

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ  
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO  
COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA  
POLO 26

**PRODUTO EDUCACIONAL**

SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA UMA ELETIVA COM FOGUETE DE GARRAFA PET

TERESINA  
2025

Emmanuel Sepúlveda de Oliveira

Francisco Ferreira Barbosa Filho

## SEQUENCIA DIDATICA PARA UMA ELETIVA COM FOGUETE DE GARRAFA PET

Este produto educacional é parte integrante da dissertação: SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ESTUDO DO LANÇAMENTO OBLÍQUO COM FOGUETE DE GARRAFA PET: UMA ABORDAGEM DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL, desenvolvida no âmbito do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, pólo 26 – UFPI, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:

Prof. Dr. Francisco Ferreira Barbosa Filho

TERESINA  
2025

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a todos os professores e professoras do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal do Piauí.

A minha esposa Carolline e minha filha Maria Carolina que sempre me apoiaram ao longo dessa jornada de esposo e pai.

Ao meu pai Manoel Gomes de Oliveira e minha mãe Joana de Deus Oliveira por sempre incentivar nos conselhos e acreditar em todas as minhas empreitadas como filho.

Aos meus colegas de curso de mestrado Felipe, Huanderson, Amaranes, Edivaldo, Eduardo, Paulo, Rebeca, Guilherme, Jorge, Fernando, Tayla, Flavio e Ayrton por ajudarem nas partilhas e tocas de conhecimentos e palavras de apoio ao longo desse curso.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de financiamento 88887.922463/2023-00, do programa CAPES de Mestrado Profissional em Física para professores da educação básica.

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 – visão geral da sequência didática

## **LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS**

AEB	Agência Espacial Brasileira
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
PET	Polietileno tereftalato
SD	Sequência didática

## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>7</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>2 ESTRUTURA GERAL DA SEQUENCIA DIDADITA SD .....</b>	<b>9</b>
<b>3 DESENVOLVIMENTO DA SD EM CADA ENCONTRO.....</b>	<b>10</b>
3.1 PRIMEIRO ENCONTRO .....	10
3.2 SEGUNDO ENCONTRO .....	11
3.3 TERCEIRO ENCONTRO.....	11
3.4 QUARTO ENCONTRO.....	12
3.5 QUINTO ENCONTRO .....	13
3.6 SEXTO ENCONTRO .....	15
3.7 SETIMO ENCONTRO .....	16
3.8 OITAVO ENCONTRO .....	18
3.9 NONO ENCONTRO.....	19
3.10 DECIMO ENCONTRO.....	20
<b>4 MENSAGEM AO PROFESSOR .....</b>	<b>22</b>
<b>REFERENCIAIS .....</b>	<b>23</b>
<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>24</b>
<b>APÊNDICE B.....</b>	<b>27</b>
<b>APÊNDICE C .....</b>	<b>34</b>
<b>APÊNDICE D .....</b>	<b>38</b>
<b>APÊNDICE E.....</b>	<b>40</b>
<b>APÊNDICE F.....</b>	<b>45</b>

## APRESENTAÇÃO

Caro Professor este produto educacional foi elaborado no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, no pólo 26, situado na Universidade Federal do Piauí, campus Universitário Ministro Petrônio Portella, bairro Ininga, Teresina-PI, 64049-550.

O texto é uma sequência didática destinada para uma eletiva que visa trabalhar etapas relacionadas aos assuntos de astronomia para Olimpíada Brasileira de astronomia OBA e Mostra Brasileira de Foguetes MOBFOG abordando o assunto de movimento bidimensional com destaque específico ao movimento oblíquo criando uma sistematização no processo de construção e utilização de foguete com garrafa de tereftalato de polietileno (PET) para utilização de aulas em uma eletiva com a participação de alunos do ensino médio de uma escola estadual de tempo integral no município de Codó-MA.

Assim, esta eletiva proporciona uma ferramenta de aprendizagem significativa segundo David Ausubel para o ensino de Física, no ensino médio, desenvolvendo uma sequência didática segundo as definições de Zaballa, estabelecida pela sua aplicação dentro das atividades escolares em que o aluno consiga compreender através dos encontros uma aprendizagem não linear e não arbitrária sobre os assuntos básicos que envolvem a astronomia a construção e o lançamento de foguete com garrafa PET e sua relação com o movimento oblíquo em duas dimensões. Os temas astronomia e construção de foguete com garrafa PET foram inseridos nos encontros dois e três servindo de motivação para os alunos em atividade de Olimpíadas Brasileira de Astronomia OBA e Mostra Brasileira de Foguetes MOBFOG.

Outrossim, tal como se pode observar esta sequência didática, o professor pesquisador elaborou em 22 aulas consistindo com duração de 50 minutos, cada, tempo para serem aplicadas o roteiro é organizando uma ordem de atividades, seguindo respectivas encontros. Esses encontros vão desde apresentação da parte teórica e conceitual da eletiva, assuntos de astronomia e regulamentos, passando pelos procedimentos metodológicos de construção do foguete de garrafa PET, descrição do lançamento oblíquo do foguete de garrafa PET mensurando o parâmetro de alcance e por equações que inferem a velocidade inicial de lançamento e sua trajetória que será posteriormente utilizada para geração da trajetória do movimento oblíquo usando o Excel e por fim mostrando a eletiva para comunidade escolar e coletando informações de novos subsunçores no questionário final.

Teresina, 2025

Emmanuel Sepúlveda de Oliveira

## 1. INTRODUÇÃO

Este material surgiu a partir do desenvolvimento da dissertação, com o objetivo de contribuir com o professor nas suas práticas em sala de aula que abordam o ensino de astronomia, em foco no que diz respeito ao lançamento de foguetes de garrafa PET analisando e coletando um parâmetro que serviu de interpretação para o movimento e construção de sua trajetória nas condições ideais.

Para o desenvolvimento exitoso deste produto faz analisar a aprendizagem significativa de David Ausubel definido por Marcos Antônio Moreira, com a intuição de implementar uma sequência didática para construir atividades a serem feitas para alunos do ensino médio na disciplina de eletiva que por votação foi criada e executada durante e com duração de um semestre.

Apresentamos primeiramente neste material as aulas sobre astronomia e seu contexto histórico desde a antiguidade até os dias atuais. Em seguida, um roteiro de sequência didática detalhando e descrevendo atividades que poderá ser utilizada na transposição didática de cada aula na eletiva.

Esperamos que esse material sirva como ferramenta pedagógica promotora de conhecimento científico em ambiente escolar, surgindo questionamentos e perguntas de como construir, desenvolver, aplicar e avaliar este produto para o aprimoramento do assunto de astronomia e lançamento oblíquo aos aprendizes inseridos no ensino de física da base nacional comum curricular do novo ensino médio.

Durante a aplicação do produto é importante que o aluno tenha acesso a todas as etapas desde a orientação inicial passando pela construção do foguete, lançamento para fins de motivação, engajamento na participação ativa.



## 2 ESTRUTURA GERAL DA SEQUENCIA DIDADITA SD

**Quadro 01 – visão geral da Sequência Didática**

ENCONTROS	ATIVIDADE(S)	OBJETIVO(S)	RELAÇÃO TEORICA
01º ENCONTRO (02 aulas)	Questionário inicial.	Mostrar uma breve introdução da eletiva; Identificar os conhecimentos prévios (subsunções) dos participantes relacionados ao assunto de foguetes.	Obtenção dos conhecimentos prévios dos alunos.
02º ENCONTRO (02 aulas)	Lista de questões sobre a OBA.	Abordar assuntos básicos de Astronomia para OBA.	Integração de novos conhecimentos de astronomia com os saberes prévios dos alunos, facilitando a construção de significados.
03º ENCONTRO (02 aulas)	Instruções sobre os regulamentos para o lançamento de foguete perante MOBFOG.	Estabelecer momento para escuta ativa; Apresentar os regulamentos da MOBFOG.	Conexão com as orientações do novo conhecimento com o conhecimento prévio do aluno formando novos subsunções.
04º ENCONTRO (02 aulas)	Construção do foguete feito de garrafa PET e outros materiais.	Fazer o levantamento dos materiais para construção dos foguetes; Confeccionar os foguetes de garrafa PET.	Integração de novos conhecimentos aos saberes prévios dos alunos por meio de uma atividade prática e contextualizada.
05º ENCONTRO (04 aulas)	Prática	Instruir sobre o abastecimento dos foguetes e segurança do lançamento de foguete. Lançar os foguetes de garrafa PET em ambiente aberto; Aferir os alcances de cada foguete.	Realização das praticas científicas com os conhecimentos anteriores.
06º ENCONTRO (02 aulas)	Encontrar a velocidade inicial do foguete com o alcance	Desenvolver a cinemática do lançamento oblíquo.	Valorização dos conhecimentos prévios dos alunos. Observação das respostas dos alunos. Introdução do novo conhecimento teórico.
07º ENCONTRO (02 aulas)	Implementar a equação da velocidade inicial do foguete no Excel.	Introduzir a planilha eletrônica Excel para o estudo do lançamento oblíquo; Usar a barra de formula do Excel implementando as equações do movimento oblíquo.	Busca conectar novos conhecimentos ao que os alunos já sabem, promovendo a construção de saberes de forma contextualizada e relevante.
08º ENCONTRO (02 aulas)	Construir a trajetória do foguete de garrafa PET com uso do Excel.	Utilizar as informações do alcance de cada foguete, obtidas durante o quinto encontro; Calcular a velocidade inicial por meio do Excel usando a equação da velocidade; Aplicar modelagem da equação da trajetória do movimento oblíquo usando o Excel, com o intuito de visualizar a trajetória do foguete de garrafa PET.	Ancoragem de novos conhecimentos em idéias previamente estruturadas na mente dos alunos.
09º ENCONTRO (02 aulas)	Trabalho em equipe na organização e apresentações das atividades feitas na eletiva.	Fazer a apresentação da eletiva; Divulgar as atividades realizadas na eletiva.	Consolidação do aprendizado ao integrar conceitos teóricos e práticos, resignificando-o.
10º ENCONTRO (02 aulas)	Questionário final.	Identificar a mudança de subsunções servindo de ancoragem do novo conhecimento na AS.	Conexão entre os novos conhecimentos e os conceitos prévios dos alunos.

Fonte: do autor (2024).

A Sequência Didática (SD) é composta por dez encontros, totalizando 22 aulas. Essas aulas são distribuídas conforme a demanda específica de cada encontro.

Cada um Dos encontros inclui atividade(s) e objetivo(s) diretamente relacionados à Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), proposta por David Paul Ausubel e Marcos Antonio Moreira. A tabela 1 apresenta uma visão geral dessa organização.

### 3 DESENVOLVIMENTO DA SD EM CADA ENCONTRO

O desenvolvimento da sequência didática SD destinada para os alunos do ensino médio foi desenvolvida em dez encontros atendendo as necessidades do desenvolvimento de assuntos destinados a astronomia, construção e lançamento de foguetes, cinemática, uso de planilha e modelagem do movimento oblíquo.

#### 3.1 PRIMEIRA ENCONTRO

**Objetivos:** Mostrar uma breve introdução da eletiva;

Identificar os conhecimentos prévios (subsunções) dos participantes relacionados ao assunto de foguetes.

**Conteúdo:** Aula inicial com ambientação e breve introdução da eletiva.

**Cronograma:** duas aulas de 50 minutos cada.

**Materiais Utilizados:** Data show, computador, quadro, pincel, apagador e questionário inicial.

**Desenvolvimento:** Neste encontro, o professor utiliza o computador e o data show para apresentar aos alunos à eletiva, introduzindo os temas e uma linha cronológica que serão abordados nos próximos encontros. Ao final, será entregue um questionário inicial (APÊNDICE A) para identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre os assuntos relacionados aos foguetes de garrafa PET.

**Relação com a TAS:** A relação com a teoria da aprendizagem significativa vista nesse encontro é a obtenção dos conhecimentos prévios dos alunos.

#### 3.2 SEGUNDO ENCONTRO DA SD

**Objetivos:** Abordar assuntos básicos de Astronomia para a Olimpíada Brasileira de Astronomia;

Auxiliar na resolução de questões destinadas a Olimpíada Brasileira de Astronomia.

**Conteúdo:** Conceitos básicos de Astronomia abordados na OBA.

**Cronograma:** duas aulas de 50 minutos cada.

**Materiais Utilizados:** Data show, computador, quadro, pincel, apagador e lista de questões.

**Desenvolvimento:** Neste encontro, o professor conduz duas aulas voltadas para temas de astronomia abordados na Olimpíada Brasileira de Astronomia (OBA). Na primeira aula, o professor introduz conteúdos que auxiliam na formação de conceitos fundamentais na área da astronomia, proporcionando aos alunos uma base teórica que o norteia para seus estudos de preparação. Em seguida, na segunda aula, os alunos trabalham com uma lista de questões (APÊNDICE B) selecionadas para OBA, que são resolvidas e comentadas com o auxílio do professor. Esse processo busca esclarecer dúvidas, aprimorar as habilidades de interpretação e resolução de questões e oferecer suporte prático para os estudos, preparando os alunos para o desafio da Olimpíada.

**Ligação com a TAS:** integração de novos conhecimentos de astronomia com os saberes prévios dos alunos, facilitando a construção de significados. A organização sequencial das aulas, com introdução teórica seguida pela resolução de questões da OBA, alinha-se ao não arbitrário. Além disso, o uso de exemplos contextualizados e o esclarecimento de dúvidas tornam o aprendizado mais relevante e ajudam na retenção e transferência do conhecimento, promovendo uma aprendizagem ativa e substancial.

### 3.3 TERCEIRO ENCONTRO DA SD

**Objetivos:** Estabelecer momento de escuta ativa;  
Apresentar os regulamentos da MOBFOG.

**Conteúdos:** Instruções para MOBFOG.

**Cronograma:** duas aulas de 50 minutos cada.

**Materiais Utilizados:** Computador, Data show, pincel, apagador, foguete de garrafa PET e base de lançamento.

**Desenvolvimento:** Neste encontro, o professor utiliza as orientações do regulamento da Mostra Brasileira de Foguetes (MOBFOG) para apresentar aos alunos as regras da competição. Foram detalhados aspectos como o nível correspondente, o número de integrantes por equipe, os materiais necessários para a construção do foguete de garrafa PET, bem como os materiais e a estrutura exigidos para a base de lançamento e o método de coleta do alcance. Destacando a importância da construção segura da base de lançamento, que pode ser feita pelo próprio professor seguindo as instruções da MOBFOG, garantindo os cuidados necessários para a segurança. Além disso, foi ressaltado que o engajamento dos alunos na construção do foguete é fundamental, incentivando sua participação ativa e colaborativa.

**Ligação com a TAS:** É promover a conexão entre novos conhecimentos e os saberes prévios dos alunos, contextualizando as orientações da MOBFOG. Ao apresentar as regras, materiais e etapas de construção, o professor organiza o conteúdo de forma lógica e estruturada, facilitando a assimilação. Além disso, ao incentivar o engajamento ativo dos alunos na construção do foguete, estimula a participação e a aprendizagem prática, tornando o processo mais significativo e alinhado às estruturas cognitivas existentes.

### 3.4 QUARTO ENCONTRO DA SD

**Objetivos:** Fazer o levantamento dos materiais utilizados na construção do foguete de garrafa PET;

Confeccionar os foguetes de garrafa PET.

**Conteúdo:** Como é construído um foguete de garrafa PET.

**Cronograma:** duas aulas de 50 minutos cada.

**Materiais Utilizados:** Duas garrafas PET, uma fita isolante, uma massa de resina epóxi, um placa de PVC, uma tampa de supercola “Tek Bond”, uma lixa de parede, uma serra de cano PVC, uma tesoura, uma caneta esferográfica, duas folhas A4 e uma régua de 30 cm.

**Desenvolvimento:** Neste encontro, o professor auxilia as equipes, formadas por 3 a 4 alunos, na construção do foguete (APÊNCICE C), seguindo as etapas indicadas pelo regulamento da MOBFOG. A supervisão abrange todas as fases do processo, desde a seleção da garrafa que servirá como corpo do foguete até a confecção da coifa e das aletas. Recomenda-se a utilização de três ou quatro aletas, e os alunos podem optar por seguir o modelo sugerido pelo manual da MOBFOG ou buscar alternativas em sites na internet que atendam às suas preferências. Para a construção da coifa, é necessário o uso de massa epóxi, a fim de garantir a estabilidade do centro de massa, contribuindo para uma distribuição adequada e um melhor desempenho do foguete. Cada etapa exige atenção e cuidado, pois influencia diretamente na qualidade e no desempenho do foguete durante o lançamento. A construção da base de lançamento fica a cargo das orientações do apêndice D.

**Ligação com a TAS:** facilita a integração de novos conhecimentos aos saberes prévios dos alunos por meio de uma atividade prática e contextualizada. Ao construir os foguetes, os alunos utilizam conceitos já conhecidos, como estabilidade e centro de massa, enquanto aprendem a manuseio da massa epóxi e a escolha de aletas que serão feitas com o material de PVC. Essa conexão entre o que já sabem e o que estão aprendendo torna o conhecimento mais relevante e significativo, promovendo uma aprendizagem sólida com ancoragem.

Além disso, a abordagem favorece a diferenciação progressiva, introduzindo conceitos de forma estruturada e sequencial, como sugerido por Moreira (2010). O contexto prático da MOBFOG estimula o engajamento ativo dos alunos, que podem tomar decisões autônomas, como a escolha de modelos de aletas, personalizando o aprendizado. Dessa forma, os alunos não apenas assimilam o conteúdo, mas também desenvolvem habilidades de análise, tomada de decisão e trabalho em equipe, aspectos que tornam o aprendizado mais relevante e significativo.

### 3.5 QUINTO ENCONTRO SD

**Objetivos:** Lançar os foguetes de garrafa PET e aferir os alcances de cada foguete.

**Conteúdos:** Prática lançamento de foguete com garrafa PET.

**Cronograma:** quatro aulas de 50 minutos cada.

**Materiais Utilizados:** Foguetes de garrafa PET, base de lançamento, vinagre, bicarbonato de sódio e preservativo masculino ou balão de festa nº 9, um funil, uma balança, óculos de proteção para cada membro das equipes, dois martelos, quatro grampos de fixação e uma fita métrica de 50 metros.

**Desenvolvimento:** Neste encontro, o professor, com o apoio de até dois outros professores, acompanha os alunos a um ambiente aberto, como um parque ou área de campo, para realizar a atividade prática de lançamento dos foguetes. Antes do início, são feitas orientações sobre o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), como óculos de proteção, e sobre a composição do combustível, que consiste em 750 ml de vinagre e 90 gramas de bicarbonato de sódio. O abastecimento do vinagre é realizado utilizando um reservatório feito com um balão de festa ou preservativo, preenchido com a ajuda de um funil. O balão ou preservativo é inserido parcialmente dentro do corpo do foguete, com a borda externa permitindo a entrada do vinagre por gravidade. O bicarbonato de sódio é pesado em uma balança para garantir a proporção exata.

No momento do lançamento, o professor orienta sobre o encaixe do foguete na base de lançamento, a fixação da base ao solo, a verificação da vedação e a realização da contagem regressiva antes do disparo. Essa atividade exige paciência e pode demandar mais aulas, devido à complexidade e ao tempo necessário para cada etapa. Cada equipe realiza sua preparação e lançamento sob a supervisão do professor, que monitora todo o processo, esclarece dúvidas e oferece sugestões para melhorar os resultados. A medição do alcance e o monitoramento dos lançamentos são realizados com o auxílio dos outros professores, garantindo maior confiança e credibilidade nos resultados de cada equipe

**Ligação com a TAS:** A atividade prática de lançamento de foguetes está diretamente relacionada à Teoria da Aprendizagem Significativa, segundo Ausubel (1968), o aprendizado significativo ocorre quando novos conhecimentos são relacionados de maneira substantiva e não arbitrária aos saberes prévios dos alunos. Na atividade descrita, conceitos científicos como reações químicas, proporções e física são conectados às experiências anteriores dos estudantes por meio de uma prática contextualizada e envolvente, tornando o conhecimento mais relevante. Essa abordagem também se alinha ao princípio de que a organização sequencial e lógica dos conteúdos facilita sua integração às estruturas cognitivas já existentes. Moreira (2011) complementa essa perspectiva ao enfatizar a importância da contextualização prática e do engajamento ativo dos alunos. A prática de lançar foguetes não apenas motiva os

estudantes, mas também promove a diferenciação progressiva, em que conceitos mais simples são gradualmente ampliados para idéias mais complexas, de estabilidade e característica da trajetória no ar. Além disso, a validação prática do aprendizado, como a medição do alcance e o monitoramento dos resultados, reforça a relevância e a aplicabilidade dos conceitos. Assim, a atividade exemplifica como o ensino baseado em experiências concretas e colaborativas, supervisionadas por professores, pode fortalecer a aprendizagem significativa ao integrar teoria e prática de forma estruturada e motivadora.

### 3.6 SEXTO ENCONTRO SD

**Objetivos:** Desenvolver a teoria cinemática do lançamento oblíquo;

Encontrar a relação entre alcance e velocidade inicial;

Encontrar a equação da trajetória do lançamento oblíquo.

**Conteúdos:** Cinemática do Lançamento Oblíquo.

**Cronograma:** Duas aulas de 50 minutos cada.

**Materiais Utilizados:** quadro, pinel e apagador.

**Desenvolvimento:** O professor abordará a cinemática do movimento oblíquo neste encontro. Inicialmente, é sugerido que ele faça perguntas sobre as observações dos alunos durante o lançamento do foguete realizado no quinto encontro. Essa estratégia permitirá avaliar se os alunos possuem os dois requisitos essenciais para a aprendizagem, conforme proposto por Ausubel (2003): o conhecimento prévio sobre o que desejam aprender e a predisposição para aprender. Essa etapa inicial deverá durar entre 10 e 20 minutos, sendo fundamental que o professor preste atenção nas respostas dos alunos.

Nos 30 minutos restantes da primeira aula, o professor poderá explicar os fatores que determinam a trajetória do foguete, mencionando que dedicará uma aula específica para aprofundar o estudo desse movimento.

Na segunda aula, o professor pode iniciar com uma questão motivadora, como: “A partir do alcance do foguete, como podemos determinar sua trajetória e velocidade inicial de lançamento?” Em seguida, deve conduzir uma aula explicativa sobre a teoria do movimento

oblíquo, desenvolvendo os conceitos de cinemática de forma adequada ao nível dos alunos do ensino médio.

**Ligação com a TAS:** Enfatiza a importância do conhecimento prévio, que é avaliado quando o professor pergunta aos alunos sobre suas observações no lançamento do foguete. Essa etapa inicial da aula permite identificar se os alunos têm uma base conceitual para integrar novos conhecimentos. Além disso, a escuta ativa das respostas incentiva a conexão entre o que já sabem e os novos conteúdos sobre o movimento oblíquo.

Outro aspecto é a predisposição para aprender, fundamental para motivar os alunos. A pergunta introdutória sobre o alcance do foguete visa despertar o interesse, tornando o aprendizado mais envolvente. O planejamento também considera a organização gradual e clara do conteúdo, garantindo que a abordagem da cinemática esteja adequada ao nível dos alunos do ensino médio, facilitando a construção de uma aprendizagem significativa.

### 3.7 SETIMO ENCONTRO SD

**Objetivos:** Introduzir a planilha eletrônica Excel para o estudo do lançamento oblíquo;  
Usar a barra de formula do Excel implementando as equações do movimento oblíquo.

**Conteúdos:** Excel e suas funções básicas.

**Cronograma:** duas aulas de 50 minutos cada.

**Materiais Utilizados:** Computadores, Data show, planilha eletrônica Excel.

**Desenvolvimento:** Nesse encontro, o professor introduzirá aos alunos o uso da planilha eletrônica Excel, começando com os aspectos mais básicos. Ele ensinará como acessar o programa, identificando a interface e as funcionalidades principais. O professor explicará o conceito de célula, como elas são localizadas na planilha por meio de coordenadas (letras e números), e demonstrará a função da barra de fórmulas para inserir equações. Durante a primeira aula, o foco será a apresentação geral do Excel (APÊNDICE E), enfatizando suas funções práticas e suas amplas possibilidades de uso, tanto no cotidiano quanto em atividades escolares. Essa abordagem inicial tem o objetivo de familiarizar os alunos com a ferramenta, preparando-os para uma aplicação nas aulas seguintes.



Na segunda aula, o professor avançará para a implementação prática de equações nas células da planilha. Ele mostrará como realizar operações matemáticas utilizando o Excel, desde cálculos simples até expressões mais complexas. Nesse contexto, os alunos serão desafiados a aplicar as equações do movimento, introduzidas no sexto encontro, diretamente no Excel. Esse exercício permitirá que eles explorem a capacidade da planilha de representar, calcular e analisar essas equações. Além de consolidar o aprendizado teórico sobre cinemática feito no sexto encontro, a atividade proporcionará aos alunos uma compreensão mais profunda de como as ferramentas digitais podem ser utilizadas para modelar fenômenos físicos, reforçando a interdisciplinaridade e o desenvolvimento de habilidades tecnológicas essenciais segundo Moreira (2021) os alunos vivem no mundo das tecnologias digitais e a construção começa de um modelo teórico que pode ser aplicado em um modelagem computacional e que esta não cai em provas e fugindo do ensino voltado a testagem.

**Ligação com a TAS:** Busca conectar novos conhecimentos ao que os alunos já sabem, promovendo a construção de saberes de forma contextualizada e relevante. A introdução ao Excel, iniciando pelos aspectos básicos e gradativamente avançando para a aplicação prática das equações do movimento oblíquo, exemplifica o princípio da ancoragem. Nesse caso, o conhecimento prévio dos alunos sobre cinemática, abordado no sexto encontro, serve como base para o aprendizado de novas habilidades tecnológicas.

Além disso, a atividade valoriza a interdisciplinaridade ao integrar física e tecnologia, alinhando-se à perspectiva de Moreira (2021) sobre a importância de preparar os alunos para o uso de ferramentas digitais em um contexto mais amplo. Ao aplicar conceitos teóricos em uma modelagem computacional, os alunos não apenas reforçam o conteúdo de forma prática e visual, mas também se engajam em uma experiência de aprendizagem que foge da simples memorização e testagem, características do ensino tradicional. Essa abordagem facilita o entendimento profundo e duradouro, conectando o conhecimento científico à realidade tecnológica em que os alunos estão inseridos.

### 3.8 OITAVO ENCONTRO

**Objetivos:** Utilizar as informações do alcance de cada foguete, obtidas durante o quinto encontro;

Calcular a velocidade inicial por meio do Excel usando a equação da velocidade;

Aplicar a equação da trajetória do movimento oblíquo usando o Excel;

Visualizar através da modelagem a trajetória do foguete de garrafa PET.

**Conteúdos:** Implementação das equações do movimento do foguete de garrafa PET no Excel.

**Cronograma:** duas aulas de 50 minutos cada

**Materiais Utilizados:** Computadores, Data show, planilha eletrônica Excel.

**Desenvolvimento:** Nesse encontro, o professor orienta os alunos a utilizarem as equações do movimento vistas no sexto encontro, com o objetivo de que cada um implemente essas equações no Excel (APÊNDICE E), calculando a velocidade inicial e a trajetória do foguete. Na etapa destinada à análise da trajetória, realiza-se a plotagem do gráfico, dividindo o alcance em 10 partes interligadas. Dessa forma, os alunos podem visualizar a trajetória de seus foguetes sem a interferência do ar ou de outros efeitos atmosféricos e aerodinâmicos. Essa abordagem está diretamente relacionada ao estudo da cinemática do movimento oblíquo, um conteúdo de física abordado no ensino médio.

**Ligação com a TAS:** Está em Proporcionar a ancoragem de novos conhecimentos em idéias previamente estruturadas na mente dos alunos. Ao aplicar conceitos de cinemática em um contexto prático e visual, como a trajetória dos foguetes, os alunos conseguem estabelecer conexões relevantes entre os conhecimentos teóricos visto no sexto encontro e a experiência concreta vista no quinto encontro. Esse processo facilita a retenção e a compreensão mais profunda dos conteúdos, transformando o aprendizado em algo significativo e relevante para a vida educacional e prática dos estudantes.

### 3.9 NONO ENCONTRO

**Objetivos:** Fazer a apresentação da eletiva;  
Divulgar as atividades realizadas na eletiva.

**Conteúdos:** Culminância da eletiva

**Cronograma:** duas aulas de 50 minutos cada

**Materiais Utilizados:** Foguetes de garrafa PET, data show, notebook e ornamentação.

**Desenvolvimento:** Nessa etapa do encontro, o professor, em colaboração com os alunos, organiza e decora a sala de forma criativa e acolhedora para a apresentação das atividades realizadas durante a eletiva. Esse momento tem como objetivo não apenas expor os resultados dos trabalhos desenvolvidos, mas também promover a interação entre os alunos e a comunidade escolar, valorizando o processo de aprendizado. Os alunos assumem um papel central, apresentando de forma detalhada o que aprenderam, as habilidades adquiridas e os projetos desenvolvidos em cada encontro. Além disso, eles explicam os conceitos científicos, as metodologias utilizadas e os desafios superados, demonstrando o impacto da eletiva em seu desenvolvimento estudantil e pessoal. Essa apresentação proporciona um ambiente de troca de conhecimentos, reforçando a importância do aprendizado colaborativo e do protagonismo estudantil.

**Ligação com a TAS:** Relaciona à Teoria da Aprendizagem Significativa, proposta por Ausubel e por Moreira. De acordo com essa teoria, o aprendizado é significativo quando novos conhecimentos se conectam de maneira lógica e substancial aos conhecimentos prévios do aluno, criando uma rede de significados. Nesse contexto, ao apresentar e refletir sobre as atividades realizadas, os alunos consolidam o aprendizado ao integrar conceitos teóricos e práticos, ressignificando o que foi trabalhado ao longo da eletiva. Esse processo facilita a retenção das informações e estimula a autonomia, o protagonismo e a motivação, que são fundamentais para uma aprendizagem significativa.

### 3.10 DECIMO ENCONTRO

**Objetivos:** Identificar a mudança de subsunçores servindo de ancoragem do novo conhecimento na AS.

**Conteúdos:** Aplicação do questionário final.

**Cronograma:** duas aulas de 50 minutos cada

**Materiais Utilizados:** Google Forms, internet, computador ou smartphones.

**Desenvolvimento:** Nesse encontro, o professor enviará aos alunos um link para um formulário com oito questões abertas, cujo objetivo principal é avaliar o processo de aprendizagem ao longo da Sequência Didática (SD). O formulário busca explorar as percepções dos alunos sobre o que aprenderam, identificar quais conceitos foram efetivamente compreendidos e verificar se houve mudanças em suas concepções iniciais em relação aos temas abordados. Essa atividade proporciona ao professor um feedback importante para analisar a efetividade das estratégias pedagógicas empregadas, bem como para identificar possíveis dificuldades ou lacunas no aprendizado.

As questões do formulário permitem que os alunos expressem suas opiniões de maneira livre e reflexiva, promovendo uma auto-avaliação sobre o impacto das aulas no desenvolvimento de seus conhecimentos. Para essa última etapa, os alunos terão um tempo maior para responder, o que reforça a importância de um ambiente tranquilo e sem pressa, incentivando respostas mais detalhadas e bem elaboradas. Além de avaliar o aprendizado, essa atividade também promove a metacognição, pois estimula os alunos a refletirem sobre seu próprio processo de construção do conhecimento, contribuindo para uma aprendizagem mais significativa e duradoura que estão disponíveis no apêndice F.

**Ligação com a TAS:** O questionário final foi um formulário eletrônico com questões abertas visa explorar a conexão entre os novos conhecimentos e os conceitos prévios dos alunos. Segundo Ausubel, a aprendizagem significativa ocorre quando o aluno é capaz de relacionar novos conteúdos a estruturas cognitivas já existentes. Nesse contexto, as questões do

formulário permitem que os alunos reflitam sobre o que aprenderam, identificando como esses novos saberes foram integrados aos seus conhecimentos prévios.

Além disso, ao proporcionar um tempo maior para que os alunos respondam, o professor incentiva-os, processo essencial na aprendizagem significativa, pois os alunos avaliam conscientemente suas próprias mudanças conceituais. A identificação de eventuais transformações ou resistências em suas concepções iniciais ajuda a consolidar o aprendizado, tornando-o mais profundo e duradouro. Essa estratégia permite ao professor ajustar práticas pedagógicas futuras, garantindo que as experiências educacionais sejam verdadeiramente significativas e contextualizadas para os alunos.

#### **4. MENSAGEM AO PROFESSOR**

Esse material foi desenvolvido com o intuito de ser usado por professores de Física do Ensino Médio que queiram implementar em suas aulas uma Sequência Didática que possua assunto de astronomia, construção de foguete de garrafa PET, modelagem com uso de planilha eletrônica no estudo da cinemática do movimento oblíquo. O presente material é fruto do produto educacional feito para o trabalho de conclusão do curso Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), oferecido pela Universidade Federal do Piauí (UFPI), da dissertação “Sequência Didática para o Estudo do Lançamento Oblíquo com Foguete de Garrafa PET: uma Abordagem da Aprendizagem Significativa de Ausubel”.

## REFERENCIAS

ALONSO, Marcelo; FINN, Edward J. Física: um curso universitário. v. 1, Mecânica [livro eletrônico]. Tradução de Mário A. Guimarães ... [et al.]; Coordenação de Giorgio Moscati. São Paulo: Blucher, 2018.

AUSUBEL, D. P. Educational Psychology: A Cognitive View. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.

MOREIRA, M. A. a Teoria e Textos Complementares . São Paulo: Livraria da Física, 2011.

CABRAL, NATANAEL FREITAS. Sequências didáticas: estrutura e elaboração / Natanael Freitas Cabral. Belém: SBEM / SBEM-PA, 2017.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. A. F. Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 1982.

MOREIRA, M. A. Mapas conceituais e aprendizagem significativa. São Paulo: Centauro, 2010.

MOREIRA, Marco Antonio. Desafios no ensino da física. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 43, p. e20200451, 2021.

YOUNG, HUGH D. FÍSICA I, SEARS E ZEMANSKY. Física Mecânica, 14. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016.

ZABALA, Antoni. *A Prática educativa: como ensinar*. Tradução Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: Artmed, 1998.

**APÊNDICE A**

**QUESTIONÁRIO DE VERIFICAÇÃO DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS  
APLICADO NO PRIMEIRO ENCONTRO**

01. Os foguetes são:

- a) somente veículos para fins de guerra.
- b) veículos importantes para o deslocamento no espaço e estudo da astronomia.
- c) exclusivamente meios de transporte para viagem no espaço.
- d) veículos aéreos com a finalidade de transporte de passageiro.
- e) meios de transporte terrestre convencional.

02. O foguete que usaremos na eletiva é confeccionado com quais materiais em destaque:

- a) Madeira e PVC
- b) Alumínio e PVC
- c) PET e PVC
- d) Madeira e PET
- e) Alumínio de PET

03. O foguete possui coifa?

( ) Sim; ( ) Não.

04. Sobre a quantidade de coifas em um foguete possui?

( ) Uma; ( ) Duas; ( ) ou mais.

05. Informe o nome ou os nomes, caso saiba, que substitui a palavra coifa:

a) Nome da coifa (se para você for apenas uma):

---

---



b) Nomes das coifas (se para você for várias):

---

---

06. O foguete possui aleta?

( ) Sim; ( ) Não.

07. Em possuindo aleta, quantas?

( ) Uma; ( ) Duas; ( ) Três; ( ) Quatro; ( ) ou mais.

08. Elabore um esquema, por meio de desenho, como você entende o caminho (trajetória) que o foguete de garrafa PET executa no ar após o seu lançamento em uma base fixa de inclinação  $45^\circ$  identificando ponto de partida, ponto de chegada nele representado.

09. Dos materiais, identifique aquela que é o combustível que possibilita a propulsão do foguete de garrafa PET.

- a) água e vinagre
- b) água e bicarbonato de sódio
- c) bicarbonato de sódio e vinagre
- d) vinagre e álcool
- e) vinagre e álcool

10. Você tem interesse por assuntos relacionados a astronáutica em especial aos foguetes? De ouviu falar ou ler sobre? O grau de interesse que você tem por esse assunto:

- a) Detesto
- b) Tenho fascínio;
- c) Gosto, mas nunca me dediquei em pesquisar e fazer leitura sobre os assuntos;

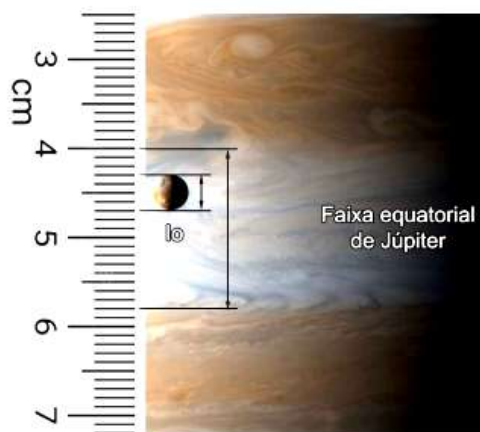
- d) Não curto;
- e) Estou aqui por está, sem compromisso.

## APÊNDICE B

### LISTA DE QUESTÕES OBA APLICADO NO SEGUNDO ENCOTRO

#### QUESTÕES

Questão 1) A imagem a seguir, da sonda Cassini da NASA, traz Júpiter e seu satélite Io. A escala de uma imagem é encontrada medindo-se com uma régua a distância entre dois pontos na imagem cuja separação real, em unidades físicas, se conhece. Nesse caso, sabemos que o raio de Io é de 1.800 quilômetros. Desconsidere a distância entre Io e Júpiter e assinale a opção que traz o valor real da largura da faixa equatorial de Júpiter assinalada na imagem. Já colocamos uma régua sobre a imagem para você fazer esta medida.



- a) 16.200 km
- b) 36.000 km
- c) 45.000 km
- d) 32.400 km
- e) 8.100 km

Questão 2) A massa de uma estrela é o combustível para os processos de fusão nuclear. Podemos, então, presumir que o seu tempo de vida na Sequência Principal é proporcional à massa estelar dividida pela sua Luminosidade, é uma medida de sua produção de energia. Os modelos de evolução estelar nos dizem que apenas uma fração da massa de uma estrela está realmente disponível como combustível nuclear. Utilizando o Sol como parâmetro e assumindo que sua vida na Sequência Principal será de  $10 \times 10^9$  anos (10 bilhões de anos), o

tempo de vida  $T$  previsto para uma estrela permanecer na Sequência Principal dependerá de sua Massa  $M$  de acordo com a seguinte fórmula:

$$T = 10^{10} \left( \frac{M_{\text{Sol}}}{M_{\text{estrela}}} \right)^{\frac{5}{2}} \text{ anos}$$

Utilizando a fórmula, assinale a alternativa que traz o tempo de vida da estrela hiper gigante com 100 vezes a massa do Sol ( $M_{\text{estrela}} = 100.M_{\text{Sol}}$ ).

- a) 100.000 anos
- b) 1.000.000 anos
- c) 10.000.000 anos
- d) 100.000.000 anos
- e) 1.000.000.000 anos

Questão 3) Netuno é o oitavo planeta do Sistema Solar, o último a partir do Sol desde a reclassificação de Plutão para a categoria de Planeta Anão, em 2006. Pertencente ao grupo dos gigantes gasosos com massa, equivalente a 17 massas terrestres. Netuno orbita o Sol a uma distância média de 30,1



unidades astronômicas. A órbita de Netuno possui período orbital de aproximadamente 164 anos terrestres e sua excentricidade é somente de 0,011, o que faz dela uma das órbitas mais circulares dentre os planetas do Sistema Solar. Em relação à perpendicular ao plano da sua órbita, o eixo de rotação de Netuno é inclinado em  $28,3^\circ$ , similar à inclinação do eixo terrestre, que é de  $23,5^\circ$ . Por isso o planeta apresenta variações sazonais da radiação solar recebida nos hemisférios norte e sul, tal como a Terra. No ano de 2005 começou o solstício de verão no Hemisfério Sul de Netuno. Assinale a opção que traz em que ano ocorreu o último solstício de inverno neste mesmo Hemisfério de Netuno.

- a) 1923
- b) 1841
- c) 1964
- d) 1882
- e) 1800

Questão 4) Sem uma atmosfera, não há nada que impeça que milhões de kg de fragmentos de rocha e gelo, que vagam pelo espaço, atinjam a superfície lunar todo o ano. Na Terra, nossa

atmosfera nos protege e poucos fragmentos chegam até o solo. Viajando a cerca de 19 km/s, estes fragmentos são mais rápidos que uma bala e são totalmente silenciosos e invisíveis até atingirem a superfície da Lua. Isso é algo com que os futuros exploradores e colonos lunares precisam se preocupar! Durante 2 anos seguidos, os astrônomos da NASA contaram 100 flashes de luz provenientes dos impactos de meteoritos na superfície lunar, cada um equivalente a algumas dezenas de kg de TNT, por isso a preocupação. Considere que os astrônomos só conseguiram observar os impactos em 1/4 da superfície da Lua e que a Lua é esférica com raio  $R_{\text{Lua}} = 1.737,0 \text{ km}$ . Com essas informações, assinale a opção que traz o tempo aproximado que uma colônia lunar de  $10 \text{ km}^2$  deverá esperar para ocorrer um impacto direto em suas instalações.

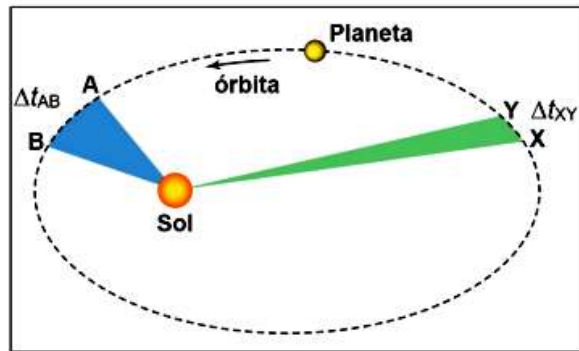
Dicas: - utilize a fórmula  $A = 4\pi R^2$  para calcular a área da superfície da Lua;



- calcule a taxa de impactos em termos de ‘meteoritos/ $\text{km}^2$  ano’;
  - multiplique a taxa acima pela área total da colônia lunar. Você obterá um número muito menor do que 1 meteorito por ano caindo na área da base lunar.
  - Calcule, finalmente, quanto tempo será necessário esperar para que UM meteorito caia na base lunar em questão.
- a) 9.400 anos
  - b) 37.600 anos
  - c) 4.700 anos
  - d) 1.737 anos
  - e) 2 anos

Questão 5) O desenho a seguir, fora de escala, ilustra a famosa Segunda Lei de Kepler, com o Sol ocupando um dos focos da elipse orbital, que neste caso está com a sua excentricidade exagerada.

Sobre esta Lei e o desenho, PRIMEIRO coloque F ou V na frente de cada afirmação e DEPOIS escolha a linha que contém a sequência correta de F e V.

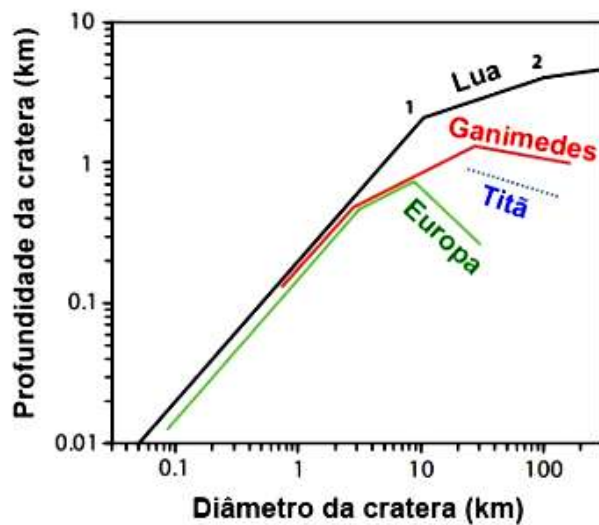


- 1ª) ( ) Se os intervalos de tempos entre AB e XY forem os mesmos ( ), então a área compreendida entre os pontos A-B-Sol é igual à área compreendida entre os pontos X-Y-Sol.
- 2ª) ( ) A velocidade orbital entre os pontos A e B é maior do que entre os pontos X e Y.
- 3ª) ( ) Os pontos A e B estão mais perto do periélio do planeta do que os pontos X e Y.
- 4ª) ( ) Entre os pontos X e Y o planeta está acelerado.
- 5ª) ( ) Entre os pontos A e B o planeta está acelerado.

Assinale a alternativa que contém a sequência correta de F e V

- a) ( ) 1ª (V), 2ª (V), 3ª (V), 4ª (V), 5ª (F)
- b) ( ) 1ª (V), 2ª (V), 3ª (V), 4ª (V), 5ª (V)
- c) ( ) 1ª (V), 2ª (V), 3ª (V), 4ª (F), 5ª (F)
- d) ( ) 1ª (F), 2ª (V), 3ª (F), 4ª (F), 5ª (V)
- e) ( ) 1ª (F), 2ª (F), 3ª (F), 4ª (F), 5ª (F)

Questão 6) O gráfico traz a relação entre a profundidade e o diâmetro das crateras em quatro luas do Sistema Solar.

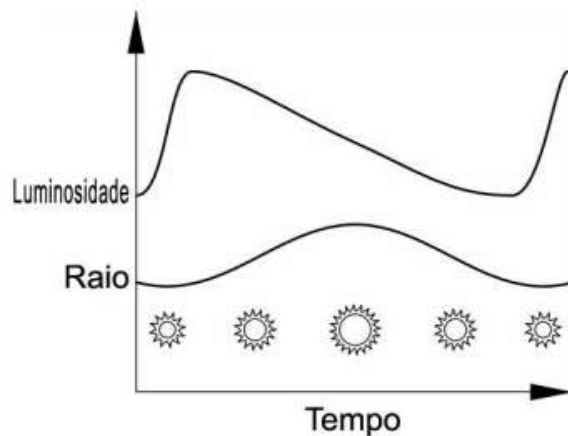


As “quebras” das linhas marcam a transição de crateras simples para complexas (primeira “quebra” em 1) e de crateras complexas para bacias com multianéis (segunda “quebra” em 2). Baseado nas informações apresentadas no gráfico, assinale a afirmação correta.

- a) ( ) De maneira geral, crateras com 1 km de diâmetro também costumam ter 1 km de profundidade.
- b) ( ) Na lua Europa só encontramos crateras simples.
- c) ( ) Na Lua, crateras com diâmetros de até 10 km são consideradas crateras simples.
- d) ( ) A profundidade das crateras da Lua é sempre menor do que as de Ganimedes.
- e) ( ) Em Titã encontramos todos os três tipos de crateras.

(Questão 7) Medir as distâncias das estrelas é fundamental em astronomia e as Cefeidas permitem fazer isso. Uma estrela do tipo Cefeida é uma estrela gigante ou supergigante amarela, com 4 a 15 vezes mais massa do que o Sol e com 100 a 30.000 vezes mais luminosidade (= potência) do que o Sol. A luminosidade das Cefeidas varia num período bem definido, compreendido entre 1 e 100 dias. O nome "Cefeida" vem da estrela pulsante Delta Cephei (da constelação do Cefeu), cuja variabilidade do seu brilho aparente foi descoberta em 1784. Foi descoberta uma relação entre o período (P) de pulsação da Cefeida e sua magnitude absoluta (Mv), dada por

$$Mv = -2,76 \cdot \log (P(\text{dias})) - 1,4.$$



Então, medindo-se o período (P), se obtém sua magnitude absoluta (Mv). Medindo-se o brilho da Cefeida através da luz que chega num telescópio se obtém a magnitude aparente (mv), porém ambas as magnitudes (Mv e mv) estão relacionadas com a distância (d) da estrela até nós, dada por:

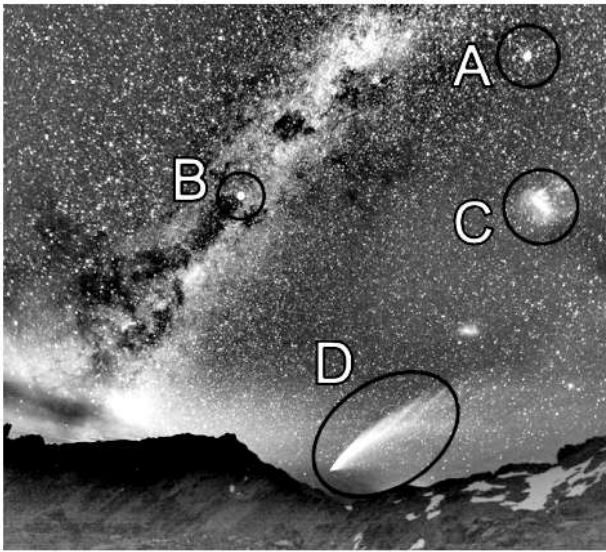
$$d = 10^{(mv - Mv + 5)/5}$$

onde d é dada em parsec (pc), uma unidade de distância. Por isso, as Cefeidas são fundamentais na determinação de distâncias extragaláticas. O gráfico mostra a relação entre a luminosidade de uma Cefeida e seu raio, numa escala arbitrária, ao longo do tempo. Analisando o gráfico, coloque F (Falso) ou V (Verdadeiro) na frente de cada afirmação a seguir:

- ( ) A luminosidade da Cefeida cresce lentamente e decresce rapidamente;
- ( ) Quando a luminosidade da Cefeida está diminuindo ela atinge seu tamanho máximo;
- ( ) O raio da Cefeida e a sua luminosidade atingem o máximo simultaneamente;
- ( ) O tamanho da Cefeida varia regularmente ao longo do tempo.

(Questão 8) A imagem a seguir é do astrofotógrafo tcheco Miloslav Druckmuller.





Ele conseguiu registrar na mesma foto vários objetos celestes. Alguns estão identificados para você:

Objeto A - Estrela Canopus;

Objeto B - Estrela Alfa Centauro;

Objeto C - Grande Nuvem de Magalhães (uma galáxia satélite da Via Láctea) e

Objeto D - Cometa McNaught.

Curiosidade: A estrela Canopus tem magnitude absoluta  $M_v = -5,53$  e magnitude aparente  $m_v = -0,65$  e Alfa Centauro tem magnitude absoluta  $M_v = +4,45$  e magnitude aparente  $m_v = +0,10$ . Escolha entre as quatro alternativas dadas para cada objeto a ordem de afastamento até nós, ou seja, 1 para o mais próximo até 4 para o mais distante. Ou seja, seqüencie corretamente os quatro objetos de 1 até 4.

(1) (2) (3) (4) Estrela Alfa Centauro.

(1) (2) (3) (4) Grande Nuvem de Magalhães.

(1) (2) (3) (4) Estrela Canopus.

(1) (2) (3) (4) Cometa McNaught.

## APÊNDICE C

### SUGESTÃO PARA CONSTRUIR SEU FOGUETE DE GARRAFA PET

Este apêndice tem como principal função auxiliar os alunos em confeccionar seus foguetes de garrafa PET, nível 4, para o lançamento da Mostra Brasileira de Foguetes MOFOG e demais atividades relacionadas. Os materiais essenciais são:

#### **Materiais:**

- Duas garrafas PETs de preferência idênticas, 2 litros;
- Um balde de PVC vazio, 20 litros;
- Uma cola instantânea multiuso, 100 gramas;
- Uma massa epóxi bicomponente, 100 gramas;
- Uma fita isolante para instalações elétricas, 20 metros;
- Uma lixa de parede, nº 100;
- Uma tesoura;
- Um estilete.
- Uma serra de cano PVC;

#### **Procedimento e estruturação:**

Selecione duas garrafas PET de mesmo tamanho e modelo, de preferência, 2 litros, que não estejam nem furadas e nem amassadas. Escolha uma das garrafas para ser o corpo principal do foguete, como visto na figura 1, parte do foguete onde ocorre a reação química, de preferência a garrafa mais conservada sem ondulação e sem rachadura.

**Figura 1 – Escolha da garrafa para corpo do foguete**



Fonte: do autor (2024).

Para outra garrafa corte abaixo da tampa e também 15 cm abaixo, fazendo isso a coifa do foguete. Esta coifa contém um preenchimento de epóxi bicomponente servindo de peso e estabilidade do foguete durante seu voo. A figura 2 apresenta a confecção dessa parte feita.

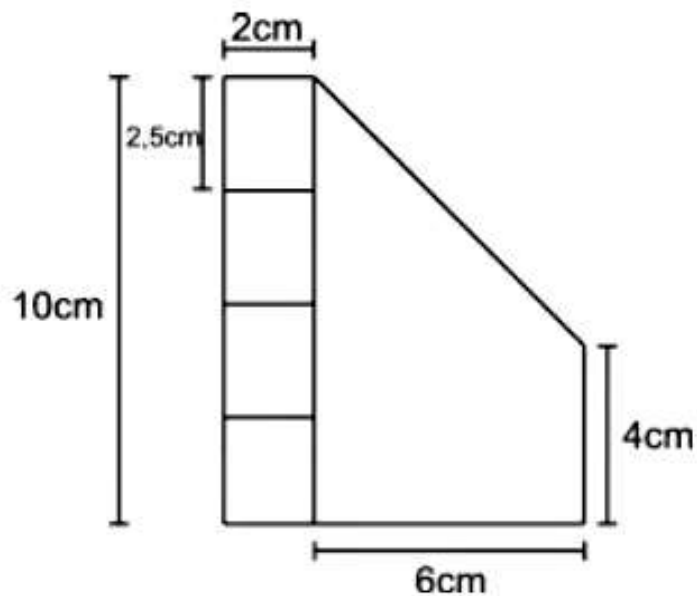
**Figura 2 – Construção da coifa do foguete**



Fonte: do autor (2024).

Para a construção das aletas apresentadas figura 3, é sugerida que faça entre três ou quatro delas seguindo molde apresentado pelo regulamento da MOBFOG.

**Figura 3 – Modelo de aleta**



Fonte: Regulamento da 18ª MOBFOG (2024).

As aletas são confeccionadas usando material de balde de plástico PVC geralmente de tinta. O balde é cortado com uma serra de cano, figura 4.

**Figura 4 – balde sendo cortado**



Fonte: do autor (2024).

O modelo da aleta é desenhado com ajuda de uma caneta e régua no material, como mostra a figura 5.

**Figura 5 – uso do modelo para construir as aletas**



Fonte: do autor (2024).

Após desenhar as aletas no material, use tesoura ou estilete para cortar.

Os modelos da aleta podem ser adaptados mediante pesquisar ou escolhas e desejo de cada equipe.

Fixe-as aletas no corpo principal da garrafa próximo ao gargalo, como mostra a figura 6.

**Figura 6 – fixando as aletas no corpo principal do foguete**



Fonte: do autor (2024).

Para finalizar a construção do foguete fixe a coifa no fundo do corpo da garrafa principal, utilizando fita isolante verificando que elas não se separem.

Todas as construções do foguete devem ser feitas exclusivamente pelos alunos envolvidos, a figura 7 mostra a construção dos foguetes de cada equipe, o professor somente tem o papel de auxiliar o processo dando sugestões.

**Figura 7 – modelos dos foguetes feitos pelos alunos**



Fonte: do autor (2024).

## APÊNDICE D

### SUGESTÃO PARA CONSTRUIR BASE DE LANÇAMENTO

Esse material é destinado como guia para a confecção da base de lançamento dos foguetes são destinada para o nível 4 da MOBFOG usado pelos alunos do ensino médio.

Os materiais para construção da base são:

#### **Materiais:**

- Cano de PVC de 20 mm;
- Duas conexões tipo joelhos de PVC 20 mm;
- Cinco conexões tipo “T” de PVC 20 mm;
- Uma conexão tipo “T” de PVC com rosca central 20 mm;
- Um cap tampão de PVC 20 mm;
- Um registro de esfera PVC 20 mm;
- Uma curva suave de PVC 20 mm;
- Um joelho com rosca de PVC 20mm;
- Niple duplo união de rosca 20mm;
- Uma luva soldável com rosca PVC 20mm;
- Um anel oring de borracha;
- Um pedaço de cano 40 mm;
- Cinco metros de corda de nylon;
- 16 Abraçadeiras de plástico;
- Uma fita isolante;
- Um manômetro;
- Cola de cano PVC;
- Serra de cano.

#### **Procedimento e estruturação:**

Corte quatro pedaços de cano com 20 cm cada. Em seguida, corte mais quatro pedaços de cano com 10 cm cada. Conecte dois joelhos a dois pedaços de cano de 10 cm e, na outra extremidade desses canos, encaixe em uma única conexão tipo “T”. Repita o processo com os outros dois pedaços de cano, mas agora utilizando conexões “T” nas extremidades e um “T” central unindo os dois.



Para fazer a inclinação, corte dois pedaços de cano com 14,15 cm e conecte-os em cada um dos “T”, junto ao “T” central, que estará inclinado.

Tenha o cuidado de fazer todas as junções utilizando cola para cano, a fim de evitar vazamentos e garantir boa pressurização.

**Figura 1 – base de lançamento**



Fonte: do autor (2024).

Faça as conexões, una o “T” de rosca ao “T” central inclinado, em seguida rosqueie o niple duplo ao “T” de rosca e ao joelho de rosca, conectando depois à luva com rosca e ao manômetro.

Na outra extremidade lisa do “T” de rosca, conecte o gatilho feito com 25 cm de cano de 20 mm, envolvido com 18 abraçadeiras de plástico presas com fita isolante. O anel de o’ring é posicionado acima das abraçadeiras, onde também são dadas voltas de fita vedarosca. Isso serve como a conexão entre o fundo da garrafa principal do foguete e o gatilho. Um pedaço de cano PVC de 40 mm serve como parte do gatilho de liberação. Esse cano é amarrado a uma corda de nylon de 5 metros.

Para finalizar, as extremidades da base os canos de 20 mm são tampados um com cap tampão e na outra extremidade com um registro de esfera e para utilizá-lo verifique se o registro esteja fechado.

## APÊNDICE E

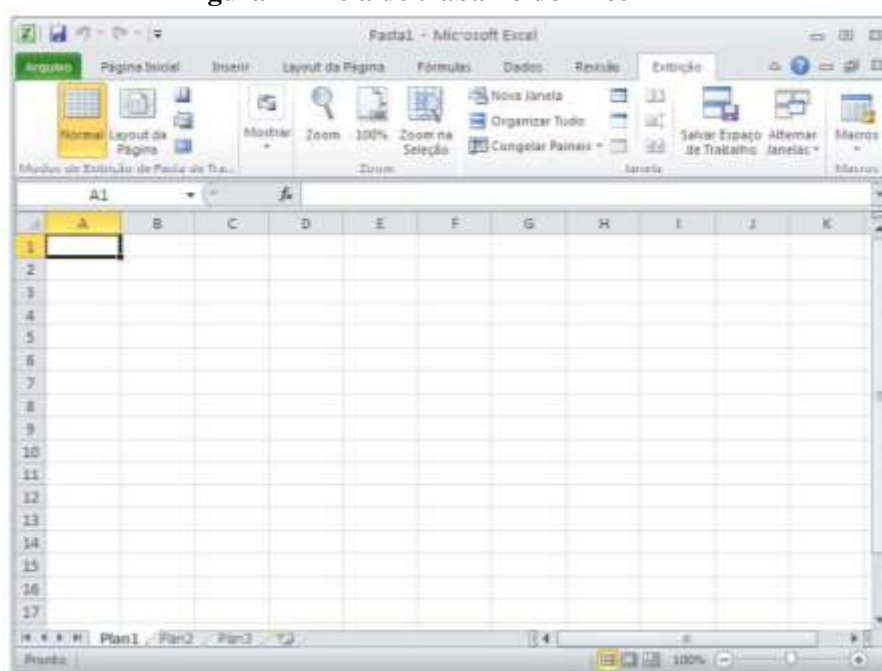
### EXCEL COMO FERRAMENTA PEDAGOGICA NA TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA

O Excel foi o programa escolhido como base para utilização do produto educacional dessa dissertação devido o seu uso nos sistemas operacionais em computadores, de fácil entendimento e manuseio, podendo ser aplicado na mais diversas áreas e níveis de ensino. Segundo Silva (2018), o Excel é um tipo de programa chamado “planilha eletrônica”, onde as planilhas são utilizadas para organizar dados do mundo real que podem ser numéricos ou alfabéticos.

Sendo um programa com múltiplas funções, o Excel também é utilizado no ensino de física, onde as implementações são uma forma eficaz de seu uso, devido a sua interface “[...]o Excel exibe sua tela de trabalho mostrando uma planilha em branco com o nome da Pasta 1. A tela de trabalho do Excel 2010 é composta por diversos elementos [...]”, (Excel Total, 2018,p.02)

Nas afirmações de Parreira Jr.(2009), as planilhas eletrônicas têm a aparência de uma folha de trabalho e nela podem ser colocadas informações dados ou valores na forma de tabela que podem ser calculados e armazenamento do computador para efetuar trabalhos. E sobre o Excel é uma das melhores planilhas existentes no mercado.

**Figura 1 – Tela de trabalho do Excel**

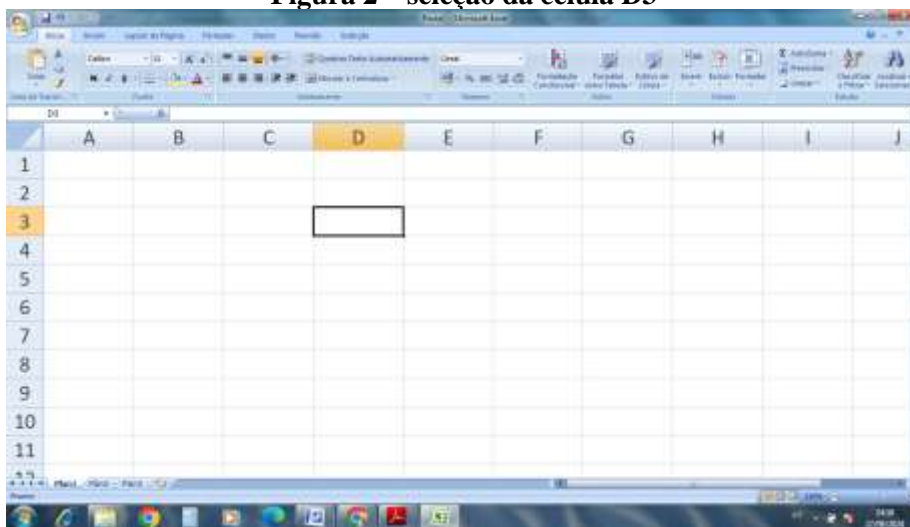


Fonte: Excel Total (2018).



Para Silva (2018) o Excel, em seu espaço de trabalho, é organizado por linhas e colunas. As linhas são representadas por números e as colunas denominadas por letras. O cruzamento das linhas com as colunas são chamados de células do Excel.

**Figura 2 – seleção da célula D3**



Fonte: do autor (2024).

O endereço de uma célula, também chamado de nome da célula, são definidos pela letra da coluna e o número da linha. Segundo o exemplo da figura 2, foi selecionada a célula D3, que corresponde ao cruzamento da coluna D com a linha 3.

## PASSOS PARA ABRIR O EXCEL

Para você abrir o Excel a priori é preciso localizar o programa no seu computador. Para executar o programa clique no ícone Excel na área de trabalho com o mouse e clicar duas vezes com o botão esquerdo do mouse. Caso não veja o ícone do Excel na área de trabalho o processo para abertura será acessando o menu iniciar (botão no canto inferior esquerdo). Dessa forma poderá ver o ícone do Excel e então clique nele duas vezes no botão esquerdo do mouse. Por fim se ainda não o encontrou, clique em “Todos os programas” e logo após procure a lista de programas até encontrá-lo.

Ela também pode ser localizada na pasta “Microsoft Office” ou coisa similar, isso depende muito da máquina específica. Clique então com o botão esquerdo do mouse para abri-lo. O Excel abrirá uma tela em branco chamada “pasta 1”. A figura 3 mostra a visão geral da interface do Excel.

**Figura 3 – Interface do Excel**

Fonte: Silva (2018).

## SOBRE O EDITOR DE EQUAÇÕES

O editor de equações no Excel fica localizado logo abaixo do menu em abas, onde o lado esquerdo indica a célula selecionada e o lado esquerdo permite a entrada de texto ou da equação na célula selecionada.

Há duas formas para inserir informações em uma célula. Pode selecionar a célula há sua preferência individualmente e digitar texto ou equações ou digitar diretamente na célula selecionada.

O processo para enxerir fórmula em uma célula deve começa com o sinal + ou =, se for postergado, o Excel entenderá que é somente texto. Na composição da fórmula, podemos dispor letras minúsculas ou maiúsculas para os parâmetros.

Alguns operadores matemáticos podem ser representados para escrever uma fórmula e esses operadores indicam o tipo de operação matemática que será realizada.

**Tabela 1 - Função e sinal de alguns operadores matemáticos**

Função	Sinal
Adição ou Somar	+
Subtração	-
Multiplicação	*
Divisão	/
Potência	^
Porcentagem	%
Igual	=

Fonte: do autor (2024).

Implementação das equações do movimento no Excel.

As equações do movimento oblíquo que foram implementadas no Excel e fazem parte do sétimo e oitavo encontro da SD para o lançamento de foguete com garrafa PET uma abordagem da Aprendizagem Significativa de David Paul Ausubel. Essa implementação serve como uma ferramenta para obter os parâmetros velocidade inicial e trajetória no lançamento do foguete confeccionado pelos alunos durante no quarto encontro e realizado lançamento no quinto encontro. Pela coleta do alcance na prática de lançamento do foguete de garrafa PET ele é o parâmetro de relevância exigida no item 12 do regulamento da MOBFOG (2024)

12. MEDIÇÕES DOS LANÇAMENTOS. Os professores da Escola coordenarão os lançamentos dos foguetes, cuidarão de todos os aspectos da segurança do evento e medirão em número INTEIRO de metros os alcances obtidos pelos foguetes, medido entre o ponto de lançamento e onde parou o foguete (usar o centro do foguete para a determinação da distância, ou o centro da maior parte caso ele se quebre). Exemplo: o foguete viajou qualquer distância entre 170,1m e 170,99m, neste caso, ARREDONDAR PARA 171 metros, ou seja, sempre “arredondar” para o número inteiro seguinte. A planilha eletrônica só aceitará números INTEIROS de metros. Os foguetes podem ser lançados por alunos individualmente ou por equipes de no máximo 3 alunos. (MOBFOG, 2004, p. 3)

A confecção dos foguetes de nível 4, são estabelecida no item 10 do regulamento da MOBFOG (2004) e a propulsão foi realizada usando a reação química entre 120 gramas de bicarbonato para um litro de vinagre de álcool.

A Implementação do alcance no Excel pode encontrar a velocidade inicial de lançamento, usamos os seguintes passos:

1º passo: abra a planilha Excel;

2º passo: escreva na célula A1 “A (m)”, o alcance, e na célula B1 “ $v_0$  (m/s)”, velocidade inicial de lançamento, retratando assim respectivamente os valores do alcance em metros e a velocidade inicial em metros por segundo;

3º passo: insira o valor do alcance aferido no quinto encontro na célula A2;

4º passo: na célula B2 reescreva a equação da velocidade inicial do lançamento oblíquo;

Equação da velocidade inicial do lançamento oblíquo:

$$v_0 = \sqrt{A \cdot g} \quad (1)$$

Reescrevendo na célula B2 a equação 1 da seguinte forma:

$$= (A2*9,8)^(1/2) \quad (2)$$

5º passo: aperte a tecla ENTER.

Seguindo esses passos é possível calcular o valor da velocidade inicial do lançamento do foguete considerando-o como uma partícula em movimento oblíquo.

Para obter a trajetória do foguete de garrafa PET em movimento oblíquo, usando o Excel, o procedimento pode ser feito usando os seguintes passos, são:

1º passo: escreva na célula A3 “X (m)” e na célula B3 “Y (m)” onde retratam respectivamente os valores de distância horizontal e distância vertical dos lançamentos oblíquo;

2º passo: na célula A4 insira o valor 0(zero) e na célula A5 implemente a seguinte equação:

$$= A4 + (\$A\$2/10) \quad (5)$$

aperte ENTER;

3º passo: selecione a célula A5 posicione o mouse no quadrado de seleção inferior direito da célula segurando o botão esquerdo e arrastando até a célula A14;

4º passo: na célula B4 reescreva a seguinte equação:

$$y = \tan \theta \cdot x - \frac{g}{2 \cdot v_0^2 (\cos \theta)^2} \cdot x^2 \quad (4)$$

da seguinte forma:

$$= A4 - 9,8*(A4/\$B\$2)^2 \quad (5)$$

5º passo: selecione a célula B4 posicionando com o mouse no quadrado de seleção inferior direito da célula segurando o botão esquerdo e arrastando até a célula B14;

6º passo: selecione as colunas A e B nas posições A4 e B4 até A14 e B14;

7º passo: menu inserir gráfico de dispersão com linha suave e marcadores e clique.

**APÊNDICE F****INSTRUMENTO QUESTIONARIO FINAL****QUESTIONARIO FINAL**

01. Explique com suas palavras o que são os foguetes?

---

---

---

---

02. Sobre a eletiva ASTROCOCAIS realizada, cite os materiais que você utilizou para construção de seu foguete?

---

---

---

---

03. Você sabe dizer o que é coifa? Se sim, qual outro nome você pode substituir a palavra coifa?

---

---

---

---

04. Você sabe o que é aleta? Se sim, diga o que é?

---

---

---

---

05. No lançamento do foguete com garrafa PET, quais são os combustíveis usados para o lançamento do foguete?

---

---

---

---

06. A construção da trajetória do foguete usando o recurso do Excel foi relevante para você?  
Se sim relate sobre isso?

---

---

---

---

---

07. Você conseguiu compreender a trajetória do foguete usando as equações apresentadas na aula e implementadas no Excel? Se sim, explique com suas palavras?

---

---

---

---

---

08. O que você mais aprendeu nessa eletiva?

---

---

---

---

---

