



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

**RENAN SANTOS BATISTA**

**O USO DO SOFTWARE PHET COLORADO COMO  
FERRAMENTA METODOLÓGICA PARA O ENSINO DE FÍSICA**

**BELÉM-PA**

**2019**

**RENAN SANTOS BATISTA**

**O USO DO SOFTWARE PHET COLORADO COMO FERRAMENTA  
METODOLÓGICA PARA O ENSINO DE FÍSICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito  
parcial para obtenção do título de Licenciatura em Física, da  
Universidade Federal do Pará.

Orientador: Prof. Dr. Rubens Silva.

**BELÉM-PA**  
2019

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por me dar forças nos momentos mais difíceis e cansativos, e por estar sempre me protegendo em minha caminhada. Minha família por todo apoio e incentivo que me proporcionaram ao longo dos anos, especialmente meus pais Roberto dos Santos Batista, Leda Inocência de Souza Santos, minha irmã Cintia Suelen da Silva Barros e meu sobrinho João Vitor Silva Barros por sempre me incentivar e cuidar de mim, me ajudando a alcançar meus sonhos e objetivos. Ao meu orientador Prof. Dr. Rubens Silva, por todo o crédito depositado em mim, pela paciência, incentivo e dedicação no decorrer deste trabalho e durante toda a minha carreira acadêmica. Aos amigos do Programa de Educação tutorial PET-FÍSICA por todo o apoio em muitas situações importantes para minha carreira aos alunos do PUA que foram fundamentais para minha formação e como professor. Aos parceiros da monitoria, que me ajudaram em muitas ideias durante esses anos. Finalmente gostaria de agradecer as pessoas importantes e especiais que conheci ao longo de minha vida; Andressa Cardoso, Eliezer Duarte, Cassio Henrique. Agradeço especialmente a Andressa Cardoso, que buscou me apoiar nas situações mais diversas de minha vida, por contribuir com muita paciência e dedicação para me tornar uma pessoa melhor.

## RESUMO

Neste trabalho, é demonstrado o uso do software PHET colorado como uma ferramenta computacional para o ensino de física, tornando um estudo mais dinâmico e interativo, onde os alunos aprendem brincando. Com base em animações gráficas por meio do PHET, foi possível criar cenários e simulações a respeito dos Lançamentos dos corpos e a interação destes no meio o qual estavam relacionados, também sendo possível discutir algumas propriedades de tais movimentos. Essas simulações de lançamento, basearam-se no uso de algumas propriedades do lançamento oblíquo e horizontal, podendo ser possível a análise de como estes se comportam sobre alterações no valor da velocidade de lançamento, altura, ângulo de lançamento modificações na intensidade da resistência do ar e outros. Logo depois de realizadas as demonstrações, foi aplicado um questionário aos alunos com o intuito de coleta de dados sobre o uso de ferramentas tecnológicas para o ensino de física.

Palavras-chave: Física, Ensino, PHET, Simulações

## **ABSTRACT**

In this work, the use of Colorado PHET software is demonstrated as a computational tool for teaching physics, making a more dynamic and interactive study where students learn by playing. Based on graphic animations through phet, it was possible to create scenarios and simulations regarding the Body Launches and their interaction in the medium in which they were related, and it was also possible to discuss some properties of such movements. These launch simulations were based on the use of some oblique and horizontal posting properties, and it may be possible to analyze how these behave about changes in the value of the posting speed, height, launch angle changes in the intensity of air resistance and others. Soon after the demonstrations were carried out, a questionnaire was applied to students in order to collect data on the use of technological tools for physics teaching.

**Keywords:** Physics, Teaching PHET, Simulations.

## Lista de Figuras

Figura – 1 movimento de ma bolinha lançada obliquamente	20
Figura 2 – decomposição ortogonal do vetor velocidade inicial	21
Figura 3 – análise dos movimentos vertical e horizontal de um projétil	22
Figura 4 – análise dos movimentos nos eixos (x) e (y) de um projétil	23
Figura 5 – Análise do movimento no eixo (y) de um projétil	23
Figura 6 – Análise do movimento no eixo (x) de um projétil	25
Figura 7 – análise da composição dos dois movimentos nos eixos (x) e (y) de um projétil	26
Figura 8 – $\theta_1 + \theta_2 = 90^\circ$ , portanto $A_1 = A_2$	27
Figura 9 – Representação esquemática de um projétil lançado horizontalmente	28
Figura 10– Análise do movimento na vertical de projétil lançado horizontalmente com a ação da gravidade	29
Figura 11 – Análise do movimento somente na horizontal de um projétil lançado horizontalmente sem ação da gravidade	29
Figura 12 – Análise do movimento combinado na horizontal e vertical	30
Figura 13 – Análise da superposição dos movimentos anteriores	31
Figura 15: Ambiente inicial do software PhET	35
Figura 16: Tela inicial da simulação-Lançamentos-1	36
Figura 17: Tela inicial da simulação-lançamento-2	37
Figura 18: Tela inicial da simulação-lançamento horizontal-3	37
Figura 19: Tela inicial da simulação-lançamento oblíquo -3	38
Figura 20: Tela inicial da simulação-lançamento oblíquo – 6	38
Figura 21: Tela inicial da simulação-lançamento oblíquo – 7	39

## Lista de Gráficos

Gráfico 1 - Identificação de gênero.....	40
Gráfico 2 - Apresenta os dados obtidos para a resposta desta pergunta.....	40
Gráfico 3 - .....	
Gráfico 4 - .....	
Gráfico 5 - .....	
Gráfico 6 - .....	
Gráfico 7 - .....	
Gráfico 8 - .....	

## Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>SIMULAÇÃO E INTERATIVIDADE</b> .....	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>17</b>
<b>5</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>17</b>
<b>6</b>	<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>20</b>
<b>7</b>	<b>MOVIMENTO DE PROJÉTEIS</b> .....	<b>20</b>
<b>8</b>	<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>34</b>
<b>9</b>	<b>PHET E A APLICAÇÃO METODOLÓGICA</b> .....	<b>34</b>
<b>10</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>40</b>
<b>11</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>44</b>
<b>12</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>46</b>

## INTRODUÇÃO

No atual sistema educacional verifica-se que tornar as aulas mais atrativas para os estudantes é um grande desafio, sendo assim, o objetivo então, é fazer com que as aulas fiquem mais atrativas e com o avanço que a tecnologia está sofrendo pode-se fazer a utilização da mesma como ferramenta metodológica para conseguir esse objetivo pois ela engloba várias áreas da sociedade, uma delas é a da educação. Diante deste desafio maior pergunta-se “de que forma a tecnologia pode influenciar no ensino de física?”.

O ensino de física na educação básica não está sendo uma tarefa tão fácil talvez porque a metodologia empregada ainda continua usando metodologias não muito eficaz para a aprendizagem do aluno, com base na exploração de conceitos no quadro com pincel e fixação através de exercícios. Uma maneira de contornar essa problemática é recorrer ao uso de softwares educacionais.

A utilização de simuladores no ambiente de ensino propõe uma maneira diferenciada de ensinar, criando via alternativas de trabalhar determinados conteúdos, sendo que o uso do simulado em sala de aula pode funcionar como um elo de ligação entre os saberes teóricos e práticos.

Neste trabalho vamos abordar a utilização de um software educacional, o PhET, como uma ferramenta que vai auxiliar o professor no processo de ensino-aprendizagem.

O objetivo é analisar as metodologias empregadas antes e depois da utilização do software educacional e qual efeito essa tecnologia traz ao processo de ensino-aprendizagem.

No capítulo 1, falaremos sobre quais as possibilidades e limitações da utilização das simulações computacionais para o ensino de física e de interatividade.

No capítulo 2 faremos uma análise quantitativa e qualitativa sobre software educacional.

No capítulo 3 apresentaremos o software educacional, o PhET, e detalharemos a metodologia deste trabalho.

Finalmente veremos os resultados e discussões a respeito da metodologia e a conclusão acerca do assunto tratado neste trabalho.

## CAPÍTULO 1

### SIMULAÇÃO E INTERATIVIDADE

A sociedade se transforma constantemente com as novas tecnologias, com base nisso os professores devem saber lidar com os avanços tecnológicos e aplica-los ao ambiente de ensino, tornando as aulas mais dinâmicas e motivadoras para os alunos. Nos últimos anos a sociedade tem sofrido avanços tecnológicos e tem afetado várias áreas da mesma. Uma dessas áreas é a da educação básica, mas pouco se tem progresso no que se diz respeito a ensino-aprendizagem.

O professor da educação básica no Brasil, às vezes se limita a uma metodologia que não é capaz de mostrar de forma clara alguns conceitos, tornando as aulas de física monótonas e pouco atraentes aos olhos dos alunos, dedicando seu tempo a resolver exercícios com a aplicação de fórmulas matemáticas e fazendo com que este seja a principal ferramenta no desenvolvimento no ensino da física.

Contudo, os estudantes não conseguem ingerir o conteúdo abordado pelo professor, tendo dificuldade em relacionar os conceitos físicos e realidade. Para contornar essa dificuldade, os professores têm que utilizar ferramenta que seja de interesse do aluno, como recursos tecnológicos, onde estes estão inseridos no cotidiano dos alunos.

Esses recursos tecnológicos são de grande importância para o ensino-aprendizagem de física, como as simulações interativas para explicar fenômenos físicos que estão além da capacidade da imaginação dos alunos.

#### **1.1 – BNCC E TECNOLOGIA**

A Base Nacional Comum Curricular é o documento que determina as diretrizes do que deve ser ensinado nas escolas em toda a educação básica, desde a educação infantil até o final do ensino médio. A tecnologia possui um papel fundamental na BNCC, de forma que sua compreensão e uso são tão importantes que um dos pilares da BNCC é a cultura digital e como ela deve ser inserida no processo de ensino aprendizagem.

Ao longo da educação básica, as aprendizagens essenciais definidas na BNCC devem concorrer para assegurar aos estudantes o desenvolvimento de dez competências gerais, que consubstanciam, no âmbito pedagógico, os direitos de aprendizagem e desenvolvimento.

Na BNCC, competência é definida como mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho. Entre as dez competências gerais duas são fundamentais para fazer uma análise minuciosa do quanto a tecnologia é importante da educação.

Competência 4: Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo

Competência 5: Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.

O objetivo de a tecnologia ser trabalhada no ensino médio, espera – se que o aluno já possua um papel mais proativo, ou seja, agir antecipadamente, resolvendo situações e problemas futuros, tanto no processo de aprendizagem quanto no uso da tecnologia.

O estudante já deve estar apto a se aprofundar mais no letramento, linguagem e na cultura digital como um todo. Para isso, os professores podem e devem explorar o auxílio de metodologias que aliam a tecnologia ao ensino, promovendo o desenvolvimento integral das competências e habilidades previstas na BNCC.

## **1.2- A SIMULAÇÃO**

A utilização da informática na educação tem experimentado progresso no seu potencial e na sua diversidade de uso. Nos países mais desenvolvidos 90% dos laboratórios de pesquisa em Física eram providos de computadores e que os laboratórios de ensino caminhavam nesta mesma direção. A globalização tem afetado o modo de se estruturar a educação escolar e de desenvolver o trabalho do docente, nessa perspectiva é importante que o mesmo se adapte para conseguir fazer uso dessas novas tecnologias.

O uso de simuladores no ambiente de ensino propõe uma maneira diferenciada de ensinar, criando vias alternativas de trabalhar determinados conteúdos, sendo que o uso do simulador na sala de aula bem como no laboratório de informática e pode funcionar

como um elo de ligação entre os saberes teóricos e práticos. Numa linha otimista, Lévy (1993, 1999) entende a informática como tecnologia intelectual que engendra novo modo de pensar o mundo, de entender a aprendizagem e as relações com esse mundo.

“Desde o início do século XX, várias ondas tecnológicas inovadoras têm assolado a educação com promessas e perspectivas mirabolantes” (Medeiros e Medeiros. 2002). Com o objetivo de encontrar formulações para o uso pedagógico do computador na educação escolar, os textos analisados pelo “estado da arte” se apoiaram, especialmente, em (José Manuel Costas Moran e José Armando Valente) que oferecem sugestões para o uso do computador e apostam na melhoria da aprendizagem a partir de seu uso.

Na atualidade, a informática tem uma atuação diversificada no ensino de Física, como no uso de medições, gráficos, apresentações, animações e simulações. Os mais entusiasmados defensores da informática educacional para o ensino de Física acreditam que apesar de algumas dúvidas em relação das vantagens do uso de softwares para o desenvolvimento do ensino-aprendizagem e do pensamento lógico da Física seria inquestionável.

Neste sentido o uso do simulador poderá ser realizado antes de iniciar o conteúdo a ser trabalhado, sendo um material didático que poderá servir para embasar uma possível problematização do que está se propondo, observando as concepções alternativas dos estudantes e também uma forma de tentar chamar atenção do aluno mostrando como funciona na prática o assunto que vai ser abordado na aula.

Para Ricardo (2010, p. 39) a problematização “não se trata apenas de um levantamento das concepções alternativas dos educandos, mas de estabelecer um diálogo no qual eles tenham efetiva participação”. Nesse sentido acreditamos que inserir uma tecnologia em sala de aula por si só servirá de motivação, pois será algo diferenciado no ambiente de ensino. À medida que usamos essa tecnologia para servir de um elo entre os saberes alternativos e científicos estamos enriquecendo nossos meios didáticos de dar aula.

A simulação dá a possibilidade ao aluno de observação de muitos fenômenos que poderiam demorar a se realizar e permite ao estudante repetir a observação caso não tenha compreendido alguma etapa [TAVARES, 2008]. Desta forma, as simulações tornaram-se importantes materiais didáticos, que hoje são chamados de objetos de aprendizagem, colocando à disposição do usuário recursos educacionais que auxiliam na aprendizagem. Sobre a força da tecnologia Corrêa [CORREA, 2004] diz que

A tecnologia empregada funciona como força impulsionadora da criatividade humana, da imaginação, devido à visibilidade de material que circula na rede, permitindo que a comunicação se intensifique, ou seja, as ferramentas promovem o convívio, o contato, enfim. Uma maior aproximação entr [CORRÊA, 2004, p. 3].

### **1.3 - POSSIBILIDADES DAS SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS PARA O ENSINO DE FÍSICA**

Não está sendo nada fácil ensinar Física nas escolas, pois é uma disciplina que trata de vários conceitos abstratos, fazendo com que a matemática seja a ferramenta principal para o ensino. Muitos conceitos estão fora da imaginação dos alunos, tais como campo elétrico, força, radiações, linhas de forças e casos com mais complexidades. Isso faz com que os alunos tenham pouco interesse na matéria e com isso o rendimento nas avaliações não sejam os melhores, fazendo assim com que vários alunos não tenham tanta afinidade com a Física.

Dessa maneira para amenizar essa dificuldade de ensinar a Física, os professores utilizam imagem para complementar a linguagem verbal, escrita e da matemática. Até livros tentam utilizar desta forma para poder simbolizar exemplos de fenômenos dinâmicos com representações de desenhos iniciais e finais em instante de tempos diferentes ou até mesmo de fotografias. Em muitos casos esse tipo de representações de um processo não tem grande eficiência para o entendimento dos alunos, pois podem parecer simples para alguns e complicados para outros, além disso, em escolas onde professores não disponham de recursos didáticos como notebook e Datashow. É necessário que as representações sejam feitas no quadro, assim levando muito tempo da aula.

Para solução desta problemática, os defensores da informática educacional têm apontado o uso de animações computacionais como, por exemplo, simuladores. Essas simulações não são apenas animações, elas têm interações entre computador e aluno por meio do input de parâmetros que podem ser selecionados pelos próprios alunos, assim fornecendo não apenas uma animação isolada de um fenômeno, mas uma variedade de animações. Por exemplo, para ilustrar o movimento de um corpo lançado obliquamente, a simulação possibilita ao aluno que escolha a massa do corpo, sua velocidade de lançamento, alcance e várias outras variáveis para fazer com que o discente tire suas próprias conclusões.

Inicialmente podemos dizer que o uso de simulações computacionais no ambiente de ensino serve como um facilitador no processo de aprendizagem pois os estudantes podem visualizar o fenômeno. Segundo Bisognin (2014, p. 19) os simuladores proporcionam “condições ideais ao ensino personalizado para que os estudantes possam

assim trabalhar sobre os problemas seguindo seus próprios ritmos individuais. ”. Mais que um fator motivacional, o uso dos simuladores em sala de aula poderá contribuir para o desequilíbrio no pensamento do aluno para que este busque motivação para aprender determinados conceitos.

Neste sentido, Bisognin (2014, p. 24) também afirma: O uso de um recurso diferenciado por si só não irá garantir efetividade a aprendizagem em uma aula de Física. Há necessidade de trabalhar em sintonia com o que chama a atenção do estudante, ou seja, para não se fazer um trabalho sem perspectiva de bons resultados é preciso ter um conhecimento do estudante, um estudo que vai além do foco dado ao conteúdo e ao objeto de aprendizagem que se pretende manipular.

São numerosas as vantagens para a utilização de simulações para o ensino de Física. De acordo com o trabalho de pesquisa de (Gaddis), sobre as principais justificativas em relação ao uso das simulações, podemos assinalar os seguintes benefícios: Fornecer um feedback para aperfeiçoar a compreensão dos conceitos; permitir aos alunos coletarem uma grande quantidade de dados; apresentar uma versão simplificada da realidade pela destilação de conceitos abstrato em seus mais importantes elementos; reduzir a ambiguidade e ajudar a identificar relacionamentos de causas e efeitos em sistemas complexo; fomentar uma compreensão mais profunda dos fenômenos físicos.

Verificamos que o uso de simuladores em sala de aula poderá ir além de uma atividade “para fugir” do modelo tradicional de ensino, mas também serve para que o estudante sistematize suas ideias, extrapole o abstrato e possa relacionar com outras aplicações do que foi observado. Conforme Heckler, (2004, p. 15) “o computador é uma ferramenta de auxílio ao desenvolvimento cognitivo aluno, ao criarmos um ambiente de aprendizagem, onde os alunos possam desenvolver habilidades, em um contexto onde se faça o uso de imagens e simuladores”.

#### **1.4 - LIMITAÇÕES DAS SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS PARA O ENSINO DE FÍSICA**

As simulações computacionais possibilitam uma mudança no que se diz respeito a ensinar, em alguns aspectos essa mudança se refere à quebra de um antigo paradigma educacional composto de aulas expositivas no quadro e laboratório tradicionais. O que temos que ter cuidado é com os perigos que essa mudança traz consigo, é essencial notar que um sistema real é frequentemente complexo, já as simulações que o descrevem são modelos baseados na realidade, mas de forma simplificada e aproximada.

Simulação bem elaborada pode comunicar melhor do que uma imagem estática ou uma série delas. Por causa disto que a simulação é superior àquelas inseridas nos livros. Ao menos as simulações poderiam se equiparar com os experimentos reais, mas nisto se arrodeia um erro grosseiro. Uma simulação nunca pode ser comparada exatamente com a realidade, já que ela é uma modelagem do real. Confundir o real com o virtual é um perigo epistemológico e educacional.

Todavia, simulações devem adequar-se aos objetivos que se pretende alcançar, além de não ter pretensões de substituir atividades reais, concretas. Os softwares ou programas, por mais sofisticados que sejam, possuem variáveis, quantitativamente limitadas quando comparadas com o fenômeno real. Portanto, a respeito de simulação, pode-se afirmar que

[...] trata-se de uma alternativa que pode ser motivadora, instigante, pertinente, para discussão de conteúdos científicos. Oferece-se aos alunos a oportunidade de serem agentes de sua própria aprendizagem, de tomarem uma decisão e assumi-la, de analisarem dados e modificarem suas conclusões, seguindo os passos do método científico, sem, entretanto, estarem presos a uma receita hierarquizada de acontecimentos predeterminados pelo professor, como acontece frequentemente quando usamos o laboratório. Acreditamos que dessa forma estaremos contribuindo para formar o raciocínio crítico do aluno, futuro cidadão participante das decisões da sociedade (EIVAZIAN, apud COX, 2003, p. 37).

Essas novas formas tecnológicas educacionais, tem consigo maravilhosas e fáceis simulações, entretanto, elas podem gerar uma tendência muito perigosa quando usadas de forma exagerada, considerando-as como alternativas aos experimentos reais, Assim, aliar os conhecimentos prévios do aprendiz a um ambiente de simulação é criar epistemologicamente um espaço de experimentação pois, enquanto a experimentação lida com manifestações reais, contato físico, a simulação lida com a virtualidade, o programa subjacente, a imaginação.

A imaginação é uma forma de simulação na qual antecipamos novas configurações decorrentes da dinâmica de relações dos fenômenos objetos de imaginação. A imaginação é elemento essencial da capacidade de aprender, e seu correlato técnico, a simulação, constitui-se em um poderoso instrumento de exteriorização material da inteligência, e pode exercer influência marcante sobre a qualidade de nossa imaginação e de nosso aprendizado, e certamente se tornará uma ferramenta poderosa de ensino, assim como já é uma ferramenta fantástica de produção de conhecimento (TENÓRIO, 2003, p. 178).

É necessário que o professor alerte os alunos que a simulação é uma imitação dos aspectos específicos da realidade, por mais perfeita que seja, ela sempre está seguindo

um modelo matemático. Uma simulação pode tão somente imitar os aspectos da realidade, mas nunca sua complexidade. Nesse sentido, o discente ao interagir com o software, por mais sofisticado que seja, possuem variáveis, quantitativamente limitadas quando comparadas com o fenômeno real.

## 1.5 INTERATIVIDADE

Interatividade é um princípio do mundo digital e da cibercultura, isto é, do novo ambiente comunicacional baseado na internet, no *site*, no *game*, no *software*, André Lemos (1997), um importante pesquisador nacional da cibercultura entende que o que se compreende hoje por interatividade é nada mais que uma nova forma de interação técnica, de característica *eletrônico-digital*, e que se diferencia da interação *analógica* que caracteriza a mídia tradicional.

A interatividade é um conceito de comunicação e não de informática, podendo ser comunicação entre interlocutores, humanos e máquinas. Mas para que isso ocorra são necessárias duas disposições basicamente, segundo Marcos Silva:

- A dialógica que associa emissão e recepção como polos antagônicos e complementares na co-criação da comunicação;
- A intervenção do usuário ou receptor no conteúdo da mensagem ou do programa abertos a manipulações e modificações.

Disposições que dispõem de uma mudança paradigmática na teoria pragmática na comunicação, ou seja, emissor oferece um leque de possibilidades e o receptor não está mais em situação de receptor clássico e sim de criador. Fazendo com que a mensagem seja modificada. Desta maneira o estudante deixa de ser apenas um ouvinte e se torna um modificador de informações e conhecimentos.

A interatividade desempenha um decisivo papel no ensino-aprendizagem de Física e também em outras disciplinas. “O engajamento do estudante com seu próprio aprendizado é, consensualmente, um dos fatores mais importantes envolvidos no processo de ensino-aprendizagem”. A falta da mesma em sala de aula faz com que tenha uma baixa participação dos estudantes.

## CAPÍTULO 2

### FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esse trabalho tem por objetivo explicar como uma nova informação será dada ao aluno, com base nos princípios da teoria de aprendizagem significativa do pesquisador norte americano David Paul Ausubel, promovendo o desenvolvimento conceitual e prático da cinemática, explicando de maneira didática o movimento de corpos lançados horizontalmente e obliquamente.

Ausubel desenvolveu a teoria de aprendizagem significativa na década de 60, e na época a linha educacional pertinente estava baseando-se no reforço e no comportamento do indivíduo que poderia ser observado. A teoria ocorre quando a nova informação se ancora em conceitos relevantes preexistente na estrutura cognitiva do aprendiz.

Na aprendizagem significativa o aluno consegue compreender um conteúdo, uma explicação, um procedimento, através de conhecimentos prévios que ele possa ter, nada mais é que informações que o ajudarão a compreender e solidificar o novo conhecimento. Cabe ao educador descobrir, através do diálogo e da interação, qual conhecimento cada aluno tem sobre a matéria a ser ministrada e guiá-los na busca de uma aprendizagem de qualidade.

O aluno estabelece a relação entre o que aprende e o que ele já conhece, dando maior significado a uma informação nova, conflitando tudo isso em sua estrutura cognitiva, que de acordo com a teoria de aprendizagem significativa, recebe o nome de subsunçor, onde a nova informação irá ser ancorada.

O subsunçor estabelece uma relação de subordinação entre a informação nova à estrutura cognitiva do aprendiz já existente, onde todo conhecimento prévio desse aprendiz, pode servir de ancoragem a essa nova informação que seja relevante para o indivíduo; e se houver uma relação substantiva entre os dois, construir-se-á a aprendizagem significativa.

O aprendiz une o conhecimento prévio ao novo, e se realizado de maneira correta, cria um novo *subsunçor*. O conhecimento prévio nunca mais retornará a ser o que era antes, o que se chama de *assimilação obliteradora*. Fica mais amplo e completo, apesar de anular partes específicas do conhecimento. Assim, a proposta é que ideias mais gerais e inclusivas de uma disciplina sejam logo apresentadas, aprofundando apenas depois. É o que se chama de *diferenciação progressiva*.

Portanto, cada pessoa constrói uma base de conhecimento. Os conceitos são formados e assimilados. Quando criança, o ser humano classifica os conhecimentos utilizando-se da experiência. Posteriormente, pode assimilar conceitos mais abstratos, sem a necessidade de experimentar. Dessa forma, os conceitos têm um aspecto denotativo e um aspecto conotativo. O significado desses conceitos, para Ausubel, torna-se *significado fenomenológico*, quando se leva em consideração os aspectos particulares da pessoa que o formou.

Ausubel colocou a aprendizagem mecânica se opondo à aprendizagem significativa, mas a aprendizagem mecânica ocorre quando o novo conhecimento é exposto ao aprendiz, e este não relaciona com outro conhecimento já existente em sua estrutura cognitiva, de forma arbitrária e não substantiva, onde o aluno apenas memoriza o conteúdo a ser estudado.

Ausubel coloca a aprendizagem mecânica como um caminho à aprendizagem significativa, cabendo ao professor buscar interações que levem a aprendizagem significativa e não tentar culpar a aprendizagem mecânica como “vilã” do processo ensino – aprendizagem [MACHADO, 2006]. A estrutura cognitiva para Ausubel é o conteúdo organizado e armazenado pelo aluno e qualquer informação sobre o conceito a ser estudado pré-existente na estrutura cognitiva do aluno influencia no processo ensino-aprendizagem.

A predisposição do aprendiz de fazer uma relação entre o conteúdo apresentado e o que existe em sua estrutura cognitiva é um passo determinante no processo de aprendizagem significativa. Para Ausubel, ela só acontece se o aluno desejar aprender, ter pré-disposição. Assim, o professor deve buscar novas metodologias/abordagens/materiais que incentivem a participação do aluno aumentando seu interesse.

Além disto, devem guiar o aluno ao conceito a ser ensinado explorando seus subsunçores. Em outras palavras, a abordagem e o material usado na aula têm que ser potencialmente significativos, procurando relações desse material com o dia a dia do aluno, fazendo uma ligação entre o que o aluno já sabe e o que pode aprender, utilizando-se de organizadores prévios, e relacionando com a experiência de vida de cada aprendiz.

O que temos visto é que o desinteresse ou a falta de disposição para aprender por parte dos estudantes têm causa que, ao que parece, não é da competência do professor em sala de aula, dependendo principalmente do meio onde vive o aluno. A teoria de aprendizagem significativa tem um grande poder de nortear novas estratégias de ensino, valorizando, sempre, o que Ausubel chamou de mais importante do processo ensino-aprendizagem:

Se tivesse que reunir toda a psicologia educacional a um só princípio, diria que o fator mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Levante isso e ensine-o de acordo [ AUSUBEL, NOVAK & HANESIAN, 1980 ].

Segundo Tavares [TAVARES, 2010] para se favorecer a aprendizagem significativa o professor deve conceituar e proporcionar a matéria de ensino, trabalhar com os subsunçores mais importantes para a aprendizagem do conteúdo a ser trabalhado, identificar aquilo que o aluno já sabe e procurar utilizar os recursos que tornem a matéria mais conceitual, proporcionando uma maior facilidade no entendimento.

Em uma aprendizagem significativa não acontece apenas a retenção da estrutura do conhecimento, mas se desenvolve a capacidade de transferir esse conhecimento para a sua possível utilização em um contexto diferente daquele em que ela se concretizou. Como vemos, a busca por uma aprendizagem significativa, passa pela escolha de um material/abordagem potencialmente significativos.

O uso de simulações em ensino de física pode vir a ser um material potencialmente significativo no processo ensino aprendizagem, pois possui atividades computacionais, trabalhando na explicação de fenômenos, na facilitação do entendimento de conceitos, através de jogos, vídeos, simuladores e outros, o que promove a disposição do aluno para aprender física e favorecer uma aprendizagem significativa.

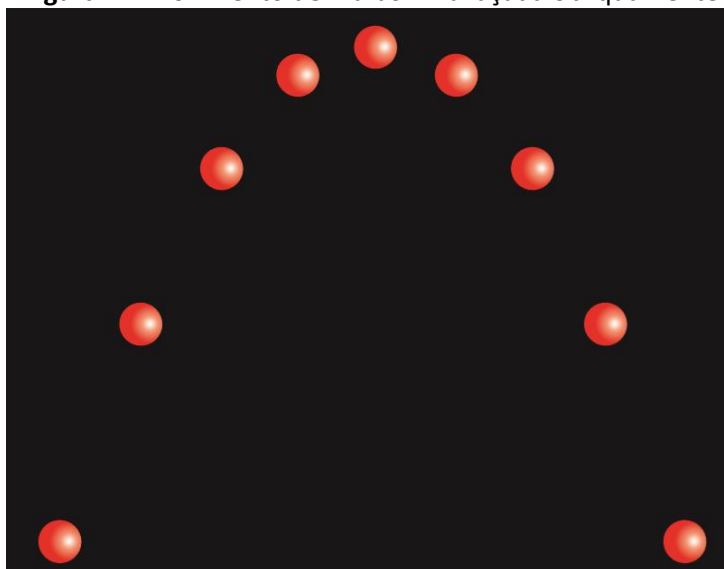
## CAPÍTULO 3

### MOVIMENTO DE PROJÉTEIS

O estudo do movimento de projéteis lançados da superfície da terra é um problema antigo que tem a sua origem na parte final do famoso livro, *Discursos sobre duas novas Ciências* (1638), de Galileu Galilei. Neste livro Galileu demonstra que a trajetória de uma partícula viajando nas proximidades da superfície da terra e através de um meio não resistente é uma parábola. Desde então tal movimento tem sido estudado e modelos têm sido propostos na tentativa de incorporar os efeitos devidos à presença da atmosfera.

Na ausência da gravidade, você poderia atirar uma pedra para o céu com um certo ângulo e ela seguiria uma trajetória retilínea. Por causa da gravidade, entretanto, a trajetória se curva. Uma pedra arremessada, uma bala de canhão disparada ou qualquer objeto lançado por algum meio e que segue em movimento por sua própria inércia é chamado de um projétil. (Física Conceitual, 12ª Edição p.209)

**Figura – 1** movimento de ma bolinha lançada obliquamente.

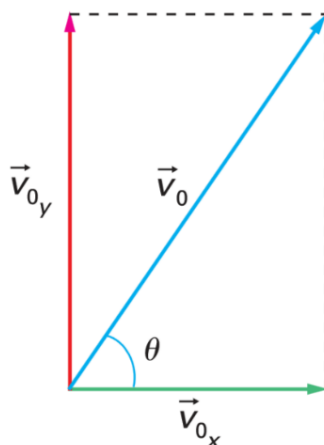


Fonte: Livro tópicos de física, 2012, p.275.

O movimento descrito por um projétil lançado obliquamente pode ser considerado como uma composição de dois movimentos simultâneos e independentes: um movimento vertical uniformemente variado, cujo a aceleração é a da gravidade, e um movimento horizontal uniforme, pois na horizontal não há aceleração. Galileu Galilei fez

uma análise dos movimentos independentes e chegou a uma conclusão: que movimentos compostos são aqueles que ocorrem ao mesmo tempo em direções diferentes e são percebidos como um só essa ideia ficou conhecida como princípio da independência dos movimentos simultâneos. O que vai ser fundamental nos estudos sobre lançamentos horizontal e oblíquo. O movimento de um projétil lançado obliquamente em relação à horizontal com uma certa velocidade inicial ( $\vec{v}_0$ ), desprezando-se a resistência do ar, pode ser descrito por meio da decomposição da sua velocidade inicial ( $\vec{v}_0$ ), em duas componentes ortogonais: o horizontal, ( $\vec{v}_{0x}$ ) e o vertical, ( $\vec{v}_{0y}$ ), relacionados ao um ângulo de lançamento ( $\theta$ ).

**Figura 2** – decomposição ortogonal do vetor velocidade inicial.



Fonte: Livro compreendendo a física (Alberto Gaspar).

### 3.1 Componentes ortogonais de um vetor

Uma técnica elegante e simples para somar vetores envolve o uso da álgebra, mas requer que os vetores sejam representados em um sistema de coordenadas retangulares. Os eixos x e y são desenhados no plano do papel, como na figura 2. Uma componente de um vetor é a projeção do vetor em um eixo. Na figura 2, ( $\vec{v}_{0x}$ ) é a componente do vetor velocidade em relação ao eixo x e ( $\vec{v}_{0y}$ ) é a componente do vetor em relação ao eixo y. Para encontrar a projeção de um vetor em relação ao eixo traçamos retas perpendiculares ao eixo a partir da origem e da extremidade do vetor. Decomposição de um vetor é o nome dado ao processo de obtenção das componentes do vetor, na figura 2, as componentes de ( $\vec{v}_0$ ), aplicando os elementos de trigonometria, são:

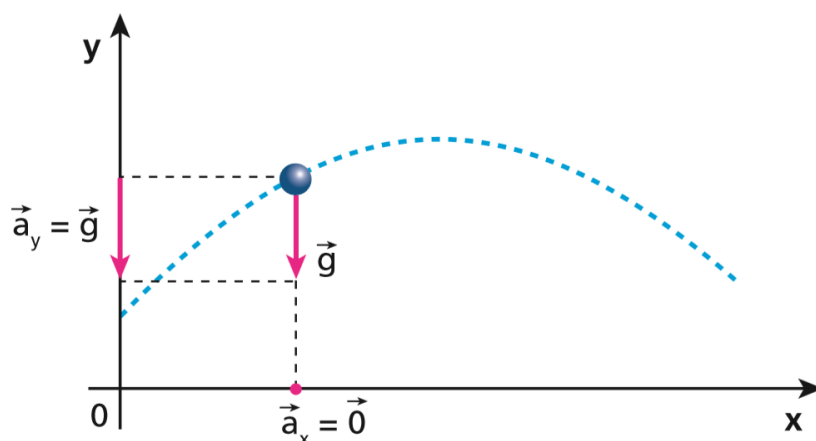
$$v_{0x} = v_0 \cdot \cos \theta$$

$$v_{0y} = v_0 \cdot \text{sen } \theta$$

### 3.2 Movimentos bidimensionais

O movimento bidimensional é descrito através da decomposição dos movimentos: o Movimento Retilíneo Uniforme (MRU), na horizontal, e o Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV), na vertical, e qualquer partícula que se mova dessa forma é comumente chamada de projétil. Considere um sistema de eixos ortogonais  $Oxy$ , no mesmo plano de um movimento parabólico de aceleração vetorial constante e igual a  $\vec{g}$ . Projeteamos essa aceleração sobre os eixos.

**Figura 3** – análise dos movimentos vertical e horizontal de um projétil

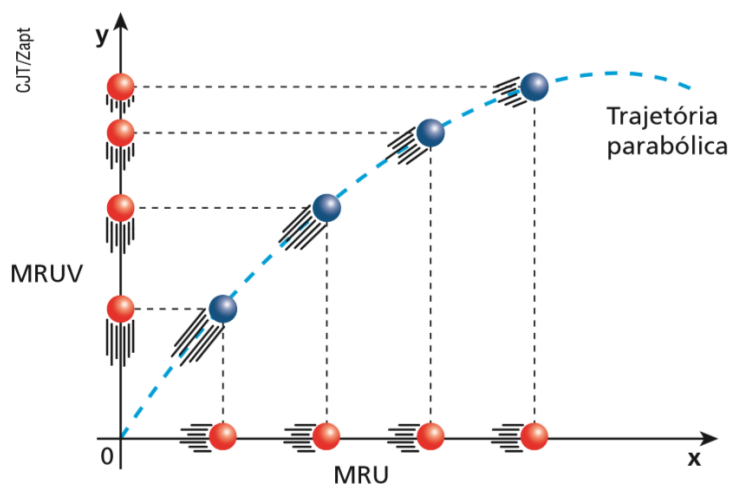


Fonte: Livro tópicos de física, 2012, p.273

Se projetarmos sobre os eixos  $Ox$  e  $Oy$  as posições da partícula em movimento parabólico, obteremos, evidentemente, dois movimentos retilíneos, desprezando a resistência do ar, a medida que o projétil sobe, os componentes verticais variam apenas por causa da aceleração da gravidade,  $\vec{g}$ . Sendo essa aceleração constante na proximidade da superfície da terra. Portanto, o movimento do projétil na direção do eixo  $y$  é um MRUV. Como a aceleração da gravidade não tem componente horizontal, pode-se concluir que os

componentes horizontais da sua velocidade permanecem constantes. Logo, o movimento do projétil na direção do eixo (x) é um MRU.

**Figura 4** – análise dos movimentos nos eixos (x) e (y) de um projétil

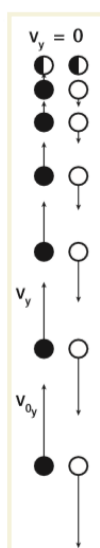


Fonte: Livro tópicos de física, 2012, p.273

### 3.3 Movimento vertical (MRUV)

Consideremos o eixo y com origem no ponto de lançamento e orientado para cima. A aceleração escalar do movimento vertical será:  $a = -\vec{g}$ , sob a ação da gravidade, o módulo da velocidade vertical diminui conforme o corpo sobe, anula-se no ponto mais alto e aumenta à medida que o corpo desce.

**Figura 5** – Análise do movimento no eixo (y) de um projétil.



Fonte: Livro tópicos de física, 2012, p.274

Como o movimento na direção vertical é uniformemente variado, valem as equações:

Equação horária da posição	Equação horária da velocidade	Equação de Torricelli
$y = v_{0y} \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$	$v_y = v_{0y} + a \cdot t$	$v_y^2 = v_{0y}^2 + 2 \cdot a \cdot y$

Nessas equações, como a trajetória é orientada para cima, a aceleração escalar é  $a = -g$ . para calcular a altura máxima do lançamento (H), pode-se utilizar a fórmula seguinte cujo a dedução se encontra no quadro a baixo. No ponto mais alto da trajetória ( $y = H$ ) e ( $v_y = 0$ ) pela equação de Torricelli, vem:

$$v_y^2 = v_{0y}^2 + 2 \cdot a \cdot y$$

$$0 = v_{0y}^2 + 2 \cdot (-g) \cdot y$$

$$2gH = v_{0y}^2$$

$$H = \frac{v_{0y}^2}{2 \cdot g}$$

Mas:  $v_{0y} = v_0 \cdot \text{sen } \theta$

Portanto: 
$$H = \frac{v_0^2 \cdot \text{sen}^2 \theta}{2 \cdot g}$$

Vamos calcular agora o intervalo de tempo decorrido desde o instante de lançamento até o instante em que o projétil atinge a altura máxima (tempo de subida  $t_s$ ). para isso devemos lembrar que no ponto mais alto  $v_y$  é igual a zero. Assim, usando a velocidade a equação horária da velocidade escalar.

$$v_y = v_{0y} - g \cdot t$$

Quando  $t = t_s$ , temos que  $v_y = 0$ :

$$0 = v_{0y} - g \cdot t_s$$

$$t_s = \frac{v_{0y}}{g} = \frac{v_0 \cdot \text{sen } \theta}{g}$$

O intervalo de tempo decorrido desde o instante em que o projétil atinge o ponto de altura máxima até o instante em que retorna ao mesmo nível horizontal do lançamento (tempo de descida:  $t_d$ ) é igual ao tempo de subida. Portanto, o tem total (T) entre o instante de lançamento e o instante de retorno ao nível horizontal de lançamento:

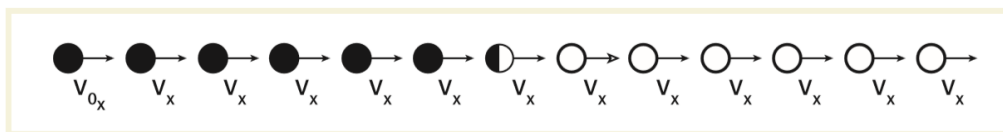
$$T = t_s + t_d$$

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

### 3.4 Movimento na horizontal (MRU)

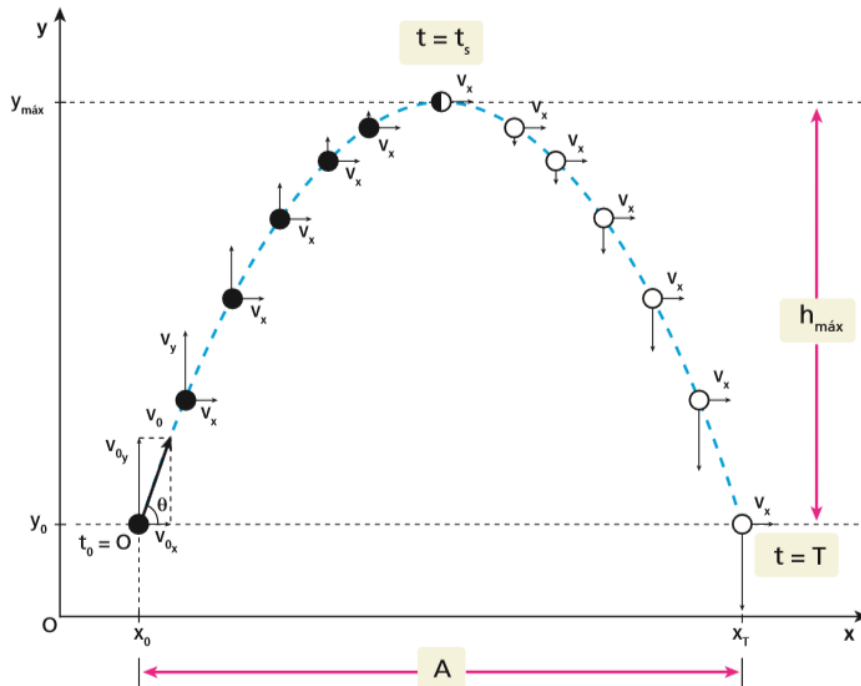
Consideremos o eixo x com origem no ponto de lançamento e orientado no sentido da velocidade horizontal ( $v_{0x}$ ), dada pela projeção sobre o esse eixo da velocidade de lançamento  $v_0$ . É importante ressaltar, que devido à ausência da aceleração a velocidade tem seu módulo constante.

**Figura 6** – Análise do movimento no eixo (x) de um projétil.



Fonte: Livro tópicos de física, 2012, p.274

**Figura 7** – análise da composição dos dois movimentos nos eixos (y) e (x) de um projétil.



Fonte: Livro tópicos de física, 2012, p.274

As equações que regem o movimento nessa direção são:

Equação horária da posição

$$x = x_0 + v_x \cdot T$$

Note que,  $x - x_0 = \Delta x = \textit{Alcance} (A)$

Chamamos de alcance horizontal ou simplesmente alcance a grandeza (A) (ver figura 6) correspondente ao deslocamento horizontal do projétil, desde o instante da partida até o instante em que retorna ao nível horizontal do lançamento. Sendo assim,  $A = v_x \cdot T$ , como já calculamos o tempo total anteriormente, podemos substituí-lo

$$A = v_x \cdot \frac{2 \cdot v_0 \cdot \textit{sen} \theta}{g}$$

Sabendo que  $v_x = v_0 \cdot \textit{cos} \theta$

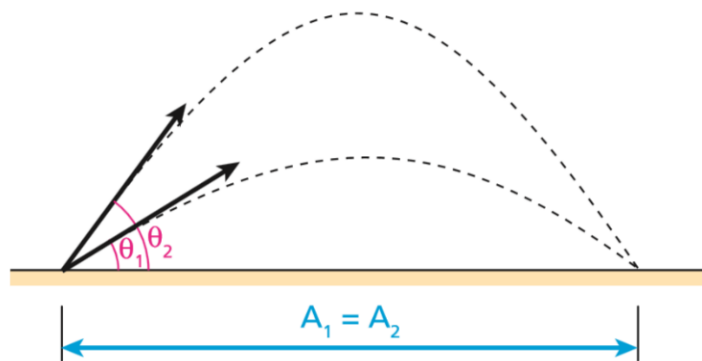
$$A = v_0 \cdot \textit{cos} \theta \cdot \frac{2 \cdot v_0 \cdot \textit{sen} \theta}{g}$$

Da trigonometria, sabe-se que  $2 \cdot \cos \theta \cdot \text{sen } \theta = \text{sen } 2\theta$ , então a expressão anterior pode ser escrita.

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

Sendo assim, vale apena ressaltar algumas características importantes como as condições de alcance máximo e mesmo alcance. Para valores fixados de  $v_0$  e de  $g$ , objetos lançados com ângulos de lançamento complementares, ou seja, a soma dos mesmos equivale a  $90^\circ$  têm alcances horizontais iguais.

**Figura 8** –  $\theta_1 + \theta_2 = 90^\circ$ , portanto  $A_1 = A_2$



Fonte: Livro tópicos de física, 2012, p.276

No caso de alcance máximo, é necessário que o,  $\text{sen } 2\theta = 90^\circ$ , seja máximo, isto é, igual a 1. Assim:

$$\text{sen } 2\theta = 1 \rightarrow 2\theta = 90^\circ \rightarrow \theta = 45^\circ$$

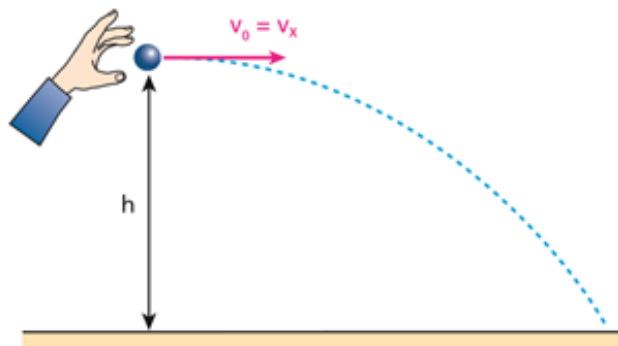
Então, podemos escrever que: para valores determinados da velocidade inicial e da aceleração da gravidade, o máximo alcance horizontal é obtido com ângulo de lançamento igual a  $45^\circ$ .

### 3.5 Projéteis Lançamentos Horizontalmente

Imaginemos um projétil lançado horizontalmente de uma posição próxima ao nível do solo, de modo que a resistência oferecida pelo ar possa ser desprezada e a aceleração da gravidade considerada constante. Nestas condições, o movimento do projétil pode ser considerado como a composição de um movimento vertical

uniformemente variado, sob a ação exclusiva da gravidade e de um movimento uniforme ao longo da horizontal, que o projétil realiza por inércia.

**Figura 9** – Representação esquemática de um projétil lançado horizontalmente



Fonte: Livro tópicos de física, 2012, p.279

No lançamento, o projétil adquire uma velocidade inicial ( $\vec{v}_0$ ), de lançamento, que sofre uma decomposição vetorial, na horizontal ( $\vec{v}_{0x}$ ) e vertical ( $\vec{v}_{0y}$ ), sendo assim, esse movimento pode ser considerado, de acordo com o princípio da simultaneidade, como o resultado da composição de dois movimentos simultâneos e independentes: Queda livre e movimento horizontal.

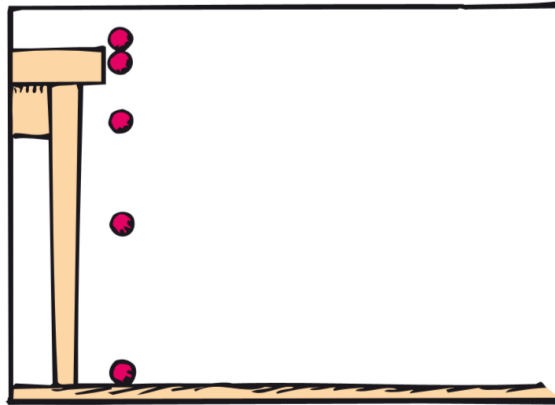
### 3.6 QUEDA LIVRE

É um movimento vertical, sob ação exclusiva da gravidade. Trata-se uniformemente variado, pois o corpo fica sob ação única e exclusivamente da aceleração constante da gravidade. Sendo assim, as equações desse movimento são:

Equação horária da posição	Equação horária da velocidade	Equação de Torricelli
$H = \frac{g \cdot t^2}{2}$	$v_y = g \cdot t$	$v_y^2 = 2 \cdot g \cdot H$

É importante lembrar que nesse movimento o projétil não possui velocidade inicial no eixo vertical, ou seja,  $v_{0y} = 0$ .

**Figura 10**– Análise do movimento na vertical de projétil lançado horizontalmente com a ação da gravidade.

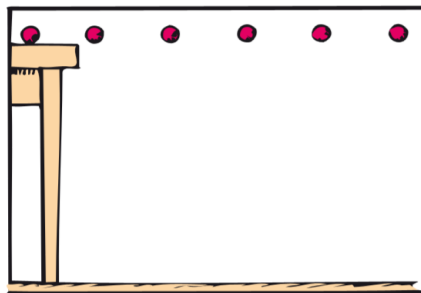


Fonte: Livro física conceitual, 12° edição, p.210.

### 3.7. Movimento horizontal

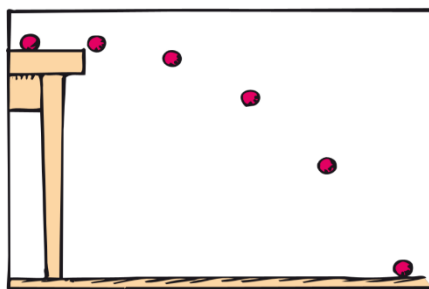
É um movimento uniforme, pois não existe nenhuma aceleração na direção horizontal: o corpo realiza por inércia, mantendo a velocidade ( $\vec{v}_0$ ), com que foi lançado.

**Figura 11** – Análise do movimento somente na horizontal de um projétil lançado horizontalmente sem ação da gravidade.



Fonte: Livro física conceitual, 12° edição, p.184.

**Figura 12** – Análise do movimento combinado na horizontal e vertical.



Fonte: Livro física conceitual, 12° edição, p.184.

Portanto, nessa direção do movimento devemos fazer as devidas interpretações das equações do movimento.

Equação horária da posição

$$x = x_0 + v_x \cdot T$$

Note que,  $x - x_0 = \Delta x = \text{Alcance } (A)$

### 3.8 Alcance Horizontal

Chamamos de alcance horizontal ou simplesmente alcance a grandeza (A) (ver figura 6) correspondente ao deslocamento horizontal do projétil.

$$A = v_x \cdot t_q$$

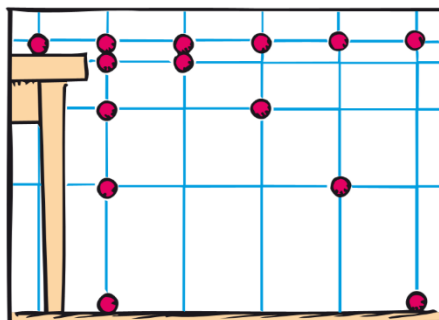
Note que,  $t_q$  é o tempo de queda do projétil que pode ser encontrado por meio das equações da queda livre

$$t_q = \sqrt{\frac{2 \cdot H}{g}}$$

Substituindo na equação anterior, vem:

$$A = v_x \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot H}{g}}$$

**Figura 13** – Análise da superposição dos movimentos anteriores.



Fonte: Livro física conceitual, 12ª edição, p.184.

### 3.9. Cálculo da velocidade resultante

Em cada ponto da trajetória, a velocidade resultante  $v$ , do corpo lançado, é a soma vetorial da velocidade  $v_0$  na direção do eixo  $x$  (horizontal) com a velocidade  $v_y$  na direção do eixo  $y$  (vertical). A velocidade resultante se altera a cada instante em virtude da alteração da velocidade vertical, cujo módulo varia devido a ação da aceleração gravitacional.

$$v^2 = v_y^2 + v_x^2$$

Note que  $v_y$  pode ser encontrada pela equação de Torricelli, e  $v_x$  é a própria velocidade inicial de lançamento que chamamos de  $v_0$ , portanto.

$$v_y = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

Substituindo  $v_y$  na equação anterior, vem:

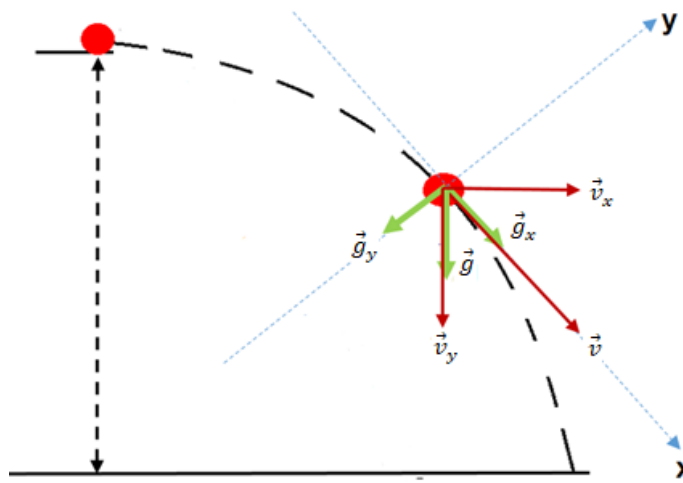
$$v^2 = 2 \cdot g \cdot h + v_0^2$$

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h + v_0^2}$$

Sendo assim, podemos concluir que a velocidade resultante do corpo lançado horizontalmente pode ser analisada pela equação anterior que é a própria equação de Torricelli.

### 3.10 Análise da aceleração de um corpo lançado horizontalmente

Figura 14



$g_x$  = aceleração tangencial.

$g_y$  = aceleração normal.

Componentes da velocidade e da aceleração em cada eixo:

$$g_x = g \cdot \cos \theta, v_x = v \cdot \sin \theta$$

$$g_y = g \cdot \sin \theta, v_y = v \cdot \cos \theta$$

Fazendo uma manipulação matemática encontramos, que:

$$\frac{g_y}{g} = \frac{v_x}{v}$$

$$g_y = \frac{g \cdot v_x}{v}$$

Lembrando que a velocidade  $v$  é a resultante da velocidade e que foi demonstrada anteriormente como:

$$v^2 = v_y^2 + v_x^2$$

Substituindo  $v$  na equação da aceleração, temos:

$$g_y = \frac{g \cdot v_x}{\sqrt{v_x^2 + v_y^2}}$$

Portanto, a componente da aceleração tangencial pode ser facilmente encontrada pela seguinte expressão.

$$g_y = \frac{g \cdot v_0}{\sqrt{v_0^2 + g^2 \cdot t^2}}$$

Agora vamos analisar a aceleração na componente ( $g_x$ ).

$$\frac{g_x}{g} = \frac{v_y}{v}$$

$$g_x = \frac{g \cdot v_y}{v}$$

$$g_x = \frac{g \cdot v_y}{\sqrt{v_x^2 + v_y^2}}$$

Sabendo que  $v_y = g \cdot t$ , temos:

$$g_x = \frac{g \cdot g \cdot t}{\sqrt{v_x^2 + g^2 t^2}}$$

Logo, a componente da aceleração normal pode ser facilmente encontrada pela seguinte expressão.

$$g_x = \frac{g^2 \cdot t}{\sqrt{v_0^2 + g^2 t^2}}$$

## CAPÍTULO 5

### PHET E A APLICAÇÃO METODOLÓGICA

Adiante vamos falar sobre software educacional, o PhET, como uma ferramenta pedagógica para auxiliar o professor na sua prática docente, viabilizando a melhoria do ensino de Física. Essa ferramenta vai proporcionar uma maneira rápida e prática de o discente interagir com os conceitos físicos mostrado nas aulas e no software educacional. Em seguida a metodologia aplicada em sala de aula com a utilização do software educacional.

Neste sentido o professor deve ser o orientador desse processo mediado pelo computador, desafiando o estudante a significar as informações recolhidas do simulador, evidenciando um papel transformador de informações na apropriação do conhecimento por parte do estudante.

Conforme Heckler, Saraiva e Oliveira Filho (2007, p. 267)

O ensino de física no Brasil ainda enfrenta várias dificuldades de aprendizagem e pouco interesse por boa parte dos alunos. Fazendo um paralelo entre a sociedade da informação e o ambiente de ensino tradicional, de um lado encontramos a evolução rápida dos computadores e das telecomunicações afetando todos os níveis da sociedade, da vida profissional à vida privada. Do outro, visualizamos uma escola onde o professor apresenta aulas em quadro negro e giz, visto pelos alunos como o dono da informação e senhor do conhecimento, mas desestimulando a criatividade e o envolvimento dos aprendizes.

#### 5.1 - PHET

O Projeto Simulações Interativas PhET da Universidade do Colorado (PhET) distribui diversas simulações sob Licença Creative Commons Atribuição 3.0 – e da Licença Pública Geral Creative Commons GNU (Creative Commons GNU General Public License). O usuário é responsável por escolher qual das duas opções de licenciamento irá reger o uso destas simulações. As duas opções de licença exigem atribuir o trabalho a: simulações Interativas PhET – Universidade do Colorado – <http://phet.colorado.edu>.

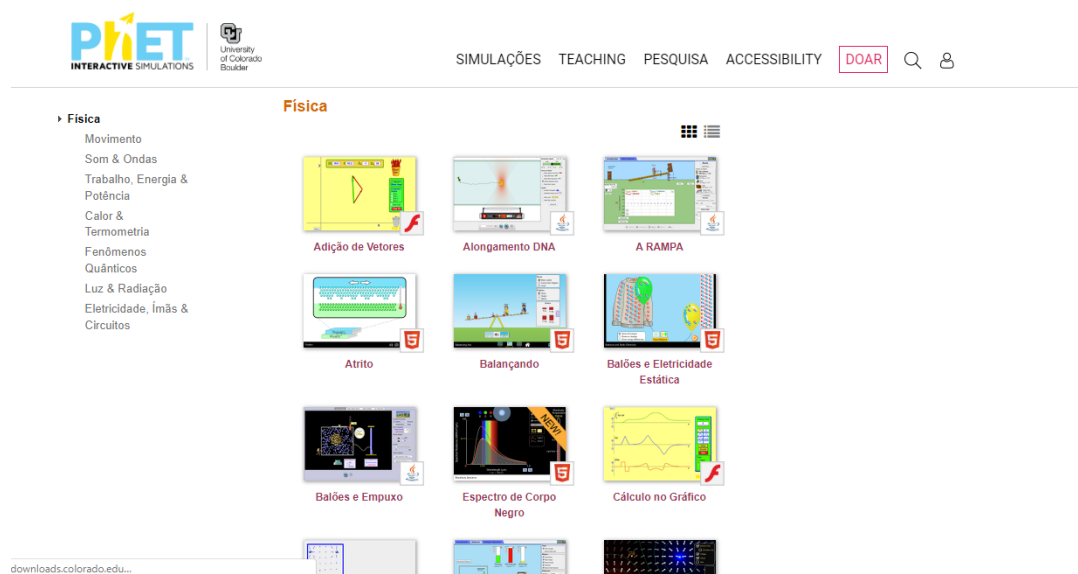
As simulações interativas desenvolvidas pelo PhET podem ser livremente usadas e/ou redistribuídas por terceiros (alunos, professores, escolas, museus, editores, vendedores, dentre outros) e estão disponíveis em português no site [http://phet.colorado.edu/pt\\_BR](http://phet.colorado.edu/pt_BR). Todas as utilizações requerem a atribuição da obra.

O PhET disponibiliza simulações em java (ou .jar) para física, biologia, química, ciências da terra e matemática. Além de disponibilizar as simulações por nível de ensino. Qualquer pessoa interessada pode acessar on-line ou baixar o programa desde que tenha o Java instalado e/ou o flash, pois é disponível em várias linguagens e é fácil de manusear sendo apresentada em várias seções.

Em física, as simulações são divididas em sete categorias: Movimento; Trabalho, Energia e Potência; Som e Ondas; Calor e Termodinâmica; Eletricidade, Magnetismo e Circuitos; Luz e Radiação; e Fenômenos Quânticos. As simulações são feitas baseadas em pesquisas e são planejadas e avaliadas antes de serem publicadas.

Essas simulações podem ser utilizadas em sala de aula, auxiliando o professor na discussão dos conteúdos relacionados com os conteúdos das simulações, facilitando a compreensão dos alunos e contribuindo para o processo de ensino e aprendizagem.

**Figura 15:** Ambiente inicial do software PhET.



Fonte: [phet.colorado.edu/pt\\_BR/](http://phet.colorado.edu/pt_BR/)

## 5.2- METODOLOGIA

Este projeto foi desenvolvido ao decorrer do estágio supervisionado, disciplina curricular obrigatória do curso de licenciatura em física da instituição de ensino superior UFPA, na turma do 1º Ano do ensino médio no Centro Educacional Iketani e Libonati.

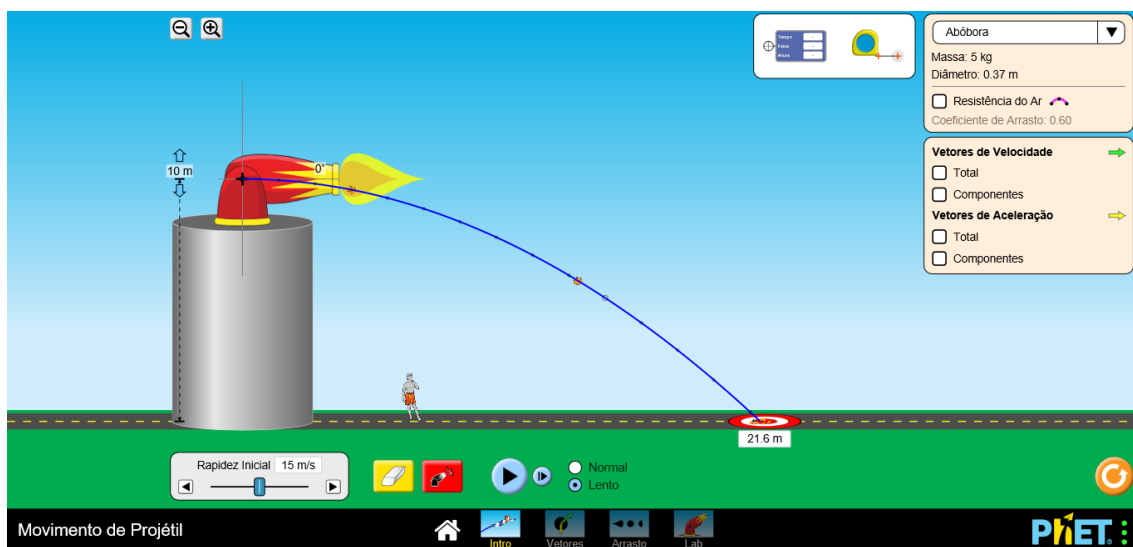
O projeto consiste em três etapas, a primeira etapa foi de observação dos alunos e professor, de como o professor ministrava suas aulas, a metodologia empregada por ele e se usufruía de algum artifício para auxiliar nas aulas, como por exemplo, recursos

multimídia e experimentos de baixo custo. A segunda na explanação do conteúdo de cada tópico de lançamentos, ao final de cada tópico o professor utiliza a simulação de acordo com o tópico ministrado. A terceira etapa consta de uma avaliação sobre a metodologia empregada com o uso do software educacional.

- **Lançamento horizontal.**

Esta simulação foi utilizada na aula que falava sobre lançamento horizontal, após a explicação do professor.

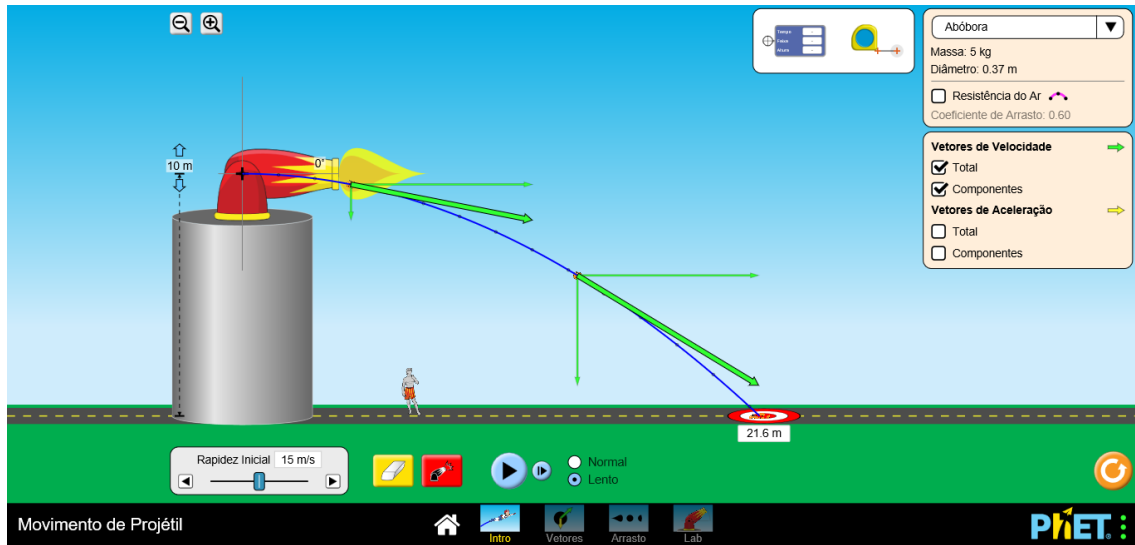
**Figura 16:** Tela inicial da simulação-Lançamentos-1



Fonte: [phet.colorado.edu/pt\\_BR/](http://phet.colorado.edu/pt_BR/)

Na figura 2, temos a interface da simulação do corpo sendo lançado horizontalmente, inicialmente podemos observar que o corpo possui uma velocidade inicial de 15 m/s e com isso atingiu um alcance horizontal de 21.6 metros, sendo lançado de uma altura de 10 metros.

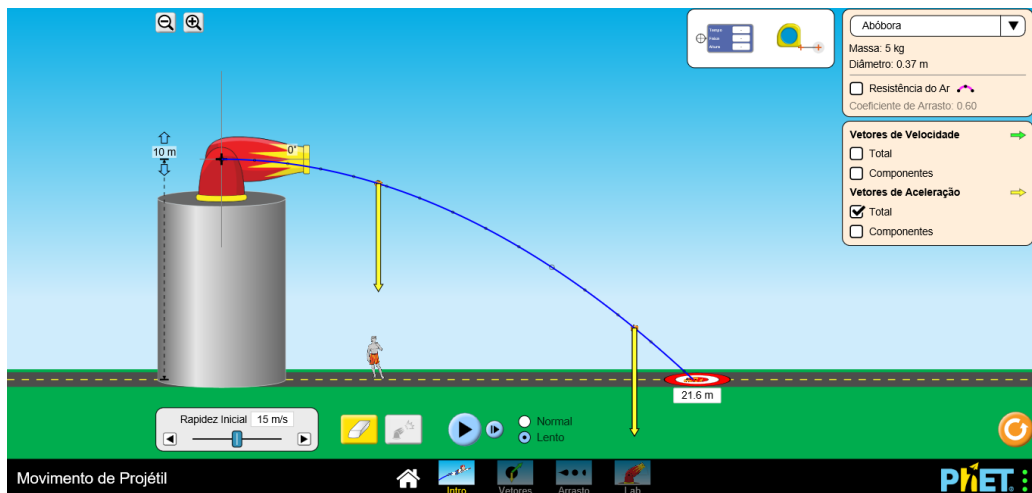
Figura 17: Tela inicial da simulação-lançamento-2.



Fonte: [phet.colorado.edu/pt\\_BR](http://phet.colorado.edu/pt_BR)

A figura 3 nos mostra o comportamento dos vetores velocidade, note que, a componente horizontal permanece sempre com a mesma intensidade caracterizando um movimento uniforme, já a componente vertical aumenta de tamanho com o decorrer do tempo, o que comprova que a intensidade do vetor velocidade altera, ou seja, caracterizando um movimento uniformemente variado.

Figura 18: Tela inicial da simulação-lançamento horizontal-3



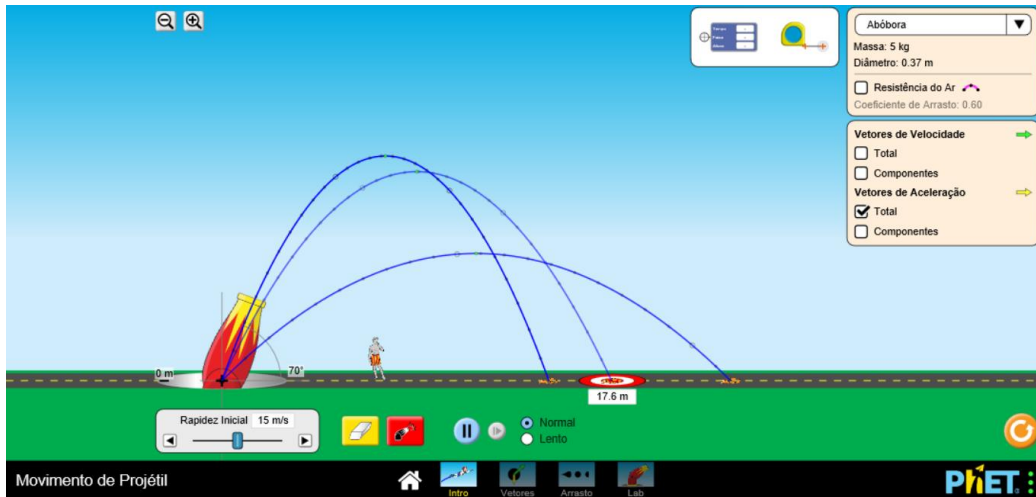
Fonte: [phet.colorado.edu/pt\\_BR](http://phet.colorado.edu/pt_BR)

Na figura 4, pode-se observar o comportamento do vetor aceleração, percebe-se que o mesmo não altera sua intensidade durante o movimento, ou seja, aceleração constante e diferente de zero na direção vertical, o que faz então a componente da velocidade na vertical alterar o seu módulo.

- **Lançamento Oblíquo.**

Esta simulação foi utilizada para mostrar as características gerais de um corpo lançado de uma superfície, formando um determinado ângulo de lançamento com a mesma.

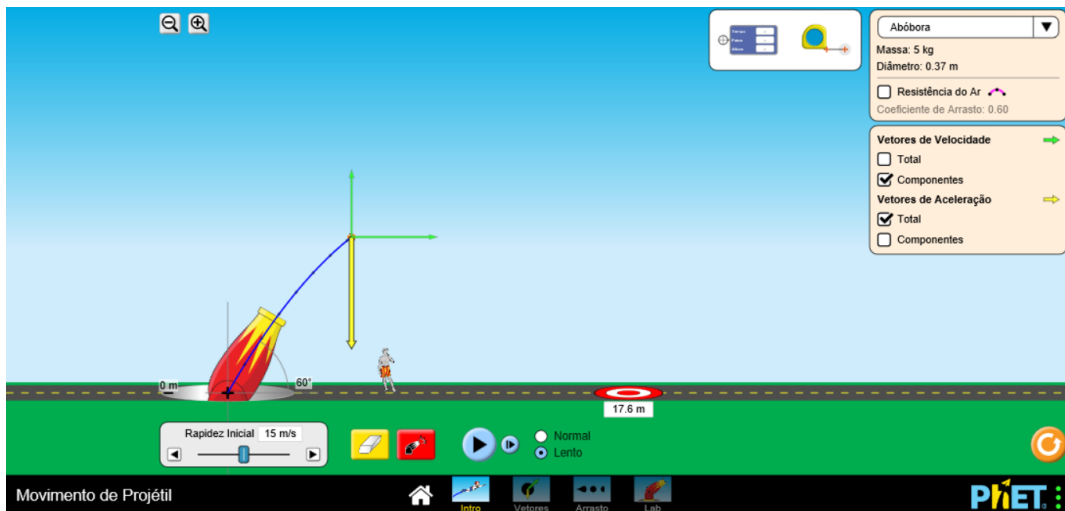
**Figura 19:** Tela inicial da simulação-lançamento oblíquo -3



Fonte: [phet.colorado.edu/pt\\_BR](http://phet.colorado.edu/pt_BR)

Na figura 5, podemos observar a trajetória formada por um corpo lançado obliquamente com três ângulos de lançamento diferentes e, portanto, adquirindo alcances diferentes.

**Figura 20:** Tela inicial da simulação-lançamento oblíquo - 6

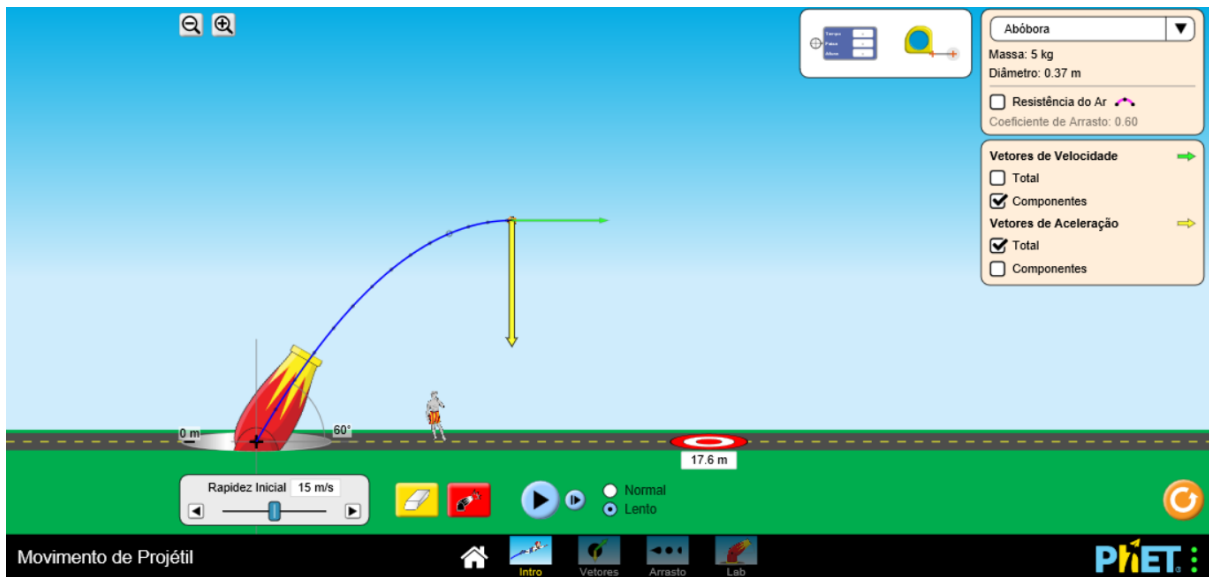


Fonte: [phet.colorado.edu/pt\\_BR](http://phet.colorado.edu/pt_BR)

Na figura 6, faz-se necessário observar o movimento de subida de um corpo, onde as setas verdes representam as componentes da velocidade na horizontal e na vertical, já a seta amarela representa o vetor aceleração, logo, é importante ressaltar que

os vetores na direção vertical estão na mesma direção, mas em sentidos opostos. Portanto, o movimento do corpo durante a subida vai ser caracterizado como retardado.

**Figura 21:** Tela inicial da simulação-lançamento oblíquo - 7



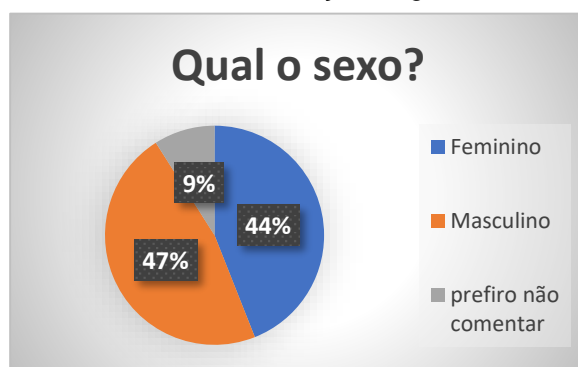
Fonte: [phet.colorado.edu/pt\\_BR](http://phet.colorado.edu/pt_BR)

Na figura 7, observamos uma característica fundamental que é justamente quando o corpo atinge a altura máxima, observa-se pelo software que a componente da velocidade na vertical é igual a zero, em contrapartida a componente na horizontal permanece a mesma e a aceleração também.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com os resultados obtidos na pesquisa, foi possível mensurar a relevância do uso de tecnologias computacionais como forma alternativa para o ensino de física. Através do questionário, foram obtidos os dados utilizados para análise de resultados. No primeiro momento, apresentam-se os resultados totais e posteriormente esses dados são discriminados tendo em vista a variável sexo. O primeiro gráfico representa o total de 36 alunos entrevistados divididos por gênero.

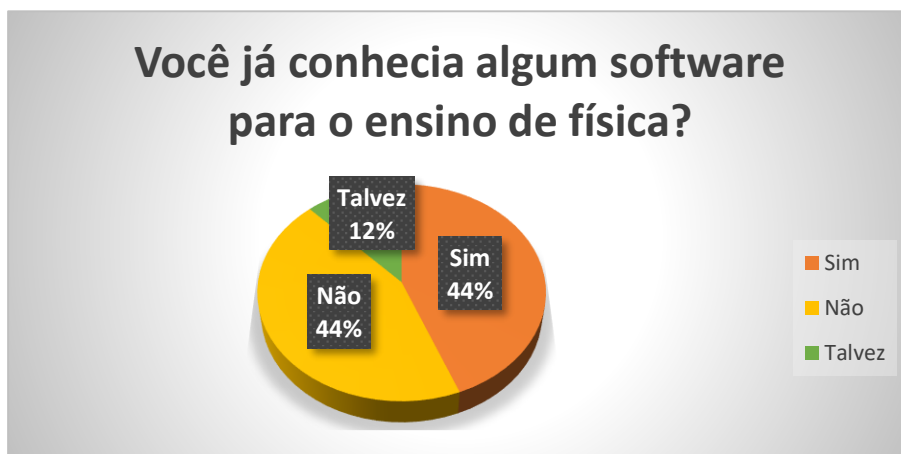
Gráfico 1 - Identificação de gênero.



Fonte: Próprio do autor

O gráfico 1 exibe os resultados totais da pesquisa, baseado no número de estudantes entrevistados, no qual 44% do público é “FEMININO”, correspondendo a maioria das pessoas entrevistadas, seguido da resposta “MASCULINO”, sendo representada por 47% e apenas 9% optaram por não se integrar ao espaço masculino ou feminino, correspondendo a opção de “PREFIRO NÃO COMENTAR”. A pergunta posterior realizada a turma foi “VOCÊ JÁ CONHECIA ALGUM SOFTWARE PARA O ENSINO DE FÍSICA? ”

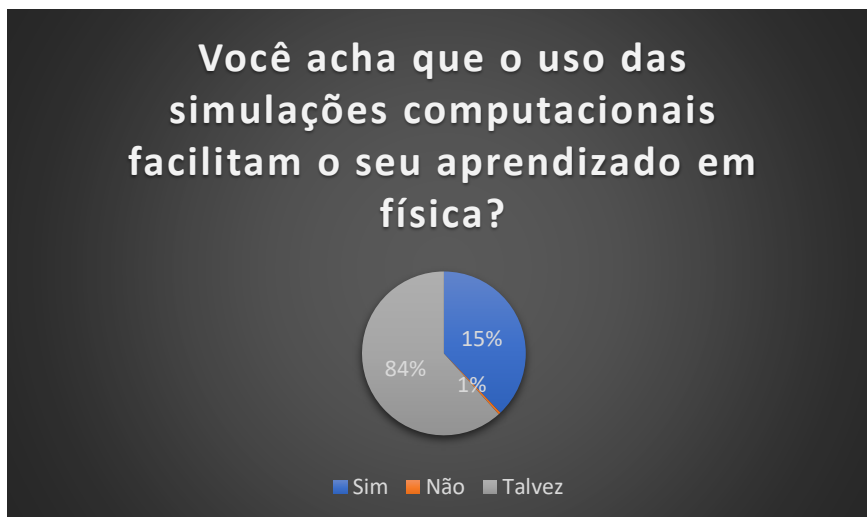
Gráfico 2 - Apresenta os dados obtidos para a resposta desta pergunta.



Fonte: Próprio do autor

Os dados obtidos deixam evidente que os alunos desta pesquisa estão divididos parcialmente e eles afirmam conhecer algum software para o ensino de física. A partir da leitura deste gráfico é possível observar que 44% das respostas coletadas responderam “NÃO”. Com índice idêntico a respostas “SIM” que também totalizou 44%, felizmente a resposta “TALVEZ” representa 12% do total de pessoas que responderam o questionário. Por tanto, podemos observar que os alunos estão cada vez mais presentes com a tecnologia e isso é importante, pois a tendência do mercado educacional é fazer exploração de novos recursos didáticos para mobilizar a aula de maneira que a mesma fique mais atrativa. A terceira pergunta está relacionada justamente como o uso de simulações poderia ajudar a facilitar o entendimento do aluno em física.

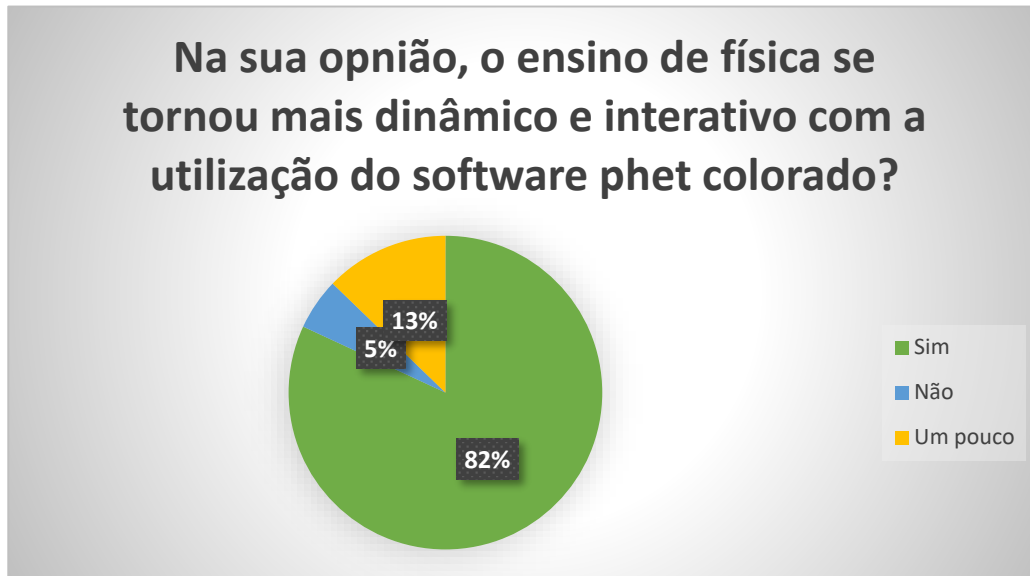
Gráfico 3 -



Fonte: Próprio do autor

Note que, os alunos foram explícitos com relação a 3ª pergunta, o que significa que o uso de simulações pode sim facilitar o aprendizado em uma disciplina que muitas vezes deixa algumas ideias incompreensíveis devido à dificuldade de visualizar a sua aplicação no cotidiano. A pergunta a seguir é voltada para uma análise de interatividade, onde o discente pode expressar sua opinião em relação a dinamização da aula com o uso do PHET.

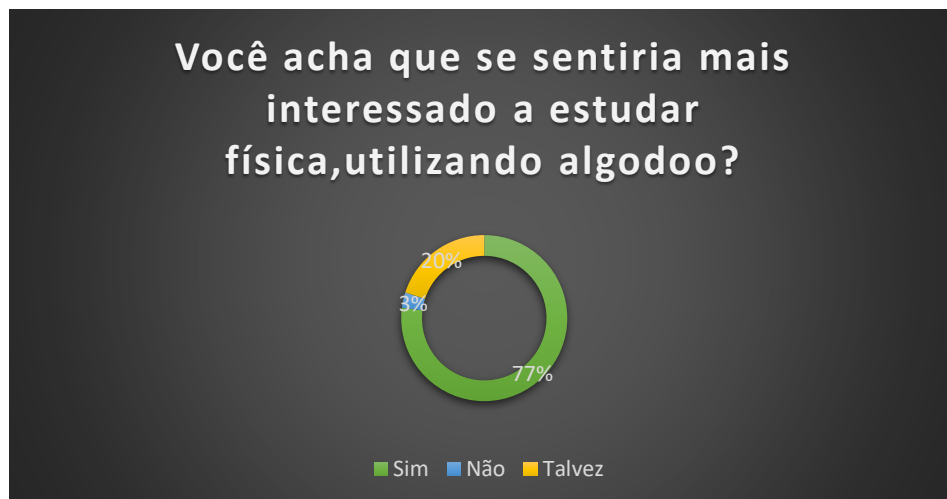
Gráfico 4 -



Fonte: Próprio do autor

É notório que as aulas ficam mais dinâmicas quando se faz o uso do software, ou seja, o docente usando essa ferramenta pode fazer os alunos prestarem mais atenção. Visando não fazer restrição somente a disciplina de física a próxima pergunta está relacionada com o uso do software como ferramenta metodológica para outras disciplinas.

Gráfico 5 -

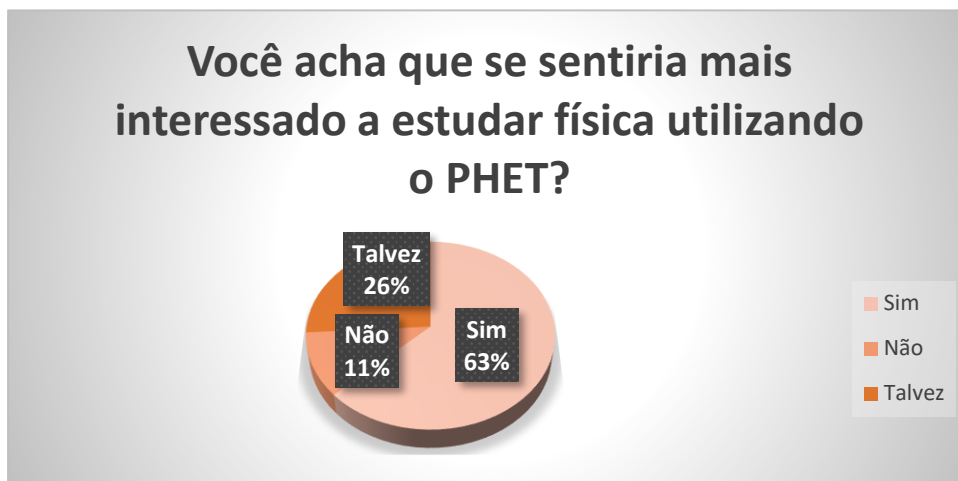


Fonte: Próprio do autor

Concluimos então que se outras disciplinas fizessem o uso do PHET como ferramenta para o ensino provavelmente o rendimento dos alunos seria melhor.

A próxima pergunta faz uma análise do interesse dos alunos com relação a disciplina física após o uso do PHET aplicado nos lançamentos.

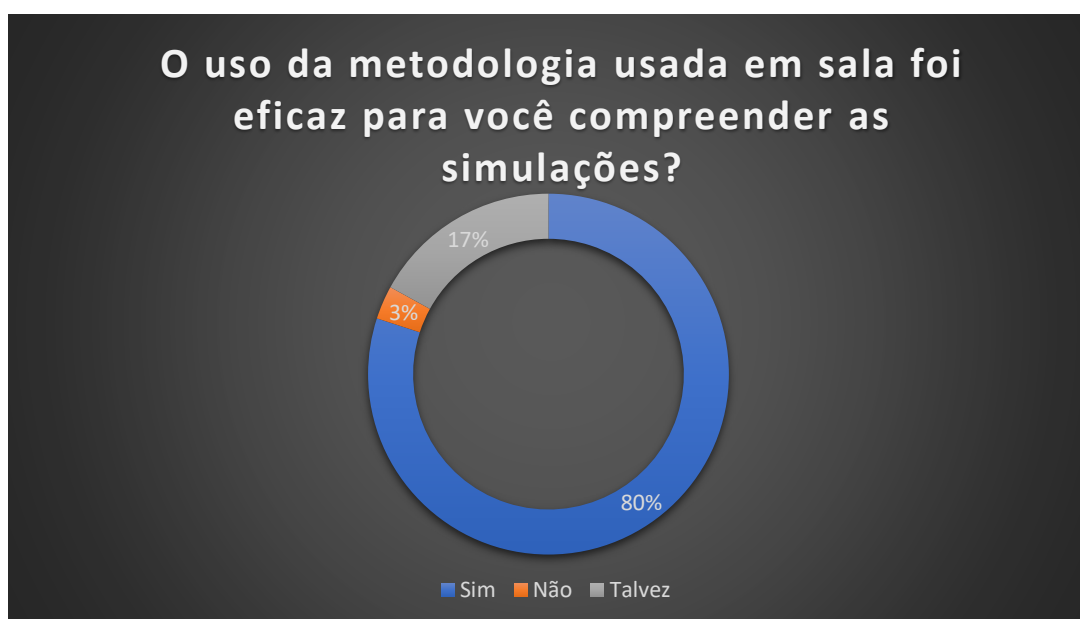
Gráfico 6 -



Fonte: Próprio do autor

O gráfico anterior mostra de maneira bem clara que os alunos ficariam mais interessados e dispostos em aprender, o que poderia facilitar bastante o trabalho do professor, pois uma das dificuldades de hoje é em prender a atenção dos alunos em sala de aula. Sabe-se que a metodologia usada nos dias de hoje não prende muito a atenção do aluno e isso faz com o que a aula de torne repetitiva e esgotada, sendo assim, a próxima pergunta está relacionada justamente com a metodologia usada na aplicação do trabalho.

Gráfico 7 -

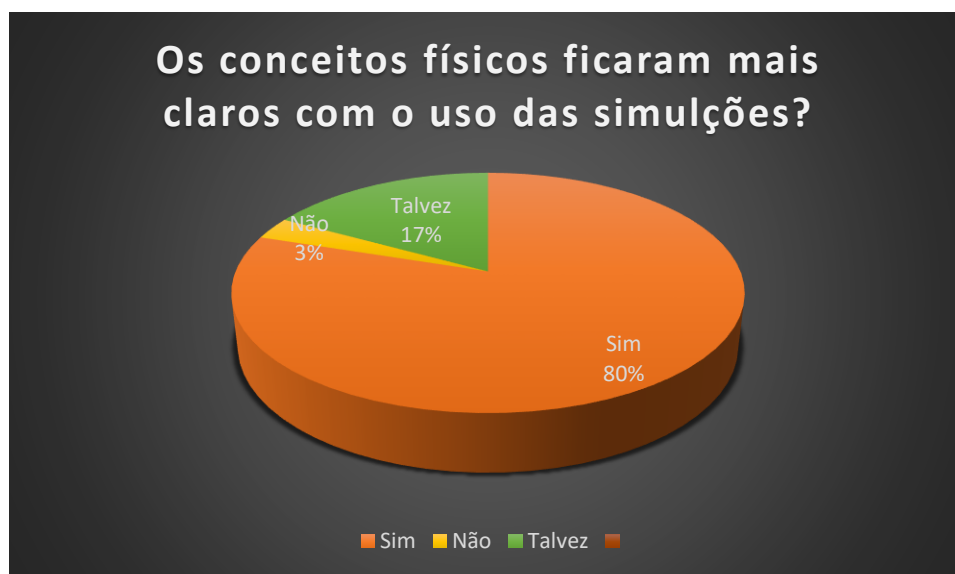


Fonte: Próprio do autor

É importante notar que o uso do quadro e pinceis é fundamental como metodologia, mas o uso do software foi fundamental para complementar o entendimento dos alunos. Sendo assim, é válido ressaltar que uma metodologia complementa a outra.

Para concluir, a próxima pergunta faz uma alusão aos conceitos físicos, os quais sabemos que é sempre uma dificuldade para os alunos pois na maioria das vezes é difícil conseguir associar com a realidade.

Gráfico 8 -



Fonte: Próprio do autor

Por fim, os alunos mostram que o uso do software pode ajudar a assimilar os conceitos físicos e compreendê-los de maneira mais fácil. Contudo, os alunos atualmente se sentem mais dispostos a aprender quando é feito o uso de alguma tecnologia.

## CONCLUSÃO

A experiência que tivemos com a aplicação do trabalho apresentado nos mostrou que o uso de simulações em sala de aula nos dias atuais se tornou muito importante, pois elas auxiliam, e muito, o professor a apresentar os conceitos, por conseguir mostrar uma imagem dinâmica dos conceitos em uma linguagem computacional prontamente absorvida pela geração digital. Hoje nossos alunos possuem telefones com acesso à internet, com acesso a filmes, aulas expositivas de professores de renome, blogs, tudo que possa tornar a sala de aula mais interessante e empolgante.

Apesar de a disciplina Física possuir por natureza grande potencial em ser uma matéria interativa e atraente ao educando, a realidade brasileira ainda está extremamente voltada ao ensino teórico, provocando grande desinteresse e dificuldade no aprendizado na maioria dos alunos. Sendo assim, faz-se necessário que o docente de física busque meios alternativos para a transformação desse quadro hostil.

A inserção de tecnologias computacionais na educação é um meio de baixo custo e fácil adaptação, por já fazer parte do cotidiano do aluno atualmente. Com isso, essa prática apresenta-se como alternativa na busca por um melhor ensino de física ao aluno brasileiro, sobretudo ao estudante da rede pública. Ao analisar a aplicação do software de ensino PHET com alunos de ensino médio, constatou-se grande aceitação por parte dos alunos, bem como um melhor aprendizado da disciplina. Incentiva-se que a prática metodológica se torne rotina no ensino de Física, visando o aumento de desempenho dos alunos, além da contribuição para a diminuição da evasão escolar.

Em virtude dos fatos mencionados concluímos que o uso da simulação é uma ferramenta de grande importância na busca do conhecimento em conceitos da cinemática, melhorando significativamente o ensino-aprendizagem, auxiliando o professor a melhorar a qualidade de sua abordagem, tornando as aulas de física mais agradáveis, motivadoras e interessantes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERTO GASPAR, Compreendendo a Física volume – 1 (Lançamento oblíquo de projéteis) Tópicos de física. Volume -1 Movimento parabólico em campo gravitacional uniforme. [Física conceitual 12º Edição] Capítulo 10, movimento de projéteis e de satélites.

AUSUBEL, NOVAK & HANESIAN 1980. AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. Psicologia Educacional. Trad. Eva Nick e outros. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980

AUSUBEL 1982. AUSUBEL, D. P. A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 1982

BNCC [online]. Disponível em: [https://www. BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site](https://www.BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site)>. Acesso em 21 nov.2019

CORRÊA 2004. CORRÊA, C. H. W. Comunidades Virtuais gerando identidades na sociedade em rede. Disponível em:. Acesso em: 03 Out. 2004

COX, K. K.. Informática na Educação Escolar. Campinas: Autores Associados, 2003. 124p  
MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da Física. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v.24, n.2, p. 77-86, jun. 2002.

LÉVY, P, As tecnologias da Inteligência. Trad. Carlos Irineu da Costa. Rio de Janeiro: Ed. 34, 1993. 208 p.

LÉVY, P. Cibercultura. São Paulo: Loyola, 1999

MACEDO 2009. MACÊDO, J. A.. Simulações computacionais como ferramenta auxiliar ao ensino de conceitos básicos de eletromagnetismo: Elaboração de Um Roteiro de Atividades para Professores do Ensino Médio. 2009. 136 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Belo Horizonte.

MACHADO 2006, TEXTOS DE APOIO AO PROFESSOR DE FÍSICA. IF-UFRGS  
MACHADO, M. A. & OSTERMANN, F. v.17 nº.6, 2006

PHET 2019, PHET - |Simulações Interativas, Universidade do Colorado, <http://phet.colorado.edu> .( Ultimo acesso em 10/11/2019 )

TAVARES 2008. TAVARES, R. Animações interativas e mapas conceituais: uma proposta para facilitar a aprendizagem significativa em ciências. Revista online Ciência & Cognição, v.13, n.2, p.99-108, 2008.

TAVARES 2010. TAVARES, R. Aprendizagem Significativa, codificação dual e objetos de aprendizagem, Revista Brasileira de Informática na Educação, v.18, n. 2, p 5-16, 2010.