



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA  
(POLO 58 - UFRPE)

LANÇAMENTO DE PROJÉTEIS COM A AJUDA DO SIMULADOR INTERATIVO  
PHET: MOTIVANDO COM FOGUETES DE GARRAFAS PET.

Manoel Almeida Souto

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal Rural de Pernambuco, no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), polo 58-UFRPE, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:  
Prof. Dr. Antonio Carlos da Silva Miranda

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Sistema Integrado de Bibliotecas  
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

S7281

Souto, Manoel Almeida Souto

LANÇAMENTO DE PROJÉTEIS COM A AJUDA DO SIMULADOR INTERATIVO PHET: MOTIVANDO COM FOGUETES DE GARRAFAS PET. / Manoel Almeida Souto Souto. - 2022.  
64 f.

Orientador: Antonio Carlos da Silva Miranda.  
Inclui referências e apêndice(s).

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Física (PROFIS), Recife, 2023.

1. Ensino de Física. 2. lançamento de Projéteis. 3. Abordagem 3MP. I. Miranda, Antonio Carlos da Silva, orient. II. Título

CDD 530

---

LANÇAMENTO DE PROJÉTEIS COM A AJUDA DO SIMULADOR INTERATIVO  
PHET: MOTIVANDO COM FOGUETES DE GARRAFAS PET.

Manoel Almeida Souto

Orientador:  
Antônio Carlos da Silva Miranda

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal Rural de Pernambuco, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), polo 58-UFRPE, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada por:

---

Prof. Dr. Antonio Carlos da Silva Miranda  
UFRPE - Presidente

---

Prof. Dr. Antônio José da Cruz Filho  
UNICAP – Membro Titular Externo

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Énery Gislayne de Sousa Melo  
UFRPE – Membro Titular Interno

Recife,  
dezembro de 2023

Dedico esta dissertação a toda minha família por todo apoio, em especial à minha esposa Maria das Dores Silva Souto e aos meus pais (*In memoriam*).

## **Agradecimentos**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e à Sociedade Brasileira de Física (SBF), pela oferta, em conjunto, do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, possibilitando a capacitação em nível de mestrado, em pleno exercício da profissão, de professores atuantes no ensino da Física na educação básica. Em especial, ao meu orientador, Antonio Carlos da Silva Miranda por toda disponibilidade e ajuda do início ao fim deste projeto. Aos meus colegas de turma Aduino, João, Marcos Felipe, Vinícius, Guilherme, Magdiel, Geraldo e Felipe Batista pelas conversas ao longo do curso e por terem me ajudado a superar muitos obstáculos. Aos meus irmãos Armando Souto, Marcos Souto, Vilma Souto, Zenaide Souto, Marinalva Santos e Amara Souto da Silva (sempre na memória). Aos professores Jairo Rocha, Sara Cristina pelo incentivo durante o curso. Ao Professor Klênio que me abriu as portas da Escola Técnica Estadual Central Barreiros, na qual foi aplicado meu Produto Educacional.

## RESUMO

### LANÇAMENTO DE PROJÉTEIS COM A AJUDA DO SIMULADOR INTERATIVO PHET: MOTIVANDO COM FOGUETES DE GARRAFAS PET.

Manoel Almeida Souto

Orientador:

Antônio Carlos da Silva Miranda

Resumo da Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal Rural de Pernambuco, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), polo 58-UFRPE, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Essa proposta visa a ser um material auxiliar para o ensino de Lançamento de Projéteis, com o auxílio do simulador interativo PHET, com vistas a auxiliar o professor na construção de uma aprendizagem significativa, fazendo com que o estudante deixe o estado de passividade e se torne agente construtor de seu conhecimento.

O objetivo geral dessa proposta é o acompanhamento da aplicação de uma sequência com vistas à aprendizagem significativa. A sequência trabalhada é uma abordagem 3MP, que visa à articulação entre a temática freireana e o ensino de Ciências por investigação, forma alternativa e inovadora de ensino, no qual o professor pode seguir as instruções propostas, porém sem deixar de introduzir elementos relacionados às condições locais e regionais.

Abordada inicialmente por Delizoicov (1982,1983), promove a transposição da educação de Paulo Freire para o espaço da educação formal. Essa abordagem tem três etapas a saber: Problematização Inicial, Organização do conhecimento e Aplicação do conhecimento que serão detalhadas no desenvolvimento desse trabalho.

O referencial teórico para alcançar os objetivos apresentados é a Teoria da Aprendizagem Significativa, de David Ausubel, em conjunto com Teoria de Novak.

Palavras-chave: Ensino de Física, lançamento de Projéteis, Abordagem 3MP.

## ABSTRACT

Launching Projects with the Help of the PHET Interactive Simulator:  
Motivating with Pet Bottle Rockets.

Manoel Almeida Souto

Supervisor:  
Antônio Carlos da Silva Miranda

Abstract of Master's Dissertation presented to the Professional Graduate Program in Physics Teaching at the Federal Rural University of Pernambuco, in the Professional Master's Course in Physics Teaching (MNPEF), *Campus 58-UFRPE*, as part of the necessary requirements to obtain the title of Master in Physics Teaching.

This proposal aims to be an auxiliary material for the teaching of Projectile Launching, with the help of the PHET interactive simulator, with a view to helping the teacher in the construction of a meaningful learning, making the student leave the state of passivity and become knowledge building agent.

The general objective of this proposal is the monitoring of the application of a sequence with a view to meaningful learning. The sequence worked is a 3MP approach, which aims at the articulation between the Freirean theme and the teaching of Sciences by investigation, an alternative and innovative way of teaching, in which the teacher can follow the proposed instructions, but without failing to introduce elements related to the conditions local and regional.

Initially approached by Delizocoiv (1982,1983), it promotes the transposition of Paulo Freire's education to the space of formal education. This approach has three stages, namely: Initial Problematization, Knowledge Organization and Knowledge Application, which will be detailed in the development of this work.

The theoretical framework to achieve the objectives presented is the Theory of Meaningful Learning, by David Ausubel.

Keywords: Physics education, projectile launch, 3MP approach

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa conceitual da Aprendizagem Significativa .....	18
Figura 2 – Mapa conceitual dos três Momentos Pedagógicos.....	22
Figura 3 – Mapa conceitual da Aprendizagem Significativa de Novak.....	27
Figura 4 - Mapa conceitual do Lançamento de Projéteis.....	29
Figura 5 – Esquema do experimento de Aristóteles .....	29
Figura 6 – Corpos soltos com e sem resistência do ar.....	31
Figura 7 – Queda livre de um corpo a partir do repouso.....	34
Figura 8 – Proporções de Galileu.....	35
Figura 9 - Lançamento vertical.....	36
Figura 10- Lançamento horizontal.....	37
Figura 11- Lançamento oblíquo.....	38
Figura 12 – Decomposição nos eixos ortogonais .....	39
Figura 13 - Alcance no lançamento oblíquo.....	42
Figura 14 – Cena do vídeo 1: Determinação máxima.....	43
Figura 15- Cena do vídeo 2: Determinação do alcance.....	44
Figura 16 – Utilizando o simulador PHET.....	45
Figura 17 - Laboratório (construção de foguetes1) .....	46
Figura 18 – Laboratório (construção de foguetes 2) .....	46
Figura 19 – Lançamento de foguetes.....	47

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Periódicos pesquisados.....	15
Quadro 2 - Organização das atividades propostas nos 3MP.....	23
Quadro 3 – Detalhamento das atividades investigativas.....	23
Quadro 4 – Competências a serem desenvolvidas.....	27
Quadro 5 – Descrição dos momentos.....	51
Quadro 6 – Diagnosticando os conhecimentos prévios.....	52
Quadro 7 – Questionário após a intervenção didática.....	54



## LISTA DE SIGLAS

BNCC-EM	Base Nacional Comum Curricular – Ensino Médio
3MP	Três Momentos Pedagógicos
PNE	Plano Nacional de Educação

## Sumário

Capítulo 1- Introdução	11
Capítulo 2 - A Pesquisa em ensino de Física: Foguetes de garrafas pet (conceito, construção e lançamento).	17
Capítulo 3 – Fundamentação Teórica (Educacional)	16
3.1 Teoria da aprendizagem significativa.	16
3.2 Os Três Momentos Pedagógicos	20
3.3 Quadro geral da organização das atividades investigativas com base nos Três Momentos Pedagógicos.	22
3.4 Teoria da educação de Novak	23
3.5 Os mapas conceituais: uma técnica para a aprendizagem significativa	24
Capítulo 4 – Fundamentação Teórica (Física)	27
4.1 A teoria aristotélica do movimento	27
4. 2 Proporções da Galileu	33
4.3 Lançamento vertical	34
4.4 Lançamento horizontal	34
4.5 Equações do lançamento horizontal	35
4.6 Lançamento oblíquo	36
4.7 Equações do lançamento oblíquo	37
Capítulo 5 – Aplicação do produto educacional	38
Capítulo 6 - Resultados	49
Capítulo 7 - Conclusões e perspectivas	54
Referências bibliográficas	55
Apêndice A - O produto educacional	56
Referências bibliográficas	61
Apêndice B - Questionário:1º Momento pedagógico	63
Apêndice C - Questionário:2º Momento pedagógico	64
Referências bibliográficas	65

# Capítulo 1

## Introdução

Observando a inquietação e desmotivação por parte dos estudantes em sala de aula, fez com que eu pensasse em algo motivador, foi quando decidi trilhar pelas veredas da Astronomia, motivado pela Feira Nacional de Ciência e Tecnologia promovida pela Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte de componente curricular do curso de licenciatura em Física (EAD), cujo evento foi realizado na cidade de Barreiros-PE. Promovendo o protagonismo do aluno, com vistas à aprendizagem significativa, pretendo confeccionar referenciais teóricos, a partir de minha questão de pesquisa; “Como organizar uma proposta metodológica baseada nos três momentos pedagógicos para a aprendizagem do lançamento oblíquo?”, com vistas à experimentos relacionados a lançamentos de foguetes, explicando toda Física envolvida desde a confecção até o lançamento. Material este que poderá ser utilizado por outros professores de Ciências, com material destinado a alunos do Ensino Médio.

Quando trabalhamos com a abordagem 3MP, a qual articula a abordagem temática freireana e o ensino de Ciências por investigação, forma alternativa e inovadora de ensino, no qual o professor pode seguir as orientações e instruções propostas, porém sem deixar de introduzir elementos relacionados às condições locais e regionais do local em que esteja atuando. Abordada, inicialmente por Delizoicov (1982,1983), promove a transposição da concepção de educação de Paulo Freire para o espaço da educação formal. Constitui-se de três etapas que são: Problematização Inicial, Organização do Conhecimento e Aplicação do Conhecimento.

Utilizaremos também, como ferramenta de aprendizagem, os mapas conceituais propostos por Novak (Novak, 2000). Eles surgiram da teoria de Educação de Novak, que dedica grande parte da sua teoria ao conceito da aprendizagem significativa e à facilitação desta aprendizagem por meio de duas estratégias instrucionais, o mapeamento conceitual e o epistemológico de Gowin. Ela decorre diretamente da teoria original de Ausubel e têm se mostrado muito útil, na prática para facilitar a Aprendizagem Significativa.

As teorias físicas se apresentam nas formas de propulsões, na de ar comprimido da energia potencial elástica, propulsão através da energia armazenada na mola contraída. Durante os experimentos foram coletados dados a respeito de fatores

como a velocidade inicial, altura máxima, distância percorrida. Dados estes que foram utilizados, com auxílio de métodos estatísticos.

A Teoria da Aprendizagem utilizada para facilitação da aprendizagem é a Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel, na qual, os conhecimentos prévios, interagem com o material potencialmente significativo de maneira substantiva e não arbitrária.

A partir do 2º do segundo momento da sequência didática que diz que uma vez trabalhadas as situações iniciais, aprofundar o conhecimento, levando-se em conta a diferenciação progressiva começando com aspectos mais gerais. Fizemos uma aula expositiva mostrando o comportamento das componentes vetoriais da velocidade no lançamento oblíquo.

Dando continuidade, apresentamos o programa PHET, o qual oferece simulações de ciência e matemática divertidas, gratuitas, interativas e baseadas em pesquisa. Trabalhamos o simulador interativo para lançamento de projéteis. Fizemos uma apresentação de situações-problema relacionadas ao lançamento oblíquo.

A partir do 3º momento da sequência didática, que diz que uma vez trabalhadas as situações iniciais, aprofundamos o conhecimento, levando-se em conta a diferenciação progressiva. Retomamos aos questionamentos iniciais, pontuando os conceitos que foram vistos, mostrando sua importância quando aplicado no cotidiano. Fizemos o lançamento de foguetes após a construção pelos próprios alunos.

Para efeito de investigação, o presente Dissertação, divide-se em quatro partes:

No capítulo 2, é apresentada uma revisão bibliográfica do tema no qual se insere a pesquisa. Para tanto, tomamos como base para a revisão bibliográfica os seguintes periódicos: Revista do Professor de Física e A Física na Escola, nas quais encontramos temas relacionados com a nossa pesquisa.

O capítulo 3, contém a fundamentação teórico-educacional. Nosso referencial teórico é Ausubel e sua teoria da Aprendizagem Significativa. Uma teoria cognitivista, ou seja, que está relacionada com os processos de assimilação, transformação, organização e armazenamento da informação envolvida na estrutura cognitiva do indivíduo.

No capítulo 4, temos a referência teórico-físico no qual o tema “Lançamento de Projéteis” é abordado o comportamento das componentes vetoriais da velocidade no

lançamento oblíquo, as equações correspondentes, culminando com o lançamento de foguetes a partir de determinados ângulos

No capítulo 5, apresentamos aplicação do produto educacional, realizada entre os dias 02 e 23 de maio em turma do 1º ano do Ensino Médio da Escola Técnica Estadual Central Barreiros, localizada na Massa Falida, município de Barreiros-PE. Que nasceu do diálogo entre os conhecimentos prévios dos alunos, os Três Momentos Pedagógicos de Delizoicov e os mapas conceituais de Novak.

No capítulo 6, estão os dados coletados durante a aplicação da sequência didática, bem como, os resultados e conclusões oriundas das análises desses dados com base na Teoria da Aprendizagem.

## Capítulo 2

### A Pesquisa em ensino de Física: Foguetes de garrafas pet (conceito, construção e lançamento).

O estudo da Cinemática, especificamente Lançamento de Projéteis é matéria de pesquisa no ensino de física desde há algum tempo.

Quadro 1 - Periódicos pesquisados

Periódicos	Ano de publicação	Número de artigos Lançamento de foguetes	Referência do(s) artigo(s)
A Física na Escola	2017	02	Negreiros, S. Proposta para o lançamento de garrafa pet utilizando uma base automatizada. 2017
Revista do Professor de Física	2021	01	Sitiko, Canalle, “Foguetes de garrafas pet: Conceito, onstrução, lançamento e procedimento de segurança” 2021.

Como podemos ver na tabela, encontramos dois artigos na revista “A Física na Escola”, o primeiro intitulado “Proposta para o lançamento de garrafa pet utilizando uma base automatizada” (NEGREIROS, 2017), no qual a autora investiga o aprendizado da Cinemática interagindo com o discente. Ela afirma:

A prática é o método mais eficaz de expor o conteúdo teórico e captar a atenção do aluno, assim como despertar questionamentos. (NEGREIROS, 2017),

O lançamento de foguetes de garrafa PET torna-se um dos principais métodos adotados, pois consegue proporcionar o estudo do lançamento curvilíneo de projéteis, das leis de Newton e de momento linear, além de introduzir conceitos como a resistência do ar. Neste trabalho, a autora apresenta um meio alternativo, eficaz, com materiais acessíveis e técnicas básicas para a construção de uma base de lançamento

para foguete de garrafas PET. Com o acionamento eletromecânico pode-se garantir a segurança e a estabilidade do lançamento na montagem. Utilizou-se um circuito com arduino e variação angular em arco, assim, garante-se que o estudo do lançamento **curvilíneo** não seja restrito apenas ao usual ângulo de  $45^\circ$ .

O segundo artigo, visou à construção de um manual para a construção de foguete de garrafas PET: (SITKO, CANALLE *et al.*, 2021). Neste trabalho, o aluno constrói e experimenta buscando o protagonismo, e tem o fato de estar relacionado à astronomia e à aeronáutica, que abre espaço para estudos científicos em Física, como a cinemática e dinâmica e outros temas, conforme o contexto educativo, além de oferecer comparações com foguetes profissionais, conceitos científicos podem ser indicados para trabalho de sala de aula.

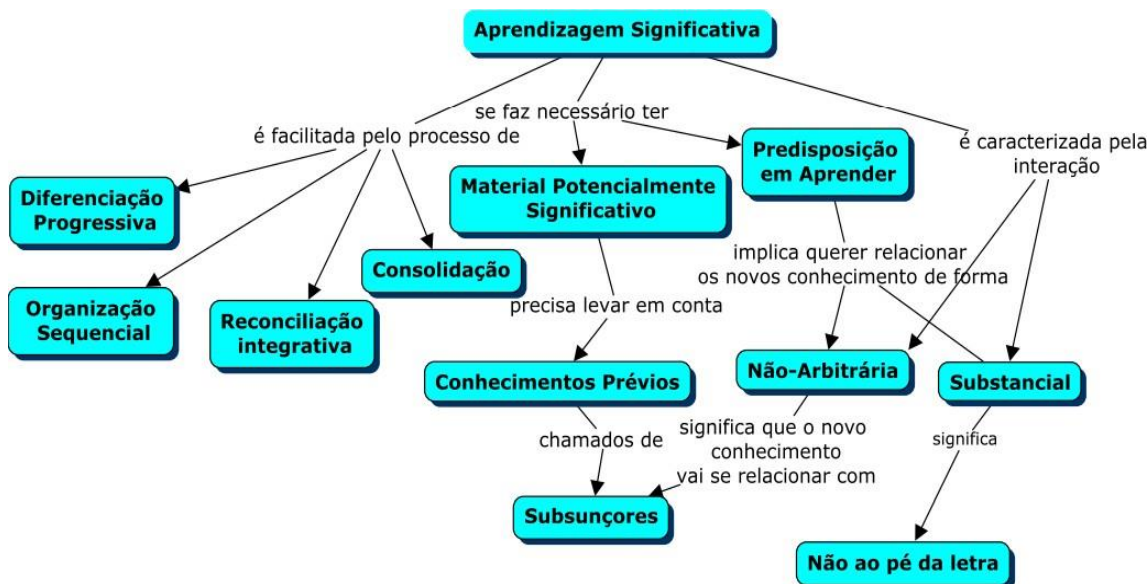
Na revista “Revista do Professor de Física” encontramos um artigo intitulado “Lançamento de Projéteis de Brinquedo: modelagem matemática e experimentação investigativa” (MELO, MOREIRA *et al.*, 2021), Neste artigo, os autores partem do fato de que o estudo de lançamento de projéteis está baseado numa forma teórica simplificada, isto é, uma partícula se move em duas dimensões e não está sujeita a efeito da resistência do ar, assim eles apresentam uma proposta experimental simples, isto é, o modelo padrão sem resistência do ar e um outro modelo sujeito à força de arrasto. Para o primeiro modelo, utiliza-se a cinemática vetorial. No segundo, as equações são desenvolvidas a partir das leis de Newton. Dessa forma são obtidas expressões para o alcance dos projéteis em função do ângulo de lançamento e para o segundo modelo acrescenta-se o coeficiente de resistência do ar. Essa proposta também envolve a utilização de brinquedos de baixo custo, por sinal, muito interessante, pois os estudantes são levados a questionar a validade do modelo sem a resistência do ar, depois que analisaram os resultados com a resistência do ar.

## Capítulo 3

### Fundamentação Teórica (Educativa)

#### 3.1 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Figura 01 – Mapa Conceitual da Aprendizagem Significativa



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Para David Ausubel (Moreira, 1994), estudioso da teoria cognitivista da assimilação ou teoria da aprendizagem significativa, seu conceito central procura explicar os mecanismos internos que ocorrem na mente humana com relação ao aprendizado e à estruturação do conhecimento onde buscamos ensinar física com a aprendizagem prévia dos alunos, utilizando o seu cotidiano num processo no qual uma nova informação está relacionada, de maneira não arbitrária e não-literal, a um aspecto relevante a da estrutura cognitiva do aluno. Moreira diz que:

“O aluno já detém conhecimento, independentemente de sua escolaridade, e à medida que o novo conteúdo é incorporado às suas estruturas de conhecimento ele adquire significado para o mesmo em relação ao conhecimento prévio, existente na sua estrutura cognitiva.” (Moreira, 1999,p.26).

Ausubel elaborou a teoria da aprendizagem significativa, que é uma teoria cognitivista, ou seja, que se relaciona com o processo de assimilação, transformação, organização e armazenamento da informação envolvidos na estrutura cognitiva do indivíduo.



Na teoria da aprendizagem significativa uma nova informação é assimilada de forma não arbitrária e não literal pelo subsunçor, que é o conhecimento específico que o aprendiz possui, conforme afirma Ausubel (1978):

“A essência do processo de aprendizagem significativa é que ideias simbolicamente expressas sejam relacionadas, de maneira substantiva (não literal) e não arbitrária, ao que o aprendiz já sabe, ou seja, a algum aspecto de sua estrutura cognitiva especificamente relevante (isto é, um subsunçor) que pode ser, por exemplo, uma imagem, um símbolo, um conceito ou uma proposição já significativa”. (AUSUBEL, 1978, p.41):

Muitas vezes, pensa-se que os subsunçores são apenas conceitos e até mesmo usa-se o termo conceitos subsunçores. Isso decorre da ênfase que Ausubel dava aos conceitos estruturantes de cada disciplina que deveriam ser identificados e ensinados aos alunos e que, uma vez aprendidos, significativamente, serviriam de subsunçores para novas aprendizagens significativas. Subsunçores seriam, então, conhecimentos prévios especificamente relevantes para a aprendizagem de outros conhecimentos, conforme afirma Moreira (2017):

“Uma das condições para a ocorrência da aprendizagem significativa, portanto, é que o material a ser aprendido seja relacionável (ou incorporável) à estrutura cognitiva do aprendiz, de maneira não arbitrária e não literal. Um material com essas características é dito potencialmente significativo. Esta condição implica não só que o material seja suficientemente não arbitrário em si, de modo que possa ser aprendido, mas também que o aprendiz tenha disponível em sua estrutura cognitiva os subsunçores adequados. A outra condição é que o aprendiz manifeste uma disposição para relacionar de maneira substantiva e não arbitrária o novo material, potencialmente significativo, a sua estrutura cognitiva”. (MOREIRA, 2017, p. 164)

Sobre o conceito de subsunçor, Moreira (2010) afirma que:

[...] à medida que o conhecimento prévio serve de base para a atribuição de significados à nova informação, ele também se modifica, ou seja, os subsunçores vão adquirindo novos significados, se tornando mais diferenciados, mais estáveis. São formados novos subsunçores que interagem entre si. Neste sentido a estrutura cognitiva está constantemente se reestruturando durante a aprendizagem significativa. O processo é dinâmico; o conhecimento vai sendo construído. (MOREIRA, 2010, p. 18)

Neste sentido, em se tratando da aprendizagem significativa, a ideia principal de teoria de Ausubel pode ser resumida na seguinte proposição: “

“Se tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um só princípio, diria o seguinte: o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe” (MOREIRA e ÖSTERMANN, 1999, p. 45)

Sob esta perspectiva, no que diz respeito às condições apontadas por Moreira (2011, p. 25), um aspecto relevante da teoria da aprendizagem significativa são os materiais utilizados durante processo de ensino aprendizagem de modo que venham a contribuir na construção de significados, por meio de um processo de interação e ancoragem da nova informação.

Na aprendizagem significativa a nova informação adquirida pelo aprendiz se relaciona de forma não arbitrária e não literal a uma estrutura do conhecimento específica que o aprendiz possui. Já na aprendizagem mecânica a nova informação encontra pouca ou nenhuma interação com a estrutura cognitiva do aprendiz. A nova informação é armazenada de forma arbitrária. Em contrapartida, como se pode perceber, é importante ressaltar que Ausubel não ignora a aprendizagem mecânica, ele a considera necessária quando o indivíduo está aprendendo algo novo, conforme Moreira e Masini afirmam:

“Uma resposta plausível é que a aprendizagem mecânica é sempre necessária quando um indivíduo adquire informações em uma área de conhecimento completamente nova para ele, isto é, 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 subsunções, ainda que poucos elaborados”. (MOREIRA e MASINI, 1982, p.10)

Ausubel criou, assim, o conceito de organizadores prévios em sua teoria da aprendizagem significativa. Para ele, tais organizadores prévios servem de ancoras para nova informação de modo que possam funcionar como suporte para desenvolver novos subsunções que servirão para a retenção de conhecimentos futuros. Segundo Moreira (2017, pag. 163), “Os organizadores prévios são materiais introdutórios apresentados antes do material a ser aprendido em si”.

Os conhecimentos da Física em inúmeras situações são repassados de forma mecânica para o aprendiz. Ostermann e Cavalcante (2010, p. 23) descrevem uma forma de se abordar o ensino de Física através de uma abordagem ausubeliana, em pelo menos quatro etapas fundamentais.

1. Determinar a estrutura conceitual e proposicional de matéria de ensino, organizando os conceitos e princípios hierarquicamente.

2. Identificar quais os subsunções que os alunos deveriam ter em sua estrutura cognitiva, para uma aprendizagem significativa sobre determinado conteúdo a ser ensinado. Pois é o aluno que atribui significados aos materiais de aprendizagem e os significados atribuídos podem não ser aqueles aceitos no contexto da matéria de ensino.

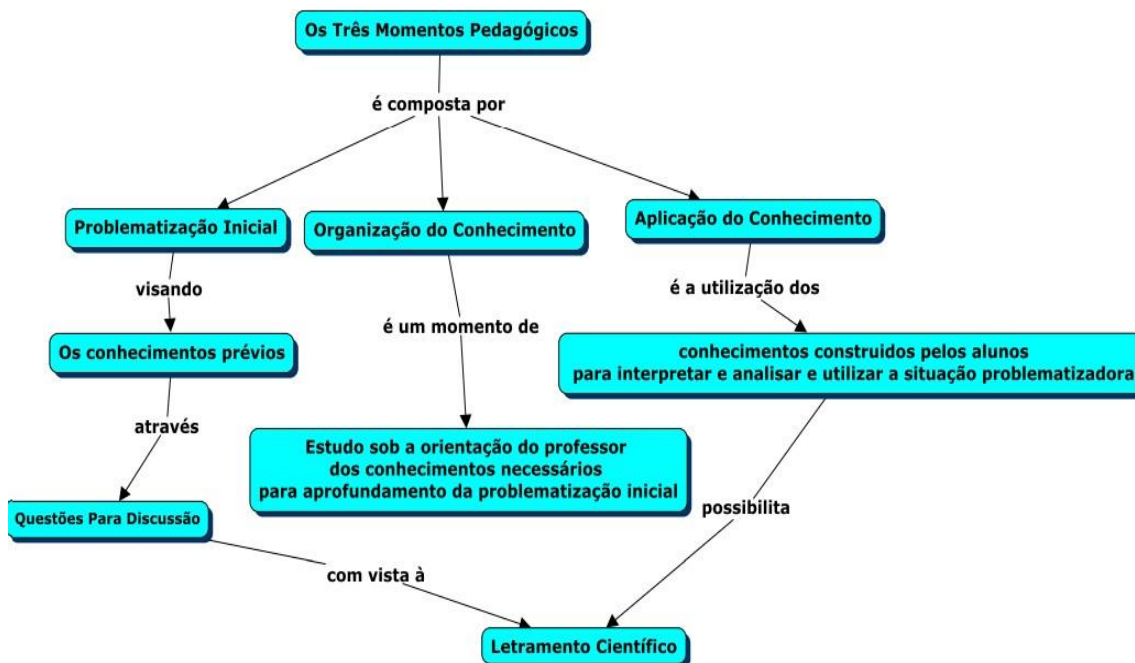
conforme afirma Moreira (2011):

**3.** Determinar entre os subsunçores relevantes, os que estão disponíveis na estrutura cognitiva do aluno. mas isso normalmente depende de um intercâmbio, de uma “negociação” de significados, que podem ser bastante demorada. (MOREIRA, 2011, p. 25)

**4.** Ensinar utilizando recursos e princípios que facilitem a assimilação da matéria por parte do aluno e a organização de sua própria estrutura cognitiva nessa área de conhecimentos, através da aquisição de significados claros, estáveis e transferíveis. Portanto, a teoria de Ausubel considera a importância dos conhecimentos adquiridos ao longo da vivência de mundo do indivíduo, para a construção de uma aprendizagem significativa em detrimento da aprendizagem mecânica, certo é que a aprendizagem significativa pode se apresentar como um importante suporte no ensino aprendizagem de Física.

## 3.2 OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS

Figura 02– Mapa Conceitual dos três momentos pedagógicos



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

O mapa acima mostra a estrutura dos três momentos pedagógicos proposta por Demétrio Delizoicov. Os momentos pedagógicos estruturam-se da seguinte maneira:

### *1º momento: Problematização inicial*

A problematização inicial visa a ligação dos conteúdos às situações do cotidiano do aluno. Segundo Delizoicov:

A problematização inicial visa à ligação desse conteúdo com situações reais que os alunos conhecem e presenciam, mas que não conseguem interpretar completa ou corretamente porque, provavelmente não dispõem de conhecimentos científicos suficientes. (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990a, p.29)

A partir da problematização inicial proposta por Delizoicov, podemos identificar em nossos alunos os conhecimentos prévios necessários à ancoragem dos novos conteúdos e a forma como estão postos na análise existencial das suas relações com o mundo, postas como obstáculos a serem superados.

### *2º momento: Organização do conhecimento*

Partindo dos conhecimentos levantados, a partir da problematização inicial, o professor os relaciona com o conhecimento a ser ensinado, anotando suas propriedades e definições, dessa forma, os conhecimentos prévios ancoram os novos conhecimentos. É importante ressaltar que nesse 2º momento os alunos terão a orientação do professor para desenvolverem atividades relacionadas ao tema abordado.

Do ponto de vista metodológico, para o desenvolvimento desse momento, o professor é aconselhado a utilizar as mais diversas atividades, como: exposição, formulação de questões, texto para discussões, trabalho extraclasse, revisão e destaque dos aspectos fundamentais, experiências. (DELIZOICOV, MUENCHEN, 2014a – p.8)

Tanto a utilização de experimentos com a orientação do professor, quanto o desenvolvimento de trabalhos de pesquisa realizados pelos alunos, serão essenciais, nesse momento, para construção do conhecimento científico, onde o estudante assumirá o protagonismo.

### *3º momento: Aplicação do Conhecimento*

Sabemos da importância do conhecimento para o ingresso nas universidades, mercado de trabalho, dentre outros. Contudo, é importante ressaltar sua aplicação no cotidiano. Dessa forma, o aluno compreende mais a ciência e sua importância, mudando suas concepções, tendo opinião própria, tornando-se um ser crítico. Segundo Demétrio Delizoicov, a aplicação do conhecimento:

Destina-se, sobretudo, a abordar sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram o seu estudo, como outras situações que não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, mas que são explicadas pelo mesmo conhecimento. Desta forma, “pode-se evitar a excessiva dicotomização entre processo e produto, física de ‘quadro-negro’ e física da vida. (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990a, p. 31)

Os três momentos pedagógicos de Delizoicov têm como referência os trabalhos de Paulo Freire, que buscam a transformação social e cultural a partir da educação. Nesta perspectiva, o conhecimento científico deve servir para transformar sujeitos passivos em ativos, visões mecânicas em visões críticas, tornando-os agentes transformadores a partir da alfabetização científica, onde esse conhecimento pode fazer diferença na vida

de cada um e na sua comunidade.

### 3.3 QUADRO GERAL DA ORGANIZAÇÃO DAS ATIVIDADES INVESTIGATIVAS COM BASE NOS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS.

Quadro 2 – Organização das atividades investigativas

Problematização inicial	Organização do conhecimento	Aplicação do conhecimento
Apresentar para os alunos do 1º ano referenciais teórico-práticos com vistas à aprendizagem significativa, fazendo com que o estudante deixe o estado de passividade e se torne agente construtor de seu conhecimento. Os experimentos são relacionados à lançamento de foguetes e problematizar as seguintes questões: qual a física envolvida desde a confecção até o lançamento? Quais as equações?	<p>Conceito a ser trabalhado: Lançamento de Projéteis.</p> <p>Atividade experimental investigativa: Qual a trajetória descrita pelo foguete? Qual a influência da resistência do ar? Qual a forma de propulsão? Com serão calculadas altura máxima e distância percorrida?</p>	<p>Devem ser privilegiadas duas finalidades:</p> <p>Inicialmente, destina-se à utilização dos conhecimentos construídos pelos alunos para interpretar as situações problematizadas inicialmente, procurando delimitar o grau de compreensão conseguido para as mesmas; ao mesmo tempo, esta etapa deve ser um espaço de exploração de novas situações, preferencialmente vinculadas à vivência cotidiana dos alunos, e que possam ser compreendidas e explicadas utilizando-se basicamente do mesmo conjunto de conhecimentos físicos (conceitos, modelos, leis e teorias), desenvolvidos nas aulas. Nos dois casos pode-se ter, ao final das discussões, elementos que suscitem e/ou indiquem a necessidade de aprofundamento dos estudos, abrindo-se para nova temática, ou seja, para o desenvolvimento de uma nova problematização inicial.</p>

### 3.4 QUADRO DETALHADO DA ORGANIZAÇÃO DAS ATIVIDADES INVESTIGATIVAS COM BASE NOS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS.

Quadro 3 – detalhamento da organização das atividades investigativas com base nos Três Momentos Pedagógicos

SEQUÊNCIA DIDÁTICA	
MOMENTOS	ATIVIDADES
1º MOMENTO:  Problematização inicial e análise das informações	<p>Apresentar aos alunos os seguintes questionamentos:</p> <p>Aula 1. Apresentar aos alunos 2 vídeos relacionados ao lançamento oblíquo.</p> <p>Aula 2. Diagnosticar o conhecimento prévio por meio de um questionário básico acerca do movimento de projéteis.</p> <p>Base para o planejamento: Analisar os conhecimentos prévios dos alunos.</p>

<p>2º MOMENTO:</p> <p>Organização do conhecimento e planejamento da aula.</p>	<p>Conteúdo a trabalhar: Lançamento de Projéteis</p> <p>Aula 3. 1. Fazer um levantamento do material para mostrar o comportamento das componentes vetoriais da velocidade no lançamento oblíquo.</p> <p>2. Atividade de simulação: Apresentar o programa- simulador PHET.</p> <p>3. Observações e conclusões:</p> <p>Mostrar a importância dos conhecimentos prévios e do programa-simulador PHET para o processo de ensino e de aprendizagem e socialização da apropriação dos conhecimentos pelos demais alunos.</p> <p>Aula 4. Confeção no laboratório dos foguetes de garrafas pet.</p>
<p>3º MOMENTO:</p> <p>Aplicação do conhecimento e a prática do conhecimento no cotidiano</p>	<p>Aula 5. Retomar aos questionamentos iniciais, pontuando os conceitos que foram vistos, mostrando sua importância quando aplicado no cotidiano.</p> <p>Aula 6. Lançamento de foguetes após a construção pelos próprios alunos.</p> <p>Aula 7. Mostrar aos alunos o que é um mapa conceitual e como construí-lo</p> <p>Aula 8. Elaboração de um mapa conceitual, para avaliarmos os grupos.</p>

### 3.5 TEORIA DA EDUCAÇÃO DE NOVAK

Acreditamos na aprendizagem significativa pois concordamos quando Novak (2000, p. 13) cita que ela é uma aprendizagem subjacente à integração construtiva do pensamento, dos sentimentos e das ações que levam à capacitação humana quanto ao compromisso e à responsabilidade. Ou seja, o estudante deve agregar significado naquele conhecimento que escolheu aprender significativamente, para sua vivência, de forma que envolva seus sentidos. De acordo com Novak

A construção de significados envolve o pensamento, o sentimento e a ação, e todos estes três aspectos devem ser integrados na nova aprendizagem significativa e, especialmente, na criação de novos conhecimentos. (NOVAK, 2000, p. 9)

Assim, segundo o autor, a aprendizagem significativa dá-se quando o aluno escolhe relacionar novas informações com as ideias que já conhece. (NOVAK, 2000, p. 19), envolvendo a interação que ocorre entre uma nova informação e a estrutura cognitiva do aprendiz a partir de um conhecimento específico, que Ausubel define como

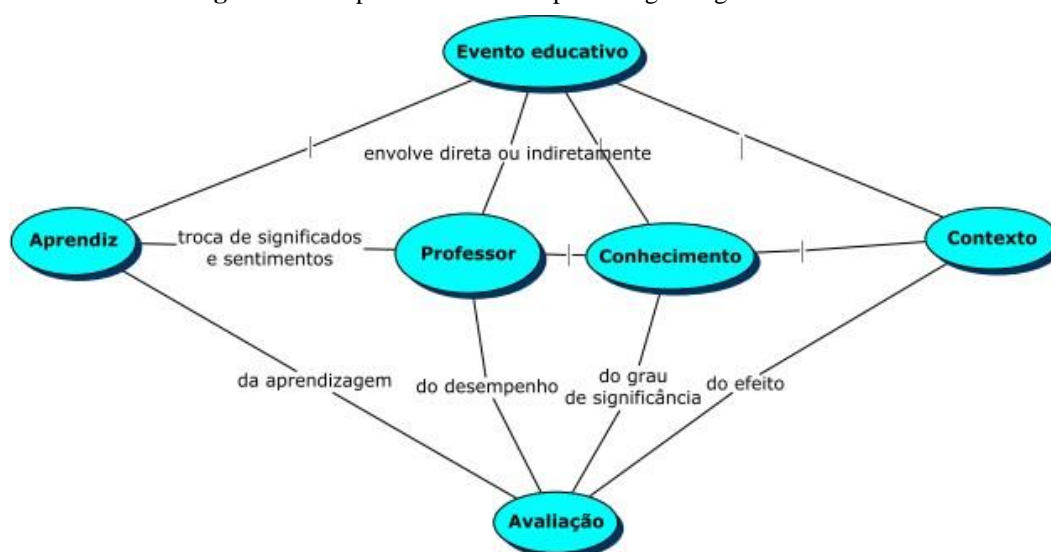
subsunção, que nada mais é do que um conhecimento prévio, um conceito, ou até uma proposição pré-existente na estrutura cognitiva do aprendiz. Porém, o ato de aprender, de educar, é algo complexo, como define Novak em sua tese de 1977:

A Educação, em qualquer âmbito, é um esforço humano muito complexo; existem mais formas de fazer mudanças que serão prejudiciais ou de pouco valor, do que formas de fazer melhoramentos construtivos na educação. (NOVAK, 1977, p. 8)

Assim, como os conhecimentos prévios são necessários para um melhor aprendizado de novos conhecimentos, a aprendizagem significativa requer alguns requisitos necessários à sua aplicação com eficácia. De acordo com o Novak:

1. Conhecimentos anteriores relevantes: ou seja, o formando deve saber algumas informações que se relacionem com as novas, a serem apreendidas de forma não trivial.
2. Material significativo: ou seja, os conhecimentos a serem apreendidos devem ser relevantes para outros conhecimentos e devem conter conceitos e proposições significativos.
3. O formando deve escolher aprender significativamente. Ou seja, o formando deve escolher, consciente e intencionalmente, relacionar os novos conhecimentos com outros que já conhece de forma não trivial. (NOVAK, 2000, p. 19).

**Figura 03**– Mapa Conceitual da aprendizagem significativa de Novak



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

### 3.2 Os mapas conceituais: uma técnica para a aprendizagem significativa

Os Mapas conceituais são representações gráficas semelhantes a diagramas, que indicam relações entre conceitos mais abrangentes até os menos inclusivos e são utilizados para auxiliar a ordenação e a sequenciação hierarquizada dos conteúdos de ensino, de forma a oferecer estímulos adequados ao aluno. Servem como instrumentos



para facilitar o aprendizado do conteúdo sistematizado em conteúdo significativo para o aprendiz.

Eles surgiram da teoria de Educação de Novak, que dedica grande parte da sua teoria ao conceito da aprendizagem significativa e à facilitação desta aprendizagem por meio de duas estratégias instrucionais, o mapeamento conceitual e o epistemológico de Gowin. Ela decorre diretamente da teoria original de Ausubel e têm se mostrado muito útil, na prática para facilitar a aprendizagem significativa.

Ausubel sustenta o ponto de vista de que cada disciplina acadêmica tem uma estrutura articulada e hierarquicamente organizada de conceitos que constitui o sistema de informações dessa disciplina. [...] Esses conceitos estruturais podem ser identificados e ensinados ao estudante, constituindo para ele um sistema de processamento de informações, um verdadeiro mapa intelectual que pode ser usado para analisar o domínio particular da disciplina e nela resolver problemas (MOREIRA e MASINI, 2006, p. 42).

Os mapas conceituais têm por objetivo representar relações significativas entre conceitos na forma de proposições. Uma proposição é constituída de dois ou mais termos conceituais unidos por palavras para formar uma unidade semântica (NOVAK; GOWIN, 1996). São instrumentos que permitem descobrir as concepções de um conceito, ilustradas por uma frase ou imagem.

No quadro abaixo colocamos as competências que devem ser desenvolvidas pelos alunos (Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio), quando da utilização da sequência didática que tem como enfoque a construção de uma sequência didática baseada nos três momentos, que tem como objetivo favorecer a ocorrência da aprendizagem significativa dos conceitos relativos ao lançamento de projéteis.

Quadro 04- Competências a serem desenvolvidas

<b>Investigação e compreensão</b>	
Ler, articular e interpretar símbolos e códigos em diferentes linguagens e representações: sentenças, equações, esquemas, diagramas, tabelas, gráficos e representações geométricas.	<ul style="list-style-type: none"><li>• compreender que tabelas, gráficos e expressões matemáticas podem ser diferentes formas de representação de uma mesma relação, com potencialidades e limitações próprias, para ser capaz de escolher e fazer uso da linguagem mais apropriada em cada situação, além de poder traduzir entre si os significados dessas várias linguagens.</li></ul>
<b>Representação e Comunicação</b>	

Identificar fenômenos naturais ou grandezas em dado domínio do conhecimento científico, estabelecer relações; identificar regularidades, invariantes e transformações.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar regularidades, associando fenômenos que ocorrem em situações semelhantes para utilizar as leis que expressam essas regularidades na análise e previsões de situações do dia-a-dia.</li> </ul>
--	--

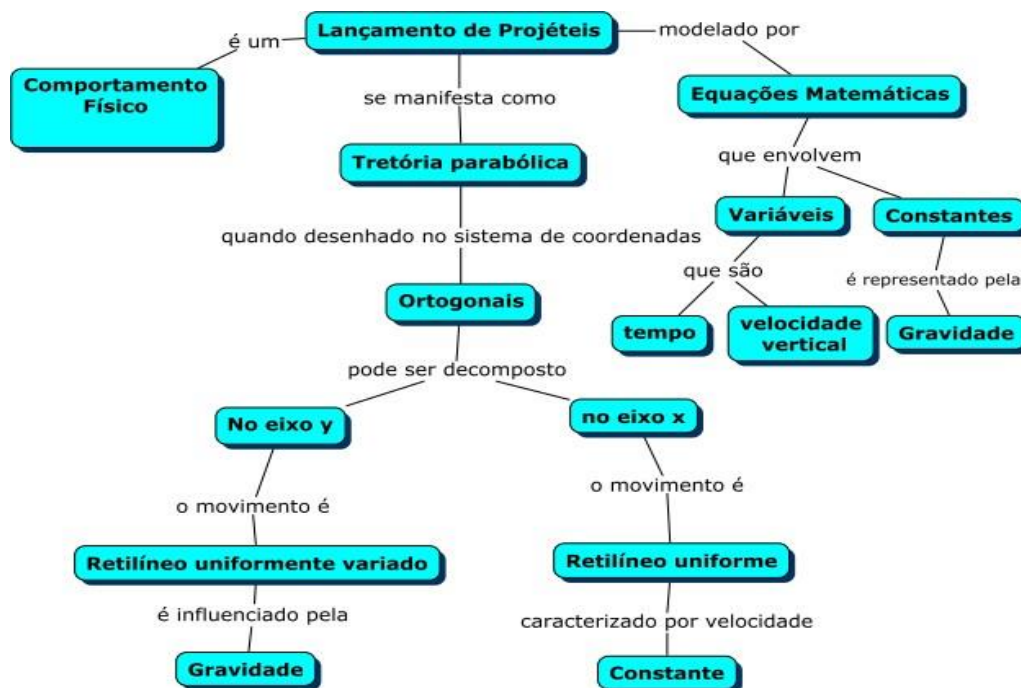
### **Contextualização histórico e social.**

Compreender o conhecimento científico e o tecnológico como resultados de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• compreender a construção do conhecimento físico como um processo histórico, em estreita relação com as condições sociais, políticas e econômicas de uma determinada época. Compreender, por exemplo, a transformação da visão de mundo geocêntrica para a heliocêntrica, relacionando-a às transformações sociais que lhe são contemporâneas, identificando as resistências, dificuldades e repercussões que acompanharam essa mudança.</li> </ul>
--	---

## Capítulo 4

### Fundamentação Teórica Física

Figura 04– Mapa Conceitual do lançamento de projéteis



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

#### 4.1 A teoria aristotélica do movimento

Na ciência física medieval, imaginava-se existir uma diferença entre os objetos terrestres e os objetos celestes. Acreditava-se que a matéria terrestre era composta por uma mistura de quatro elementos: Terra, Água, Ar e Fogo. Esses eram ou pesados ou leves, de acordo com a sua "natureza". Cada elemento possuía um lugar natural na região sublunar; esses lugares naturais eram esferas concêntricas, centradas no Centro do Universo. A Terra havia caído, há muito, para o Centro do Universo. No lugar mais alto, estaria a esfera do Fogo; abaixo, a esfera do Ar, depois da Água e, na posição mais baixa, a Terra, imaginava-se, também, que cada elemento deveria procurar o seu próprio lugar, ou seja, se o Fogo fosse colocado para abaixo de sua posição natural, tenderia a subir através do Ar: da mesma forma o Ar tenderia a subir através da Água. Assim, a cada uma das naturezas, compreendia um "Movimento natural". Os elementos pesados moviam-se em linha reta para baixo, ou seja, para o Centro do Universo.

Os pensadores greco-romanos acreditavam, ainda, que as estrelas, os planetas e os outros corpos celestes eram diferentes dos objetos terrestres. Imaginava-se que os corpos celestes eram formados por um quinto elemento, a quinta-essência. O movimento natural de objetos compostos deste elemento não era nem a queda nem a ascensão, mas sim uma revolução circular em torno do centro do universo. Embora em movimento, os corpos celestes estariam sempre nos seus lugares naturais. Logo, eles seriam diferentes dos objetos terrestres. Esta teoria foi aceita, também, pelo filósofo grego Aristóteles, no século IV A. C, como uma pedra chega ao chão mais depressa que uma folha, o peso determinava a velocidade de queda. Esse pensamento concordava com a ideia de que a causa da queda era a ida natural para o Centro do Universo. Quanto maior fosse o conteúdo "terra", maior seria a vontade para alcançar o lugar natural, desenvolvendo, então, uma maior velocidade de queda. Outro fator determinante da velocidade era a resistência do meio, ou seja, objetos caem mais devagar através da água do que do ar. Com isso, concluiu que a velocidade de queda seria obtida pelo quociente do peso pela resistência do meio. Juntas, essas consequências poderiam ser escritas, em notação moderna. Aristóteles discutiu o movimento violento, esse é o movimento não natural. Esse movimento acontece, quando o objeto é provocado por uma "força" e a velocidade desse movimento deveria crescer à medida que a "força" aumentasse. Segundo a teoria, "tudo que se move é movido", ou seja, puxado ou empurrado. Para que um movimento se mantivesse, era preciso "algo" em contato com o corpo, que o empurrasse ou puxasse. Era preciso identificar esse "algo". No caso do movimento violento - projétil, por exemplo - Aristóteles atribuiu ao meio - o ar - a capacidade de empurrar o corpo. No caso de uma pedra lançada, o movimento inicial seria proveniente de quem a atirou; esse movimento seria transmitido à camada de ar subjacente, que, então, empurraria a pedra e transmitiria movimento à camada seguinte e, assim, sucessivamente. O "poder" vai-se enfraquecendo, prevalecendo o movimento natural. Essas ideias foram criticadas durante a Idade Média Latina.

A Física desenvolvida por Aristóteles, conhecida como a Física do senso comum, pois é a Física que a maior parte das pessoas acredita e baseia seus raciocínios quanto à natureza.

Quanto ao movimento natural dos corpos Aristóteles observou que alguns corpos da Terra são leves e outros pesados, e atribuiu a essa propriedade como advinda

da proporção dos elementos de que era feito. Para ele todos os objetos terrestres eram constituídos de quatro elementos fundamentais: ar, terra, fogo e água.

A Terra sendo naturalmente pesada possuía um movimento natural descendente, o fogo por outro lado por ser leve possuía um movimento natural ascendente. Sendo assim os objetos eram leves ou pesados dependendo da proporção de matéria pesada ou leve de que era constituído. E seu movimento seria dependente dessa proporção.

Segundo Aristóteles o movimento natural de um corpo terrestre é retilíneo, para cima ou para baixo, ao longo de um vertical passando pelo centro terrestre e pelo observador. Quanto ao movimento de objetos observados que se movem de maneira diferente da descrita acima, como por exemplo, a de uma flecha que se desloca aparentemente numa direção horizontal; segundo ele, o movimento desses corpos é contrário à natureza do corpo e foi classificado como um movimento violento. Esse tipo de movimento somente ocorre se houver uma força que lhe imprime e mantém o movimento.

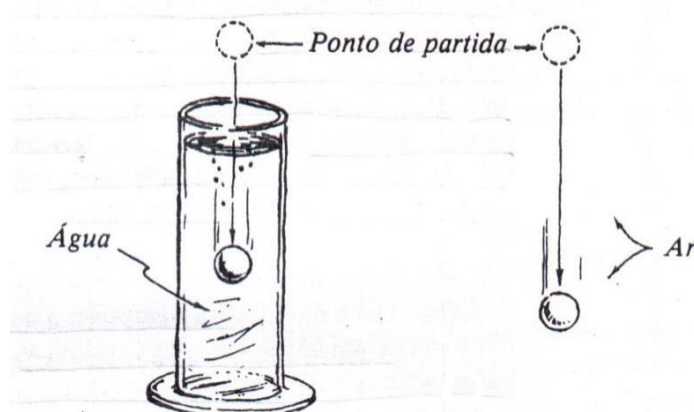
Quanto ao movimento de corpos celestes: as estrelas, os planetas e o Sol, movem-se em torno da Terra em círculos. Para Aristóteles os corpos celestes não são constituídos pelos mesmos elementos dos objetos terrestres, e sim por um quinto elemento chamado Éter, cujo movimento natural é circular, portanto o movimento circular que se observa dos corpos celestes é o movimento natural desses corpos.

Na visão de Aristóteles o Éter era uma substância incorruptível, enquanto que os quatro elementos formadores dos objetos terrestres eram sujeitos a alterações, ou seja, eram corruptíveis, considerando assim os corpos celestes como incorruptíveis enquanto que os corpos terrestres eram passíveis de mudanças de comportamentos. Os planetas, o Sol e as estrelas eram considerados corpos perfeitos, e durante séculos foram comparados a diamantes eternos em virtude de suas propriedades de imutabilidade. No entanto havia um corpo celeste no qual podia se detectar certa mudança de comportamento, a Lua, devido à sua grande proximidade da Terra.

Aristóteles constatou que havia dois fatores que eram de grande importância, em todo movimento, a força motriz (F) e a resistência (R). Segundo ele para haver movimento é necessário que  $F > R$ , e para essa verificação pode-se considerar a seguinte experiência: Usando duas bolas de aço, de mesmo tamanho, peso e forma, ambas são

soltas simultaneamente de uma mesma altura, uma em presença de ar e outra em presença de água. O experimento encontra-se esquematizado na figura 05, abaixo:

**Figura 05** – Esquema do experimento de Aristóteles



Disponível em: <https://www.ufjf.br/fisicaecidadania/ciencia-uma-construcao-humana/mentes-brilantes/aristoteles/>

Verifica-se com esse experimento que a velocidade da bola na presença de ar, é bem maior do que a bola em queda na presença de água. O experimento pode ser testado em diversos outros meios para fins de comparação, e o resultado pode ser escrito sob a forma de equação em que a velocidade é inversamente proporcional à resistência oferecida pelo meio,  $v \propto \frac{1}{R}$ ; ao repetir a experiência utilizando agora no lugar de ar, o azeite, verifica-se que a resistência oferecida pelo óleo é maior do que a resistência oferecida pela água, que por sua vez oferece uma resistência maior que a do ar.

Para se verificar a dependência da velocidade com o formato do corpo, pode-se recorrer novamente a um cilindro cheio de água, deixando cair simultaneamente de uma mesma altura, duas esferas, ambas de aço, uma pequena e uma grande. A bola maior, mais pesada, chega ao fundo primeiro; quanto ao tamanho, que pode influenciar, este seria prejudicial à bola maior. Novamente recorrendo a diversos meios verifica-se que a bola maior ganha mais velocidade sendo assim a velocidade é proporcional à força motriz ou combinando as duas equações obtidas,  $v \propto \frac{F}{R}$ , esta última equação conhecida como lei aristotélica do movimento. É claro que as equações não foram escritas por Aristóteles, pois isto se trata de um moderno processo de exprimir os resultados.

Para o resultado em que  $R = F$  a equação não leva ao resultado  $V = 0$ , ou seja, só é verdadeira quando  $F > R$ , sendo que essa consideração não serve como lei universal das condições de movimento.

Outro problema é o caso em que se considera dois objetos de mesmo tamanho, mesma forma, mas de pesos diferentes. Com base na lei aristotélica responde-se que ao deixar cair esses dois corpos através de um mesmo meio, por exemplo, água, o mais pesado chegaria primeiro, como no experimento seguinte: deixa-se cair dois objetos de mesmo tamanho e forma com pesos na razão 1 para 2, o que implica que a velocidade do objeto mais pesado, segundo a visão aristotélica, seria o dobro da do objeto mais leve. Implica ainda que o tempo de queda da bola mais pesada seria a metade do tempo de queda da bola mais leve, mas o que se verifica não é o esperado.

Hoje em dia, muitos ainda acreditam nessa forma de pensar com relação ao movimento dos corpos, pesquisas realizadas comprovam que mesmo quando aplicados em alunos que já cursaram este conteúdo na universidade, cerca de 25% destes ainda têm incorporadas concepções aristotélicas do movimento.

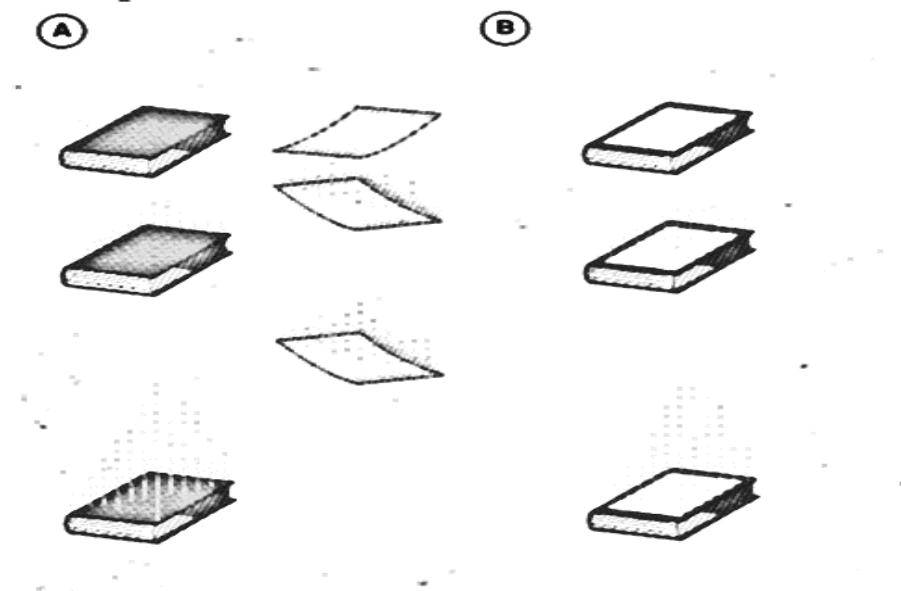
Quanto ao movimento da Terra, Aristóteles acreditava que esta permanecia em repouso, pois argumentava que se nosso planeta estivesse em movimento, um corpo arremessado verticalmente para cima não poderia retornar ao mesmo local de onde foi lançado, mas cairia ligeiramente afastado devido ao deslocamento sofrido pela Terra enquanto o corpo arremessado estivesse realizando o movimento de subida e descida. A interpretação correta desse fenômeno se deu somente mais tarde com os trabalhos de Galileu (COHEN, 1967).

Hoje, sabemos que todos corpos que se movimentam próximo à superfície da terra, sem contato com o solo, sujeitos apenas à atração gravitacional que ela exerce sobre eles, apresentam algo em comum: todos se movimentam com a mesma aceleração (aceleração da gravidade).

Isso significa que os corpos lançados obliquamente em relação ao solo não se movimentam em linha reta e com velocidade constante, mas sim descrevem uma trajetória curvilínea com a velocidade variável. Mesmo nos casos de lançamento vertical, com trajetórias retilíneas, a velocidade não é constante. No vácuo, todos os corpos soltos simultaneamente de uma mesma altura chegam ao solo ao mesmo tempo e com a mesma velocidade.

Até a época de Galileu, pensava-se que um corpo lançado obliquamente em relação ao solo movimentava-se em linha reta e com velocidade constante, devido ao seu ímpetus, até atingir a altura máxima quando o ímpetus acabava. Em seguida, o corpo caía verticalmente.

**Figura 06** – Corpos soltos com resistência do ar e sem resistência do ar

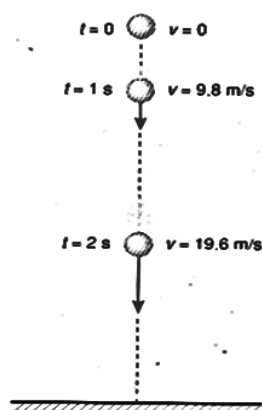


**Fonte:** Fonte: Carron e Guimarães (2006, p. 91)

De acordo com figura 06, a resistência do ar faz a folha cair mais devagar do que o livro. De acordo com figura 06 b, O livro elimina a ação da resistência do ar sobre a folha, e ambos caem ao mesmo tempo.

Queda livre de um corpo a partir do repouso. A velocidade é proporcional ao tempo de queda, aumentando 9,8 m/s a cada segundo de queda.

**Figura 07**– Queda livre de um corpo a partir do repouso



**Fonte:** Fonte: Carron e Guimarães (2006, p. 91)

De acordo com os dados, observamos que a velocidade aumenta de modo uniforme 9,8 m/s a cada segundo de queda, verticalmente e para baixo. Isso significa

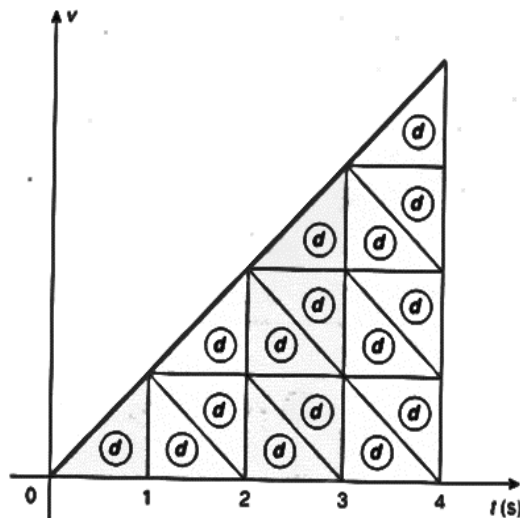


dizer que a aceleração durante a queda é constante. Ela é chamada de **aceleração da gravidade (g)**; em nosso planeta a sua intensidade é de aproximadamente  $9,8 \text{ m/s}^2$ , valor que normalmente é arredondado para  $10 \text{ m/s}^2$ .

#### 4.2 Proporções da Galileu

O gráfico da figura 08 mostra-nos a evolução da velocidade escalar no decorrer do tempo para um corpo em queda livre a partir do repouso, abandonado no instante  $t=0$

**Figura 08**– Proporções de Galileu



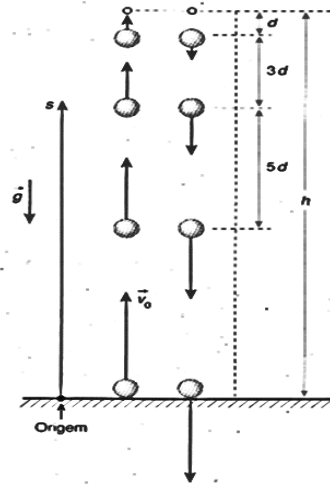
**Fonte:** Fonte: Carron e Guimarães (2006, p. 92)

Pelo gráfico, observa-se que, à medida que o tempo de queda livre um corpo aumenta, a velocidade desse corpo também aumenta, proporcionalmente, o mesmo número de vezes.

$$\frac{\Delta S_1}{1} = \frac{\Delta S_2}{3} = \frac{\Delta S_5}{5} = \frac{\Delta S_n}{2n - 1} \quad (3.1)$$

### 4.3 Lançamento vertical:

Figura 09– Lançamento vertical



Fonte: Fonte: Carron e Guimarães (2006, p. 94)

A diferença entre a queda livre a partir do repouso e o lançamento vertical reside nas condições iniciais. No lançamento vertical, a velocidade inicial não é nula, mas continua valendo a propriedade de que os corpos, sob a ação exclusiva da atração gravitacional, têm a mesma aceleração.

É fundamental a escolha da orientação da trajetória e a identificação dos sinais das grandezas envolvidas, de acordo com a orientação adotada.

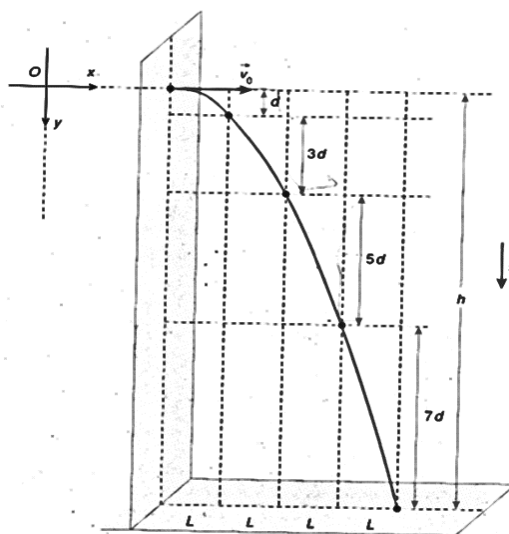
### 4.4 Lançamento horizontal:

Quando um lançado horizontalmente entra em queda, ele descreve uma trajetória parabólica até atingir o solo.

Na direção horizontal o movimento é uniforme, e na direção vertical é variado uniformemente.

A trajetória mostrada na figura 10 pode facilmente ser construída utilizando-se a composição de dois movimentos independentes.

**Figura 10**– Lançamento horizontal



Fonte: Carron e Guimarães (2006, p. 96)

#### 4.5 Equações do Lançamento horizontal:

- **Direção horizontal** (0x) – O movimento é retilíneo e uniforme, ou seja, a velocidade é constante e não-nula ( $v_x$ ). No movimento uniforme, a função é do tipo:

$$S = S_0 + Vt \quad (3.2)$$

- **Direção vertical** (eixo 0y) – O movimento é retilíneo acelerado uniformemente, ou seja, a velocidade aumenta uniformemente com o tempo e seu  $a$  é dado por

$$V_y = gt \quad (3.3)$$

A função horária do M.V.U é do tipo

$$S = S_0 + V_0t + \frac{at^2}{2} \quad (3.4)$$

Em relação à figura, temos:

$$y = +\frac{gt^2}{2} \quad (3.4)$$

Corpos situados á mesma altura, quando lançados horizontalmente ou abandonados no mesmo instante, chegam ao solo no mesmo instante. Combinando

$$x = V_0 t \quad (3.5)$$

e

$$y = \frac{gt^2}{2} \quad (3.6)$$

Temos:

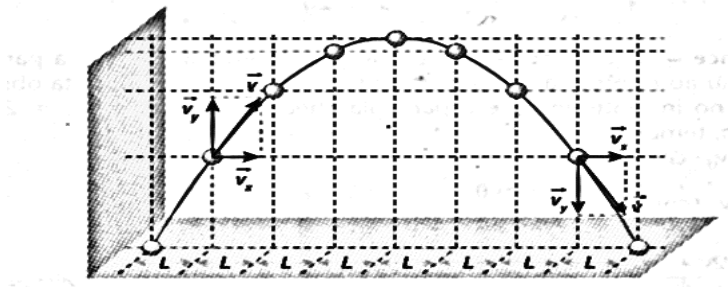
$$y = \frac{gx^2}{2V_0^2} \quad (3.7)$$

Temos:

A função é uma função do 2º grau, cuja representação gráfica no plano cartesiano é uma parábola. Portanto, a trajetória descrita por um corpo lançado horizontalmente é um trecho de parábola.

#### 4.6 Lançamento oblíquo:

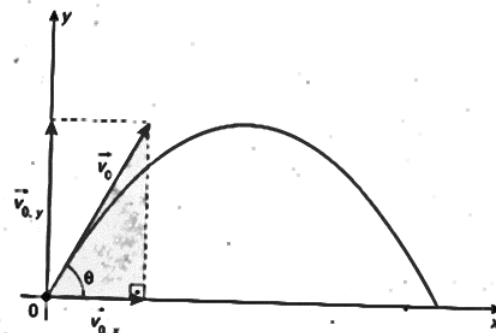
**Figura 11**– Lançamento oblíquo



**Fonte:** Fonte: Carron e Guimarães (2006, p. 99)

No estudo desse movimento, devemos relacionar a velocidade inicial e o ângulo de lançamento com o alcance e a altura máxima atingida por ele. Para isso, um método prático consiste em decompor o movimento em duas direções, horizontal e vertical.

**Figura 12**– Decomposição nos eixos ortogonais



**Fonte:** Fonte: Carron e Guimarães (2006, p. 98)

$$\cos\theta = \frac{V_{0x}}{V_0} \rightarrow V_{0x} = V_0 \cos\theta \quad (3.8)$$

e

$$\sin\theta = \frac{V_{0y}}{V_0} \rightarrow V_{0y} = V_0 \sin\theta \quad (3.9)$$

O campo gravitacional é vertical e, portanto, não influi no componente horizontal do movimento. Na horizontal, em intervalos de tempo iguais, a partícula lançada tem deslocamento iguais a (L). O Valor de L depende do módulo da componente horizontal da velocidade que é :

$$V_{0x} = V_0 \cos\theta \quad (3.10)$$

que foi imprimida à partícula e do intervalo de tempo que consideramos.

No movimento vertical (direção 0y), o componente vertical da velocidade tem valor inicial:

$$V_{0y} = V_0 \sin\theta \quad (3.11)$$

Diminui uniformemente até se tornar nulo, o que acontece no ponto de altura máxima. Em seguida, aumenta uniformemente até a partícula lançada atingir o solo. Portanto, temos na vertical um movimento retilíneo variado uniformemente.

- **Retardado**, do lançamento até o ponto de altura máxima;
- **Acelerado**, do ponto de altura máxima até o solo.

#### 4.7 Equações do lançamento oblíquo

- **Direção horizontal** (eixo 0x) – O movimento é retilíneo e uniforme:

$$x = v_0 \cos\theta t \quad (3.12)$$

- **Direção vertical** (eixo 0y) – O movimento é variado uniformemente:

$$V_y = V_0 \sin\theta - gt \quad (3.12)$$

- **Tempo de voo** – O Movimento é simétrico em relação ao ponto de altura máxima. Isso significa dizer que o tempo de descida é igual ao tempo de subida:

$$t_{\text{subida}} = t_{\text{descida}} = V_0 \text{sen} \theta / g \quad (3.13)$$

O tempo de voo é a soma do tempo de subida com o tempo de descida  $T_{\text{voo}} = t_{\text{subida}} + t_{\text{descida}}$

$$T_{\text{voo}} = 2V_0 \text{sen} \theta / g \quad (3.14)$$

- **Altura máxima** – para determinação da altura máxima ( $h_{\text{máx}}$ ) atingida pela partícula lançada obliquamente em relação, aplicamos a equação de Torricelli para o movimento vertical, lembrando que, no ponto de altura máxima, a velocidade vertical é nula ( $v_y = 0$ ). Nessas condições obtemos:

$$h_{\text{máx}} = \frac{(v_0 \text{sen} \theta)^2}{2g} \quad (3.15)$$

**Alcance** – O Alcance (A) corresponde à coordenada x que a partícula atingiu ao retornar ao solo. Para obter essa coordenada, basta observar que, no instante em que a partícula chega ao solo  $t =$

$$x = v_0 \cos \theta t \quad (3.17)$$

$$A = v_0 \cos \theta \frac{2V_0 \text{sen} \theta}{g} \quad (3.18)$$

Da trigonometria, obtemos que

$$2 \text{sen} \theta \cos \theta = \text{sen} 2\theta \quad (3.19)$$

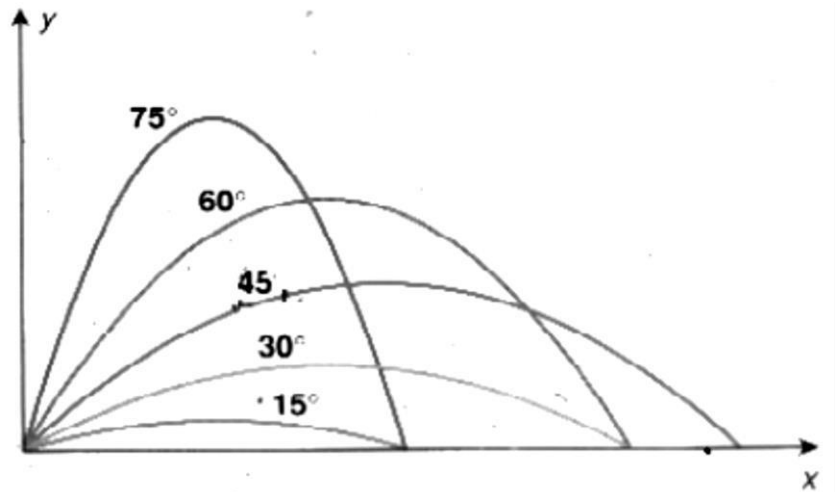
Assim, para o alcance, temos:

$$A = \frac{V_0^2}{g} \text{sen} 2\theta \quad (3.20)$$

Para uma determinada velocidade, o **alcance máximo** se obtém quando o ângulo de lançamento for  $\theta = 45^\circ$ . Nessas condições, temos:

$$A_{m\acute{a}x} = \frac{V_0^2}{g} \quad (3.21)$$

Figura 13 – Alcance no lançamento oblíquo



Fonte: Carron e Guimarães (2006, p. 100)

Partido das leis de Newton, como vimos, desenvolvemos expressões para o alcance dos projéteis em função do ângulo de lançamento, porém se não levamos em consideração a resistência do ar, qual a validade desse modelo?

## Capítulo 5

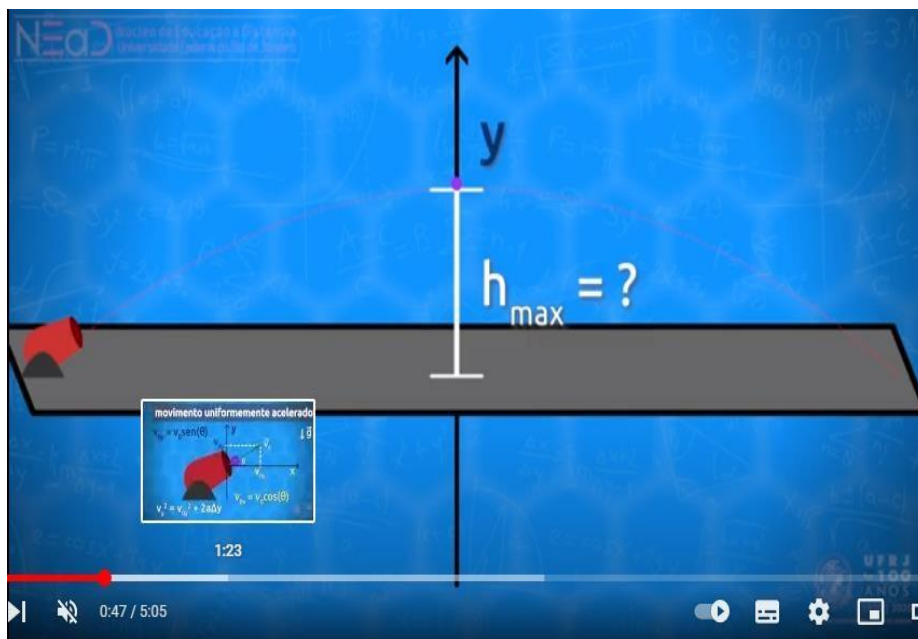
### Aplicação do produto educacional

Nosso produto foi aplicado entre os dias 02 e 23 de maio de 2022, em uma turma do 1º ano do ensino médio da Escola Técnica Estadual Central Barreiros, localizada na Massa Falida, no município de Barreiros/PE.

Nosso produto nasceu do diálogo entre os conhecimentos prévios dos alunos, os três momentos pedagógicos de Delizoicov e os mapas conceituais de Novak, com vistas ao protagonismo dos estudantes e à aprendizagem significativa.

Como parte da aplicação do produto, apresentamos a problematização inicial, que consistiu em assistir dois vídeos relacionados ao lançamento oblíquo. discutimos em sala e fizemos questionamentos com os alunos. em seguida, para diagnosticar o conhecimento prévio dos alunos. Utilizamos um questionário básico acerca do movimento de projéteis.

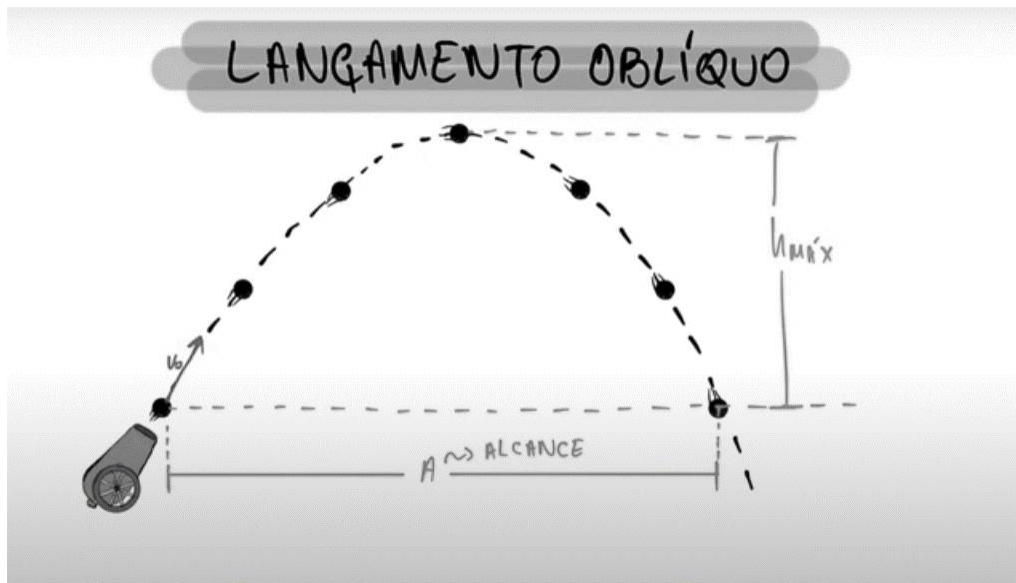
Figura 14 – cena do vídeo 1 – Determinação da altura máxima



Fonte: disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=EqGVscqdZDM>

cena do vídeo 1 – Determinação do alcance





Fonte: [https://www.youtube.com/watch?v=CwkKiEIC\\_MM](https://www.youtube.com/watch?v=CwkKiEIC_MM)

Com base nesse questionário elaborado a partir da problematização inicial, pudemos identificar os conhecimentos prévios dos alunos, e, a partir daí, prepararmos momentos de intervenção para melhorar os conhecimentos dos alunos a respeito do lançamento oblíquo. Observamos que 15 alunos da turma responderam de forma satisfatória questionário. A seguir apresentamos as quinze respostas dos alunos, referentes à problematização 1.

### Física

#### **Questionário básico: Diagnosticando os conhecimentos prévios.**

01. Quando o projétil está subindo, qual velocidade que está diminuindo?
02. Explique o movimento parabólico do projétil?
03. O alcance (local onde o projétil vai cair) tem alguma relação com o ângulo de lançamento.
04. Por que na horizontal, o movimento retilíneo e uniforme?
05. Que tipo de movimento o móvel executa na vertical?

A partir das respostas desses questionamentos (quadros 3 e 4), pudemos analisar os conhecimentos prévios dos alunos, e a partir dessas observações, preparamos, dentro da sequência didática, situações para ampliar e consolidar os conhecimentos dos alunos sobre o Lançamento de Projéteis.

Dando continuidade à aplicação do nosso produto, depois de feito o levantamento inicial, preparamos o material para mostrar o comportamento das

componentes vetoriais da velocidade no lançamento oblíquo. Para isso, o programa-simulador PHET.

**Figura 16**– Utilizando o simulador PHET



**Fonte:** Registro do autor

O momento do simulador PHET foi muito interessante e proveitoso, pois os alunos faziam previsões à medida que alteravam as condições iniciais. Todos quiseram participar. Isso mostrou que uma ferramenta tecnológica pode ser uma aliada na construção do conhecimento.

Passamos para a fase de construção de foguetes no laboratório. O lançamento foi feito no pátio da escola. Percebemos o protagonismo dos alunos. Pedimos que eles brincassem, buscando o maior alcance, de acordo com o que foi visto em sala.

**Figura 17**– Laboratório 1 (construção de foguete)



**Fonte:** Registro do autor

**Figura 18**– Laboratório 2 (construção de foguete)



Fonte: Registro do autor

Figura 19– Lançamento do foguete



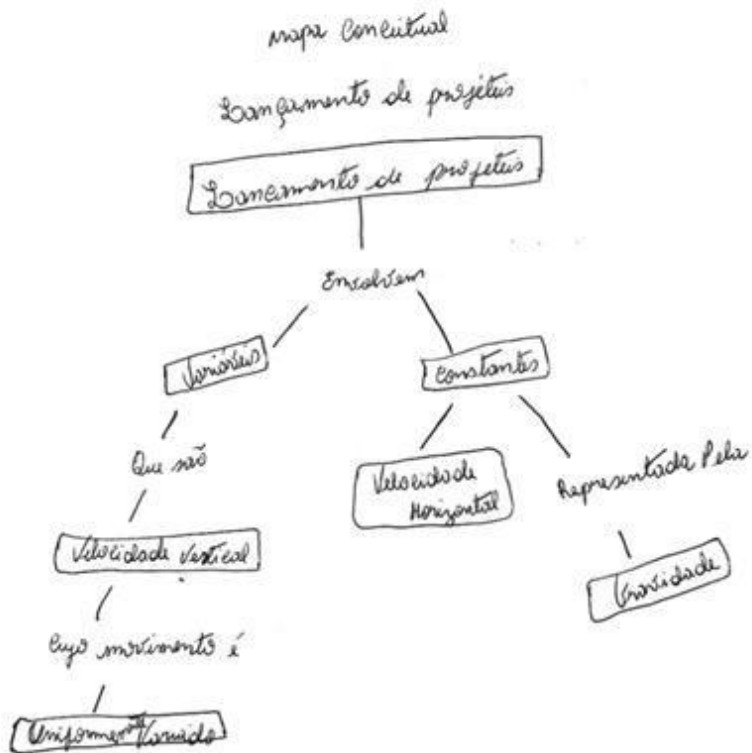
Fonte: Registro do autor

Chegamos à fase de uma explicação do que é um mapa conceitual. Descrevemos para os alunos o que seria uma questão focal, conceitos e proposições. Os alunos acharam que seria difícil, mas no decorrer da aula foi entendendo os conceitos.

A parte final foi um novo questionário o qual continha uma questão relacionada à construção de um mapa conceitual relativo ao lançamento de projéteis. Os mapas construídos, estão logo abaixo e, como podemos observar foram construídos de forma satisfatória.

## Mapas conceituais

Grupo 2



GRUPO: ...  
...  
...  
...  
...

MAPA CONCEITUAL

LANÇAMENTO DE PROJÉTEIS

LANÇAMENTO DE PROJÉTEIS

TEM TRAJETÓRIA

PARABÓLICA

PODE SER DECOMPOSTA EM

DUAS COMPONENTES ORTOGONAIS

NA DIREÇÃO,  
O MOVIMENTO É

UNIFORME VARIADO

INFLUENCIADO PELA  
GRAVIDADE

NA DIREÇÃO,  
O MOVIMENTO É:

UNIFORME

Grupo 3: 

Mapa conceitual  
Lançamento de projéteis

Grupo 3:

Lançamento de projéteis

É representado pela trajetória

Parabólica

Devido a

Composição de movimentos

Devido à gravidade

Ausência da gravidade

Em  $y$ , velocidade variável

Em  $x$ , velocidade constante.



## Capítulo 6

### Resultados e Discussão

Neste capítulo, apresentamos os dados coletados durante a aplicação da sequência didática com base na observação do desenvolvimento da aplicação do produto e no resultado da avaliação dos questionamentos feitos e depoimentos dos alunos. Os mesmos foram analisados, com base na teoria da aprendizagem significativa, que valida este estudo e que teve como objetivo **“promover a Aprendizagem Significativa por meio de uma sequência didática que abordou a aprendizagem da física envolvida no lançamento oblíquo”**.

Nosso produto foi aplicado em uma turma do 2º ano do Ensino Médio da Escola Técnica Estadual Othon Bezerra de Melo, rede estadual de educação, localizada na localidade da Massa Falida, no município de Barreiros/PE. A aplicação foi realizada em quatro encontros, que ocuparam oito períodos de aula (duas horas-aula em cada momento).

O quadro abaixo mostra detalhadamente cada um dos momentos vivenciados durante o desenvolvimento da sequência didática 3MP, a data em que ocorreram, bem como as respectivas atividades. Os quadros 6 e 7 apresentam as respostas dadas pelos grupos de alunos, a cada questão, dos questionários aplicados nos 3MP, assim como, as categorias e as médias percentuais.

Quadro 05 - Descrição dos momentos

<b>Data</b>	<b>Tema</b>	<b>Momento</b>
02/05/22	-Apresentação das situações-problema: apresentar aos alunos 2 vídeos relacionados ao lançamento oblíquo. Questionário de nível introdutório.	1º Momento – Problematização inicial e análise das informações: Criar/propor situações que levem o aluno a externalizar seu conhecimento prévio. Análise desses conhecimentos prévios (base para o planejamento)
09/05/22		2º Momento – Organização do conhecimento: A partir do levantamento do material, explicar o comportamento

	- Lançamento oblíquo:  - Apresentar o simulador PHET.	das componentes vetoriais da velocidade no lançamento oblíquo. Buscando uma diferenciação progressiva.
16/05/22	Confecção no laboratório dos foguetes de garrafas pet.	3º Momento – Aplicação do conhecimento:
23/05/22	- Questionário final e discussão em grupo das respostas e do mapa conceitual.	4º Momento – Aplicação do conhecimento:

A partir das respostas dos questionários, mostramos na tabela abaixo, os dados obtidos em forma percentual

### 1º MP - Problematização inicial

Diagnosticando os conhecimentos prévios (Respostas ao questionário 1)

1. *Quando o projétil está subindo, qual velocidade está diminuindo*

<b>Grupo 1</b>	A vertical
<b>Grupo 2</b>	A vertical
<b>Grupo 3</b>	Em y

2. *Explique o movimento parabólico do projétil?*

<b>Grupo 1</b>	É parabólico devido à gravidade
<b>Grupo 2</b>	É parabólico devido à gravidade
<b>Grupo 3</b>	Existem duas velocidades

3. *O alcance (local onde o projétil vai cair) tem alguma relação com o ângulo de lançamento.*

<b>Grupo 1</b>	Sim
<b>Grupo 2</b>	Sim
<b>Grupo 3</b>	Sim

4. *Por que na horizontal, o movimento é retilíneo e uniforme?*

<b>Grupo 1</b>	Está caindo
<b>Grupo 2</b>	Está caindo

<b>Grupo 3</b>	Porque não volta, volta em y
----------------	------------------------------

5. Que tipo de movimento o móvel executa na vertical

<b>Grupo 1</b>	A velocidade diminuindo
<b>Grupo 2</b>	A velocidade diminuindo
<b>Grupo 3</b>	Variado

<b>Quadro 06: Categorias e médias percentuais em questionário (inicial)</b>	
Respostas que tenham relação com a situação proposta	43,66%
Resposta que não tenham relação com a situação proposta	56,34%

Fonte: Próprio autor

Após a análise das respostas dos grupos de alunos, os percentuais estão indicados no Quadro 6. Observamos as concepções iniciais a partir do vídeo apresentado, realizando um levantamento de conhecimentos prévios dos alunos. Conforme a Teoria da Aprendizagem Significativa e os Três Momentos Pedagógicos.

Nas situações apresentadas (os dois vídeos), percebemos que foi um recurso didático que chamou bastante a atenção dos alunos, especialmente pelas imagens e informações, contribuindo para a exposição das concepções iniciais. Vale salientar que esses vídeos também serviram de organizadores prévios.

Na categorização de respostas, considerando as respostas que tenham ou não relação com as situações propostas, verificamos que 43,66% das respostas estavam de acordo com os conceitos físicos, e 56,34% não condizem com esses conceitos.

## **2º MP - Organização do conhecimento**

Questionário após a intervenção didática

1. O que acontece com o vetor velocidade vertical quando o móvel está subindo?

<b>Grupo 1</b>	<i>Diminui</i>
<b>Grupo 2</b>	<i>Diminui de intensidade</i>
<b>Grupo 3</b>	<i>Diminui</i>

2. Qual a velocidade vertical do projétil no ponto mais alto da trajetória?

<b>Grupo 1</b>	<i>Nula</i>
<b>Grupo 2</b>	<i>Nula</i>
<b>Grupo 3</b>	<i>Nula</i>

3. O que acontece com a velocidade horizontal durante o movimento?

<b>Grupo 1</b>	<i>Permanece constante</i>
<b>Grupo 2</b>	<i>Permanece constante</i>
<b>Grupo 3</b>	<i>Não muda o valor</i>

4. Por que o projétil inverte o sentido de movimento?

<b>Grupo 1</b>	<i>Porque a velocidade se anula no ponto mais alto</i>
<b>Grupo 2</b>	<i>No ponto mais alto a velocidade se anula devido à gravidade</i>
<b>Grupo 3</b>	<i>A velocidade se anula</i>

5. O que acontece com o vetor velocidade vertical quando o móvel está descendo?

<b>Grupo 1</b>	<i>Aumenta devido à ação da gravidade</i>
<b>Grupo 2</b>	<i>Cai na proporção de Galileu</i>
<b>Grupo 3</b>	<i>Aumenta</i>

6. Qual o ângulo que deve ser lançado o projétil para que o alcance seja máximo para uma dada velocidade inicial  $v_0$ ?

<b>Grupo 1</b>	<i>45°</i>
<b>Grupo 2</b>	<i>45°</i>
<b>Grupo 3</b>	<i>45°</i>

7. Construir um mapa conceitual relacionado ao lançamento de projéteis.

<b>Quadro 07: Categorias e médias percentuais em questionário (inicial)</b>	
Respostas que tenham relação com a situação proposta	85,70%
Resposta que não tenham relação com a situação proposta e sem resposta	14,30%

Fonte: Próprio autor

Após a análise das respostas dos grupos de alunos, os percentuais estão indicados no quadro 7. Foram verificadas as ideias expostas pelos alunos após a intervenção didática do professor, correspondente ao 2º momento pedagógico, a *Organização do conhecimento*, em que foram abordados os conceitos físicos envolvidos no lançamento de projéteis e situações do cotidiano atreladas a esses conceitos.

Observamos no Quadro 7, que a maioria das respostas está de acordo com os conceitos científicos. No entanto, percebemos algumas lacunas em relação aos conceitos, conforme percebido nas questões 1, 3 e 5. Na questão 1, foi solicitado o que acontece com o vetor velocidade vertical quando o móvel está subindo, conceito de inércia, sendo destacado pelos grupos que diminui, no entanto, nenhum grupo comentou o porquê

dessa velocidade diminuir. Esperávamos que os grupos fizessem referência à ação da gravidade.

Verificamos na questão 3, que todos os grupos responderam que permanecia constante, sem, no entanto, fazer referência à ausência de forças horizontais. “Já na questão 5, um grupo colocou que aumenta, sem, no entanto, fazer referência ao porquê desse aumento

Obtivemos na categorização final, que 85,70% das respostas apresentam uma abordagem científica, e 14,30% correspondem as respostas com incompletudes.

## Capítulo 7

### Conclusões e Perspectivas

Com bases no acompanhamento e em todos os dados da aplicação desse produto, percebemos que houve aprendizagem significativa, que foi muito além de decorar fórmulas. As discussões foram muito proveitosas, pois pelas respostas dadas aos questionamentos, observamos que houve aprendizagem, visto que os conhecimentos prévios dos alunos foram modificados. Além disso, no primeiro momento, as respostas, em relação aos questionamentos, careciam de uma base teórica, e isto foi diagnosticado depois da intervenção didática.

Constatamos, também, o interesse por parte dos alunos, em torno do material estudado e a predisposição para aprender. Dessa forma, oportunizamos aos alunos a construção de novos conhecimentos e desenvolvimento de competências e habilidades, indicadas na BNCC.

Percebemos, também, protagonismo e reflexão em torno do que estavam estudando. Segundo relatos de alguns alunos, permitiu, ainda, que desenvolvessem outro olhar a respeito da natureza da ciência, principalmente quando confeccionavam os foguetes. Dessa forma, possibilitamos ao aluno a liberdade necessária para crescerem conceitualmente, procedimentalmente e epistemologicamente. Chegamos à conclusão que a sequência didática 3MP pode ser uma grande aliada construção do conhecimento.

Por meio destes pequenos, mas consistentes passos, podemos contribuir para que nossos alunos entendam melhor os conceitos científicos com vistas ao letramento científico.

## Referências Bibliográficas

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

BRASIL, SEMTEC. Pcn+ ensino médio: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002.

CARRON, W.; GUIMARÃES, O. **As Faces da Física**: volume único. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2002.

COHEN, BERNARD. **O Nascimento de uma Nova Física**. São Paulo – Livraria Editora LTDA. 1967.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física**. 8ed. v1. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

[https://www.researchgate.net/publication/351885416\\_Foguetes\\_de\\_garrafas\\_pet\\_flex\\_conceitos\\_construcao\\_lancamento\\_e\\_procedimentos\\_de\\_seguranca](https://www.researchgate.net/publication/351885416_Foguetes_de_garrafas_pet_flex_conceitos_construcao_lancamento_e_procedimentos_de_seguranca). Acesso em 08/05/2022.

<http://www1.fisica.org.br/fne/phocadownload/Vol15-Num2/a11.pdf>. Acesso em 08/05/2022.

H. M. NUSSENZVEIG. **Curso de Física Básica**. v.1. 4a ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2002.

MOREIRA, MARCO ANTONIO. MASINI. **Ensino e Aprendizagem Significativa**: São Paulo: Editora Livraria da Física, 2017.

MOREIRA, M. A. **Ensino e Aprendizagem Significativa**. 1ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2017.

OSTERMANN, Fernando e CAVALCANTI, Cláudio José de Holanda. **Teorias de Aprendizagem**. Porto Alegre: Editora Evangraf, 2011. 58 p.

PCN – **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio**. Brasília: Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica, 2000.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. 2ed. São Paulo: EPU, 2011.

SOUZA, J. A. **Um foguete de garrafas PET**. Física na Escola, São Carlos, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 4- 11, 2007.

VYGOTSKY, LEV SEMENOVICH. **Pensamento e Linguagem**. 4 ed. São Paulo:

## **Apêndice A - O produto educacional**





UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA  
(POLO 58 - UFRPE)

LANÇAMENTO DE PROJÉTEIS COM A AJUDA DO SIMULADOR INTERATIVO  
PHET: MOTIVANDO COM FOGUETES DE GARRAFAS PET.

Manoel Almeida Souto

## Sumário

Apresentação	60
A sequência didática	61
Referências bibliográficas	66

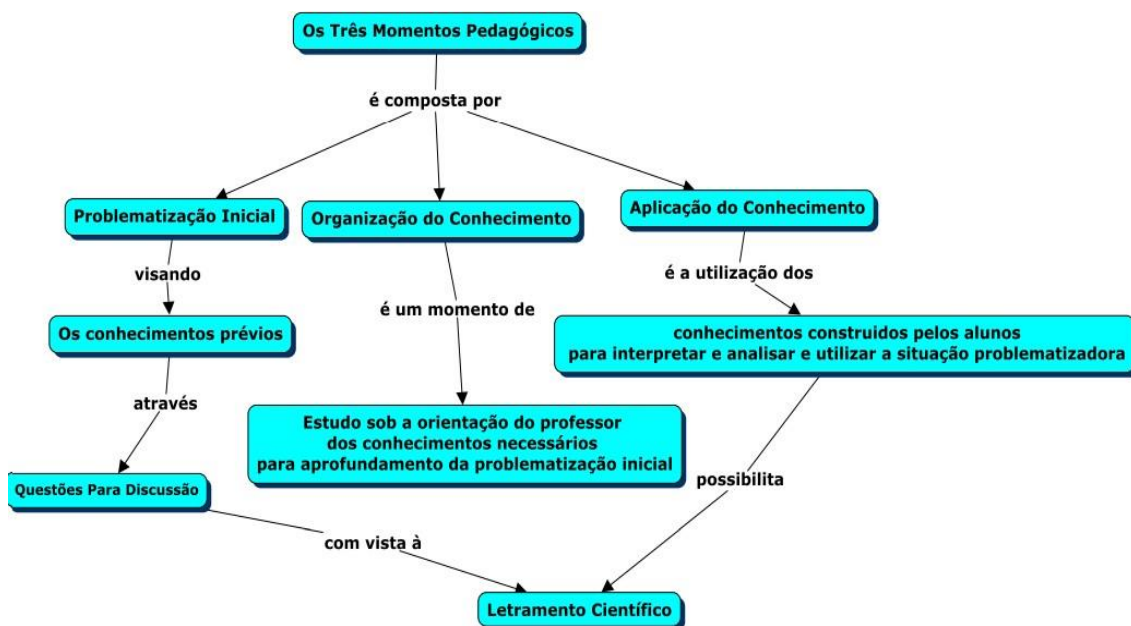
## **Apresentação**

A proposta do presente produto consiste de uma sequência de ensino baseada nos três momentos pedagógicos de Delizoicov, buscando o protagonismo do aluno, com vistas à aprendizagem significativa, levando em consideração os conhecimentos prévios para o processo de ensino e aprendizagem. Pretendo confeccionar referenciais teóricos com vistas à experimentos relacionados a lançamentos de foguetes, explicando toda Física envolvida desde a confecção até o lançamento. Os referenciais dessa sequência didática são a aprendizagem significativa de Ausubel, os três momentos pedagógicos e a teoria da educação de Novak, especificamente quanto à construção de mapas conceituais. Material este que poderá ser utilizado por outros professores de Física, com material destinado a alunos do Ensino Médio.

Quando trabalhamos com a abordagem 3MP, que visa à articulação entre a abordagem temática freireana e o ensino de Ciências por investigação, forma alternativa e inovadora de ensino, no qual o professor pode seguir as orientações e instruções propostas, porém sem deixar de introduzir elementos relacionados às condições locais e regionais do local em que esteja atuando. Abordada, inicialmente por Delizoicov (1982,1983), promove a transposição da concepção de educação de Paulo Freire para o espaço da educação formal. As três etapas, a saber, são: Problematização Inicial, Organização do Conhecimento e Aplicação do Conhecimento.

## A sequência didática

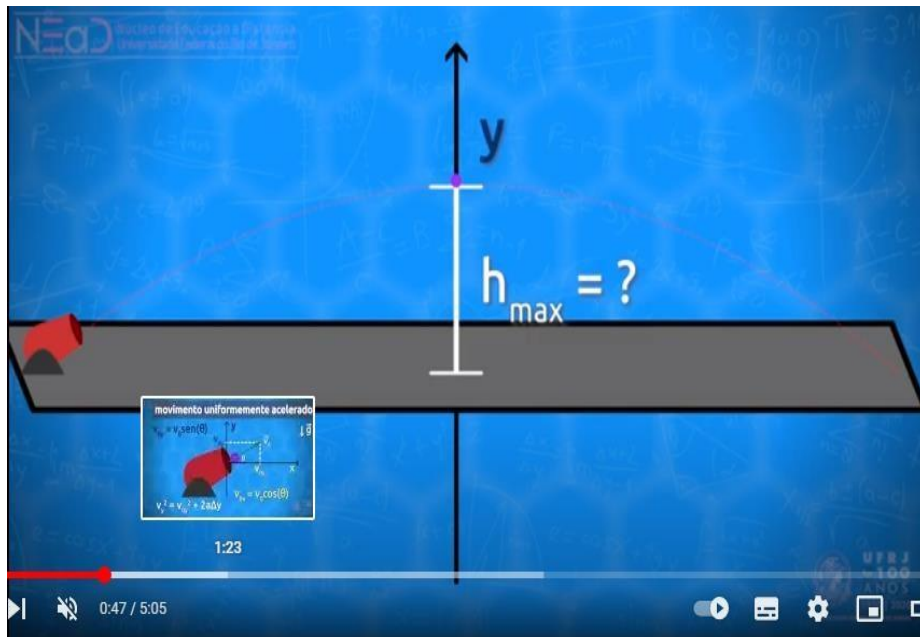
Figura 01– Mapa Conceitual dos três momentos pedagógicos



Fonte: Elaborado pelo autor

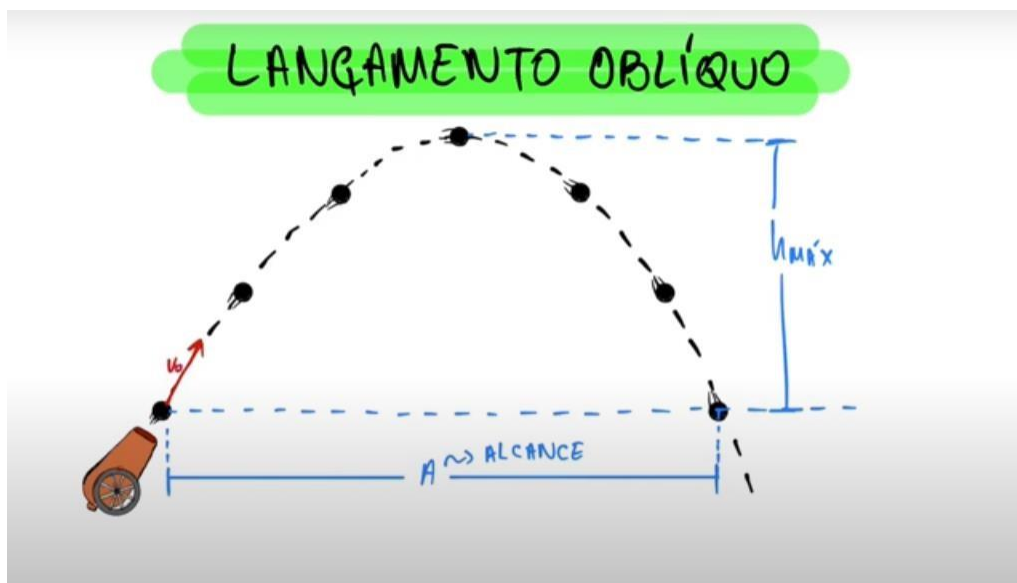
A sequência didática se inicia com o convite para os alunos assistirem dois vídeos: “Lançamento de Projéteis (altura máxima e alcance)” e “Lançamento Oblíquo” os vídeos serão projetados no Datashow, a fim de problematizar o lançamento oblíquo, enfatizando, inicialmente as componentes da velocidade do projétil, analisando o que acontece com elas durante o movimento. Para fixação, após a problematização, utilizaremos o simulador interativo PHET, ao utilizar o mesmo, os alunos adquirem protagonismo de várias situações. Essas situações serão pontuadas e discutidas com todo o grupo.

Figura 02 – cena do vídeo 1 – Determinação da altura máxima



Fonte: disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=EqGVscqdZDM>

Figura 03 – cena do vídeo 2 – Determinação do alcance



Fonte: [https://www.youtube.com/watch?v=CwkKiEIC\\_MM](https://www.youtube.com/watch?v=CwkKiEIC_MM)

A tabela 1 apresenta os passos a serem seguidos em cada um dos três momentos pedagógicos, bem como a quantidade de aulas necessárias ao desenvolvimento de cada atividade proposta na sequência didática. Como um dos objetivos é que essa proposta possa ser utilizada por professores do Ensino Médio, o

passo a passo, acreditamos que os resultados de tal ação sejam satisfatórios, da mesma forma como se deu na aplicação do produto.

Tabela 1 – Quadro detalhado da organização das atividades investigativas com base nos três momentos pedagógicos

SEQUÊNCIA DIDÁTICA	
MOMENTOS	ATIVIDADES
<p>1º MOMENTO:</p> <p>Problematização inicial e análise das informações</p>	<p>Apresentar aos alunos os seguintes questionamentos:</p> <p>Aula 1. Apresentar aos alunos 2 vídeos relacionados ao lançamento oblíquo.</p> <p>Aula 2. Diagnosticar o conhecimento prévio por meio de um questionário básico acerca do movimento de projéteis.</p> <p>Base para o planejamento: Analisar os conhecimentos prévios dos alunos.</p>
<p>2º MOMENTO:</p> <p>Organização do conhecimento e planejamento da aula.</p>	<p>Conteúdo a trabalhar: Lançamento de Projéteis</p> <p>Aula 3.</p> <p>1. Fazer um levantamento do material para mostrar o comportamento das componentes vetoriais da velocidade no lançamento oblíquo.</p> <p>2. Atividade de simulação: Apresentar o programa- simulador PHET.</p> <p>3. Observações e conclusões:</p> <p>Mostrar a importância dos conhecimentos prévios e do programa-simulador PHET para o processo de ensino e de aprendizagem e socialização da apropriação dos conhecimentos pelos demais alunos.</p> <p>Aula 4.</p> <p>1. Aplicação do segundo questionário</p> <p>2. Confeção no laboratório dos foguetes de garrafas pet.</p>
<p>3º MOMENTO:</p> <p>Aplicação do conhecimento e a prática do conhecimento no cotidiano</p>	<p>Aula 5. Retomar aos questionamentos iniciais, pontuando os conceitos que foram vistos, mostrando sua importância quando aplicado no cotidiano.</p> <p>Aula 6. Lançamento de foguetes após a construção pelos próprios alunos.</p> <p>Aula 7. Mostrar aos alunos o que é um mapa conceitual e como construí-lo</p> <p>Aula 8. Elaboração de um mapa conceitual, para avaliarmos os grupos.</p>

## Apêndice B - Questionário: 1º Momento pedagógico

Escola Técnica Estadual Central Barreiros

Professor: Manoel Souto - 09/05/2022

Grupo 1: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

### **Física**

#### **Questionário básico: Diagnosticando os conhecimentos prévios.**

01. Por que o projétil quando está subindo, qual velocidade que está diminuindo?
02. Explique o movimento parabólico do projétil?
03. O alcance (local onde o projétil vai cair) tem alguma relação com o ângulo de lançamento.
04. Por que na horizontal, o movimento retilíneo e uniforme?
05. Que tipo de movimento o móvel executa na vertical?

## Apêndice C - Questionário: 2º Momento pedagógico

Escola Técnica Estadual Central Barreiros

Professor: Manoel Souto - 13/05/2022

Grupo 1: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

### **Física**

#### **Questionário pós intervenção**

01. O que acontece com o vetor velocidade vertical quando o móvel está subindo?
02. Qual a velocidade vertical do projétil no ponto mais alto da trajetória?
03. O que acontece com a velocidade horizontal durante o movimento?
05. Por que o projétil inverte o sentido de movimento?
06. Qual o ângulo que deve ser lançado o projétil para que o alcance seja máximo para uma dada velocidade inicial  $v_0$ ?
07. Construir um mapa conceitual relacionado ao lançamento de projéteis.



## Referências Bibliográficas

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

BRASIL, SEMTEC. Pcn+ ensino médio: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002.

CARRON, W.; GUIMARÃES, O. **As Faces da Física**: volume único. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2002.

COHEN, BERNARD. **O Nascimento de uma Nova Física**. São Paulo – Livraria Editora LTDA. 1967.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física**. 8ed. v1. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

<https://www.researchgate.net/publication/351885416> Foguetes de garrafas pet flex c  
onceitos construcao lancamento e procedimentos de seguranca. Acesso em  
08/05/2022.

**Curriculares Nacionais: ensino médio**. Brasília: Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica, 2000.

SOUZA, J. A. Um foguete de garrafa PET. *Física na Escola*, v. 8, n. 2, p. 4-11, 2007.