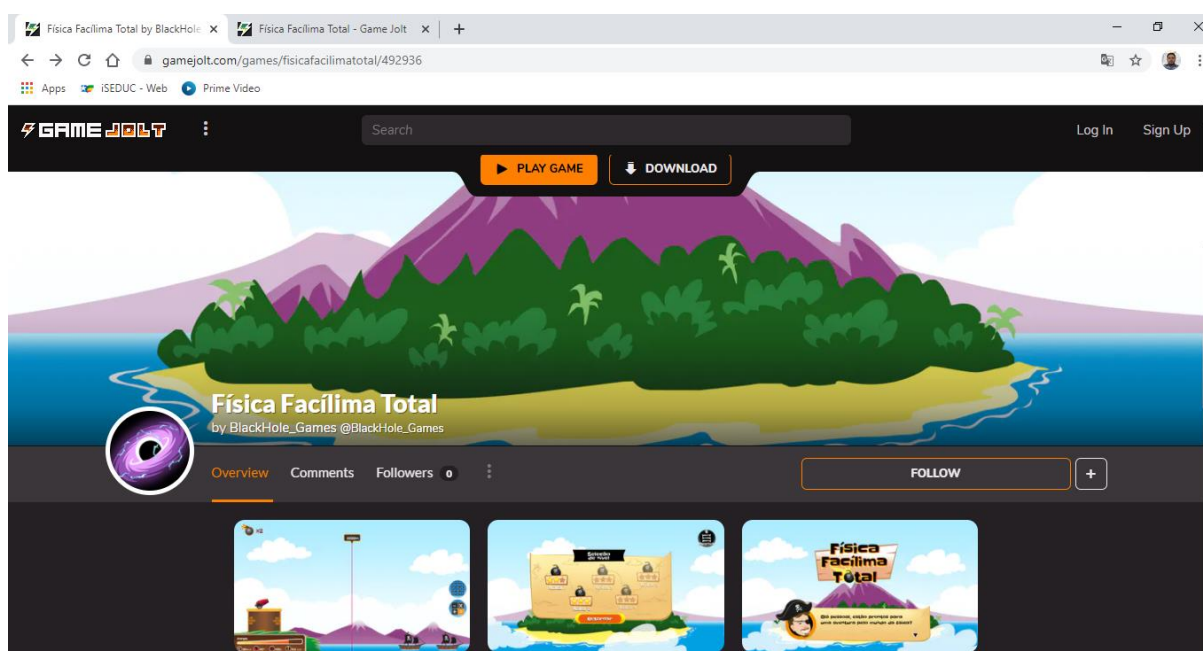
## Metodologia

### Conhecendo O Aplicativo

Este aplicativo foi desenvolvido para facilitar a compreensão de lançamentos e assim contribuir para a melhoria do desempenho dos alunos na disciplina de Física, mais especificamente nessa seção que trata de lançamentos horizontal e oblíquo. Conteúdos esses que são cobrados com frequência nas provas do ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio).

Inicialmente com o link de acesso ao aplicativo (<https://gamejolt.com/games/fisicafacilimatotal/492936>), tem se aceso ao site, no qual é possível tanto utilizar o aplicativo, como baixa-lo para instalação em um computador. A tela com site é mostrada na Figura A 5.

Figura A 5: Tela do site onde se encontra o aplicativo.



Ao clicar em PLAY GAME, o usuário utiliza o software online, sem a necessidade de ocupar espaço de armazenamento no disco rígido do computador. Por outro lado, quem preferir utilizar a aplicação no próprio computador, pode salvá-la em seu computador, bastando clicar na opção DOWNLOAD, para baixar os arquivos de instalação.

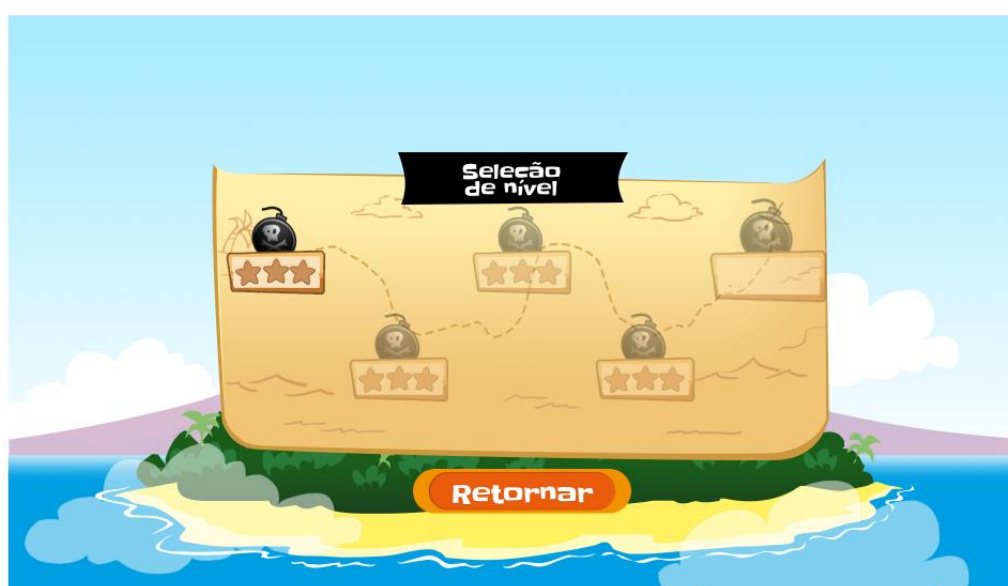
Ao clicar em PLAY GAME, o usuário terá a seguinte tela, onde surgem novas opções: Jogar, Praticar e Sair.

Figura A 6: Menu de opções do Jogo.



Clicando em jogar, surge a tela mostrada na Figura A 7, onde se tem os níveis do jogo.

Figura A 7: Níveis do jogo.



Escolhido o nível, abre a tela indicada na Figura A 8. Nessa tela há opções de seleção da altura inicial de lançamento e da velocidade inicial.



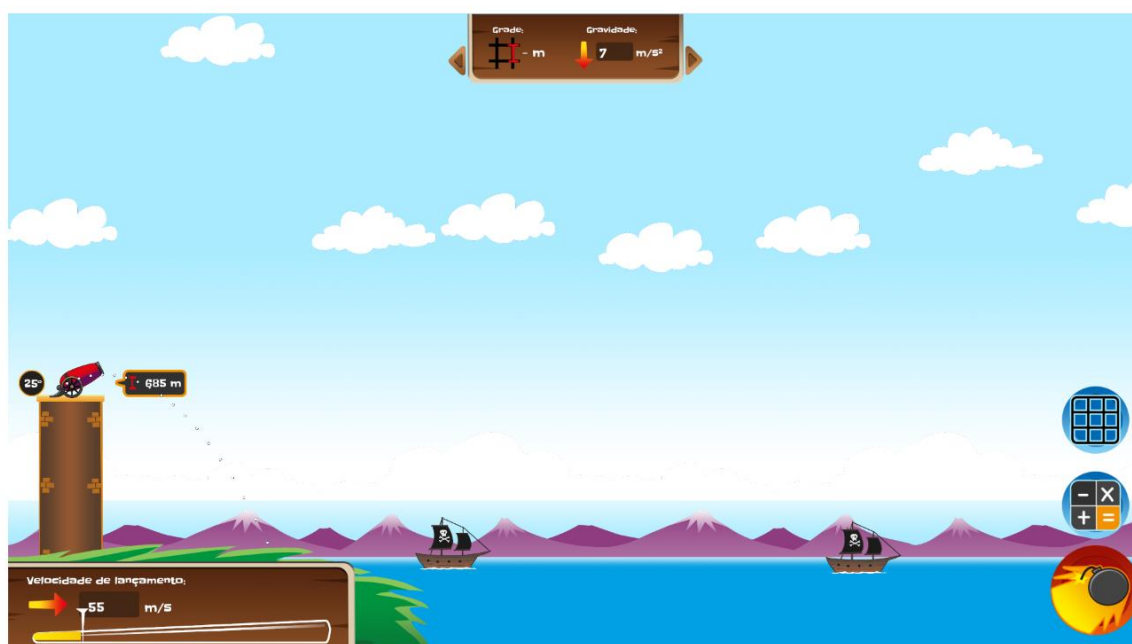
Figura A 8: Funcionalidades do jogo.



Nessa parte tem-se a parte referente ao lançamento horizontal, onde há barcos que devem ser atingidos com a bomba lançada pelo canhão.

Quando se clica em praticar, o usuário acessa a tela indicada na Figura A 9.

Figura A 9: Modo treino do jogo.



Nessa tela, há todas as funcionalidades indicadas na Figura A 8, acrescida da opção de mudar o ângulo de lançamento, bastando para isso, clicar em qualquer ponto

da tela e mover o mouse para cima ou para baixo, para aumentar e para diminuir o ângulo, respectivamente.

Clicando em sair, o usuário sai das telas do jogo e retorna para a tela inicial do site, ou em caso de ter instalado no computador, sairá do jogo.

### **Guia De Utilização Do Produto Educacional Com Orientações Do Professor.**

Esse aplicativo é dividido em três menus como indica a Figura A 6, o primeiro, refere-se a conceitos de lançamento horizontal, onde é possível mostrar o conceito de alcance horizontal. Para isso, o professor pode inicialmente propor uma situação problema para seu aluno, e colocá-lo para praticar o jogo. Após algumas tentativas do aluno, o professor pode pedir para que o aluno faça os cálculos da velocidade inicial, para que ele consiga acertar o arremesso da bomba exatamente sobre o barco, desde que se conheça a distância entre o canhão e o barco e também a altura de onde se está realizando o lançamento.

O professor pode criar uma situação parecida, para que se encontre uma altura inicial de lançamento ideal para que mantendo uma velocidade inicial, o aluno da mesma forma consiga acertar o lançamento da bomba sobre o barco.

O segundo menu da Figura A 6 dar acesso à tela com o modo treino, tela essa, mostrada na Figura A 9. Nessa tela tem-se o movimento do tipo oblíquo, onde o usuário pode alterar os valores para a velocidade inicial, do ângulo de lançamento e da altura inicial de lançamento. Nessa parte o professor pode criar problemas para que o aluno encontre o ângulo de lançamento que produza o máximo alcance horizontal, para isso deve-se fixar os valores da velocidade inicial e da altura de lançamento. O aluno pode inicialmente realizar os cálculos utilizando as expressões para esse fim, ou pode utilizar primeiro o jogo e em seguida verificar se os valores fornecidos pela aplicação coincidem com os valores teóricos sugeridos pela bibliografia.

Da mesma forma, o professor pode criar problemas onde o aluno pode fazer uso da aplicação para encontrar os valores das outras incógnitas que existem na equação

do movimento: altura de lançamento, velocidade inicial, altura máxima, tempo de subida e velocidade vertical do projétil no ponto de altura máxima.

## **Conclusões**

Esse aplicativo pode ser levado à sala de aula pelo professor para mediar o processo de ensino e aprendizagem, nesse caso o professor deve realizar um planejamento sobre o que vai ser abordado em sala, fazendo uma sequência para ser seguida pelo aluno. Essa sequência deve orientar o aluno a estudar a parte específica do conteúdo que o professor vai abordar no dia em que pretende fazer uso do aplicativo. Mas esse aplicativo também pode ser utilizado pelo aluno que queira por conta própria melhorar seus conhecimentos acerca desses conceitos ou conhecê-los pela primeira vez, pois a aplicação é de fácil manuseio, todas as informações presentes nela são utilizadas em Computadores, Tablets ou Smartphone, ou instalado em Computadores.

Esse aplicativo está disponibilizado na internet, onde pode ser acessado ou baixado no endereço (<https://gamejolt.com/games/fisicafacilimatotal/492936>), onde se encontra o arquivo compactado (zip) que pode ser baixado e instalado direto no Computador.

## **Referências**

ALMEIDA, M. J. P. M. D. Ensino de Física: para repensar algumas concepções. **Cad.Cat.Ens.Fís.** Florianópolis, v. 9, p. 20-26, abr. 1992. ISSN 1.

AUSUBEL, D. P; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. Rio de Janeiro – RJ, interamericana, 1980.

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília –DF, MEC, SEMTEC, 1999.

CARVALHO, C. M. D. UMA REVISÃO DE LITERATURA SOBRE O USO DE SOFTWARES/SIMULADORES/APPLETS E PRINCIPAIS REFERENCIAIS TEÓRICOS NO ENSINO DE FÍSICA. **PIBID**, 26 fevereiro 2012. 6.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A., **Metodologia científica**. 5. Ed. São Paulo – SP, Prentice Hall, 2002.

DELAVALLI, C.; MELO, C. C. Informática na Educação: uso de aplicativos para estímulo do estudo em rede. **CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA ESCOLA DE INFORMÁTICA APLICADA ESCOLA DE INFORMÁTICA APLICADA**, Rio de Janeiro, junho 2014.

FONSECA, J. J. S. D. **metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: [s.n.], 2002.

FREITAS, A. R. R. P. QR CODE - Tendência de Evolução Comercial no Ponto de Venda Físico de Retalho, Dissertação de mestrado em Design de produção, 2017.

GARCIA, J. N. Manual de aprendizagem: linguagem, leitura e escrita Matemática, Porto Alegre, RS, 1998.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. Ed. São Paulo – SP, Atlas, 2011.

GUIMARÃES, O.; PIQUEIRA, J. R.; CARRON, W. **Física (Ensino Médio)**. 1. Ed. São Paulo, SP – SP, Ática, v. 1, 2013.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; CRAMER, J. **Física**. 4. Ed., Rio de Janeiro: LTC, v. 1, 2004.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; CRAMER, J. **Fundamentos de Física**. 10. Ed., Rio de Janeiro: LTC, v. 1, 2016.

HEWITT, P. G. **Física Conceitual** 12. Ed. São Paulo, SP, Bookman, 2015.

MINAYO, M. C. D. S.; FERREIRA, S.; GOMES, R. **Teoria, método e criatividade**. 28. Ed. Petrópolis: Vozes, 2009.

MINAYO, M. C. S. (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa: a teoria de aprendizagem de David Ausubel**. 2 Ed. São Paulo – SP, Centauro Editora, 2006.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica** 1. ed. São Paulo, SP: Editora Blucher, V. 3, 1998.

PCN+ - Ensino Médio Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Disponível em [http://www.sbfisica.org.br/arquivos/PCN\\_FIS.pdf](http://www.sbfisica.org.br/arquivos/PCN_FIS.pdf). Acesso 18 de junho de 2017.

PENTEADO, P. C. M. **Física Conceitos e Aplicações**, 1 Ed., São Paulo - SP, Moderna, V. 1, 1998.

PILETTI, Claudinho. Didática geral. São Paulo: Ática, 1995.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. **Física**, 5. Ed., Rio de Janeiro – RJ, LTC, V.1, 2006.

ZABALA, A., **A prática educativa: como ensinar**. Trad. Ernani F. da Rosa – Porto Alegre –RS, ArtMed, 1998.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa: Um Conceito Subjacente.  
**Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 1, n. 3, p. 25–46, 2011.

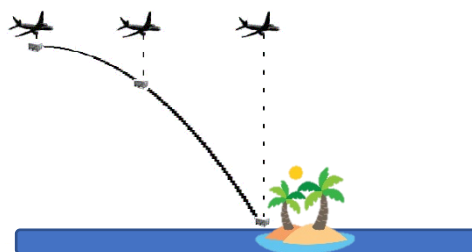
MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **A aprendizagem significativa: A teoria de David Ausubel**, 1982.

## Apêndice C: Questões aplicadas como pré-teste e como pós-teste

### Questionário 01

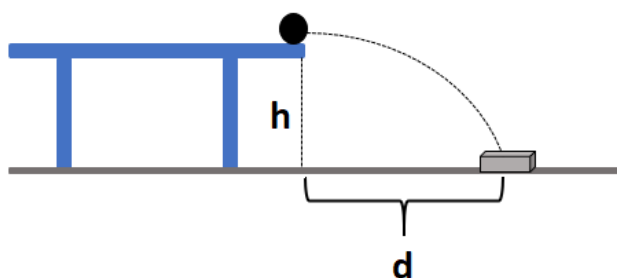
**01.** Um avião, com velocidade constante de 100 m/s, sobrevoa uma região onde se encontram sobreviventes de um naufrágio. Sabe-se que o avião se encontra a 320 m de altura. A distância horizontal do grupo de sobreviventes que o avião deverá abandonar uma caixa de suprimentos, vale

- a) 400 m.
- b) 500 m.
- c) 600 m.
- d) 700 m.
- e) 800 m.



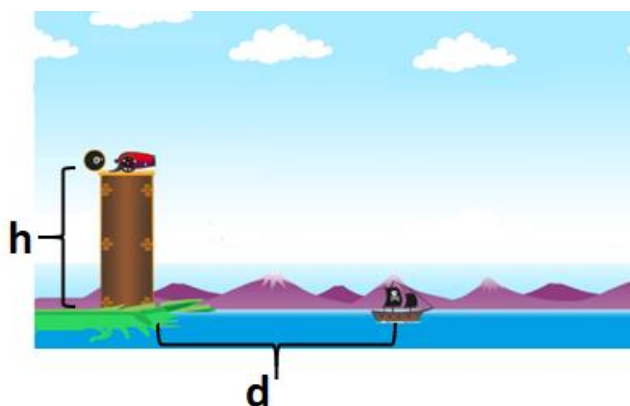
**02.** Uma bolinha desliza sobre a superfície horizontal de uma mesa de altura  $h = 1,25$  m e cai de dentro de uma caixinha que se encontra a uma distância  $d = 2,0$  m. A velocidade da bolinha, no instante em que abandona a mesa, vale

- a) 2 m/s.
- b) 3 m/s.
- c) 4 m/s.
- d) 5 m/s.
- e) 6 m/s.



**03.** Um canhão, posicionado numa torre de 845 m de altura em relação ao nível do mar, dispara um projétil a fim de atingir um barco pirata que se encontra parado a uma distância de 1300 m da torre. A velocidade do projétil ao abandonar o canhão vale

- a) 13 m/s.
- b) 50 m/s.
- c) 100 m/s.
- d) 130 m/s.
- e) 150 m/s.



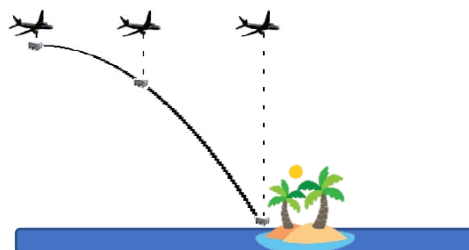
**04.** Desprezando os atritos e resistência do ar, é correto afirmar que no lançamento horizontal

- a) o módulo da velocidade é constante.
- b) a componente vertical da velocidade é constante.
- c) a componente horizontal da velocidade é variável.
- d) o tempo de queda só depende da altura do lançamento em relação ao solo.
- e) o tempo de queda é proporcional à velocidade horizontal.

## Questionário 02

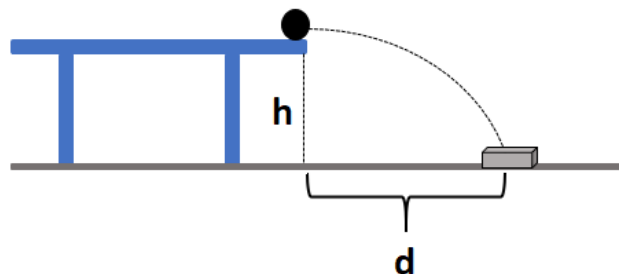
**01.** Um avião, com velocidade constante de 100 m/s, sobrevoa uma região onde se encontram sobreviventes de um naufrágio. Sabe-se que o avião se encontra a 405 m de altura. A distância horizontal do grupo de sobreviventes que o avião deverá abandonar uma caixa de suprimentos, vale

- a) 600 m.
- b) 700 m.
- c) 800 m.
- d) 900 m.
- e) 1000 m.



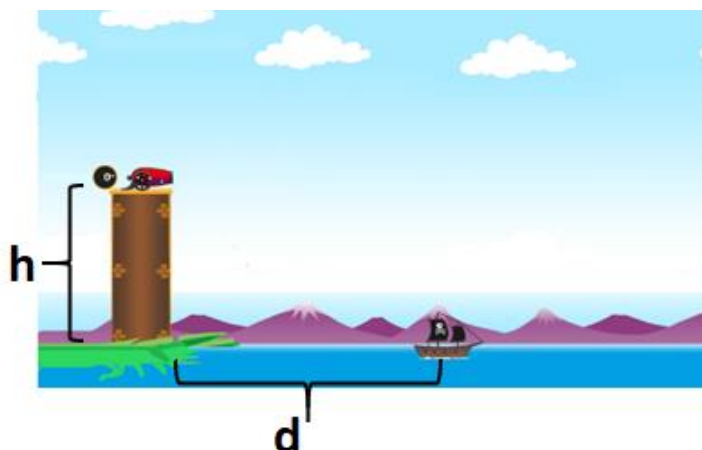
**02.** Uma bolinha desliza sobre a superfície horizontal de uma mesa de altura  $h = 1,25$  m e cai de dentro de uma caixinha que se encontra a uma distância  $d = 6,0$  m. A velocidade da bolinha no instante em que abandona a mesa, vale

- a) 12 m/s.
- b) 15 m/s.
- c) 18 m/s.
- d) 25 m/s.
- e) 30 m/s.



**03.** Um canhão, posicionado numa torre de 720 m de altura em relação ao nível do mar, dispara um projétil a fim de atingir um barco pirata que se encontra parado a uma distância de 960 m da torre. A velocidade inicial de lançamento do projétil, vale

- a) 45 m/s.
- b) 60 m/s.
- c) 75 m/s.
- d) 80 m/s.
- e) 105 m/s.





**04.** Considere as afirmativas seguintes acerca do movimento de lançamento horizontal, para isso desconsidere a ação da força de resistência do ar.

**I** – O tempo de queda de objetos lançados horizontalmente é proporcional à raiz quadrada da altura de queda.

**II** – O tempo de queda no lançamento horizontal depende da massa do corpo: quanto maior for essa massa, menor será o tempo de queda.

**III** – O tempo de queda de um corpo que se move em lançamento horizontal depende da velocidade horizontal do corpo.

**IV** – Na direção vertical, o movimento de um objeto lançado horizontalmente é uniformemente acelerado.

São **verdadeiras**:

a) II e III,

b) I e IV

c) II, III e IV

d) somente II

e) II e IV

## ANEXOS

### Códigos da programação

#### LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO GML - GEMEMAKER LANGUAGE

##### OBJETO CANHÃO (obj canhao)

###### **CREATE EVENT:**

```

/// @description Inicializar Variáveis
angulo = 0;                               //Ângulo Inicial, por padrão.
gravidade = 1;                             //Gravidade das balas disparadas.
veloc = 50;                                 //Velocidade inicial da bala.
recarga = room_speed*2;                    //Tempo de espera para atirar novamente.
altura = abs(room_height-200-y);           //Valor da altura do canhão até o chão.

//Verificador do clique do mouse.
hold_click = false;

//Modo para fins de teste, desativado por padrão.
global.test_mode = false;

```

###### **STEP EVENT:**

```

//Reduzir tempo de recarga
if recarga >=0{
    recarga--;
}

```

```

//Determinar valor da altura.
altura = abs(room_height-200-y);

```

###### **DRAW EVENT:**

```

//Desenhar sprite da torre embaixo do canhão.
draw_sprite(spr_torre, 0, 120+96, y+940);
draw_sprite(spr_torre, 0, 120+96, y+10);

//Desenhar solo da ilha.
draw_sprite_ext(spr_ilha_ground, 0, 0, room_height, 1.2, 1.2, 0, image_blend, 1);

//Desenhar canhão.

```

```

draw_sprite_ext(sprite_index, image_index, x, y, 1, 1, angulo, c_white, 1);
draw_sprite_ext(spr_canhao_roda, 0, x, y, 1, 1, 0, c_white, 1);
draw_sprite_ext(spr_canhao_base, 0, x, y+12, 1, 1, 0, c_white, 1);

//Ajustar alinhamento do texto.
draw_set_halign(fa_center);
draw_set_valign(fa_middle);

//Operar canhão
if game_flowning(){
    //Ao clicar com o mouse:
    if device_mouse_check_button(0, mb_left) and !mouse_above_button(){
        //Ao clicar distante do canhão: (Mudar ângulo)
        if distance_to_point(mouse_x, mouse_y)>180{
            draw_circle(x, y, 180, true); //Desenhar círculo em volta do canhão.
            if Game.can_change_angle{ //Se a fase permitir mudar o
                ângulo.
                    if mouse_y<=y{ //Se o cursor do mouse
                        estiver acima do canhão.
                            //Definir o ângulo do canhão para o cursor do mouse.
                            angulo = floor(point_direction(x, y, mouse_x, mouse_y));
                            angulo = clamp(angulo, 0, 90);
                        }
                    }
                hold_click = true; //Registrar que o clique está sendo segurado.

                //No modo treino, será exibida a curva de previsão da trajetória.
                if global.modos_treino{
                    var curva_previsao = 120; //A previsão da curva será de 120
frames (1 segundo).
                    for(var t = 0; t<=curva_previsao; t++){
                        var ang = degtorad(angulo); //Ângulo do disparo em
radianos
                        //Prever coordenadas de cada ponto da curva tracejada.
                        var _x1 = x + (veloc) * t * cos(ang);
                        var _y1 = y - (veloc) * sin(ang) * t +
gravidade/2*sqr(t);
                        //Desenhar ponto da curva.
                        draw_sprite(spr_bolinha_trajeto, 0, _x1, _y1)
                    }
                }
            }
        }
    }
}

```

```

    }else{ //Ao clicar próximo do canhão: (Regular altura)
        if Game.can_change_height{ //Se a fase permitir mudar a altura.
            y = mouse_y; //Coordenada Y do canhão será
            igual à do mouse.
            y = clamp(y, 200, room_height-200); //Definir limites mínimo e
            máximo de altura.
        }
    }
}
}else{ //Caso não esteja segurando o mouse.
    hold_click = false;
}

//Desenhar texto referente ao ângulo atual do canhão:
var sz = (hold_click)?2:1;
var col = c_red;
draw_set_font(fnt_canhao_angulo);
if Game.can_change_angle{
    draw_text_ext_transformed_colour(x+lengthdir_x(320, angulo),y+lengthdir_y(320,
    angulo), string(angulo)+"°", 0, room_width, sz, sz, 0, col, col, col, col, 1);
}
}

//Ajustar canhão à grade.
move_snap(10, 10);

USER EVENT 0:
/// @description Disparar
//Se possuir balas e puder atirar.
if lives > 0 and recarga<0{
    //Apagar qualquer rastro na tela.
    with obj_trail instance_destroy();

    //Tocar som de disparo
    if global.sfx_on{
        var snd = choose(snd_cannon_shot01, snd_cannon_shot02, snd_cannon_shot03,
        snd_cannon_shot04);
        audio_play_sound(snd, 10, false);
    }

    //Criar instância da bala de canhão
    var bola = instance_create_depth(x, y, depth, obj_bola_canhao);

```

```
bola.owner = id;
bola.angulo = angulo;
//Atribuir velocidade inicial
with bola{
    motion_add(other.angulo, other.veloc);
    gravity = other.gravidade;
}

//Reduzir quantidade de disparos.
lives--;

//Intervalo para poder disparar novamente
recarga = room_speed*2;
}
```

LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO GML - GEMEMAKER LANGUAGEOBJETO BOLA DE CANHÃO (obj bola canhao)**CREATE EVENT:**

```

//@description Inicializar Variáveis

owner = noone;           //ID do objeto que disparou.
angulo = 0;              //Ângulo que foi disparada.
gravity = 1;             //Força da Gravidade
alarm[0] = 1;           //Alarme para criação de rastro.
atingiu = false;        //Controla se já atingiu o alvo.
on_water = false;       //Controla se já atingiu a água.

//Destruir todas as outras bolas.
with obj_bola_canhao{
    if id != other.id{
        instance_destroy();
    }
}

//ID do objeto medidor de distância.
my_meter = instance_create_depth(0,0,depth, obj_distance_meter);

```

**STEP EVENT:**

```

/// @description A cada frame:

//Se colidir com a água
if y > 2090{
    //Criar efeito de impacto
    //if !atingiu{
    create_effect(x, y, spr_Water_Splashing, 0.50);
    //}
    atingiu = true;
    on_water = true;
    //Tocar som
    if global.sfx_on{
        var snd = choose(snd_impact_water01,snd_impact_water02,snd_impact_water03);
        audio_play_sound(snd, 10, false);
    }
    instance_destroy();
}

```

```

}

//Atualizar posição do marcador de distância.
if owner != noone{
    if !atingiu{
        my_meter.x = x;
    }
}

ALARM 0:

///COLISÃO COM NAVIO:

/// @description Colidir com Navio
speed/=4; //Perder velocidade
motion_add(irandom_range(120,60),5); //Quicar
image_alpha = 0.5; //Ajustar transparência
if !atingiu{
    //Executar evento de destruição do navio.
    with other{
        event_user(0);
    }
    //Definir medidor de distância.
    my_meter.x = other.x;
}
lives++; //Somar +1 disparo.
atingiu = true;

```