

MNPEF

Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



UNIVERSIDADE
FEDERAL DO PIAUÍ



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

EMMANUEL SEPULVEDA DE OLIVEIRA

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ESTUDO DO LANÇAMENTO OBLÍQUO COM
FOGUETE DE GARRAFA PET: uma abordagem da aprendizagem significativa de
Ausubel.**

TERESINA

2025

EMMANUEL SEPULVEDA DE OLIVEIRA

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ESTUDO DO LANÇAMENTO OBLÍQUO COM
FOGUETE DE GARRAFA PET: uma abordagem da aprendizagem significativa de
Ausubel.**

Projeto de Pesquisa apresentado à Coordenação do Curso
de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física –
MNPEF, Polo 26, da Universidade Federal do Piauí –
UFPI, como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Ensino de Física.

Linha de Pesquisa: Processo de ensino e aprendizagem
no ensino de Física.

Orientador(a): Prof. Dr. Francisco Ferreira Barbosa Filho

TERESINA

2025

FICHA CATALOGRAFICA

FICHA CATALOGRÁFICA
 Universidade Federal do Piauí
 Sistema de Bibliotecas UFPI - SIBi/UFPI
 Biblioteca Setorial do CCN

O47s	Oliveira, Emmanuel Sepulveda de. Sequência didática para o estudo do lançamento oblíquo com foguete de garrafa PET: uma abordagem de aprendizagem significativa de Ausubel / Emmanuel Sepulveda de Oliveira. – Teresina, 2025. 170 f. : il. color. Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade Federal do Piauí. Centro de Ciências da Natureza. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Teresina, 2025. “Orientador: Prof. Dr. Francisco Ferreira Barbosa Filho”. 1. Física - Estudo e Ensino. 2. Ensino-Aprendizagem. 3. Recurso didático. 4. Sequência Didática. I. Barbosa Filho, Francisco Ferreira. II. Título. CDD 530.7
------	---

Bibliotecária: Caryne Maria da Silva Gomes - CRB3/1461



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – UFPI
 e-mail: mnpef@ufpi.edu.br

ATA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO
DE EMMANUEL SEPÚLVEDA DE OLIVEIRA

As oito horas do dia quatro de julho de dois mil e vinte e cinco, reuniu-se no auditório do Departamento de Física do Centro de Ciências da Natureza da Universidade Federal do Piauí, no Campus Ministro Petrônio Portella, a Comissão Julgadora da dissertação intitulada "SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ESTUDO DO LANÇAMENTO OBLÍQUO COM FOGUETE DE GARRAFA PET: UMA ABORDAGEM DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL" do discente Emmanuel Sepúlveda de Oliveira, composta pelos professores Francisco Ferreira Barbosa Filho (orientador, UFPI), Sérgio Mikael Veras de Sena Rosa (IFMA) e Maria do Socorro Leal Lopes (UFPI) para a sessão de defesa pública do citado trabalho, requisito para a obtenção do título Mestre em Ensino de Física. Abrindo a sessão o Orientador e Presidente da Comissão, Prof. Francisco Ferreira Barbosa Filho, após dar a conhecer aos presentes o teor das Normas Regulamentares da defesa da Dissertação, passou a palavra ao discente para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos membros da Comissão Julgadora e respectiva defesa do discente. Nesta ocasião foram solicitadas correções no texto escrito, as quais foram acatadas de imediato. Logo após, a Comissão se reuniu, sem a presença do discente e do público, para julgamento e expedição do resultado final. O aluno foi considerado APROVADO, por unanimidade, pelos membros da Comissão Julgadora, à sua dissertação. O resultado foi então comunicado publicamente ao discente pelo Presidente da Comissão. Registrando que a confecção do diploma está condicionada à entrega da versão final da dissertação à CPG após o prazo estabelecido de 60 dias, de acordo com o artigo 39 da Resolução No 189/07 do CONSELHO DE ENSINO PESQUISA E EXTENSÃO DA UFPI. Nada mais havendo a tratar, o Presidente da Comissão Julgadora deu por encerrado o julgamento que tem por conteúdo o teor desta Ata que, após lida e achada conforme, será assinada por todos os membros da Comissão para fins de produção de seus efeitos legais. Teresina-PI, 04 de julho de 2025.

Prof. Francisco Ferreira Barbosa Filho



Documento assinado digitalmente
 FRANCISCO FERREIRA BARBOSA FILHO
 DATA: 2025/07/04 13:00:45-0300
 verifique em: <https://verificador.gov.br>

Prof. Sérgio Mikael Veras de Sena Rosa



Documento assinado digitalmente
 SERGIO MIKAEL VERAS DE SENA ROSA
 DATA: 2025/07/04 13:00:45-0300
 verifique em: <https://verificador.gov.br>

Prof. Maria do Socorro Leal Lopes



Documento assinado digitalmente
 MARIA DO SOCORRO LEAL LOPES
 DATA: 2025/07/04 13:00:45-0300
 verifique em: <https://verificador.gov.br>

AGRADECIMENTO

Agradeço, primeiramente, a Deus pela dádiva da vida, pela saúde, pela força e pela perseverança que me impulsionou a nunca desistir dos meus sonhos.

À Sociedade Brasileira de Física (SBF) e à CAPES, por meio do Programa de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), foi proporcionada a oportunidade de conhecer teorias de aprendizagem, melhorar minhas praticas como professor, discutir e analisar diferentes métodos de ensino, bem como avaliar as técnicas adquiridas ao longo da formação e da experiência profissional, por meio de uma comparação crítica com os novos conhecimentos apresentados.

Ao professor Dr. Francisco Ferreira Barbosa Filho que teve todo cuidado, paciência na orientação dessa dissertação, acompanhando e dando suporte em todos os detalhes para conclusão desse trabalho e a todos os professores do curso de Mestrado Nacional Profissional em ensino de Física da UFPI.

Expresso minha profunda gratidão à minha família. À minha esposa, Carolline Moreira Pinto, e à minha filha, Maria Carolina Moreira Pinto Sepúlveda de Oliveira, pelo amor, pela paciência e pelo constante apoio, torcendo sempre pelo meu crescimento como esposo e pai.

Aos meus familiares, meus pais, Manoel Gomes de Oliveira Filho e Joana de Deus Oliveira, pelos valores, ensinamentos e motivação que me acompanham desde os primeiros passos na educação infantil até os dias de hoje e ao meu irmão, Thiago Sepúlveda de Oliveira, por todo o cuidado, apoio e atenção dedicados como irmão mais velho.

Ao meu sogro, Silvio Pereira Pinto, e à minha sogra, Francisca Moreira Paixão Pinto, sou grato pelas palavras de incentivo e pela confiança. Enfim, a todos os familiares e amigos que, de forma direta ou indireta, contribuíram com palavras de apoio e motivação ao longo da minha trajetória.

Aos meus colegas do curso, Felipe, Huanderson, Amaranes, Edivaldo, Eduardo, Paulo, Rebeca, Guilherme, Jorge, Fernando, Tayla, Flavio e Ayrton que contribuíram nos momentos de formação ajudando durante todo andamento do curso.

A todos os meus colegas de trabalho do Centro de Ciências de Codó CCO da Universidade Federal do Maranhão UFMA. E todos os meus colegas de trabalho do Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão IEMA pleno de Codó.

E aos alunos da eletiva ASTROCOCAIS do ano de 2024 do ensino médio, participante da pesquisa, sem os quais não seria possível a realização da pesquisa.

RESUMO

O presente estudo, denominado, Sequência Didática para o Estudo do Lançamento Oblíquo com Foguete de Garrafa PET: Uma Abordagem da Aprendizagem Significativa de Ausubel, tem como objetivo geral analisar o desenvolvimento da aprendizagem significativa por meio de uma sequência didática (SD) aplicada ao conteúdo de lançamento oblíquo, utilizando foguetes de garrafa PET desenvolvidos por alunos do ensino médio. O desenvolvimento do conteúdo de Física parte de temas relacionados à preparação para Olimpíadas Científicas, como a Olimpíada Brasileira de Astronomia (OBA) e a Mostra Brasileira de Foguetes (MOBFOG), utilizando uma proposta de estratégia pedagógica voltada à aprendizagem significativa à luz da teoria de David Paul Ausubel, que se sobrepõe ao modelo de aula expositiva tradicional. Busca-se, cada vez mais, aplicar os conteúdos de Física na preparação para a OBA, explicando o lançamento de foguetes de garrafa PET na MOBFOG. A construção da SD tem como base o objetivo geral desta dissertação, iniciando-se de forma não linear e não arbitrária, a partir do interesse prévio dos estudantes pelos temas abordados. As atividades e a estrutura da SD utilizam esses temas como ponto de partida para articular, inicialmente, conteúdos de Astronomia, por meio do uso de organizadores prévios, como perguntas norteadoras, valorizando os conhecimentos prévios dos alunos. A aplicação de questionários no início e ao final da SD evidencia as mudanças ocorridas ao longo do processo, articuladas às observações realizadas pelo professor-pesquisador. A SD foi aplicada aos alunos do IEMA Pleno de Codó, e cada encontro foi planejado com uma narrativa inicial sobre conteúdos de Física, valorizando os saberes prévios dos estudantes. Os momentos de prática revelaram o desenvolvimento dos alunos ao longo da SD, considerando os temas abordados em cada encontro e valorizando as diversas práticas executadas.

Palavras-chave: Ensino de Física, Aprendizagem Significativa, Foguete de Garrafa PET, Lançamento Oblíquo, Sequência Didática.

ABSTRACT

The present study, entitled Didactic Sequence for the Study of Oblique Launch with PET Bottle Rocket: An Approach Based on Ausubel's Meaningful Learning, aims to analyze the development of meaningful learning through a didactic sequence (DS) applied to the content of oblique projectile motion, using PET bottle rockets developed by high school students.

The development of the Physics content is based on themes related to preparation for Science Olympiads, such as the Brazilian Astronomy Olympiad (OBA) and the Brazilian Rocket Exhibition (MOBFOG), adopting a pedagogical strategy aligned with David Paul Ausubel's theory of meaningful learning, which contrasts with the traditional lecture-based model. The goal is to increasingly integrate Physics content into the preparation for the OBA, by explaining the launch of PET bottle rockets in the context of MOBFOG.

The construction of the DS is grounded in the general objective of this dissertation, beginning in a non-linear and non-arbitrary way, based on the students' prior interest in the topics addressed. The activities and structure of the DS use these topics as a starting point to initially articulate Astronomy content, through the use of advance organizers such as guiding questions, valuing students' prior knowledge. The application of questionnaires at the beginning and end of the DS highlights the changes that occurred during the process, alongside observations made by the teacher-researcher.

The DS was implemented with students from IEMA Pleno de Codó, and each session was planned with an introductory narrative about Physics topics, emphasizing the students' previous knowledge. The practical moments revealed the students' progress throughout the DS, taking into account the themes addressed in each session and valuing the diverse activities carried out.

Keywords: Physics Teaching, Meaningful Learning, PET Bottle Rocket, Oblique Launch, Didactic Sequence.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ponto P e sua representação na coordenada cartesiana	30
Figura 2 – Vetor velocidade instantânea tangente a trajetória	30
Figura 3 – Representação das componentes vertical e horizontal da velocidade	32
Figura 4 – Bala de canhão representada na ausência e na presença da gravidade	32
Figura 5 – Velocidade resultante em vários pontos da trajetória	33
Figura 6 – Localização de Codó.....	40

LISTA DE FOTOS

Foto 1 – Área interna do IEMA Pleno Codó.....	41
Foto 2 – Vista de satélite da área de preservação ambiental da Trizidela.....	42
Foto 3 – Aplicação do questionário inicial	47
Foto 4 – Segundo encontro, abordagem básica de astronomia para OBA	49
Foto 5 – Escolha das garrafas PET	52
Foto 6 – Confeção das aletas	52
Foto 7 – Cortando o balde de tinta	52
Foto 8 – Atividade no parque ambiental da Trizidela.....	54
Foto 9 – Medindo a massa do NaHCO_3.....	55
Foto 10 – Uso do funil e vinagre	55
Foto 11 – Momento de abastecimento dos foguetes	55
Foto 12 – Momento de fixação da base.....	55
Foto 13 – Momento de instruções.....	57
Foto 14 – Momento de acompanhamento	57
Foto 15 – Momento de verificação final	57
Foto 16 – Momento contagem regressiva	58
Foto 17 – Foguete lançado da base	58
Foto 18 – Aula teórica sobre movimento oblíquo	59
Foto 19 – Ambientação e instruções no Excel.....	60
Foto 20 – Implementação das equações do movimento oblíquo no Excel.....	62
Foto 21 – Apresentação das atividades realizadas.....	63
Foto 22 – Trajetória parabólica do foguete.....	74
Foto 23 – Trajetória parabólica o foguete.....	74
Foto 24 – Trajetória vertical do foguete.....	74
Foto 25 – Trajetória segundo Aristóteles	74

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Alternativas marcadas pelos alunos na primeira pergunta	66
Gráfico 2 – Itens marcados pelos alunos na segunda pergunta.....	67
Gráfico 3 – Alternativas marcadas pelos alunos na terceira pergunta	68
Gráfico 4 – Itens marcados pelos alunos na quarta pergunta	69
Gráfico 5 – Resposta dos alunos no item a da quinta pergunta	70
Gráfico 6 – Resposta dos alunos no item b da quinta pergunta	71
Gráfico 7 – Itens marcados pelos alunos na sexta pergunta.....	71
Gráfico 8 – Itens marcados pelos alunos na sétima pergunta	72
Gráfico 9 – Representação da Trajetória na oitava pergunta	73
Gráfico 10 – Itens marcados pelos alunos na nona pergunta	76
Gráfico 11 – Itens marcados pelos alunos na décima pergunta	77

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Encontros realizados na SD	44
Quadro 2 – Alcance atingido por cada equipe	56
Quadro 3 – Categorização das respostas do questionário final.....	79

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APA	Área de proteção ambiental
AS	Aprendizagem significativa
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CCO	Centro de Ciências de Codó
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
EPI	Equipamento de proteção individual
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IEMA	Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão
MOBFOG	Mostra Brasileira de Foguetes
OBA	Olimpíada Brasileira de Astronomia
PET	Polietileno de tereftalato
PVC	Policloreto de vinila
SD	Sequência didática
TAS	Teoria da aprendizagem significativa
UEMA	Universidade Estadual do Maranhão
UFMA	Universidade Federal do Maranhão
UFPI	Universidade Federal do Piauí

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 ABORDAGEM TEÓRICA.....	19
2.1 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	19
2.1.1 Aprendizagem por recepção significativa e seus tipos.....	20
2.1.2 A aprendizagem significativa e o papel dos conhecimentos prévios	21
2.1.3 A relação entre professor e aluno para Aprendizagem significativa.....	23
2.1.4 Aprendizagem Significativa x Aprendizagem Mecânica	25
2.1.5 Aprendizagem Significativa Subversiva	26
2.2 SEQUENCIA DIDÁTICA	27
3 CINEMATICA DO MOVIMENTO OBLIQUO	29
3.1 MOVIMENTO OBLIQUO	29
3.1.1 Movimento em duas dimensões	29
3.1.2 Movimento de projeteis.....	31
3.1.3 Projeteis lançados segundo um ângulo.....	32
4 METODOLOGIA	36
4.1 SUA ABORDAGEM	36
4.2 PROCEDIMENTOS E COLETA DE DADOS.....	37
4.3 APLICAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA	38
4.3.1 Sobre o município Codó.....	39
4.3.2 Sobre o IEMA Pleno de Codó	40
4.3.3 Sobre a Área de Proteção Ambiental da Trizidela	42
4.3.4 Participantes da Pesquisa	43
5 APLICAÇÃO DO PRODUTO	44
5.1 EXECUÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	44
5.1.1 Primeiro encontro: Apresentação da eletiva, seus objetivos e aplicação do questionário inicial.....	45
5.1.2 Segundo encontro: Abordagem sobre os assuntos básicos de Astronomia para Olimpíada Brasileira de Astronomia OBA.....	48
5.1.3 Terceiro encontro: Apresentação sobre o regulamento e informações básicas para Mostra Brasileira de Foguetes MOBFOG.....	49
5.1.4 Quarto encontro: Levantamento de Materiais e Confeções dos foguetes para MOBFOG.....	51
5.1.5 Quinto encontro: Instruções de segurança, lançamento de foguetes e coleta dos alcances de cada lançamento	53
5.1.6 Sexto encontro: Apresentação dos alcances e desenvolvimento teórico do lançamento oblíquo.....	59
5.1.7 Sétimo encontro: Instruções para utilização do Excel como ferramenta de ensino aprendizagem.....	60

5.1.8 Oitavo encontro: Implementação dos alcances no Excel obtendo informação de velocidade inicial do lançamento, altura máxima e trajetória	61
5.1.9 Nono encontro: Culminância da eletiva para comunidade escolar.	62
5.1.10 Décimo encontro: Aplicação do pós-teste	63
5.2 ANALISE DOS DADOS DA PESQUISA	65
5.2.1 Analise do questionário inicial sobre os conhecimentos prévios dos alunos	65
5.2.2 Analise do questionário final identificando o processo de ancoragem	78
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	84
7 REFERÊNCIAS.....	86
APÊNDICES	92
PRODUTO EDUCACIONAL.....	123
ANEXO 1.....	170

1 INTRODUÇÃO

A prática de ensinar Física na sociedade moderna não é uma tarefa fácil. Durante muito tempo, acreditou-se que a aprendizagem ocorria exclusivamente por meio da transmissão de conhecimento pelo professor, que apresentava novos conteúdos aos alunos, esperando que eles os absorvessem de forma mecânica. Nesse modelo, os conhecimentos prévios dos alunos sobre o conteúdo eram frequentemente ignorados, e o professor transmitia as informações de maneira autoritária e unilateral.

A proposta de mudança nesse cenário ocorre por um currículo dinâmico proposto pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que destaca a importância da aprendizagem baseada em competências e habilidades, priorizando uma educação pautada em valores e na formação humana integral. Atualmente, o uso de estratégias pedagógicas direciona os alunos à reflexão crítica, incentivando-os a pensar, argumentar e desenvolver suas próprias idéias e conceitos na abordagem de novos conteúdos. Nesse contexto, o professor assume o papel de mediador, orientando e facilitando o processo de construção do conhecimento em colaboração com as relações entre aquilo que o aluno deseja aprender, suas relações com o conteúdo apresentado pelo professor e interação com seus colegas.

Dessa forma, o ensino de Física apresentado sem uma estratégia pedagógica adequada faz com que o aluno fique insatisfeito com a disciplina provocando situações indesejadas como reprovação e evasão escolar, situações estas que fazem a disciplina ser vista como uma das mais difíceis na educação básica.

O desenvolvimento deste trabalho surgiu a partir de experiências práticas vivenciadas ao longo de 15 anos de trajetória como professor de Física, iniciada em 2010 na rede particular de ensino em Teresina, ainda durante a graduação. Nesse período, ministrei aulas para turmas do 9º ano do ensino fundamental e aulas para alunos do ensino médio (1ª, 2ª e 3ª séries), atendendo às exigências de um currículo voltado majoritariamente para vestibulares, Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Entretanto, essas abordagens restringiam-se a conteúdos teóricos, com pouca ênfase em atividades experimentais, fazendo da disciplina de Física uma abordagem meramente mecânica e repetitiva sem ação por parte do aluno.

Em 2014, após graduação em licenciatura plena em Física no ano de 2013 pela Universidade Federal do Piauí (UFPI), minha atuação profissional passou por uma transformação significativa ao ser aprovado em concurso público para o cargo de técnico em laboratório de Física na Universidade Federal do Maranhão (UFMA), no Campus VII,

atualmente Centro de Ciências de Codó (CCCCO). Nessa função, passei a trabalhar diretamente com alunos da Licenciatura em Ciências Naturais com habilitação em Biologia, promovendo o acompanhamento das práticas experimentais em Física que consolidam a compreensão teórica dos fenômenos físicos abordados em sala de aula pelo professor da disciplina de Física.

Concomitantemente nos anos de 2014, 2015 e 2016, trabalhei como professor bolsista das disciplinas de Física e Meio Ambiente, Fundamentos de Eletromagnetismo e Óptica, Estática, Oscilações, Gravitação e Mecânica dos Fluidos, Física Moderna e Estágio curricular obrigatório no ensino fundamental pelo programa Darcy Ribeiro da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), consegui buscar melhorias na minha postura como professor e perceber as dificuldades e desafios a ser enfrentados na docência no ensino superior.

No ano de 2016, fui aprovado por meio de concurso público no estado do Maranhão, como professor de Física, o que me permitiu refletir e aprimorar minhas práticas pedagógicas, agora alinhadas às diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Em 2021, ingressei no Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IEMA), unidade plena Codó, onde pude realizar atividades relacionadas a Olimpíadas Científicas, como a Olimpíada Brasileira de Astronomia (OBA) e Mostra Brasileira de Foguetes (MOBFOG) trabalhando com alunos do ensino médio.

O desenvolvimento de conteúdos da disciplina de Física na OBA (2024) são os assuntos de unidades de medidas, notação científica, ordem de grandeza, as leis de Kepler e a lei da gravitação Universal e, para a MOBFOG (2024), em que a construção e lançamento de foguetes com garrafa pet, conceitos de cinemática, especificamente o lançamento oblíquo. Para isso, desenvolvi uma disciplina eletiva estruturada em uma sequência didática, permitindo aos alunos compreender não apenas a preparação prática para o lançamento, mas os fundamentos físicos do lançamento de foguetes, aspectos relacionados à construção e ao funcionamento dessas estruturas.

Assim, as atividades da OBA e MOBFOG passaram a ser uma proposta de ensino da Física. Esse ensino deixa de ser uma transmissão mecânica de conteúdos e passa a estimular a reflexão, a experimentação e o desenvolvimento de um pensamento crítico e investigativo por parte dos alunos.

Dessa forma, este trabalho foi dividido em capítulos. O desenvolvimento do segundo capítulo foi o levantamento dos aportes teóricos sobre Aprendizagem Significativa (AS) envolve a relação entre o conteúdo novo e a estrutura cognitivista do aluno, conforme David Paul Ausubel (1972; 1963; 2003) e a perspectiva subversiva feita por Marco Antônio Moreira

(1982; 1999; 2001; 2006), destinada como norteadora para o Produto Educacional. Nesse mesmo capítulo houve um breve apresentação do conceito de Sequência didática (SD) segundo a proposta de Zabala (1998), que destaca a relevância da SD como instrumento que objetiva uma estrutura organizada por etapas em um conjunto de atividades que tem princípio e um fim conhecidos. Isso serve tanto para o professor como para os alunos.

No terceiro capítulo, o assunto destina uma abordagem teórica sobre a cinemática do lançamento oblíquo, conteúdo de Física deste trabalho. Nela, a descrição do movimento oblíquo considera a aceleração da gravidade constante, tratando o movimento do foguete de garra de polietileno similar ao lançamento de um projétil em movimento oblíquo.

O capítulo quatro, apresenta a metodologia desenvolvida afirmando de forma clara o caráter qualitativo e os instrumentos de coleta de informações feitas no trabalho, que foram os questionários, a observação participante e diário de campo. Estes instrumentos foram usados em espaços como, o ambiente escolar e ambientes externos destinados para a prática de lançamento.

Além disso a explicação da Sequência Didática destacando como foi organizada em cada etapa os encontros e como foi realizada as coletas empíricas relevantes em cada momento.

No quinto capítulo, foi realizada a análise de dados, A coletada informação, através dos instrumentos foi representada em gráficos e dispostas em tabelas, durante as etapas feitas na SD em cada encontro. Isto ajuda a evidência os aspectos de mudanças durante o desenvolvimento de cada encontro, mostrando assim características do que foi relevante em cada encontro.

Portanto, o objetivo geral dessa dissertação é identificar evidências do desenvolvimento da aprendizagem significativa através de uma sequência didática aplicada no estudo do lançamento oblíquo usando foguete de garrafa PET, desenvolvido por alunos do ensino médio.

Os objetivos Específicos foram:

- Utilizar atividades que envolva assuntos iniciais de astronomia servindo como organizadores prévios;
- Desenvolver um processo de Construção e lançamento de foguete com garrafa PET;
- Realizar o momento de prática com os foguetes e o seu lançamento;
- Definir os conceitos de lançamento oblíquo vivenciados durante o lançamento de foguete com garrafa PET e seus elementos empregados na cinemática;

- Usar o Excel para modelagem da trajetória, velocidade inicial e altura máxima de cada lançamento;
- Observar aspectos relevantes como o protagonismo, interesse, questionamento e visão crítica dos conteúdos apresentados, que são importantes na aprendizagem significativa de cada aluno durante a SD.

2 ABORDAGEM TEÓRICA

O capítulo 2, apresenta um breve levantamento dos referenciais teóricos utilizados na pesquisa, em consonância com os estudos realizados para a produção da dissertação Sequência Didática para o Estudo do Lançamento Oblíquo com Foguete de Garrafa PET: Uma Abordagem da Aprendizagem Significativa de Ausubel. Também será dado destaque à aprendizagem significativa subversiva, defendida por Marcos Antônio Moreira. Também destacando uma abordagem do conceito de sequência didática conforme proposta por Zabala.

2.1 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Os conceitos da aprendizagem significativa por David Ausubel surgiram nos anos de 1960 e “encontram-se entre as primeiras propostas psicoeducativas que tentam explicar o processo de aprendizagem e o ensino a partir de um marco distante dos princípios conteudistas” (PELIZZARI, et AL., 2001/2002, p. 38). Ausubel busca investigar o processo de formação de significados no nível da consciência, ou seja, no âmbito da cognição. Esse fenômeno é responsável pela origem do mundo de significados, sendo um foco central da psicologia cognitivista, que se ocupa de:

[...] processo da compreensão, transformação, armazenamento e uso da informação envolvida na cognição, e tem como objetivo identificar os padrões estruturados dessa transformação. É uma teoria particular, cuja asserção central é a de que ver, ouvir, cheirar etc., assim como lembrar, são atos de construção que podem fazer maior ou menor uso dos estímulos externos, dependendo da circunstância, isto é, das condições pessoais de quem realiza o processo. (Moreira; Masini, 2001, p. 13).

Segundo Moreira (1999), há três tipos de aprendizagem, são elas, a aprendizagem cognitiva, a aprendizagem afetiva e a aprendizagem psicomotora. Ele consegue estabelecer uma diferença dessas aprendizagens, comentando cada uma delas e destacando suas particularidades:

A aprendizagem cognitiva é aquela que resulta no armazenamento organizado de informações na mente do ser que aprende, e esse complexo organizado é conhecido como estrutura cognitiva. A aprendizagem afetiva resulta de sinais internos ao indivíduo e pode ser identificada como experiências tais como prazer e dor, satisfação ou descontentamento, alegria ou ansiedade. Algumas experiências afetivas sempre acompanham as experiências cognitivas. Portanto, a aprendizagem afetiva é concomitante

com a cognitiva. A aprendizagem psicomotora envolve respostas musculares adquiridas por meio de treino e prática, mas alguma cognitiva é geralmente importante na aquisição de habilidades psicomotoras. (Moreira, M. A, 1999, p.151 e p.152)

De acordo com Moreira (2006), a teoria da aprendizagem que David Ausubel deu destaque foi a aprendizagem cognitiva. Para ele, a aprendizagem significa a organização e a integração do material à estrutura cognitiva. Esta, por sua vez, é compreendida como o conjunto total de ideias e suas inter-relações no indivíduo, ou como a organização de conteúdos referentes a uma determinada área do conhecimento. Trata-se de um processo complexo, resultante das operações cognitivas por meio das quais o conhecimento é adquirido e utilizado.

2.1.1 Aprendizagem por recepção significativa e seus tipos

Segundo a abordagem de Ausubel (2003), a aprendizagem por recepção significativa consiste na aquisição de novos significados a partir do material de aprendizagem oferecido. Para que isso ocorra, o conteúdo apresentado deve ser potencialmente significativo e estar relacionado a um mecanismo de aprendizagem que permita ao aprendiz atribuir sentido ao novo conhecimento. E que essa última condição parta do pressuposto de que o próprio material esteja relacionado de forma não arbitrária (plausível e não aleatório) e não literal com outra estrutura cognitiva relevante possuindo significado lógico. Isso mostrará que a estrutura cognitiva particular do aprendiz possua ideias relevantes que servirá como ancoragem e com os quais se tenha relação com o novo material.

Segundo Ausubel (2003), a relação entre novos conhecimentos potencialmente significativos e as ideias relevantes já presentes na estrutura cognitiva do aprendiz dá origem a significados psicológicos ou autênticos. No entanto, é importante considerar que cada indivíduo possui uma estrutura cognitiva única, o que torna todos os novos significados necessariamente singulares.

Ausubel (2003) mostra a distinção entre aprendizagem significativa e o material significativo, como mostra nesse trecho a seguir:

Em primeiro lugar, o material de aprendizagem apenas é potencialmente significativo. Em segundo, deve existir um mecanismo de aprendizagem significativa. O material de aprendizagem pode consistir em componentes já significativas (tais como pares de adjetivos), mas cada uma das componentes da tarefa da aprendizagem, bem como esta como um todo (apreender uma

lista de palavras ligadas arbitrariamente), não são ‘logicamente’ significativas.

Além disso, até mesmo o material logicamente significativo pode ser apreendido por memorização, caso o mecanismo de aprendizagem do aprendiz não seja significativo. (Ausubel, D. P., 2003, p.1)

Ausubel (2003) destaca os tipos de aprendizagem por recepção significativa, são eles: aprendizagem representacional, aprendizagem conceitual e aprendizagem proposicional.

A primeira tem muita proximidade da aprendizagem por memorização, ocorre quando os símbolos arbitrários se equiparam aos referentes podendo ser um objeto, um acontecimento, um conceito, seja qual for tem para aprendizagem o significado. A aprendizagem representacional tem relação de forma não arbitrária e existente na estrutura cognitiva de quase todas as pessoas, quase desde o primeiro ano de vida e que tudo tem um nome e significa aquilo que o referente significa para determinada aprendizagem. Já a segunda retrata a aprendizagem conceitual que apresenta a existência de dois métodos que é a formação conceitual, com ocorrência em crianças e jovens e a assimilação conceitual predominante nas crianças em idade escolar e nos adultos.

Conforme apresentado por Ausubel (2003), ele detalha esses métodos da aprendizagem conceitual

Na formação conceitual, os atributos específicos do conceito adquirem-se através de experiências diretas, i.e., através de fases sucessivas de formulação de hipóteses, testes e generalização.

Contudo, à medida que o vocabulário de uma criança aumenta, adquirem-se novos conceitos sobretudo através do processo de assimilação conceitual, visto que os atributos específicos dos novos conceitos se podem definir com a utilização em novas combinações de referentes existentes, disponíveis na estrutura cognitiva da criança. (Ausubel, D. P., 2003, p. 2)

O terceiro tipo de aprendizagem por recepção significativa é a aprendizagem proposicional, ela diz respeito às proposições de subordinação (subsunções), subordinante ou combinatória.

2.1.2 A aprendizagem significativa e o papel dos conhecimentos prévios

Conforme Moreira e Masini (2006), o conhecimento prévio do aluno exerce um papel crucial no desenvolvimento da aprendizagem, uma vez que novas informações são compreendidas e incorporadas de acordo com o nível e arranjo de sua estrutura cognitiva, favorecendo, assim, uma aprendizagem significativa.

Sob essa perspectiva, a aprendizagem significativa, segundo David Ausubel (1963), criador da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), é vista como uma estratégia eficaz em contextos formais de ensino. Ela se baseia na interação não arbitrária e não literal entre novos conhecimentos e conhecimentos prévios relevantes (subsunçores).

Nas palavras de Moreira (1999), os conhecimentos subsunçores é o fator que mais influencia a aprendizagem significativa empregada na teoria de Ausubel que o indivíduo estrutura seu conhecimento:

O conceito central da teoria de Ausubel é o de aprendizagem significativa. Para Ausubel, aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, ou seja, este processo envolve a interação da nova informação com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel define como conceito subsunçor, ou simplesmente subsunçor, existente na estrutura cognitiva do indivíduo. (Moreira, M. A, 1999, p.153)

De acordo com as idéias de Moreira e Masini (2006), na aprendizagem, é essencial considerar o contexto cultural, social e econômico do indivíduo. Isso requer a criação de condições que promovam uma aprendizagem significativa, por meio da interação com pessoas em seu ambiente social, respeitando seus significados e experiências, em vez de se apoiar em leis abstratas e universais de aprendizagem. Dessa forma, oferece-se ao indivíduo a chance de participar ativamente do processo de aprendizagem e colaborar conscientemente para atender às necessidades sociais que começa a reconhecer.

Como destaca Pelizzari (2002), na visão de Ausubel, para que ocorra a aprendizagem significativa, são necessárias duas condições: a primeira diz respeito à motivação do aluno para aprender, enquanto a segunda está relacionada à relevância do conteúdo a ser estudado.

Dessa forma, podemos afirmar que os indivíduos possuem tanto a disposição quanto a capacidade de aprender, fundamentadas em uma estrutura cognitiva interna que se apóia em conhecimentos conceituais. Além disso, a complexidade da aprendizagem está mais ligada às interações entre esses conceitos do que à quantidade de conceitos em si.

Um dos maiores desafios do século XXI é compreender no processo de ensino e aprendizagem que o ato de aprender diferentes áreas do conhecimento sobre um determinado assunto e níveis de escolaridade levou em destaque os trabalhos feitos por Ausubel. Na sua trajetória profissional acadêmica pela obra *The Psychology of meaningful verbal learning* a contribuição na relação entre a Aprendizagem Significativa e o resultado do processo.

A aprendizagem significativa interage com novas informações através de um processo complexo como uma teia de acontecimentos em suas interações, ações, retroações e determinações o aluno adquire conhecimento.

Para Moreira (1982), a aprendizagem significativa decorre de idéias expressas usando de maneira simbólica que interagem de maneira substantiva conhecida como não-litera e não-arbitrária com aquilo que o aluno já sabe. Tal interação não ocorre com qualquer pensamento prévio, mas com um mínimo de conhecimento prévio já existente na estrutura cognitiva desse aluno.

E por qual motivo essa aprendizagem é significativa? É por conta desse conhecimento específico que tem na estrutura de conhecimentos do sujeito, permitindo significar um novo conhecimento, seja de forma mediada, seja pela própria inferência do sujeito. De acordo com Moreira (1982), a aprendizagem significativa é caracterizada pela interação entre os conhecimentos prévios e os novos conhecimentos que a interação não é litera e não arbitrária. E por essa interação os novos conhecimentos vão adquirindo significado para o aluno e os conhecimentos prévios sofrem novos significados ou mais estabilidade cognitiva. É importante destacar que aprendizagem significativa não quer dizer aprendizagem condizente com o conhecimento formal, verdadeiro. Para Ausubel (2003), quando se atribui significados a um conhecimento a partir da interação com seus conhecimentos prévios, a aprendizagem significativa se torna independente desses significados a serem aceitos no contexto do sujeito.

Segundo Ausubel (1963) a estrutura cognitiva prévia é o principal fator, tão relevante que pode influenciar na aprendizagem e na agregação de novos conhecimentos. Quanto mais claro, estável e organizado for o conhecimento prévio, mais a sua influência na aquisição de conhecimentos de sua área. Nessa interação os novos conhecimentos ganham significados, interagindo e diferenciando do já existente, e estes adquirem novos significados, com maior estabilidade, maior riqueza e maior capacidade de fixar novos conhecimentos.

2.1.3 A relação entre professor e aluno para Aprendizagem significativa.

Segundo Lemos (2011), o processo de ensino e aprendizagem se baseia em uma interação dinâmica entre professor e aluno, em que cada um desempenha papéis fundamentais e complementares. O professor deve não apenas transmitir conteúdos, mas também adotar uma postura comprometida com a facilitação da aprendizagem, criando condições propícias para que o aluno desenvolva sua compreensão. Por outro lado, o aluno precisa assumir a

responsabilidade de participar ativamente desse processo, engajando-se em sua própria formação e buscando construir significados para o conhecimento adquirido.

Lemos (2011) destaca que o ensino e a aprendizagem não estão vinculados por uma relação direta de causa e efeito. Ou seja, ensinar algo com eficiência não garante, por si só, que o aluno aprenderá, pois diversos fatores influenciam o processo, como a relevância do conteúdo para o aluno, sua motivação e o contexto em que o aprendizado ocorre. Contudo, o autor afirma que um ensino bem-sucedido é aquele que é cuidadosamente planejado com base em três aspectos principais: as características do conhecimento que se pretende ensinar, os objetivos educacionais e o perfil do público-alvo.

Dessa forma, quando o professor organiza sua prática considerando essas especificidades, ele aumenta as chances de promover uma aprendizagem significativa. Essa abordagem valoriza o envolvimento ativo do aluno na construção do conhecimento, garantindo que o aprendizado não se limite à memorização, mas seja integrado ao repertório de saberes do estudante, favorecendo sua aplicação em diferentes contextos e ao longo da vida.

Nas palavras de Lemos (2011) a relação, professor e aluno desempenham papéis distintos, mas complementares. Cabe ao professor:

- a) identificar os conhecimentos prévios que o aluno já possui sobre o tema;
- b) preparar e organizar o material didático de forma adequada;
- c) verificar se os significados construídos pelos alunos estão alinhados aos conceitos aceitos na disciplina;
- d) reformular e reapresentar os conteúdos de maneira diferente, caso os alunos ainda não tenham compreendido os significados esperados.

Por outro lado, o aluno deve se responsabilizar por:

- a) compreender e negociar os novos significados apresentados;
- b) buscar uma aprendizagem significativa.

Para que o ensino realmente promova uma aprendizagem significativa, é fundamental compreender que tanto o conhecimento quanto o aprendizado são provisórios e dependem do contexto em que ocorrem. Isso evidencia que a qualidade das práticas pedagógicas é influenciada por fatores como as características individuais dos alunos, bem como as condições temporais e espaciais. Esses fatores definem a especificidade de cada situação didática, explicando por que os alunos, frequentemente, constroem significados diferentes dos planejados pelo professor.

Dessa forma, o foco do ensino não deve ser a transmissão de uma grande quantidade de informações, mas sim a construção colaborativa de conhecimentos, considerando os significados que esses conhecimentos têm para os envolvidos. Para alcançar isso, no contexto de uma sala de aula, é essencial que o professor conheça bem seus alunos, compreenda por que eles precisam aprender e, a partir disso, determine o que ensinar, além de selecionar as estratégias de ensino e avaliação mais adequadas ao contexto e ao momento.

2.1.4 Aprendizagem Significativa x Aprendizagem Mecânica

Ausubel, Novak e Hanesian (1978) investigaram os processos pelos quais as pessoas aprendem, destacando duas formas distintas de aprendizagem dentro de uma perspectiva cognitivista: a Aprendizagem Mecânica, conhecida no Brasil como "decoreba", e a Aprendizagem Significativa.

A Aprendizagem Mecânica ocorre quando um novo conhecimento é incorporado de forma arbitrária, ou seja, sem que o aluno compreenda seu significado ou contexto. Nesse caso, o aprendizado é literal, sendo reproduzido exatamente como foi apresentado, sem permitir interpretações próprias. Isso geralmente acontece na ausência de conhecimentos prévios relevantes que possam servir de base para conectar o novo conteúdo. Por exemplo, um estudante pode memorizar que o alcance de um foguete de garrafa PET depende do ângulo de lançamento, sem entender o conceito de lançamento oblíquo ou como a decomposição de vetores influencia o movimento.

Por outro lado, na Aprendizagem Significativa, o novo conhecimento é incorporado à estrutura cognitiva do estudante, estabelecendo conexões com conhecimentos prévios relevantes e relacionados. Usando o mesmo exemplo, a aprendizagem significativa ocorre em uma sequência didática estruturada, na qual os alunos passam por etapas como o levantamento de conhecimentos prévios, prática com lançamentos e coleta de dados dos alcances, aplicação de equações teóricas após a prática, e o uso do Excel como ferramenta pedagógica para calcular a velocidade inicial e analisar a trajetória do foguete. Essa abordagem permite que o estudante compreenda os princípios físicos envolvidos de forma integrada e contextualizada.

É importante ressaltar que a Aprendizagem Mecânica e a Significativa não são opostas absolutas, mas sim os extremos de um continuum. Na prática, o conhecimento de um aluno geralmente se encontra em algum ponto intermediário entre esses dois pólos, envolvendo aspectos mecânicos e significativos.

2.1.5 Aprendizagem Significativa Subversiva

Nas palavras de Moreira (2006) a aprendizagem significativa é caracterizada pela interação entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio. E nessa interação, que é vista como não-linear e não-arbitrário, o novo conhecimento obtém significados para o aluno e o conhecimento prévio se torna mais rico, mais diferenciado, mais elaborado em termos de significados, com mais estabilidade.

Para Moreira (2006) o conhecimento prévio isoladamente é a variável que mais interfere na aprendizagem. E só podemos aprender a partir daquilo que já sabemos. Moreira (2006) reconhece que nossa mente é conservadora e só aprendemos a partir dos que já temos na nossa estrutura cognitiva.

Na visão de Moreira (2006), na aprendizagem significativa o estudante não assume um papel passivo. Ao contrário, é necessário que ele mobilize conhecimentos previamente internalizados de forma substantiva — e não arbitrária — para compreender novos conteúdos. Nesse processo, enquanto diferencia progressivamente sua estrutura cognitiva, também realiza uma reconciliação integradora, identificando semelhanças e diferenças e reorganizando seu saber. Assim, o aprendiz é agente ativo na construção e produção do próprio conhecimento.

Inspirando-se nos princípios programáticos de Ausubel voltados à promoção da aprendizagem significativa, Moreira (2006) propõe, de forma análoga, algumas estratégias que visam facilitar o que ele denomina aprendizagem significativa subversiva. Embora baseadas nas ideias de Postman e Weingartner (1969), essas propostas são apresentadas de maneira mais moderada e com foco na viabilidade de sua aplicação em sala de aula. São elas:

1. Princípio da interação social e do questionamento. Ensinar/aprender perguntas em vez de respostas;
2. Princípio da não adoção do livro de texto. Uso de documentos, artigos e outros materiais educativos;
3. Princípio do aprendiz como perceptor/ representador;
4. Princípio do conhecimento como linguagem;
5. Princípio da consciência semântica;
6. Princípio da aprendizagem pelo erro;
7. Princípio da desaprendizagem;
8. Princípio da incerteza do conhecimento.

2.2 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Para Antoni Zabala (1998), a partir de um dado ponto de vista e de análise e reflexão da prática educativa propondo parâmetros e orientações que visam na melhoria do processo de ensino e aprendizagem significativa, a forma como as atividades são estabelecidas organizadas em sequência é um dos aspectos mais relevantes que definem as características únicas da prática educativa.

Mas palavras de Zabala (1998), para realizarmos uma investigação da sequência didática (SD), os elementos que estão presentes “[...] são um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que tem um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos.” (Zabala, 1998, p.18).

Lembrando que essas atividades concentram a maioria das variáveis educativas que intervêm em sala de aula, podendo ter um valor ou outro dependendo do seu lugar que ocupe quanto a outras atividades. Zabala explica da seguinte forma:

É evidente que uma atividade, por exemplo, de estudo individual, terá uma posição educativa diferente em relação ao tipo de atividade anterior, por exemplo, uma exposição ou um trabalho de campo, uma leitura ou uma comunicação em grande grupo, uma pesquisa bibliográfica ou uma experimentação. Podemos ver de que maneira a ordem e as relações que se estabelecem entre diferentes atividades determinam de maneira significativa o tipo e as características do ensino. Levando em conta o valor que as atividades adquirem quando, as colocamos numa série ou sequência significativa [...] (Zabala, 1998, p. 17 e p.18)

Tal como afirmou Carvalho (2011), saber programar atividades de aprendizagem é o manifesto essencial para necessidades formativas básicas dos professores. As atividades que orientam seu ensino, transmissão de conhecimentos são convenientes para complementar explicação e construir conhecimento para o aluno.

Pelas as afirmações de Dolz e Schneuwly (2004) apóiam que a sequência didática são instrumentos norteadores que auxiliam o professor como guia das aulas e no planejamento das intervenções. A atividade em sequência pode ser iniciada pelo conhecimento prévio do aluno, e que cada etapa de aprendizagem vai aumentando o grau de dificuldade.

Segundo as palavras de Pais (2002) em sua assertiva que diz respeito a sequência didática é formada por aulas planejadas previamente a fim de observar situações de aprendizagens, englobando os conceitos prévios da pesquisa didática.

A sequência didática é uma estratégia pedagógica que tem como objetivo promover o aprendizado significativo, envolvendo um conjunto de atividades planejadas e articuladas para atingir uma meta educacional específica. Essa abordagem metodológica visa tornar o processo de ensino-aprendizagem mais dinâmico, interativo e contextualizado, considerando as características e necessidades dos estudantes.

A elaboração de uma sequência didática envolve algumas etapas fundamentais:

1. Diagnóstico: O professor inicia o processo conhecendo seus alunos, suas habilidades, conhecimentos prévios, interesses e dificuldades. Essa etapa é essencial para que o planejamento seja adequado ao público-alvo.

2. Definição dos Objetivos de Aprendizagem: Com base no diagnóstico, o educador estabelece os objetivos que deseja alcançar ao final da sequência didática. Esses objetivos devem ser claros, específicos e alinhados com os conteúdos curriculares.

3. Seleção de Conteúdos e Recursos: Nessa fase, o professor escolhe os conteúdos a serem trabalhados e os recursos que serão utilizados, como livros didáticos, materiais audiovisuais, jogos educativos, entre outros.

4. Planejamento das Atividades: Aqui, o docente organiza as atividades sequencialmente, de forma a garantir a progressão do aprendizado. As atividades podem incluir aulas expositivas, debates, pesquisas, trabalhos em grupo, resolução de problemas, produção de textos, experimentos práticos, entre outras.

5. Aplicação das Atividades: Nesta etapa, a sequência didática é colocada em prática em sala de aula. O professor acompanha o desenvolvimento dos estudantes, oferece suporte, tira dúvidas e incentiva a participação ativa de todos.

6. Avaliação do Processo: Durante todo o percurso, é fundamental realizar uma avaliação contínua do processo de aprendizagem. O professor pode utilizar diferentes estratégias de avaliação, como observação, provas, trabalhos individuais e em grupo, para verificar se os objetivos estão sendo alcançados.

7. Reflexão e Feedback: Após a conclusão da sequência didática, é essencial que o professor e os alunos reflitam sobre o processo como um todo. Essa reflexão permite identificar pontos positivos e áreas de melhoria, contribuindo para o aperfeiçoamento futuro da metodologia utilizada.

A Sequência Didática para o Estudo do Lançamento Oblíquo com Foguete de Garrafa PET: Uma Abordagem da Aprendizagem Significativa de Ausubel feita para o produto educacional usou essas etapas que foram fundamentais para a elaboração.

3 CINEMATICA DO MOVIMENTO OBLÍQUO

No Capítulo 3, aborda-se a cinemática do lançamento de projéteis, com ênfase no lançamento oblíquo, que é analisado a partir dos princípios da mecânica clássica e sem considerar a resistência do ar, facilitando o aprendizado no contexto do ensino médio. A prática consiste na construção e lançamento de foguetes com garrafas PET, conectando teoria e prática. Essa atividade busca promover a aprendizagem significativa, conforme os princípios de David Ausubel, ao integrar os conhecimentos prévios dos alunos com novos conteúdos. Além disso, desenvolve habilidades como o pensamento crítico, a resolução de problemas e o trabalho em equipe, contribuindo para uma formação mais participativa e completa.

3.1 MOVIMENTO OBLÍQUO

A seção apresenta o caso do movimento de um corpo (partícula ou corpúsculo) em movimento no plano que faz parte do acervo e descrição da mecânica clássica. A abordagem aqui recorrerá a um tratamento matemático que quantifique as grandezas como alcance e trajetória que foram utilizadas em uma das etapas na aplicação da SD para lançamento oblíquo com foguete de garrafa PET em uma abordagem da aprendizagem significativa de David Ausubel. As considerações estabelecidas para a partícula em movimento oblíquo foram consideradas sem a resistência do ar, pois o estudo está destinado para o conteúdo de cinemática no ensino médio, mas as equações aqui apresentadas fazem uso do cálculo diferencial e que na aplicação da SD na abordagem será tratada a nível médio.

3.1.1 Movimento em duas dimensões

A descrição matemática do movimento de um foguete de garrafa PET, é em duas dimensões, considerando-o como um corpo puntiforme, também chamado de partícula.

Considere que essa partícula esteja localizada em um ponto P em um sistema de referencial adotando nesse caso o plano cartesiano.

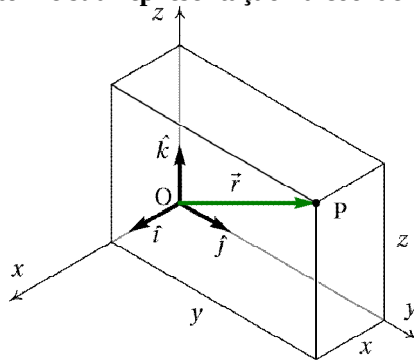
A utilização do sistema de coordenadas cartesianas pode simplificar a solução de um problema de cinemática onde o movimento do corpo em observação é realizado em duas dimensões. A localização do ponto P pode ser descrito utilizando uma grandeza Física vetorial conhecida como vetor posição $\vec{r}$. Assim, um ponto P no sistema de coordenada é caracterizado por suas coordenadas x , y e z . Se este ponto se move, então, $x = x(t)$ e

$y = y(t)$ e $z = z(t)$. O vetor posição, $\vec{r}$, é um vetor que vai da origem do sistema de coordenadas escolhido até o ponto P , onde está a partícula, e é escrito como

$$\vec{r} = x \hat{x} + y \hat{y} + z \hat{z} \quad (1)$$

onde x , y e z são valores escalares de distâncias e $\hat{x}$, $\hat{y}$ e $\hat{z}$ são vetores unitários, veja a figura 1.

Figura 1- Ponto P e sua representação na coordenada cartesiana



Fonte: Villate (2024).

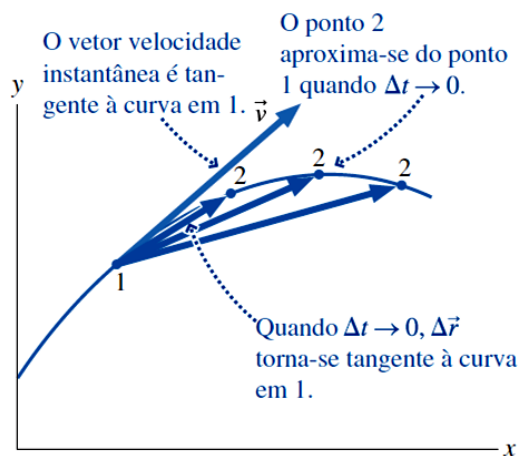
Dessa forma, para uma mudança de posição do ponto P , do vetor posição $\vec{r}_1$ para o vetor posição $\vec{r}_2$, um vetor deslocamento $\Delta\vec{r}$ é definido por

$$\Delta\vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1 \quad (2)$$

A velocidade média $\vec{v}$ de uma partícula que realiza um deslocamento $\Delta\vec{r}$ em um intervalo de tempo Δt é definida como

$$\vec{v} = \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t} \quad (3)$$

Figura 2 – Vetor velocidade instantânea tangente a trajetória



Fonte: Knight (2009, p. 94).

Para o limite quando $\Delta t \rightarrow 0$, o que também corresponde $\Delta\vec{r} \rightarrow 0$, temos então o vetor velocidade instantânea, dado por,

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \right) = \frac{d\vec{r}}{dt} \quad (4)$$

A direção da velocidade instantânea de uma partícula num ponto é sempre tangente à sua trajetória neste ponto. Isso pode ser visto na figura 2.

Como a partícula se desloca na trajetória, em cada ponto ela possui uma velocidade instantânea. Outra grandeza vetorial de importante significado é a aceleração média definida por,

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \quad (5)$$

e sua aceleração instantânea é

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \right) = \frac{d\vec{v}}{dt} \quad (6)$$

Dessa forma se $\vec{a}$ for constante, as equações

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + a(t - t_0) \quad (7)$$

e

$$\vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{v}_0(t - t_0) + \frac{1}{2}a(t - t_0)^2 \quad (8)$$

valem para o movimento uniformemente variado

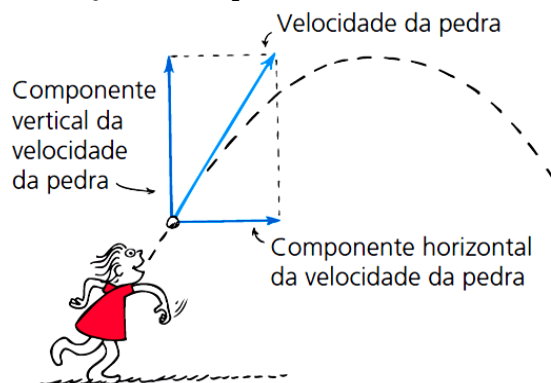
3.1.2 Movimento de projéteis

Na ausência da gravidade, um corpúsculo ao ser atirado para céu com certo ângulo ele seguirá uma trajetória retilínea. Já na presença da gravidade, a trajetória do corpúsculo arremessado será curva. Um “objeto lançado por algum meio e que segue em movimento por sua própria inércia é chamado de um projétil.” (Hewitt, 2015, p.183)

Podemos citar alguns exemplos de projéteis, que são uma bala de canhão, um foguete de garrafa PET lançado por uma base, uma bola chutada por um jogador, uma pedra sendo lançada como mostra na figura 3 e entre outros.

A trajetória dos projéteis são simples quando analisadas separadamente em componentes horizontal e vertical.

Figura 3 - Representação das componentes vertical e horizontal da velocidade



Fonte: Hewitt (2015, p. 184).

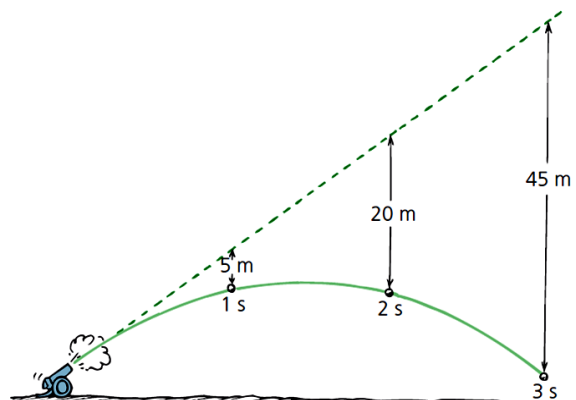
Em termos de velocidade, a velocidade do projétil observado em sua componente horizontal se comporta exatamente sem a influência da gravidade realizando o movimento retilíneo uniforme e em consequente a componente da velocidade do projétil na vertical sofre influência da gravidade, realizando movimento uniformemente variado como representado na figura 3.

A trajetória curvilínea de um projétil é uma combinação de movimento horizontal com movimento vertical.

3.1.3 Projeteis lançados segundo um ângulo

Na figura 4 são mostradas as trajetórias de uma bala de canhão, disparada por um certo ângulo, com e sem gravidade e a distância entre as trajetórias.

Figura 4 - Bala de canhão representada na ausência (linha pontilhada) e na presença da gravidade (linha cheia)

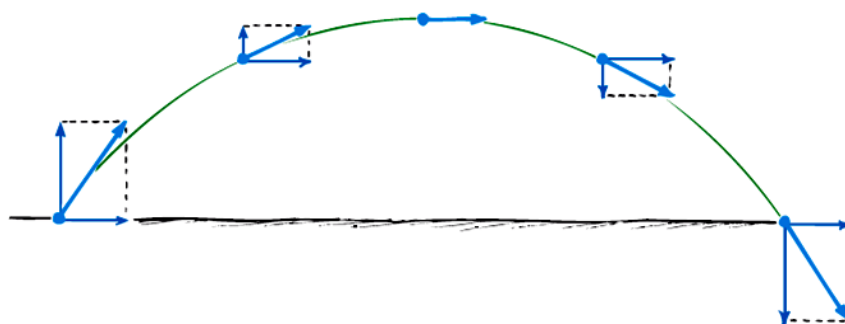


Fonte: Hewitt (2015, p. 186).

Na ausência da gravidade, a bala seguirá trajetória retilínea apresentada pela linha tracejada. Mas como a gravidade está presente na realidade, essa situação não ocorre. O que está realmente acontecendo é que a bala de canhão cai abaixo da linha tracejada e posteriormente tocará o solo.

Pela figura 5, os vetores que representam as componentes horizontal e vertical da velocidade de um projétil, sendo lançado segundo um ângulo, realiza uma trajetória parabólica. É fácil notar que o componente horizontal através de equações do movimento é a mesma em todos os lugares da trajetória em contra partida a componente vertical varia.

Figura 5 - Velocidade resultante em vários pontos da trajetória



Fonte: Hewitt (2015, p.187).

Fazendo a análise das componentes no início do lançamento, temos:

$$\vec{v} = v_x \hat{x} + v_y \hat{y} \quad (9)$$

onde,

$$v_x = v \cos \theta \quad (10)$$

e

$$v_y = v \sin \theta \quad (11)$$

o módulo é

$$v^2 = v_x^2 + v_y^2 \quad (12)$$

Onde θ é o ângulo de lançamento em relação a horizontal, v_x é a intensidade do vetor $\vec{v}_x$ que é a componente horizontal do vetor $\vec{v}$ e v_y é a intensidade do vetor $\vec{v}_y$ que é a componente vertical do vetor $\vec{v}$.

Estabelecendo a origem de um sistema de coordenada cartesiana no local de lançamento do projétil, temos como as componentes horizontal e vertical são independentes segundo o princípio da independência simultânea que foi estabelecido por Galileu, temos que a equação do movimento da componente horizontal obedece a seguinte equação

$$x = v_{0x} \cdot t \quad (13)$$

já a componente vertical sofre influência da gravidade, que será considerada constante e sem a presença da influencia do ar, temos a seguinte equação

$$y = v_{0y}t - \frac{g}{2}t^2 \quad (14)$$

É fácil notar que o vetor posição $\vec{r}$ do projétil em qualquer instante é dada pela equação 1. Combinando as equações 13 e 14, temos

$$t = \frac{x}{v_{0x}} \quad (15)$$

então

$$y = v_{0y} \frac{x}{v_{0x}} - \frac{g}{2} \left(\frac{x}{v_{0x}} \right)^2 \quad (16)$$

substituindo as equações 13 e 15 na equação 16, temos

$$y = \tan \theta x - \frac{g}{2v_0^2(\cos \theta)^2} x^2 \quad (17)$$

a equação 17 representa nada mas do que a equação de uma parábola da seguinte forma,

$$y = ax + bx^2 \quad (18)$$

Dessa forma, o projétil realiza um movimento com trajetória parabólica.

Fazendo o uso do calculo diferencial na equação 17, podemos determinar o valor do alcance máximo A

$$\frac{dy}{dx} = 0 \quad (19)$$

onde x é a equação do movimento obliquo realizado na horizontal

$$x = \frac{v_0^2}{g} \sin 2\theta. \quad (20)$$

x terá valor máximo (alcance A) se $\sin 2\theta = 1$. Assim $\theta = \frac{\pi}{4} rad$ ou 45° . Então a equação 20 fica:

$$A = \frac{v_0^2}{g} \quad (21)$$

O alcance A depende da velocidade inicial v_0 do lançamento do projétil.

Por outro lado, a equação do movimento na vertical desse lançamento é, substituindo as equações 17 e 19, temos

$$Y = \frac{v_0^2 \cdot \sin^2 \theta}{2 \cdot g} \quad (22)$$

usando o ângulo $\theta = \pi/4 rad$ na equação 22, mostra o valor da altura máxima H do projétil que é

$$H = \frac{v_0^2}{4.g} \quad (23)$$

Logo H , depende do quadrado da velocidade inicial de lançamento v_0 .

As equações 21 e 17 foram usadas no nono encontro da SD. Elas serviram de implementação na modelagem feita na planilha eletrônica Excel pelos alunos na sua obtenção do valor de velocidade inicial e trajetória do foguete feito de garrafa PET. Lembrando que esse assunto foi apresentado em uma aula do sexto encontro da SD.

4 METODOLÓGIA

O capítulo 4 é uma apresentação da abordagem teórica e metodologia que o professor pesquisador fez e o tipo de método que foi utilizado, seus procedimentos de coletas empíricas, importantes na abordagem da pesquisa.

4.1 SUA ABORDAGEM

A natureza metodológica aplicada nesse trabalho é de cunho qualitativo, pois observando as palavras de Egido (2024) a abordagem qualitativa representa elementos característicos que são a realidade subjetiva que é sempre parcialmente construída ou conhecida. Essa subjetividade só é parcial, não pelo despreparo do pesquisador, mas pela impossibilidade de compreender toda a situação em que se estuda.

Mostrando assim algumas considerações, o conhecimento é construído a partir de um determinado ponto de vista. Isso nos mostra que a construção do conhecimento durante a execução da Sequência Didática para o lançamento oblíquo com foguete de garrafa PET é feito partindo de conhecimentos básicos de astronomia, passando pela construção, lançamento e interpretação dos alcances no Excel. A relação entre o pesquisador e o participante é estreita e permeada de valores e, possivelmente, simétrica. Isso é percebida durante a execução da SD, nas atividades e nos envolvimento do professor-pesquisador com os alunos, levando a mudanças em sua postura de conhecimento de determinado significado, sua linguagem cheia de valores vista na aprendizagem representacional significativa de David Ausubel (2003).

Essa pesquisa manifestou-se partindo da seguinte pergunta: **Como aprender o assunto de cinemática do movimento oblíquo fazendo uso de um foguete de garrafa PET, utilizando uma eletiva e recursos didáticos de forma significativa?** Para responder esse questionamento usamos o produto educacional (PE) que atuou como impulsionador na proposta de ensino para o estudo do lançamento oblíquo na abordagem da aprendizagem significativa de David Ausubel. Ao fazer uso dessa abordagem, como professor-pesquisador, nos envolvemos profundamente com o fenômeno estudado, apontando varias perspectivas de aprendizagem em que os alunos se envolveram para a ressignificação de conhecimentos e conceitos. Registros como os questionários, apresentações de conteúdos com o uso de recursos digitais, implementação do uso de planilha eletrônica e dentre outros, foram utilizados com a finalidade de corroborar os dados que desejamos explicar.

Conforme pontuado por Moreira (2011), a pesquisa qualitativa tem como foco a interpretação dos significados atribuídos pelos sujeitos às suas ações em uma realidade socialmente construída. Esse processo envolve a observação participativa, na qual o pesquisador se insere diretamente no fenômeno estudado, coletando dados qualitativos que são analisados de forma correspondente. As hipóteses são formuladas ao longo da investigação, com o objetivo de alcançar universais concretos por meio de estudos aprofundados de casos particulares, comparados a outros estudos igualmente detalhados. Para garantir a credibilidade dos modelos qualitativos, recorre-se a uma narrativa rica e minuciosa.

Sendo assim, o modelo qualitativo que foi empregado remete ao pesquisador a situação de mediador do processo de ensino aprendizagem otimizando-o durante a administração das atividades presentes na Sequência Didática para os agentes da pesquisa, remetendo observações e procedimentos de coletas relevantes que foram primordiais na construção do produto educacional.

4.2 PROCEDIMENTOS E COLETA DE DADOS

Para melhor compreensão sobre o tipo de instrumento e material empírico a ser coletado o professor-pesquisador em sua pesquisa elaborou uma Sequência Didática para o lançamento de foguete com garrafa PET fundamentada na aprendizagem significativa de David Paul Ausubel, como uma pesquisa exploratória, pois nas palavras de Gil (2002) é a pesquisa que tem como objetivo de propiciar maior familiaridade com o problema, tornando-o mais explícito e com aprimoramento de idéias.

A construção de instrumentos e aferição do material empírico feita pelo professor-pesquisador e observando as afirmações de Egido (2024), na qual, os dados não são antes da construção do projeto de pesquisa, seguiram na elaboração da proposta de pesquisa, construção de instrumentos de geração de dados, que é feita pelos participantes.

“[...] pressupõe que os dados não são anteriores à proposição do projeto de pesquisa, ou seja, os/as pesquisadores/as (i) elaboram a proposta de pesquisa, (ii) constroem um instrumento de geração de dados (e.g., questionário, roteiro de entrevista, atividade didática etc) e (iii) geram os dados com os/as participantes.” (Egido, 2024, p.97)

Conforme Egido (2024), a geração de material empírico acontece por meio de instrumentos que podem ser adotados em um ou mais momentos da pesquisa. De forma geral esses instrumentos na abordagem qualitativa podem ser: questionários, observações, entrevista, registros e grupos focais. Os instrumentos que o pesquisador utilizou para coleta empírica nesse trabalho, durante a SD para o estudo do lançamento de foguete com garrafa PET: uma abordagem da aprendizagem significativa de Ausubel, foram a utilização de questionários, observação participante e diário de campo.

O instrumento questionário para Barbosa (1998), consiste na apresentação das mesmas questões para todos os membros do grupo em observação, garantindo o anonimato e com a finalidade de atender as questões que podem abordar situações específicas da pesquisa.

A observação participante segundo Costa (2018), é o ambiente em que a pessoa ou o grupo são estudados o fenômeno onde se desenvolve naturalmente. O pesquisador se vincula como membro do grupo em análise, podendo manter o anonimato ou não. Dessa forma, garante informações mais próximas da realidade, com formas variadas, mediante condutas fiéis inseridos no cenário que adquirem seu valor.

O Diário de campo proposto por Obando (1993), em que o define como um instrumento de registro e informação sistêmica que tem semelhança com caderno de notas, mas com aspecto amplo e organizado metodologicamente respeitando as informações que se deseja obter na observação e utilizando diferentes técnicas de relação entre as informações percebidas com a realidade. O diário de campo tem a capacidade de medir o desenvolvimento de um programa ou projeto de como se encontra o desenvolvimento social do começo ao fim avaliando a evolução e desenvolvimento de situações comunitárias, organizações, institucionais, grupais e individuais.

Portanto, esses instrumentos garantiram consistências durante análise e discussões de resultados, mas que antes disso a aplicação da pesquisa e o ambiente onde foram aplicados os instrumentos de aferimento empírico estão vinculados no contexto de um espaço geográfico que vai desde os limites territoriais de um município, bairro, espaço escolar e ambientes abertos como parques entre outros, na participação de um grupo a que se observa e o que se faz.

4.3 APLICAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

O espaço e o contexto da pesquisa segundo Egido (2024), é de suma importância, visto que através dessa descrição que faz significado as reflexões empregadas pelo

pesquisador. Nas palavras de Libâneo (1991), a escola é o local afetado por múltiplos determinantes sociais, políticos, econômicos e culturais. Para Sasseron (2018), na sala de aula existe uma dinâmica própria estabelecida neste espaço onde professores e alunos interagem e essa interação sofre influências, mas também há regras e normas que devem ser seguidas entre as pessoas naquele espaço.

A sala de aula é o espaço onde “o professor apresenta os temas de sua disciplina, tira dúvidas dos estudantes, propõe tarefas e os ajuda a resolvê-las; constantemente, de forma sistematizada ou não, avalia o desempenho de seus estudantes.” (Sasseron, 2018, p.1062) e é nesse ambiente, na visão de Sasseron (2018), que os alunos fazem anotações sobre o que é relevante daquele momento, trabalham em grupo ou de forma individual e respondem questionamento a eles direcionados.

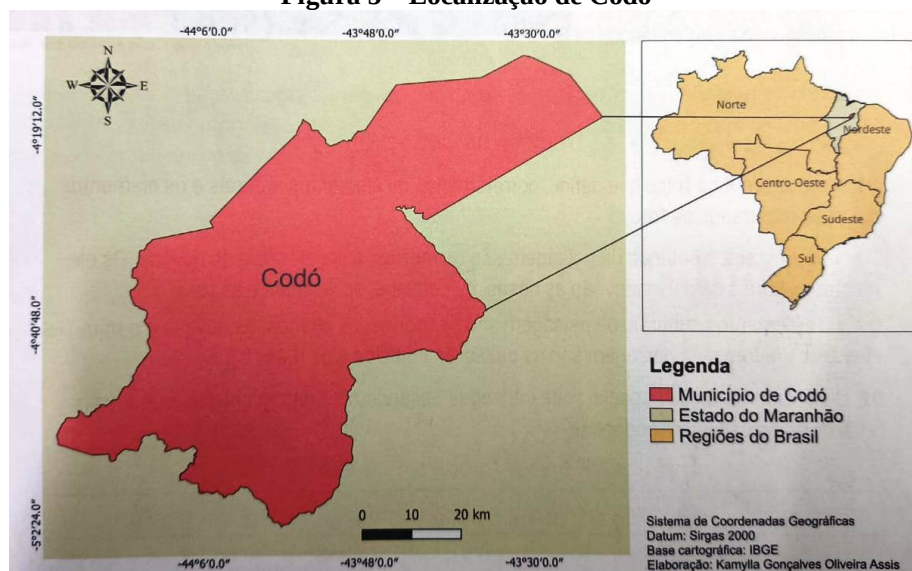
Os objetivos da escola, para Libâneo (2007) são: a preparação para o processo produtivo e vida em uma sociedade técnico-informal; formação ética; formação para a cidadania crítica e participativa. Nessa visão a escola prepara o indivíduo para o mundo do trabalho, seus valores morais, formação da cidadania, direitos de cada indivíduo e senso crítico.

Sob essas perspectivas, cabe-nos caracterizar a instituição de ensino na qual executou a pesquisa, iniciando de uma visão macro, contextualizando os aspectos regionais, mais gerais, direcionando posterior no contexto escolar e chegando ao ambiente de sala de aula e outros ambientes onde ocorreram as interações.

4.3.1 Sobre o município Codó

O município de Codó fica localizado na região nordeste do Brasil, no estado do Maranhão, onde segundo o Instituto de Geografia e Estatística (IBGE) no ano de 2022 sua população era de 114.275 habitantes e sua densidade demográfica que era de 26,2 habitantes/km² para um território segundo IBGE (2022) de 4.361,606 km², colocando-o na posição 16 de 217 entre os municípios maranhenses e na posição 346 de 5570 em relação a todos os municípios brasileiros.

Figura 5 – Localização de Codó



Fonte: Barrinha (2024, p.9)

Segundo levantamento de Barros (2000) que descreve os aspectos históricos e culturais de Codó, no Maranhão, destacando sua relevância regional, o município é banhado pelos rios Itapecuru, Codozinho e Saco, constituindo um excelente manancial hídrico, além do riacho água fria, que hoje está instinto servindo como escoamento de água da chuva e de esgoto, que separa a cidade em cidade baixa e cidade alta. O município está há 47 m de altitude e seu clima é tropical úmido.

A organização urbana de Codó está dividida conforme descrito por Bento et al. (2020) atualmente em 21 bairros, são eles: Centro, Cidade Nova, Codó Novo, Nossa Senhora do Carmo, Nova Jerusalém, Residencial Santa Rita, Residencial São Pedro, Residencial Trizidela, Santa Filomena, Santa Lúcia, Santa Luzia, Santa Rita, Santa Teresinha, Santo Antônio, São Benedito, São Francisco, São José, São Pedro, São Raimundo, São Sebastião e São Vicente Pallotti.

4.3.2 Sobre o IEMA Pleno de Codó

O Instituto Estadual de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IEMA) foi criado via lei nº 10.385, publicada no dia 21 de dezembro de 2015 pelo diário oficial do estado do Maranhão e tem como objetivo segundo o art. 2º, o IEMA é um instituto com a finalidade de oferecer uma educação profissional, científica e tecnológica, de forma pública, gratuita e de qualidade para o ensino médio, com a busca do desenvolvimento social, tecnológico e econômico do Maranhão.

Art. 2º O IEMA é uma instituição de ensino cuja finalidade é ofertar educação profissional e tecnológica de nível médio e superior no Estado do Maranhão em todas as modalidades, sendo-lhe assegurada as condições pedagógicas, administrativas e financeiras para a oferta de ensino médio técnico e outras modalidades de preparação para o trabalho.

§ 1º Para garantir a necessária articulação entre a escola e o trabalho, o ensino médio integrado à educação profissional a ser oferecido pelo IEMA poderá ter jornada de tempo integral.

§ 2º O IEMA exercerá o papel de instituição certificadora de competências profissionais.

(Maranhão, Lei nº 10.385, 2015, p. 01)

A pesquisa foi desenvolvida no ambiente do Instituto Estadual de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão – IEMA Pleno Codó/MA. Localizada na Avenida Pantanal, S/N, bairro São Vicente Pallotti na cidade de Codó no estado do Maranhão. A instituição possui 05 laboratórios (Física, Matemática, Química, Biologia e Informática), 01 sala de professores, 12 salas de aula, 12 banheiros (06 masculinos e 06 femininos) 01 quadra poliesportiva, 01 sala de leitura, 01 auditório, 01 cozinha e 01 refeitório.

Foto 1 – Área interna do IEMA Pleno Codó a faixa da cor azul “clara” representa o curso Técnico em Logística, a faixa da cor verde representa o curso Técnico em Química, a faixa vermelha representa o curso Técnico em Serviço Jurídico e a faixa azul “escura” representa o curso Técnico em Design de Interiores.



Fonte: do autor (2024).

A instituição é de tempo integral destinada para alunos de ensino médio na região periférica da cidade oferecendo o ensino médio concomitante com o ensino técnico nível médio nos cursos, Técnico em Logística, Técnico em Química, Técnico em Serviço Jurídico e

Técnico em Design de Interiores, onde cada curso oferta 40 vagas todos os anos totalizando 160 alunos ingressantes.

4.3.3 Sobre a Área de Proteção Ambiental da Trizidela

A Área de Proteção Ambiental (APA) da Trizidela está localizada no bairro São José, foi criada pelo decreto municipal n. 4091, de 16 de agosto de 2016, com o objetivo de preservar a vegetação nativa da mata dos cocais e mata nativa do cerrado (Codó, 2016) ela sofreu algumas alterações na sua parte territorial, reduzindo-a, em razão do planejamento da construção com alterações feitas pelo decreto n. 4113, de 27 de março de 2017.

No que diz respeito a nossa SD no quinto encontro, tivemos a oportunidade de executar o lançamento de foguete ao ar livre na APA da Trizidela permitindo a vivência dessa atividade que proporcionou os estímulos visuais, sensações táteis e aferimento do parâmetro alcance servindo como objeto de estudo para o sexto, sétimo e oitavo encontro tornando assim uma das etapas da aprendizagem significativa feitas nessa SD.

Foto 2 – Vista de satélite da área de preservação ambiental da Trizidela



Fonte: GOOGLE MAPS (2024).

Os espaços de “ar livre” segundo Pacheco et al. (2015), permitem contribuir o ensino experimental das ciências em espaços abertos, estimulando a aprendizagem multidisciplinar dos alunos.

4.3.4 Participantes da Pesquisa

O público destinado à pesquisa foram os alunos do ensino médio do Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão – IEMA pleno Codó, constando com 11(onze) alunos do 1º ano do ensino médio sendo 5 (cinco) meninas e 6 (seis) meninos, 22 (vinte e dois) alunos do 2º ano do ensino médio sendo 8 (oito) meninas e 14 (quatorze) meninos e 4 (quatro) alunos do 3º ano do ensino médio sendo 1 (uma) menina e 2 (dois) meninos, todos eles regularmente matriculados na escola de tempo integral e com faixa etária entre os 14 (quatorze) anos aos 18 (dezoito) anos.

A pesquisa teve início no mês de março de 2024 com término no mês de junho de 2024, que compreende desde a elaboração e execução da SD, produto educacional, para lançamento oblíquo com foguete de garrafa PET: uma abordagem da aprendizagem significativa de David Paul Ausubel.

As escolhas desses alunos para a SD foram feitas mediante o feirão das eletivas que de acordo com a Secretaria de Estado da Educação do Maranhão (2022) em que as eletivas proporcionam a construção de aprendizagens significativas promovendo a relação da prática com a teoria, também “é dado o nome de “feirão” porque caracteriza-se pelo marketing e divulgação do “produto”, que é a Eletiva, pois o objetivo é alcançar o número máximo de inscrições em sua turma.”(Maranhão, 2022, p. 20) de forma espontânea partindo pelo interesse dos mesmos para eletiva de Astronomia desenvolvendo afinidades para preparação na Olimpíada Brasileira de Astronomia OBA e Mostra Brasileira de Foguete MOBFOG, mas com destaque em aprender de forma significativa o conteúdo de movimento oblíquo.

5. RESULTADOS

Este capítulo foi elaborado com o propósito de apresentar a SD feita durante a eletiva no ambiente de coleta empírica que é o IEMA pleno Codó como uma proposta de abordagem significativa segundo David Ausubel para os assuntos de astronomia com foco no lançamento de foguete, tentando diminuir os entraves que estão presentes nesses assuntos, podendo ser aplicado para as três séries do ensino médio. A SD conta com dez encontros, totalizando 22 aulas que foram distribuídas, seguindo o guia de aprendizagem elaborada para a eletiva. Alguns desses encontros foram realizados em sala de aula, sala de leitura, em ambiente aberto e no laboratório de informática, mas podendo ser modificada dependendo da situação e recursos que o professor possui em sua escola.

5.1 EXECUÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A organização dos encontros foi realizada seguindo a representação do quadro 1:

Quadro 1 – Encontros realizados na SD

PRIMEIRO ENCONTRO	Apresentação da eletiva e identificação dos conhecimentos prévios dos alunos relacionados aos foguetes usados na eletiva.
SEGUNDO ENCONTRO	Abordagem sobre assuntos básicos de Astronomia para Olimpíada Brasileira de Astronomia OBA.
TERCEIRO ENCONTRO	Escuta ativa, apresentação sobre o regulamento e informações básicas para Mostra Brasileira de Foguetes MOBFOG.
QUARTO ENCONTRO	Levantamento de Materiais e Confecções dos foguetes para MOBFOG.
QUINTO ENCONTRO	Instruções de segurança, lançamento e coleta de alcances.
SEXTO ENCONTRO	Apresentação dos alcances e desenvolvimento teórico do lançamento oblíquo.
SETIMO ENCONTRO	Instruções para utilização do Excel como ferramenta de ensino aprendizagem.
OITAVO ENCONTRO	Implementação dos alcances no Excel obtendo informação de velocidade inicial do lançamento, altura máxima e trajetória.
NONO ENCONTRO	Culminância da eletiva para comunidade escolar.
DECIMO ENCONTRO	Aplicação do questionário final.

Fonte: do autor (2024).

5.1.1 Primeiro encontro: Apresentação da eletiva, seus objetivos e aplicação do questionário inicial.

O primeiro encontro foi realizado no dia 10 de abril de 2024, com duração de duas aulas de 50 minutos cada. A primeira aula teve o propósito de apresentar a eletiva destinada à astronomia e lançamento de foguete com garrafa PET, mostrando a panorâmica básica de algumas abordagens que iriam ser feitas durante os próximos encontros.

No primeiro encontro o professor pesquisador, fez anotações em seu caderno após a excursão das duas aulas destinadas para esse momento, servindo como diário de campo.

Durante as anotações o professor pesquisador buscou entender, a priori, o(s) motivo(s) que levaram os alunos em participarem da eletiva. E de forma inicial, durante o primeiro momento da aula, foi feito a seguinte pergunta: **Qual(is) foi(ram) o(s) motivo(s) que levaram vocês a escolher(em) essa eletiva?**

Poucos alunos responderam de início. Isso se justifica provavelmente pelo fato de que eles não são alunos da mesma turma e se sentiram tímidos em responder. Mas, 13 alunos dos 37 deram suas respostas que foram:

A1: *“tenho interesse em conhecer o universo.”*

A2: *“podendo aprender mais sobre foguete, Matemática e Física.”*

A3: *“por incentivo de pessoas que já fizeram foguetes.”*

A4: *“por pesquisas feitas na internet, escola, professores e por alguns amigos que tinham interesse nesse assunto.”*

A5: *“querer aprender mais sobre astronomia.”*

A6: *“recomendação dos professores.”*

A7: *“tenho um pouco conhecimento sobre foguete.”*

A8: *“por vários filmes que assisto e acho bastante legal.”*

A9: *“já participei das olimpíadas de astronomia e de lançamento de foguete.”*

A10: *“por meio da experiência que vou possuir e pelos professores também.”*

A11: *“por meio da curiosidade.”*

A13: *“chegar em vários conhecimentos tipo astronomia entre outro etc”*

Pelas anotações das repostas o professor pesquisador estabeleceu níveis de interesses nas respostas dos alunos. Ao analisar essas respostas sob a perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, percebe-se que os alunos demonstram

diferentes níveis de relação prévia com o tema da eletiva, o que influencia diretamente na forma como irão aprender e conectar novos conhecimentos ao que já sabem.

Muitos alunos expressam um “interesse” pelo tema, como A1 (“tenho interesse em conhecer o universo”), A5 (“querer aprender mais sobre astronomia”) e A11 (“por meio da curiosidade”). Segundo Ausubel (1963), a aprendizagem significativa ocorre quando os novos conhecimentos se ancoram em estruturas cognitivas já existentes. Nesse caso, a curiosidade e o interesse pelo tema podem servir como pontos de ancoragem para a construção de um conhecimento mais profundo.

Outros alunos relacionam a escolha da eletiva ao desejo de expandir conhecimentos específicos, como podemos ver nas respostas dos alunos A2 (“podendo aprender mais sobre foguete, Matemática e Física”) e A13 (“chegar em vários conhecimentos tipo astronomia entre outros”). Essas respostas indicam uma expectativa de integração, mostrando que os alunos percebem a relevância do conteúdo em diferentes áreas do saber.

A influência social também aparece como um fator relevante na escolha da eletiva seja por meio do incentivo de pessoas que já participaram da experiência (A3), da pesquisa autônoma (A4) ou da recomendação de professores (A6, A10). Esse aspecto pode ser relacionado ao conceito de aprendizagem mediada, em que a interação com outros indivíduos contribui para o desenvolvimento do conhecimento.

Além do mais, há respostas que indicam uma experiência prévia com o tema, como apresentada pelos alunos A7 (“tenho um pouco de conhecimento sobre foguete”) e A9 (“já participei das olimpíadas de astronomia e de lançamento de foguete”). Esses alunos já possuem um repertório cognitivo estruturado, o que, segundo Ausubel (1963), favorece uma aprendizagem mais profunda e facilita a assimilação de novos conceitos.

Por outro lado, algumas respostas sugerem que o interesse foi despertado por mídias externas, como filmes no caso do aluno A8 (“por vários filmes que assisto e acho bastante legal”) ou experiências futuras A10 (“por meio da experiência que vou possuir e pelos professores também”), o que demonstra a influência da cultura e do ambiente externo na motivação dos alunos. Isso reforça a importância de considerar as diferentes formas de exposição ao conhecimento na construção de uma aprendizagem significativa.

Portanto, a escolha da eletiva por esses alunos reflete não apenas um desejo de aprender, mas também diferentes trajetórias e motivações que influenciam o processo de aprendizagem. A eletiva, portanto, se apresenta como uma oportunidade para consolidar conhecimentos prévios, explorar novos conceitos e conectar diferentes áreas do saber de maneira significativa.

Durante a execução da primeira aula o professor pesquisador que também é o professor da disciplina, apresentou para os alunos, com uso de slide e data show, todos os dias e momentos dos encontros da eletiva. Dessa forma, os alunos perceberam que a estruturação através do tempo cronológico de execução de cada encontro foi cuidadosamente elaborada priorizando seus momentos, e fazendo com que o aluno perceba que todos os momentos da eletiva tenha sentido para eles. A trilha cronológica (sequência da eletiva) das atividades da eletiva está presente no apêndice 1 do produto educacional.

O segundo momento do primeiro encontro que corresponde à segunda aula teve o objetivo de identificar inicialmente os conhecimentos prévios dos alunos através de um questionário inicial sobre o assunto relacionado, tentando saber o que os alunos conhecem, qual é a principal função do foguete, quais materiais são usados na eletiva para construção, se o foguete possui coifa e aleta, quais são suas quantidades respectivamente e seus sinônimos, qual é a representação da trajetória feita pelo foguete de garrafa PET durante seu lançamento e identificando também o interesse dos alunos pelo assunto.

Foto 3 – Aplicação do questionário inicial



Fonte: do autor (2024).

Dessa forma para Ausubel (1963) os subsunçores ou conhecimentos prévios são os primeiros antecedentes da Aprendizagem Significativa. Para conhecer esses conhecimentos prévios o questionário inicial serviu como coletor do que o aluno já sabe e servirá para os organizadores prévios que são uma estratégia de facilitar a AS segundo Moreira (1982)

O questionário inicial foi aplicado e está disponível no apêndice 2 do PE e sua análise ficou a cargo da subseção 5.2.1, na qual serão mostradas as informações empíricas

relevantes em que o professor pesquisador discutirá frente às abordagens e perspectivas da aprendizagem significativa de David Paul Ausubel.

5.1.2 Segundo encontro: Abordagem sobre os assuntos básicos de Astronomia para Olimpíada Brasileira de Astronomia OBA

O segundo encontro foi realizado no dia 17 de abril de 2024, a sala teve problemas no sistema de ar-condicionado tendo a mudança de local, que passou a ser a sala de leitura da instituição. Nesse dia tivemos a presença de 30 alunos. Os outros 5 alunos estavam fazendo segunda chamada da avaliação semanal das disciplinas de base Técnica que perderam no dia 14 de abril de 2024 e 2 alunos faltaram na escola.

Para elaboração desse momento, foram utilizados os recursos de Data-Show e computador, com a finalidade de mostrar aos alunos algumas peculiaridades do sistema Solar. O slide que foi destinado para esse momento teve a construção e elaboração do levantamento de assuntos básicos de astronomia cobrados na prova nível 4 da 27ª OBA (2024) e abordando-o de forma significativa.

Durante a apresentação o professor pesquisador teve o cuidado de falar sobre o sistema solar, destacando os seus significados e caracterizando a diferença entre planetas rochosos e planetas gasosos. Em seguida teve a apresentação do significado do conceito de satélite natural, citando a Lua como exemplo e falando de suas particularidades de fases, pontos de distâncias em relação à Terra (apogeu e perigeu) e seus efeitos gravitacionais que afetam a Terra.

Continuando no mesmo encontro, na segunda aula, 30 minutos, apresentação sobre os conceitos de asteróides, meteoros, cometas, constelações, galáxias, exploração espacial e curiosidades sobre o espaço. Os outros 20 minutos finais desta aula foi entregue uma lista com 8 questões (apêndice 4) sobre o assunto abordado na aula. O professor, junto com os alunos, conseguiu estabelecer uma colaboração para responder de forma dialogada e recorrendo aos assuntos desse encontro com as questões com o intuito de preparação para a prova da OBA.

Foto 4 – Segundo encontro, abordagem básica de astronomia para OBA



Fonte: do autor (2024).

5.1.3 Terceiro encontro: Escuta ativa, apresentação sobre o regulamento e informações básicas para Mostra Brasileira de Foguetes MOBFOG.

No dia 24 de abril de 2024, realizamos nosso terceiro encontro da SD, contando com a participação de 36 alunos. O encontro ocorreu em uma das salas do terceiro ano, normalmente destinada à eletiva de cinema, que naquele dia foi realocada para o auditório, permitindo o uso do espaço para nossas atividades.

No terceiro encontro foi um dos momentos em que, após a instrução de uma aula sobre astronomia, os alunos vieram com perguntas e dessa forma tivemos no início dessa aula o momento de escuta ativa onde é muito importante a valorização das falas dos alunos. Este momento é muito relevante na aprendizagem significativa, pois para Ausubel (1963) os alunos aprendem a partir do que já sabem e quando querem. Neste momento foi valorizado o que os alunos já sabem do conteúdo e foi percebido seu interesse em aprenderem mais sobre o conteúdo ministrado na aula passada.

Foram registradas três perguntas como:

A1: “Não sabia que existiam planetas somente constituído de gases?”

A2: “Professor! achei interessante saber sobre a constituição do Sol?”

A3: “Os eclipses sempre me deixaram curiosas, mas não sabia que era assim?”

Os alunos buscaram entender mais sobre o assunto, procurando mais informações sem recorrer diretamente ao professor, fazendo pesquisas na internet, textos e livros sobre astronomia.

Desde o início do encontro, foi perceptível o interesse dos alunos em esclarecer dúvidas sobre os temas abordados anteriormente, especialmente em relação à astronomia. Para atender a essa necessidade, o professor pesquisador dedicou um momento específico para perguntas, criando um ambiente de escuta ativa, no qual cada questionamento foi valorizado e esclarecido. Além da escuta das dúvidas pontuais, esse momento também proporcionou sugestões de pesquisa, incentivando os alunos a aprofundarem seus conhecimentos de forma autônoma.

Na segunda parte do encontro, a discussão se voltou para um ponto essencial da importância do lançamento de foguetes e a preparação para a MOBFOG (2024). O professor destacou não apenas a relevância desse evento, mas também a necessidade de conhecer seu regulamento, uma vez que a compreensão das regras e exigências da competição é fundamental para a participação eficiente e bem-sucedida dos alunos. Além disso, esse momento foi uma oportunidade para explorar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o funcionamento dos foguetes, incentivando reflexões sobre a cinemática do movimento envolvido no lançamento.

A interação dos alunos nesse momento foi enriquecedora, com diversas falas e questionamentos que demonstraram curiosidade e engajamento. Segundo Moreira (2006), o aprendiz ao formular uma pergunta pertinente, coerente e significativa, ele recorre ao seu conhecimento prévio de forma estruturada e compreensiva, o que demonstra a ocorrência de aprendizagem significativa.

Essas contribuições foram fundamentais para nortear o desenvolvimento do conteúdo, alinhando-se à teoria de Ausubel (1963), que enfatiza a importância dos conhecimentos prévios na aprendizagem significativa. O professor pesquisador, ao perceber essas manifestações, pôde identificar quais conceitos eram mais familiares aos alunos e quais necessitavam de maior aprofundamento, garantindo que a abordagem pedagógica fosse mais eficaz e direcionada às reais necessidades da turma.

Para finalizar o encontro, foi proposto que os alunos se organizassem em equipes de três ou quatro integrantes, uma estratégia essencial para estimular o trabalho em grupo, a cooperação e a troca de idéias durante o desenvolvimento da SD. Além disso, como preparação para o próximo encontro, todas as equipes foram orientados a trazer duas garrafas PET de dois litros, material indispensável para a construção dos foguetes. Esse será um passo

fundamental para avançarmos na parte prática da SD, consolidando os conhecimentos discutidos até o momento.

5.1.4 Quarto encontro: Levantamento de Materiais e Confeções dos foguetes para MOBFOG.

O quarto encontro ocorreu no dia 08 de maio de 2024, com a presença de 37 alunos. Nesse encontro, os alunos foram distribuídos em 10 equipes, sendo 7 equipes com 4 alunos e 3 equipes com 3 alunos, com base no critério de afinidade, permitindo que cada um escolhesse a equipe na qual se sentisse mais confortável. Durante esse momento, foi realizado o levantamento dos materiais necessários para a construção dos foguetes, conforme as diretrizes da MOBFOG (2024). Os materiais utilizados foram os seguintes:

- 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;

Foto 5 – Escolhas das garrafas PET

Fonte: do autor (2024).

Os alunos, organizados em grupos, iniciaram a atividade selecionando uma das duas garrafas disponíveis, identificando aquela mais adequada para compor o corpo do seu foguete. Esse momento exige muita atenção, pois a estrutura da garrafa é um fator essencial, é nela que ocorre a reação química entre o vinagre e o bicarbonato de sódio do combustível de propulsão e onde a pressão é mais intensa. Assim, caso a garrafa apresente falhas estruturais, há o risco de comprometer o processo de lançamento, resultando em possíveis falhas.

Foto 6 – Confeção das aletas

Fonte: do autor (2024).

Foto 7 – Cortando o balde de tinta

Os alunos dedicaram-se em analisar o regulamento da MOBFOG (2024) para compreender as especificações relacionadas às dimensões das aletas (Foto 6). Com base nesse

estudo, cada equipe apropriou-se dessas informações e aplicou esse conhecimento na confecção das aletas, utilizando material em Policloreto de vinila (PVC). O regulamento permitiu liberdade na escolha do modelo e da quantidade de aletas, possibilitando que os grupos experimentassem diferentes formatos e configurações para aperfeiçoar o desempenho de seus foguetes.

Para a confecção das aletas, os alunos reutilizaram PVC retirado das laterais de baldes de tinta de 18 litros previamente utilizados. Essa escolha não apenas garantiu um material resistente e leve para a estrutura do foguete, como também reforçou a importância da sustentabilidade no projeto, incentivando o reaproveitamento de materiais.

Em relação à coifa, os alunos desenvolveram suas próprias versões utilizando massa epóxi e uma das garrafas PET que trouxeram para o encontro. Durante esse processo, a pesquisa desempenhou um papel crucial: ao investigarem diferentes fontes, como vídeos e sites especializados, os alunos encontraram alternativas para a construção da coifa. Essa busca por conhecimento resultou em uma mudança significativa no projeto, uma vez que o regulamento da MOBFOG (2024) sugere o uso de um balão de festa com água como “corpo de peso”. A autonomia demonstrada pelos alunos ao questionar, testar e adaptar soluções evidenciou seu protagonismo no aprendizado, tornando o processo ainda mais enriquecedor.

A confecção do foguete de garrafa PET está detalhada no Apêndice 5 desta dissertação, enquanto a construção da base de lançamento encontra-se descrita no Apêndice 6.

Ao final do encontro, os alunos conseguiram finalizar a confecção de seus foguetes, consolidando os conhecimentos adquiridos ao longo do processo. Esse encontro marcou um avanço importante no desenvolvimento da SD, preparando as equipes para os próximos desafios e para a futura fase de testes e lançamentos feita no quinto encontro.

5.1.5 Quinto encontro: Instruções de segurança, lançamento e coleta de alcances.

O quinto encontro foi realizado no dia 15 de maio de 2024, com todos os 37 alunos, esta atividade foi realizada na área de preservação ambiental (APA) da Trizidela mais conhecida popularmente como parque ambiental da Trizidela. O início desse encontro partimos da escola, saindo em ônibus escolar disponibilizado pela gestão geral do IEMA. As atividades feitas nesse dia tomaram quatro aulas, onde tivemos a ajuda dos professores Fernando Wesley de Física e Paulo Paz de geografia. Com a participação de outros professores os alunos perceberam a importância e contribuição desses profissionais sobre essa atividade.

Essa encontro teve a devida autorização para efetivação na APA mediante ofício concedido pela gestão geral, como consta no Anexo 1 dessa dissertação.

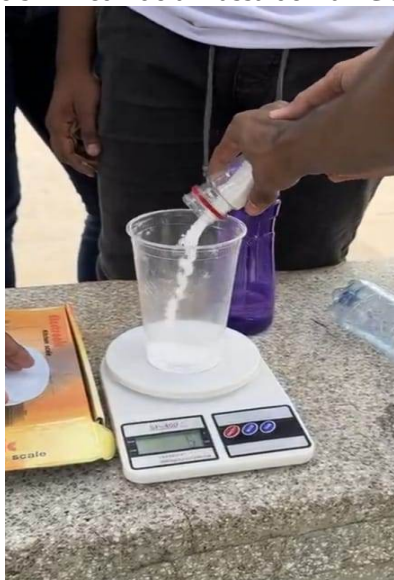
Foto 8 - Atividade no parque ambiental da Trizidela



Fonte: do autor (2024)

De acordo com as considerações de Pacheco (2015), sobre os espaços ao ar livre serem laboratórios e neles há varias estratégias no processo de ensino-aprendizagem e isso podem oportunizar com maior ênfase na construção do conhecimento, entregando aos alunos diferentes abordagens de um mesmo conteúdo. E nessa consideração apresentamos nesse dia para os alunos as diferentes abordagens que foram as instruções de segurança para o lançamento, as etapas do lançamento e como fazer o aferimento do alcance.

Nessa mesma vertente, Santos (2005) afirma que os alunos têm essa oportunidade de vivenciar um número muito grande de experiências que ajudará no entendimento do tema abordado. Esses processos na instrução de segurança, etapas a se seguir no lançamento e após coletar a informação do alcance de seu foguete, o envolvimento faz parte do processo de ensino-aprendizagem.

Foto 9 – Medindo a massa do NaHCO_3 **Foto 10 – Uso de vinagre e funil****Foto11 – Momento de abastecimento dos foguetes****Foto 12 - Momento da fixação da base**

Fonte: do autor (2024).

Na estratégia de ensino-aprendizagem, a saída para ambiente externo, na perspectiva de Pacheco (2015) quando bem organizada e monitorada, tem a possibilidade de ser uma ótima alternativa metodológica, naquele local, complementando o espaço formal da sala de aula com o espaço não-formal em ambiente externo. Essa perspectiva foi proporcionada nesse encontro da SD.

A primeira etapa da prática de lançamento consistiu no abastecimento dos foguetes pelos alunos. Veja as fotos 9, 10 e 11. Eles utilizaram 90 gramas de bicarbonato de sódio (NaHCO_3) e 750 mL de vinagre de álcool como combustível. Para garantir a precisão na

medição do bicarbonato, foi utilizada uma balança digital (foto 9). O vinagre foi colocado dentro de um preservativo, que, por sua vez, já estava inserido no corpo do foguete com o auxílio de um funil improvisado, feito a partir de uma garrafa PET e um cano (foto 10). Durante esse processo, cada equipe trabalhou de forma cooperativa para realizar o abastecimento de maneira eficiente (foto 11).

Na etapa de instruções de segurança para o lançamento, os alunos utilizaram Equipamentos de Proteção Individual (EPI), especificamente óculos de proteção (foto 12).

Por fim, na etapa de lançamento e aferição do alcance de cada equipe, os alunos foram acompanhados pelo professor em todas as fases do processo, desde o abastecimento, conexão e fixação do foguete na base de lançamento até a verificação dos procedimentos, contagem regressiva e o próprio lançamento.

É importante destacar que, na aferição dos alcances, os professores colaboradores prestaram auxílio, garantindo a padronização das medições para todas as equipes. Os alunos puderam acompanhar a coleta dos dados de seus respectivos alcances, que foram registrados no quadro 2.

Quadro 2 – Alcance atingido por cada equipe

NOME DA EQUIPE	ALCANCE (m)
Kamikaze	106
Orion	41
Ganímedes	60
Andrômeda	152
Tempestade	100
Soyuz	192
Casca de bala	128
Astarion	111
Oppenheimer	35
Falcon 9	80

Fonte: do autor (2024)

Foto 13 – Momento de instruções**Foto 14 – Momento de acompanhamento****Foto 15 – Momento de verificação final**

Fonte: do autor (2024)

Durante a etapa de instruções, o professor orientou as equipes quanto à forma correta e segura de realizar o encaixe do foguete na base e o manuseio do sistema de propulsão, que consistia na reação entre vinagre e bicarbonato de sódio dentro do foguete. Esse procedimento, que resulta no rompimento do preservativo utilizado como compartimento da mistura, está documentado na Foto 13.

A fixação adequada da base de lançamento ao solo constitui uma etapa fundamental, uma vez que garante sua estabilidade e evita falhas ou interrupções inesperadas durante o

lançamento. Para isso, recomenda-se a utilização de grampos fixadores, aplicados com o auxílio de um martelo, conforme ilustrado na Foto 14.

Por fim, a etapa de verificação final é essencial para assegurar o pleno funcionamento do sistema. Nessa fase, realiza-se o monitoramento de possíveis vazamentos e a inspeção de irregularidades tanto na estrutura do foguete quanto na base de lançamento, como a presença de furos ou conexões comprometidas. Esse momento de controle está evidenciado na Foto 15.

Essa experiência prática no quinto encontro da SD reforça a importância da experimentação para a compreensão teórica, como defendido por Freire (1997), ao afirmar que o entendimento da teoria exige vivência prática. Isso está alinhado ao objetivo da escola de ensinar o aluno a “ler o mundo” para transformá-lo. Além disso, a realização da atividade em um ambiente não formal, como a saída para os lançamentos, corrobora a visão de Behrendt (2014), que destaca o papel dessas experiências no estímulo ao interesse, ao conhecimento e à motivação dos alunos. Esse impacto foi claramente observado pelo professor pesquisador nos estudantes envolvidos no processo, evidenciando a eficácia da aprendizagem baseada na experimentação.

Foto 16 – Momento contagem regressiva



Fonte: do autor (2024).

Foto 17 – Foguete lançado da base



O registro das fotos 16 e 17 evidenciam o sucesso das etapas realizadas, refletindo a dedicação e o interesse dos alunos durante as atividades de campo.

5.1.6 Sexto encontro: Apresentação dos alcances e desenvolvimento teórico do lançamento oblíquo.

Este momento da SD ocorreu no dia 22 de maio de 2024, contando com a presença de 32 alunos. Retornamos à sala destinada à disciplina eletiva, onde o encontro foi realizado ao longo de duas aulas. Essas aulas foram dedicadas à investigação da trajetória, velocidade de saída e altura máxima do foguete, abordando a cinemática do movimento oblíquo.

A aula teve como ponto de partida o seguinte questionamento: **Como podemos usar a física para descrever o movimento do foguete durante o seu lançamento?**

Para responder a essa indagação, os alunos foram incentivados a relembrar a experiência vivenciada no último encontro, o que, segundo Ausubel (1963), se caracteriza como conhecimento prévio. Nesse processo de resgate, os aprendizados adquiridos no quinto encontro foram utilizados como base para o estudo da cinemática.

O primeiro momento da aula foi aberto para responder esse questionamento.

Foto 18 – Aula teórica sobre movimento oblíquo



Fonte: do autor (2024).

O segundo momento foi destinado ao desenvolvimento teórico da cinemática do movimento oblíquo considerando o foguete como um ponto material e as influências do ar são desprezíveis. Essa aula foi estruturada segundo a base teórica do movimento oblíquo.

Para Ausubel (2003) a aquisição de conhecimento em diferentes disciplinas, em qualquer cultura, ocorre essencialmente por meio da aprendizagem por recepção. Isso significa que, geralmente, o conteúdo principal desse encontro foi o desenvolvimento teórico do lançamento oblíquo que foi apresentado aos aprendizes de forma relativamente finalizada,

por meio de ensino expositivo. Nessas condições, espera-se apenas que os aprendizes compreendam o conteúdo exposto na aula e o integre à sua estrutura cognitiva, de modo que possa ser utilizado posteriormente tanto para reprodução quanto para aprendizagem associada e resolução de problemas que será proposto no sétimo encontro.

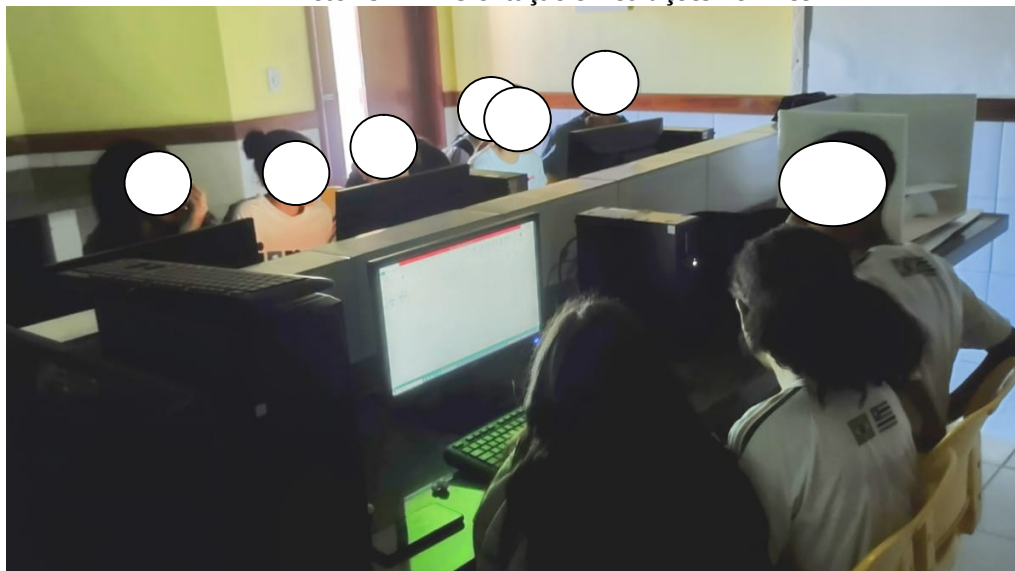
No entanto, nesse contexto específico, as instruções foram transmitidas utilizando quadro, pincel e apagador como materiais didáticos, mas somente após os alunos terem vivenciado a prática no quinto encontro. Essa abordagem segue por meio de organizador prévio da aprendizagem significativa, pois o novo conhecimento emergiu de uma atividade prática, sendo posteriormente debatido e analisado teoricamente. Isso reforça a idéia de que o conhecimento não é simplesmente descoberto, mas sim construído pelo indivíduo que aprende, conforme argumenta Braathen (2012). Dessa forma, a aprendizagem não é um processo exclusivamente causado pelo ensino do professor, mas resulta da interação ativa do aluno com o conteúdo que foi visto na prática.

5.1.7 Sétimo encontro: Instruções para utilização do Excel como ferramenta de ensino aprendizagem.

O sétimo encontro ocorreu no dia 29 de maio de 2024, com a participação de 26 alunos, e teve como objetivo a ambientação dos estudantes no uso do Excel.

No início do encontro, foi feita a seguinte pergunta: **Quais alunos ou alunas já conhecem a planilha eletrônica Excel?**

Foto 19 – Ambientação e instruções no Excel



Fonte: do autor (2024).

Essa pergunta teve a finalidade de mapear e verificar quantos alunos já possuíam familiaridade com o programa. Com base nessa sondagem, a aula foi direcionada para orientações básicas, como abrir o programa no computador, identificar as áreas e ícones da planilha, compreender o conceito de célula, aprender a identificar uma célula pela sua localização e explorar algumas operações realizadas dentro dela.

No desenvolvimento dessa aula, seguimos uma etapa da Sequência Didática (SD) voltada para as instruções básicas do Excel, utilizando o apêndice 7 como guia de orientação.

Estudos realizados por Nascimento, Neide e Gonzatti (2016) indicam que o Microsoft Excel pode ser usado como uma ferramenta de apoio no ensino de Física, especialmente na modelagem computacional, contribuindo para a aprendizagem significativa. Nesse contexto, a ambientação dos alunos no Excel permitiu que eles explorassem ferramentas essenciais para a manipulação das células (coluna e linha), compreendendo sua funcionalidade e reconhecendo a vantagem de não exigir o uso de uma linguagem de programação específica.

5.1.8 Oitavo encontro: Implementação dos alcances no Excel obtendo informação de velocidade inicial do lançamento, altura máxima e trajetória.

O oitavo encontro foi realizado no dia 05 de junho de 2024, com a participação de 20 alunos. A atividade ocorreu no laboratório de informática da escola e teve como objetivo utilizar a planilha eletrônica Excel para calcular a velocidade inicial de lançamento do foguete, sua altura máxima atingida e representar sua trajetória.

O encontro foi dividido em duas aulas. Nos primeiros 20 minutos da primeira aula, os alunos utilizaram os dados do alcance de seus respectivos foguetes e os substituíram na equação do alcance apresentada no encontro seis da Sequência Didática (SD), realizando manualmente o cálculo da velocidade inicial de lançamento. Em seguida, nos 30 minutos restantes, aplicaram essas etapas no Excel para automatizar o cálculo da velocidade inicial.

A segunda aula, com duração de 50 minutos, foi dedicada à determinação da trajetória do foguete de garrafa PET lançado no quinto encontro. A análise considerou um cenário ideal, no qual o foguete foi tratado como um ponto material, desconsiderando os efeitos da resistência do ar. Essa simplificação permitiu que o estudo do movimento oblíquo fosse abordado de forma acessível para os alunos do ensino médio. A equação da trajetória, apresentada na SD vista no sexto encontro, foi implementada no Excel seguindo um conjunto de etapas que se encontra no apêndice 7. Durante essa atividade, os alunos desenvolveram a noção de construção de gráfico, compreendendo o conceito de gerar um conjunto de pontos a

partir da equação para representar a posição do foguete ao longo das distancias horizontal e vertical.

Foto 20 – Implementação das equações do movimento oblíquo no Excel



Fonte: do autor (2024).

O momento da geração da trajetória é muito importante, pois os alunos conseguiram perceber como é provavelmente o caminho feito pelo foguete de garrafa PET no ar. Valorizando o que eles viram do movimento de seus foguetes na quinta etapa interpretando-o o movimento oblíquo através da modelagem matemática.

5.1.9 Nono encontro: Culminância da eletiva para comunidade escolar.

O nono encontro ocorreu no dia 23 de junho de 2024, contando com a participação de 37 alunos. Nesse momento, a colaboração e o engajamento dos estudantes foram fundamentais para a organização das apresentações da eletiva.

Os grupos foram distribuídos em três áreas da sala, cada um responsável por explicar os momentos vivenciados ao longo da eletiva. O primeiro grupo, composto por 12 alunos, abordou o sistema solar, destacando sua organização e as características dos planetas, como tamanho, temperatura e composição atmosférica, proporcionando um conhecimento básico essencial sobre astronomia.

O segundo grupo, também com 12 alunos, apresentou a estruturação e as etapas de lançamento dos foguetes, relacionando esses aspectos aos conceitos da cinemática para explicar o movimento do foguete confeccionado com garrafa PET.

Foto 21 – Apresentação das atividades realizadas



Fonte: do autor (2024).

Por fim, o terceiro grupo, formado por 13 alunos, explorou curiosidades sobre a eletiva, abordando o uso do Excel como ferramenta de interpretação no lançamento oblíquo e demonstrando como a modelagem computacional contribui para a compreensão desse movimento.

Essa divisão permitiu uma distribuição equilibrada das responsabilidades e garantiu que os alunos explicassem de forma clara e didática os principais temas abordados na eletiva. Além disso, a apresentação foi uma oportunidade para compartilhar o aprendizado com a comunidade escolar presente no evento de culminância.

5.1.10 Décimo encontro: Aplicação do questionário final.

A aplicação do questionário final foi realizada no ultimo momento da eletiva, no dia 26 de junho de 2024. Inicialmente, o questionário foi disponibilizado no Google Forms para os alunos que possuíam acesso a celular e internet. Para aqueles que não tinham essa possibilidade, foi entregue uma versão impressa do questionário.

O pós-teste continha oito perguntas relacionadas aos conteúdos abordados na eletiva, as perguntas são:

01. Explique com suas palavras o que são os foguetes?
02. Sobre a eletiva 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?

Esse questionário final encontra-se no apêndice 8 e teve como objetivo avaliar se houve mudanças no conhecimento prévio dos alunos e verificar a ancoragem dos novos conhecimentos transmitidos. Além disso, buscou identificar o nível de assimilação dos conceitos explorados ao longo da eletiva.

5.2 ANALISE DOS DADOS DA PESQUISA

5.2.1 ANALISE DO QUESTIONARIO INICIAL SOBRE OS CONHECIMENTOS PRÉVIOS DOS ALUNOS

Os resultados coletados pelo instrumento empírico são para Bardin (2011) resultados brutos e podem ser tratados como significativos e válidos. Os resultados podem ser percentuais, que são operações estatísticas triviais em que viabilizam através de quadros de resultados, diagramas, gráficos, figuras e modelos, os quais consolidam as informações das análises. As inferências e interpretações a disposição dos resultados diante do analista em que esses resultados entram em confronto sistemático com o material elaborado, servindo de base a outras análises.

Dessa forma, durante a aplicação da SD para o lançamento oblíquo com foguete de garrafa PET em uma abordagem da aprendizagem significativa de David Paul Ausubel, consistiu em 10 encontros, em 20 aulas, onde foram trabalhados conteúdos básicos de Astronomia relacionados a OBA, usando a estruturação de organizadores prévios que ajudam como passos para a construção de foguetes seguindo o regulamento da MOBFOG.

Durante a aplicação da SD, foram feitas as recomendações e instruções de segurança, lançamento e coleta dos alcances, passando pela apresentação dos dados coletados e desenvolvimento teórico do lançamento oblíquo, utilização do Excel como ferramenta pedagógica.

O primeiro encontro teve duração de duas aulas, em que cada aula dura 50 minutos. Esse encontro foi elaborado para a apresentação da eletiva mostrando seus objetivos, fazendo uma abordagem inicial (primeira aula) sobre a apresentação da eletiva, abordando os tópicos que foram trabalhados durante os encontros e, no final (segunda aula) foi aplicado um questionário inicial, com 10 perguntas, destinado a coleta de informação sobre os conhecimentos prévios relevantes dos alunos, pois

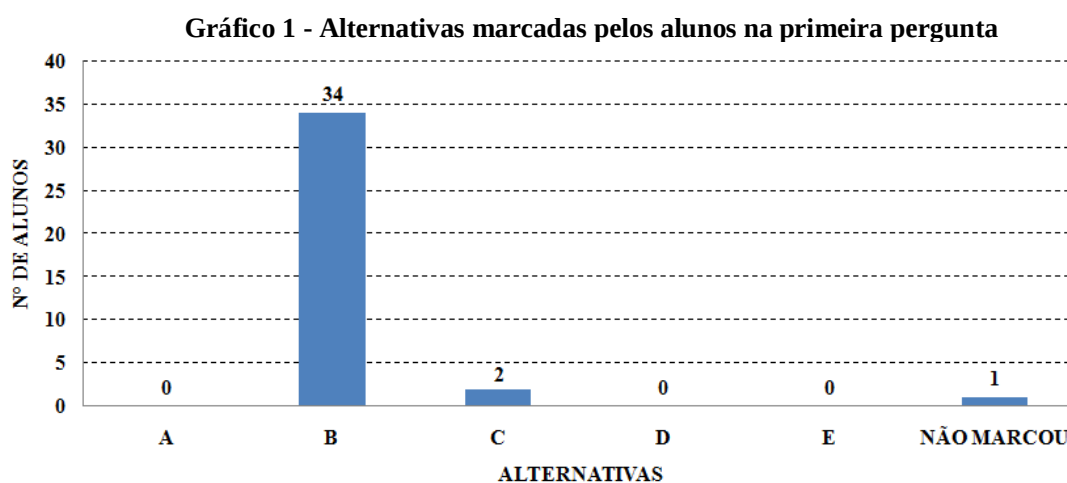
“[...] não é qualquer conhecimento prévio que irá influenciar o processo, mas os conhecimentos prévios relevantes presentes na estrutura cognitiva do sujeito, os quais foram chamados por Ausubel de subsunçores ou idéia-âncora, capaz de servir de ancoradouro a uma nova informação, de modo que ela adquira significado para o indivíduo.” (Pozo, 1998; Ostermann& Cavalcanti, 2011).

A primeira pergunta: **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.

Essa pergunta é tipificada como fechada oferecendo somente um conjunto limitado de opções de resposta (alternativas de “a” a “e”), onde o aluno deve escolher uma das opções.

Dos 37 alunos que responderam essa pergunta, o resultado da coleta gerou o gráfico de coluna vertical, gráfico 1, mostrando que 34 alunos optaram pela alternativa B. Isso indica que a maioria dos alunos conseguiu relacionar seu conhecimento prévio sobre os foguetes com a informação apresentada na pergunta, sugerindo que esses alunos já possuíam uma base cognitiva supostamente adequada sobre o tema, permitindo uma interpretação adequada sobre o conceito foguete.



Fonte: do autor (2024).

Continuando com a interpretação do gráfico 1, dois alunos marcaram a alternativa C. Estes alunos parecem ter uma visão simplificada ou limitada sobre a função dos foguetes, mostrando assim uma compreensão parcial e sua concepção, somente afirmando que é transporte no espaço, sem considerar o papel mais amplo que os foguetes desempenham, como a colocação de satélites em órbita ou a realização de missões científicas.

Por fim, um aluno que não marcou nenhuma alternativa, com a ausência de resposta, indicando uma falta de entendimento ou um estado de confusão diante das opções. De acordo com a teoria de Ausubel (1963), esse aluno pode não ter encontrado uma base cognitiva sólida para conectar às novas informações, resultando em uma dificuldade de tomar uma decisão ou escolher a uma resposta.

A interpretação do gráfico 1 mostra também que, mesmo sem instruções prévias, a maioria dos alunos conseguiu associar os foguetes ao seu papel principal na exploração espacial e no estudo da astronomia, utilizando um raciocínio lógico e conhecimentos gerais.

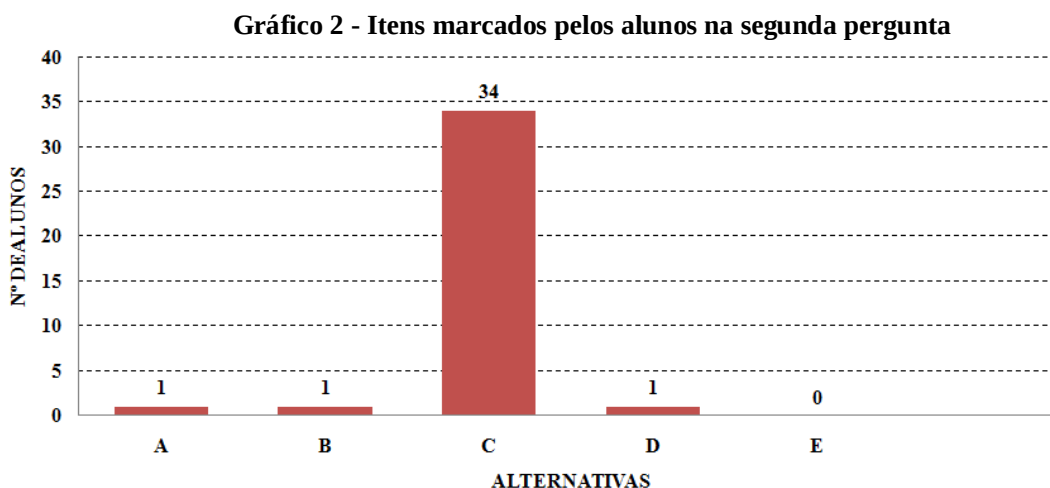
Isso é um indicador positivo de que eles possuem uma base de conhecimento intuitivo sobre o tema.

Para promover uma aprendizagem mais significativa para todos os alunos, inclusive para aqueles que apresentaram dificuldades, é importante fornecer instruções claras e conectá-las a conceitos que já fazem parte de seu repertório cognitivo. Trabalhar com exemplos práticos e informações sobre as diversas funções dos foguetes pode ajudar a fortalecer essas conexões e permitir uma compreensão mais completa e precisa do tema. Isso serviu como indicativo de ajuste no planejamento que foram trabalhadas nas próximas etapas da SD.

A segunda questão é retratada a seguinte forma: **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.**

O gráfico 2, em coluna, mostra como os alunos usaram sua lógica e experiências de vida para fazer conexões com o que acham mais conveniente para essa confecção.

A partir dos dados obtidos nessa pergunta, dos 37 alunos, 34 marcaram a alternativa C, indicando que a maioria dos alunos escolheu essa opção, sugerindo que eles identificaram esses materiais como os mais adequados para a construção de foguetes no contexto do regulamento da Mostra Brasileira de Foguetes (MOBFOG). A escolha pode estar baseada na percepção de que garrafa PET e material PVC serem leves, maleáveis, acessíveis e comumente utilizados em projetos de baixo custo, que se alinham bem com a idéia de um foguete confeccionado para essa eletiva.



Fonte: do autor (2024)

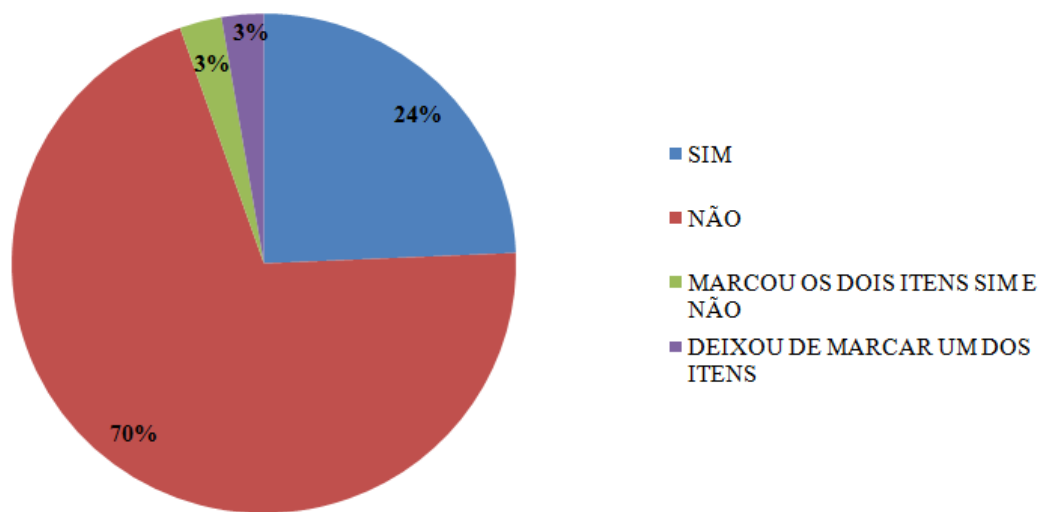
Analisando ainda o gráfico 2, um aluno marcou a alternativa A (Madeira e PVC) e um aluno marcou a alternativa B (Alumínio e PVC), esses alunos podem ter feito associações baseadas na resistência ou durabilidade percebida desses materiais. Madeira e alumínio são

frequentemente considerados fortes e robustos, mas podem não ser os mais adequados para construção de foguetes leves confeccionados para MOBFOG (2024). Isso indica que esses alunos não levaram em conta a necessidade de materiais leves e de fácil moldagem para projetos desse tipo.

Para encerrar a análise da segunda pergunta, um aluno marcou a alternativa D (Madeira e PET). O aluno que escolheu essa combinação reconheceu parcialmente a utilização do PET, mas combinou-o de forma inadequada com a madeira, que é um material mais “pesado” e menos usual para foguetes educacionais baseados pelos regulamentos da MOBFOG (2024). Isso sugere um entendimento limitado ou uma tentativa de fazer uma dedução lógica que acabou sendo imprecisa.

Dando sequência à análise das perguntas, a terceira pergunta, é a seguinte: **03. O foguete possui coifa? () Sim; () Não.** Nas alternativas tivemos os seguintes resultados apresentados pelo gráfico 3 representado como setor, mostrando a escolha dessas opções.

Gráfico 3 – Alternativas marcadas pelos alunos na terceira pergunta

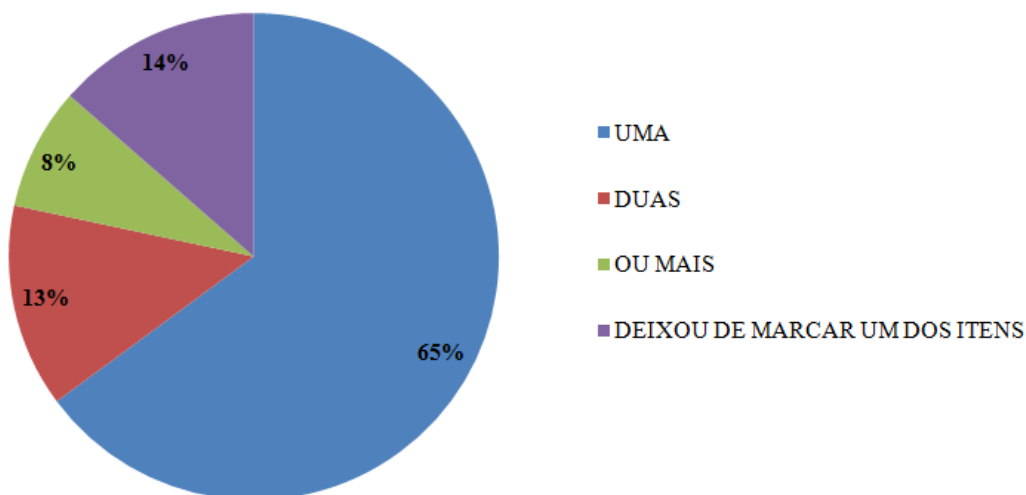


Fonte: do autor (2024)

Do total de alunos 24% marcaram “Sim”, pois conseguiram fazer uma associação dedutiva lógica a partir do que imagina ser coifa, 70% deles marcaram “Não”. Essa maioria significativa de alunos que optou por essa alternativa, indica que eles não conectaram adequadamente o que vem ser uma coifa. Um dos prováveis indicativos é a falta da familiaridade com o significado ou função, isso é bem notado na aprendizagem conceitual significativa, estabelecida por David Ausubel (2003). 3% dos alunos marcaram ambas as opções (“Sim” e “Não”), indicando um comportamento que reflete incerteza ou confusão conceitual. Por fim 3% deles deixaram de marcar qualquer alternativa, isso pode ser

interpretado como uma dificuldade em compreender a pergunta ou uma completa ausência de conhecimento ou experiência relacionado ao tema e seu conceito.

Gráfico 4 - Itens marcados pelos alunos na quarta pergunta



Fonte: do autor (2024)

Mantendo a análise das perguntas, o gráfico 4 ilustra a distribuição percentual de alunos, conforme a resposta da **pergunta 4: sobre a quantidade de coifas em um foguete possui?**

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

Nela 65% responderam uma coifa. Esta resposta foi a mais compatível com a realidade, visto que um foguete normalmente possui uma única coifa. O fato dessa opção ter sido a mais escolhida pelos alunos sugere que, mesmo sem uma base teórica sólida, e usando seus conhecimentos prévios, eles empregaram uma lógica simples. Estes alunos mostraram uma capacidade de fazer inferências baseadas em um entendimento intuitivo, ainda que superficial, sobre a função de uma coifa em um foguete.

Ainda na interpretação da pergunta 4, onde 13% dos alunos marcaram que o foguete apresenta duas coifas, remete a uma compreensão parcial ou errônea sobre a quantidade de coifas que um foguete tem, mas ao mesmo tempo demonstra um esforço para entender a real função da coifa.

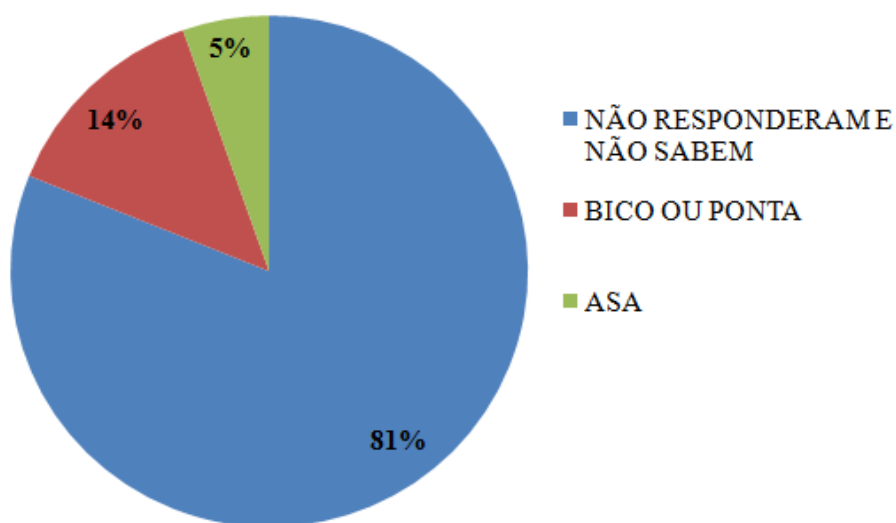
Avançando na análise na pergunta 4, no setor referente aos 8%, são de alunos que responderam que o foguete possui mais de duas coifas. Isso nos remete a mesma situação equivocada sobre a real utilidade da coifa no foguete.

Por fim, a parcela de 14% dos alunos vista no gráfico 4, mostra que eles deixaram de marcar um dos itens da pergunta, configurando assim uma possível dúvida e inconsistência sobre o que marcar.

Dando continuidade na análise, a pergunta cinco: **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).**

Querendo saber se o repertório de significado para essa palavra era familiar no conhecimento dos alunos. O gráfico 5 remete ao conjunto de respostas escritas pelos alunos para esse questionamento.

Gráfico 5 – Resposta dos alunos no item a da quinta pergunta



Fonte: do autor (2024)

Ao observar o gráfico 5 foi visto que 81% dos alunos não responderam ou não sabem quais palavras substituem e que tenha o mesmo significado da palavra “coifa”. Isso mostra que os alunos não são familiarizados com essa palavra, identificando assim uma dificuldade na ampliação do repertório conceitual que é importante na aprendizagem significativa representacional pois “[...]as palavras começam a representar conceitos ou idéias genéricas, tais palavras tornam-se nomes conceituais e se equivalem, em termos de significado, a um conteúdo cognitivo mais abstrato, generalizado e categórico.”(David P. Ausubel, 2003, p.88).

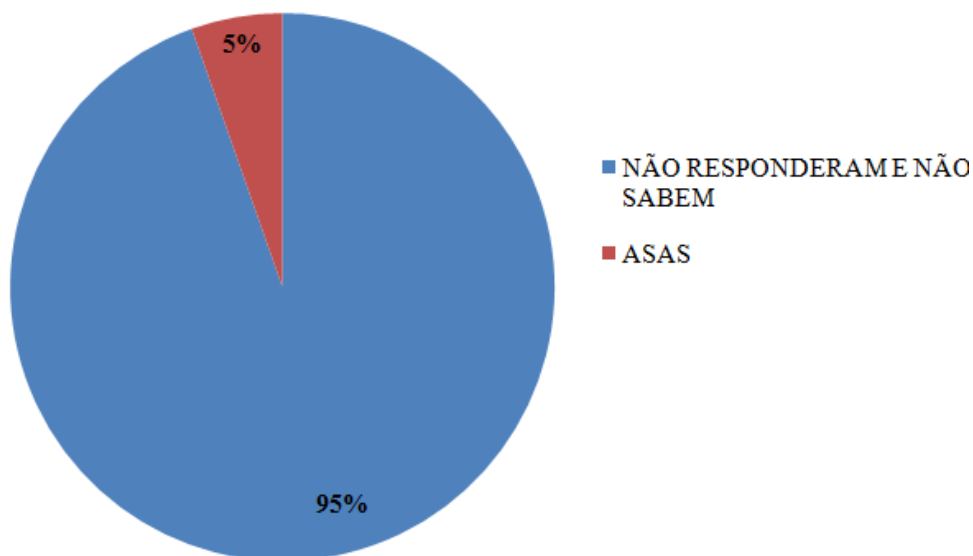
Progredindo na análise da pergunta cinco, 14% dos alunos responderam bico ou ponta, isso mostra que a compreensão e o entendimento conceitual de coifa para eles pode ser substituída por outras palavras que dão o mesmo sentido, função ao termo coifa.

Para finalizar na análise da pergunta 5, o percentual de 5% dos alunos escreveu a palavra asa. Isso tem um indicativo de que para esses alunos coifa e asa são sinônimos e que possuem a mesma função.

O gráfico 6 retrata as respostas do item (b) da quinta pergunta, referente ao nomes das coifas caso tenha mais de uma em um foguete. Pelas respostas dos alunos 95% deles não

responderam, indicando inicialmente que reconhecem a presença somente de uma coifa e 5% falaram asas indicando confusão associando coifas a asas, mostrando um equívoco dos alunos nesse item.

Gráfico 6 - Resposta dos alunos no item b da quinta pergunta

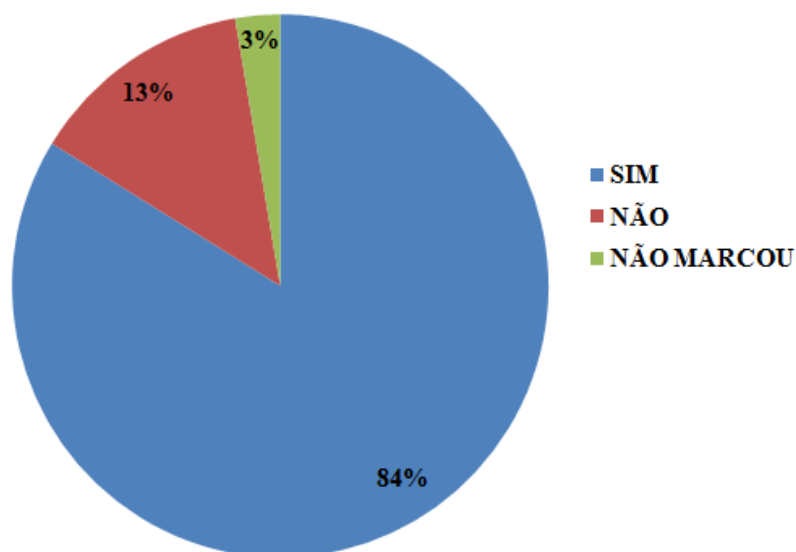


Fonte: do autor (2024)

O indicativo dessa confusão pode ser explicado, pois os alunos ainda não conseguiram identificar outro nome para coifa e não sabem o seu conceito.

A pergunta seis do questionário inicial é referente a uma indagação: **06. O foguete possui aleta? () Sim; () Não.** Como respostas podem apresentar quatro tipos de situações ou o aluno marca SIM, ou ele marca NÃO, ou ele não marcou.

Gráfico 7 - Itens marcados pelos alunos na sexta pergunta



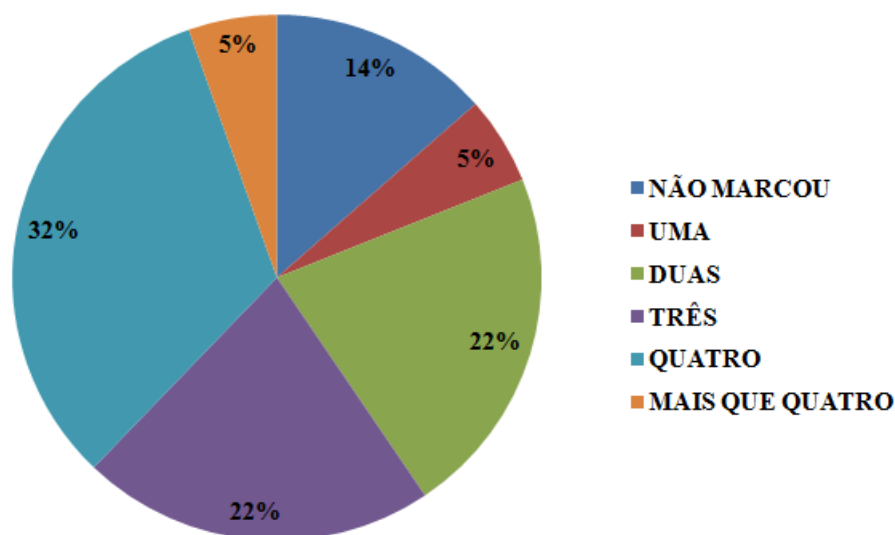
Fonte: do autor (2024)

Pela coleta, foi obtido as respostas representadas pelo gráfico 7, tratando se os foguetes possuem aleta. Percebe-se que 84% dos alunos marcaram SIM. Isso identifica que os alunos conhecem o que é aleta e sabem o seu significado. 13% marcaram NÃO e 3% NÃO marcaram nenhuma das alternativas.

O gráfico 8 apresenta os itens relacionados ao número de aletas para um foguete, que foi muito bem retratado na pergunta **07. Em possuindo aleta, quantas? () Uma; () Duas; () Três; () Quatro; () ou mais.**

Na observação dos dados, gráfico 8, 14% dos alunos deixaram de responder a pergunta, o que coincide quase com a quantidade de alunos que responderam NÃO na questão seis. 5% marcaram UMA aleta, 22% marcaram DUAS aletas, 22% marcaram TRÊS aletas, 32% marcaram QUATRO aletas e 5% marcaram MAIS DO QUE QUATRO aletas.

Gráfico 8 - Itens marcados pelos alunos na sétima pergunta



Fonte: do autor (2024)

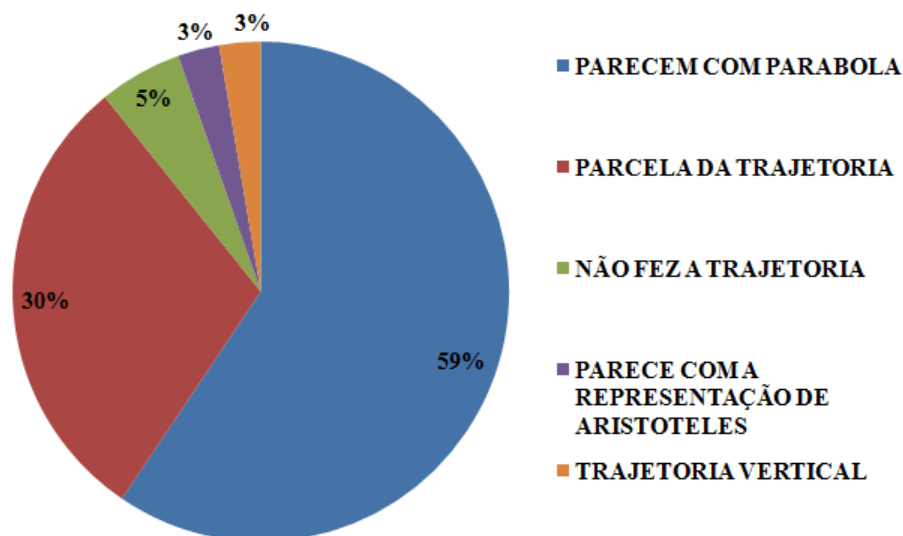
A quantidade de aletas (ou empenas) para um foguete feito de garrafa PET segundo a MOBFOG (2024) é entre três a quatro aletas.

O gráfico 9 mostra as trajetórias desenhadas pelos alunos representado pela seguinte pergunta na questão **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° identificando ponto de partida, ponto de chegada nele representado.**

O gráfico 9 destaca o percentual da variedade de representações feitas pelos alunos sobre a trajetória do foguete, revelando diferentes níveis de compreensão na representação sobre o lançamento. A maioria dos alunos sendo 59% identificou corretamente a trajetória

como sendo uma parábola, o que demonstra uma boa compreensão e possivelmente a conexão com conhecimentos prévios relacionados à cinemática. Esse dado é significativo, pois indica que mais da metade dos alunos reconheceu o padrão característico do movimento do foguete de garrafa PET sob a ação da gravidade. Mostrando que já presenciaram alguma situação que se assemelha a essa trajetória na sua vivência, fazendo assim uma comparação.

Gráfico 9 – Representação da trajetória na oitava pergunta



Fonte: do autor (2024).

Por outro lado, 30% dos alunos representaram apenas uma parte da trajetória parabólica, o que pode indicar uma compreensão parcial ou um foco em aspectos específicos do movimento, como o trecho ascendente ou descendente. Outros 11% mostraram dificuldades em representar corretamente a trajetória: 5% não fizeram nenhuma representação, 3% recorreram a uma concepção aristotélica (que contrasta com a visão moderna de movimento), e 3% consideraram a trajetória como puramente vertical. Esses resultados evidenciam a coexistência de diferentes concepções, desde as mais avançadas até as mais rudimentares, reforçando a importância de explorar e trabalhar essas discrepâncias no processo de ensino para promover a aprendizagem significativa e superar idéias alternativas ou equivocadas.

Portanto, é importante destacar as representações de alguns alunos para cada categoria, são as seguintes:

Fotos - Representação da trajetória dos foguetes feita pelos alunos

Foto 22 – Trajetória parabólica do foguete

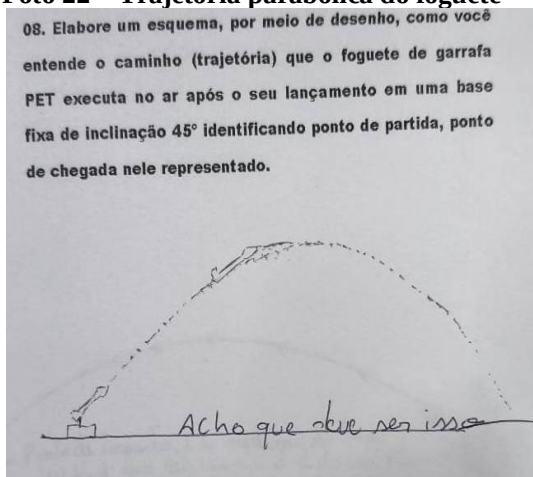


Foto 23 – Trajetória parabólica foguete

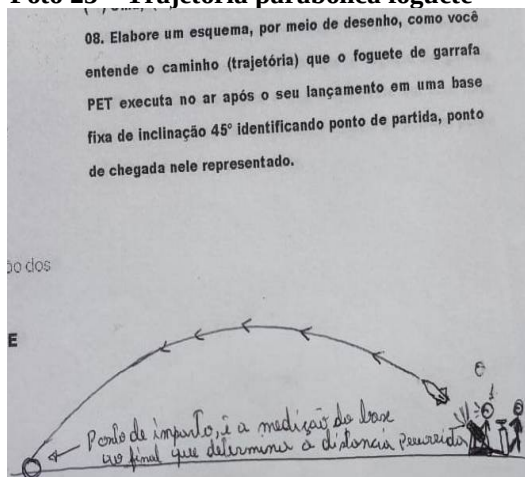


Foto 24 – Trajetória vertical do foguete

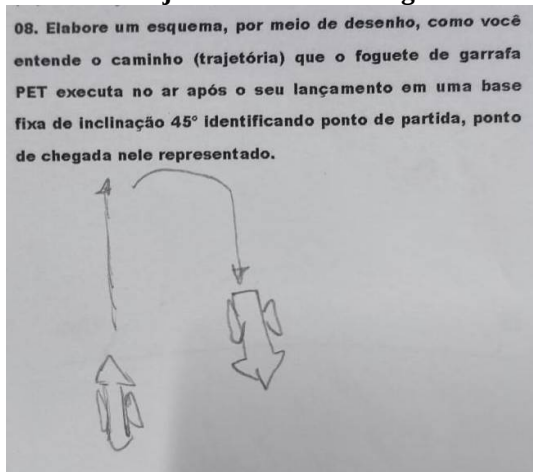
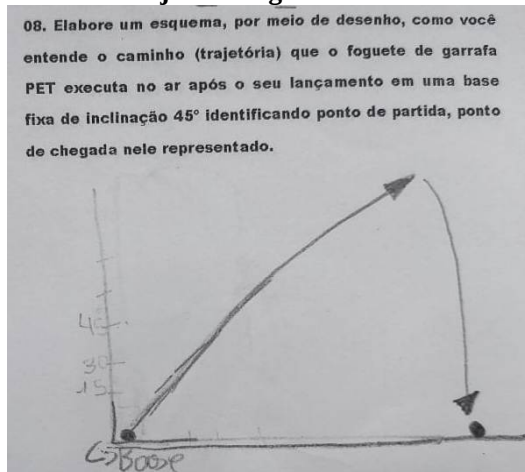


Foto 25 – Trajetória segundo Aristóteles



Fonte: do autor (2024).

A organização cognitiva dos alunos na suas representações são de acordo com Silveira, Moreira e Axt (1986) é um fator determinante para aprendizagem que possa decorrer no ensino recebido.

As fotos 22 e 23 apresentadas mostram as representações de 59% dos estudantes que fizeram baseados nas instruções da questão 8 do questionário inicial.

A foto 24 apresenta a representação feita por 3% dos alunos, evidenciando uma estruturação feita lançamento vertical onde o foguete é lançado verticalmente e esse lançamento a base não possui inclinação. Isso evidencia que o aluno fez a representação de uma forma de lançamento mas não incluiu a condição em que a base está inclinada em um ângulo de 45° .

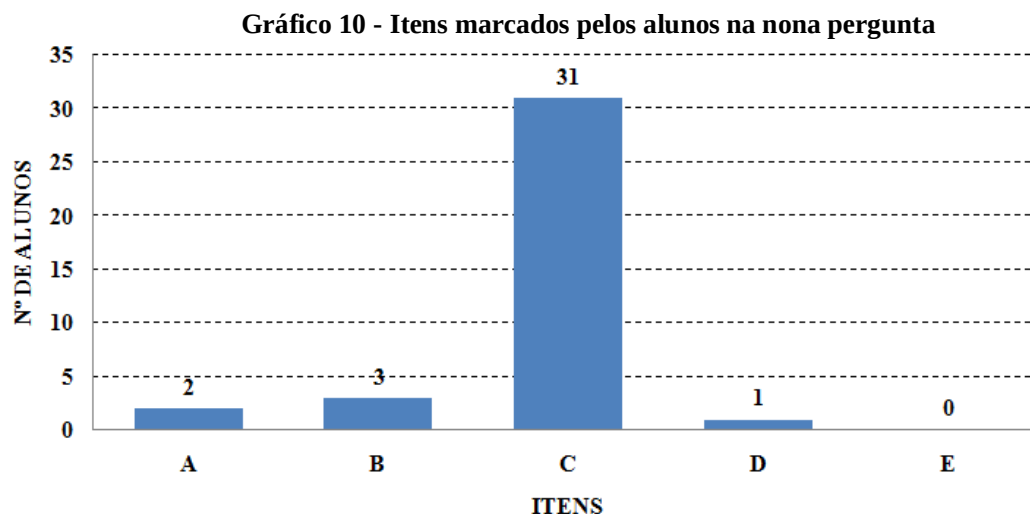
A foto 25 apresenta a parcela de 3% dos estudantes. A representação muito difundida no pensamento aristotélico, onde os corpos fazem esse movimento retilíneo na direção do lançamento, e o retorno do mesmo ao solo ocorre também em linha reta pois

“a trajetória de um projétil disparado por um canhão, de acordo com os aristotélicos da Idade Média, fiéis à doutrina de seu mestre. Durante a subida, o movimento é retilíneo e violento, na direção do lançamento. O retorno do projétil ao solo se processa também em linha reta, de acordo com a menor distância que o separa do seu lugar natural.” (PEDUZZI, 2015, p.50)

A pergunta **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 sal.**

Para analisar essa questão, usamos a Análise de Conteúdo (AC) segundo Bardin. Nesta análise podemos identificar e interpretar padrões ou tendências nas respostas dos alunos. Podemos observar a Categorização dos dados em cinco categorias (itens A, B, C, D e E), representando as diferentes opções de resposta. A análise quantitativa e qualitativa segundo a frequência absoluta e relevância, o item C foi amplamente escolhido (31 alunos), indicando uma percepção predominante de que o bicarbonato de sódio e o vinagre são os combustíveis de propulsão. Esse dado sugere que os alunos estão familiarizados com o conceito, seja por vivência direta ou indireta, uma vez que na eletiva ainda não havia sido abordado sobre esse conteúdo.

Outras respostas foram dispersas. As resposta dos itens como A (2 alunos), B (3 alunos) e D (1 aluno), em menor proporção, demonstram que há alguma diversidade nas representações mentais dos alunos sobre o tema combustível e propulsão dos foguetes de garrafa PET que foi proposta na SD. Isso pode apontar lacunas no conhecimento ou interpretações alternativas.



Fonte: do autor (2024).

Temos que uma inferência possível para escolha do item C, em conjunto com a baixa adesão às outras opções, sugere que a maioria dos alunos foi exposta a informações ou experiências relacionadas à combinação de bicarbonato de sódio e vinagre como combustível de propulsão, mas estavam na sua vivência. Isso para Ausubel (2003), na aprendizagem significativa, ocorre quando o novo conhecimento se conecta a estruturas prévias existentes na mente do aluno (subsunçores).

A presença de subsunçores durante a escolha em destaque no item C indica que os alunos possuem conhecimentos prévios relacionados ao uso de bicarbonato de sódio e vinagre em atividades experimentais. Esses subsunçores podem ter sido formados por experiências práticas ou conteúdos escolares previamente apresentados em outras disciplinas como podemos destacar as disciplinas de química, biologia, matemática, entre outras.

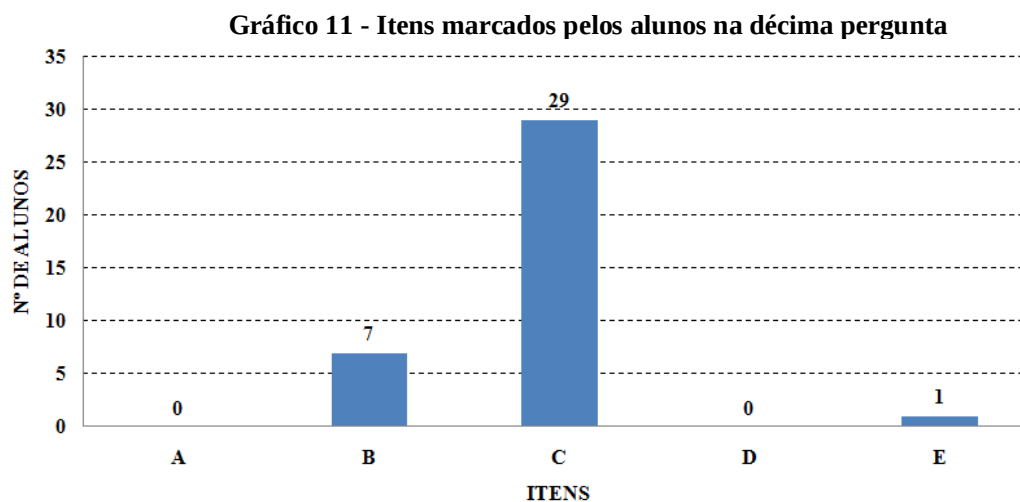
A escolha de itens A, B e D por uma menor quantidade de alunos sugere supostamente que, para esses alunos, os subsunçores não estavam adequadamente formados ou que houve confusão na assimilação das informações. O interessante para que a ressignificação na aprendizagem seja significativa para todos, é necessário promover a ressignificação dessas respostas errôneas e pelos próximos encontros teremos a intenção de modificar os subsunçores para que tenham uma aprendizagem mais significativa.

Dessa forma a importância do contexto da prática no quinto encontro da SD deu indicativo do que Ausubel (2003) enfatiza que é o papel da experiência concreta no reforço da aprendizagem.

O Gráfico 11 apresenta dados importantes sobre o nível de interesse dos alunos em relação aos temas tratados na eletiva apresentado na pergunta 10. **Você tem interesse por assuntos relacionados à astronáutica, em especial aos foguetes? De ouvir 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.

As alternativas propostas permitiam aos alunos expressar desde total desinteresse até profundo fascínio pelos assuntos: (a) "Detesto", (b) "Tenho fascínio", (c) "Gosto, mas nunca me dediquei a pesquisar e ler sobre os assuntos", (d) "Não curto" e (e) "Estou aqui por estar, sem compromisso".



Fonte: do autor (2024).

A análise dos resultados mostra que a maioria dos alunos (29 de 37) selecionou a alternativa C, indicando que, embora tenham algum interesse pelos temas, ainda não se aprofundaram por meio de leituras ou pesquisas. Isso pode sugerir uma oportunidade para o professor pesquisador explorar estratégias que despertem maior curiosidade e engajamento no desenvolvimento das próximas etapas da SD. Sete alunos marcaram a alternativa B, demonstrando fascínio e uma predisposição positiva em relação à eletiva, o que pode ser aproveitado para aprofundar discussões e promover maior interação em sala com os alunos e com o professor. Por outro lado, apenas um aluno escolheu a alternativa E, evidenciando falta de motivação e engajamento. Esses dados fornecem para professor pesquisador um panorama útil para ajustar no planejamento das aulas, e reajustando a SD, considerando tanto a necessidade de estimular aqueles que têm interesse superficial quanto de manter o entusiasmo dos alunos mais motivados.

5.2.2 Análise do questionário final identificando o processo de ancoragem

A técnica de Análise de Conteúdo (AC), estabelecida por Laurence Bardin, permitiu uma abordagem qualitativa para a análise das respostas dos alunos nos questionários final, possibilitando verificar as mudanças ocorridas ao longo do processo. Na análise buscou-se identificar se a aprendizagem significativa foi relevante para os alunos durante o desenvolvimento da sequência didática.

O questionário final foi elaborado com perguntas abertas com o intuito de explorar as percepções dos alunos dando seu ponto de vista, opinião e experiência de vivência durante a SD. Isso serviu na mudança de atitudes dos membros envolvidos e sobre se realmente houve relevância durante a SD para o lançamento oblíquo com foguete de garrafa PET em uma abordagem da aprendizagem significativa de David Paul Ausubel.

Dessa forma no décimo encontro foi destinado para coleta dessas informações com um questionário final, constituído de oito perguntas abertas sobre assuntos da SD. Tivemos a participação de 20 alunos nesse momento. Os motivos da ausência dos 17 alunos foi à falta de acesso ao formulário eletrônico. Isso fez com que a coleta de informações nessa etapa tenha sido baixa.

Para a análise realizada com o intuito de interpretar as respostas, foi utilizado o método de categorização, conforme proposto por Bardin (2011). O Quadro 3 apresenta a organização elaborada pelo professor pesquisador, contendo as unidades de registro, categorias, critérios de agrupamento e frequência.

Portanto pela visão de Bardin (2011) a interpretação, usando no método de AC, propõe a revelação por trás do discurso aparente, que em geral é simbólico e polissêmico, que demanda um esforço na interpretação do professor pesquisador, pois os dados são implícitos. E nesse caso o questionário final aplicado no décimo encontro da SD no dia 26 de junho de 2024, constando com a presença de 20 participantes, mostrou a panorâmica coletada da informação na interpretação do discurso polissêmico empregado na amplitude do significado da frase nas unidades de registros.

Quadro 3 – Categorização das respostas do questionário final

Unidade de Registro (Respostas dos alunos)	Categoria	Critério de Agrupamento	Frequência
“Veículo que serve de transporte”	Aprendizado de conceitos.	Respostas que mencionam transporte de astronautas e satélites que levam para o espaço.	12
“Veículos que são feitos de garrafa PET”	Aprendizado de conceitos.	Respostas que mencionam veículo criado com garrafa PET.	8
“Aprendi como são feitos os Foguetes de garrafa PET”	Interesse e engajamento	Respostas que destacam o aprendizado relacionado quais matérias são usados para confecção dos foguetes na eletiva que são as duas garrafas PET, balde de PVC, fita isolante, massa epóxi bi componente, cola instantânea.	20
“Soube dizer o que é coifa”	Aprendizagem de conceitos.	Respostas que mencionam bico, ogiva, ponta.	17
“Soube dizer o que é coifa”	Aprendizagem de conceitos.	Respostas que mencionam que não sabem.	3
“Soube dizer o que é aleta”	Aprendizagem de conceitos.	Respostas que mencionam asa.	18
“Soube dizer o que é aleta”	Aprendizagem de conceitos.	Respostas que mencionam que não sabem.	2
“Sobe dizer os materiais do combustíveis”	Materiais	Respostas que mencionam vinagre e bicarbonato de sódio.	20
“Gostei de usar o Excel.”	Engajamento e motivação	Respostas que mencionam que ajudou muito a compreender a trajetória do foguete.	15
“Entendi sobre equações do movimento do foguete”	Engajamento e motivação	Respostas que mencionam que ajudou muito em visualizar a trajetória do foguete com as equações do movimento.	14
“Aprendi na eletiva”	Engajamento e motivação	Aprendeu na prática a construir os foguetes e usou o Excel para compreender seu movimento e trajetória.	20

Fonte: do autor (2024).

O quadro 3, elaborado pelo professor pesquisador, estabeleceu categorias para as oito questões desse questionário final. No que diz respeito da primeira questão: **01. Explique com suas palavras o que são os foguetes.**

Foram apresentadas duas unidades de registro como resposta e agrupadas da seguinte forma: 12 alunos mencionaram que são transportes de astronautas e satélites que levam para o espaço. Neles os alunos mostraram de forma objetiva uma das funções do foguete em geral. Os outros 8 alunos responderam como são construídos com garrafa PET. Isso mostra o significado objetivo do foguete empregado na nossa eletiva em especial.

Portanto, houve uma apresentação do conceito foguete na visão dos alunos e esse conceito está nas pessoas e não na palavra, como todos os alunos tiveram condições de responder a essa pergunta, eles saíram da condição que caracteriza a aprendizagem mecânica e passando a condição de aprendizagem significativa subversiva, em que o professor pesquisador percebeu, nesse caso, o princípio da consciência semântica. Isto é, o conceito foguete teve duas direções de significado que foram os gerais para 12 alunos e específico para 8 alunos.

Segundo Moreira (2006) a linguagem é de modo comparativo como um efeito fotográfico e dela tiramos essa “foto” e, dessa forma, as visões empregadas pelos alunos estão de acordo como eles vêem o foguete e dão significados a ele.

Vejamos o que aborda na segunda questão: **02. Sobre a eletiva realizada, cite os materiais que você utilizou para construção de seu foguete.**

Nessa pergunta os alunos relataram como são feitos os foguetes de garrafa PET. 20 alunos responderam que os foguetes são feitos com duas garrafas PET, balde de PVC, fita isolante, massa epóxi bicomponente e cola instantânea.

Dessa forma, o princípio do aprendiz como preceptor/representador da aprendizagem significativa subversiva de Moreira (2006) aparece nas respostas, visto que o aluno percebeu que na SD esses materiais, que estão presentes no quarto encontro. Essa situação faz com que ele vivencie a confecção e represente de forma coerente na sua resposta desse questionário. Isso contraria a resposta apresentada pelo aluno no questionário inicial, onde marcaram as alternativas da segunda questão, baseando-se somente nos seus conhecimentos prévios.

Sobre o que aborda a terceira questão: **03. Você sabe dizer o que é coifa? Se sim, qual outro nome você pode substituir a palavra coifa?**

Como resposta, 17 alunos responderam que é o mesmo que bico, ogiva ou ponta e 3 não responderam. Nesse caso a maioria dos alunos conseguiu associar o significado da palavra coifa com outras palavras sinônimas para esse objeto. O princípio da consciência semântica na aprendizagem significativa subversiva de Moreira (2006) é percebido quando os alunos deram para coifa os significados de bico, ogiva e ponta, mostrando que essas palavras

estavam vinculadas às suas experiências que vivenciaram na SD no terceiro, quarto e quinto encontros.

No que foi tratado na questão **04. Você sabe o que é aleta? Se sim, diga o que é?**

Dos 20 alunos 18 alunos falaram a palavra “asa” e somente 2 não conseguiram responder. Nessa análise é importante destacar que 90% dos alunos conseguiram dar outro nome para aleta mostrando que outras palavras podem ter o mesmo significado. O princípio da consciência semântica na aprendizagem significativa subversiva defendida por Moreira (2006) é percebido quando os alunos conseguem dizer que “asa” nessa abordagem tratada na SD tem o mesmo sentido de aleta.

Para o que se refere na questão **05. No lançamento do foguete com garrafa PET, quais são os combustíveis usados para o lançamento do foguete?**

Todos os 20 alunos responderam, indicando que o combustível do foguete de garrafa PET é composto por vinagre e bicarbonato de sódio. Isto sugere que a Sequência Didática (SD) foi eficaz em apresentar essa informação. No entanto, sob a ótica da Teoria da Aprendizagem Significativa Subversiva de Moreira (2006), é fundamental considerar se essa aprendizagem foi apenas mecânica ou se houve uma ressignificação do conhecimento prévio dos alunos.

No quinto encontro, ao vivenciarem na prática o uso desses combustíveis, os alunos tiveram a oportunidade de construir conhecimento de maneira mais profunda. A experimentação prática pode ter promovido um conflito cognitivo, levando-os a revisar e aprimorar suas concepções sobre combustíveis e reações químicas. Para que a aprendizagem seja verdadeiramente significativa e subversiva, é essencial que os alunos não apenas memorizem os combustíveis utilizados, mas compreendam os fenômenos envolvidos, questionem suas concepções anteriores e percebam as implicações desse conhecimento em contextos mais amplos.

A questão 06 é mencionada da seguinte pergunta: **A construção da trajetória do foguete usando o recurso do Excel foi relevante para você? Se sim relate sobre isso?**

Dentre os 20 alunos 15 responderam que foi relevante e os outros 5 não responderam. O uso do recurso Excel para o estudo do lançamento de foguete é para Tavares (2004) como preenchimento de lacunas e que a modelagem serve para entender determinado problema, que nesse caso foi a construção da trajetória usando a planilha eletrônica Excel. Segundo Pereira e Heidemann (2024), o computador pode ser usado como uma ferramenta para a educação contemporânea, explorando alternativas que permitem abordar elementos sobre a natureza da ciência no ensino de Física. Segundo os autores, a inserção dessas

tecnologias pode contribuir para uma compreensão mais ampla dos conceitos científicos, favorecendo uma aprendizagem mais reflexiva e contextualizada.

Portanto na visão desses autores o modelo que tratamos, são modelos didático científico, conhecidos também por modelos “curriculares”. Eles são construídos e tem o objetivo de representar um objeto, no caso o foguete retratado como uma partícula e o evento físico que ocorreu que foi a sua trajetória descrita captando aspectos essenciais que foi idealizado e simplificado para compreensão do aluno.

Já o que é exposto na pergunta 07 do questionário é: **Você conseguiu compreender a trajetória do foguete usando as equações apresentadas na aula e implementadas no Excel? Se sim, explique com suas palavras?**

A relação entre a pergunta 07 do questionário final, segundo Nascimento, Neide e Gonzatti (2016), reforça a relevância da modelagem computacional como ferramenta auxiliar no ensino de Física durante a SD. O fato de 14 alunos relatarem que o uso do Excel ajudou tanto na visualização da trajetória do foguete quanto na compreensão das equações aplicadas, demonstra que essa abordagem favorece a aprendizagem significativa, tornando os conceitos mais concretos e acessíveis.

Conforme discutido por Nascimento, Neide e Gonzatti (2016), a modelagem computacional desempenha um papel fundamental na ampliação do horizonte cognitivo dos alunos, pois permite criar, explorar e visualizar diferentes possibilidades dentro de um modelo matemático. O Microsoft Excel, utilizado como ferramenta para essa modelagem, destaca-se por sua presença no cotidiano dos estudantes, facilitando a integração entre tecnologia e ensino.

Além disso, Araujo (2005) diferencia simulação e modelagem computacional pelo nível de interação dos alunos com os modelos matemáticos. No caso da modelagem computacional com o Excel, tratada durante o oitavo encontro da SD, os alunos não apenas inserem valores e observam resultados, mas também manipulam equações, desenvolvem previsões e compreendem melhor os fenômenos físicos envolvidos. Essa abordagem, alinhada ao que Pereira e Heidemann (2024) apontam sobre o uso do computador na educação contemporânea, mostra como as ferramentas digitais podem potencializar o ensino de Física ao conectar conceitos teóricos com práticas interativas.

A teoria de Ausubel enfatiza a importância da organização cognitiva e a relevância do conteúdo para o aluno. A modelagem computacional com o Excel é um exemplo claro de como uma ferramenta tecnológica pode facilitar a conexão entre novos conceitos (como as equações do movimento) e os conhecimentos prévios que o aluno já possui, proporcionando

uma base sólida para novas aprendizagens. Essa abordagem também reforça a aprendizagem ativa, onde os alunos não são meros receptores passivos de informações, mas interagem de forma construtiva com o conteúdo. Um ponto que Ausubel destaca como essencial para a aprendizagem significativa.

No que foi descrito na questão oito diz o seguinte: **08. O que você mais aprendeu nessa eletiva?**

Todos os 20 alunos responderam que a eletiva deixou aprendizado. Todos os encontros, tanto na utilização de organizadores prévios, resolução de questões, construção e na prática para o lançamento, apresentação do modelo do lançamento e sua aplicação digital no Excel e posterior na apresentação da culminância, são formas claras de que a SD serviu como uma proposta de ensino alinhada aos princípios da teoria de Ausubel.

A aprendizagem significativa foi promovida não apenas pela ação prática de construir o foguete, mas também pela reflexão crítica de Moreira (2006).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O problema central deste trabalho foi apresentar uma proposta de aprendizagem significativa que utilizasse o conteúdo de cinemática do movimento oblíquo por meio do uso de foguetes feitos com garrafas PET, integrando uma disciplina eletiva e recursos didáticos de forma contextualizada. Para isso, o professor-pesquisador recorreu à Sequência Didática (SD) como Produto Educacional, estruturando etapas voltadas ao desenvolvimento da aprendizagem significativa com base na teoria de David Paul Ausubel.

Na construção da SD, o professor-pesquisador se baseou no objetivo geral da dissertação, que consiste em analisar o desenvolvimento da aprendizagem significativa com a aplicação da SD, no conteúdo de lançamento oblíquo, utilizando foguetes de garrafa PET construídos por alunos do Ensino Médio. Essa análise iniciou-se de forma não linear e não arbitrária, a partir do interesse espontâneo dos estudantes por temas relacionados à Olimpíada Brasileira de Astronomia (OBA) e à Mostra Brasileira de Foguetes (MOBFOG).

De maneira específica, os roteiros de atividades e a estrutura da SD utilizaram esses temas como ponto de partida para articular, inicialmente, conteúdos de astronomia. Foram empregados organizadores prévios, como uma narrativa introdutória sobre astronomia e o uso de perguntas norteadoras, a exemplo de: “Qual(is) foi(ram) o(s) motivo(s) que levaram vocês a escolher essa eletiva?”. Também foi apresentada uma linha do tempo das atividades desenvolvidas ao longo da SD.

A valorização dos conhecimentos prévios dos alunos, conforme defendido por Ausubel foi essencial. A aplicação dos questionários tanto inicial como final, que foram analisados posteriormente, evidenciou a importância da predisposição dos alunos para aprender e da utilização de organizadores prévios na promoção da aprendizagem significativa.

A estrutura das aulas foi destinada aos alunos do IEMA Pleno de Codó, sendo cada encontro planejado com uma narrativa introdutória sobre conteúdos de Física, sempre com foco na valorização do conhecimento prévio dos alunos como eixo norteador.

O Produto Educacional (PE) proposto neste trabalho consistiu no desenvolvimento de uma Sequência Didática aplicada durante o horário de uma disciplina eletiva, voltada para estudantes do 1º, 2º e 3º ano do Ensino Médio. Essa SD contemplou uma abordagem teórica inicial, com reflexões e atividades que conduziram à construção de foguetes de garrafa PET. Em seguida, os lançamentos foram realizados em espaço aberto, com ênfase na preparação, segurança e coleta de dados de alcance dos foguetes que foram elementos que contribuíram diretamente para o ensino e a aprendizagem da Física.

O lançamento dos foguetes, além de desenvolver habilidades práticas e criativas, permitiu aos estudantes compreender de forma mais clara o conteúdo de lançamento oblíquo, que foi aprofundado nos encontros seguintes. A vivência prática estabeleceu uma conexão significativa com o conteúdo teórico, aumentando o interesse e a compreensão dos alunos.

A prática evidenciou a importância do parâmetro “alcance” como ponto de partida para se inferir outros dados, como velocidade inicial, altura máxima e trajetória do movimento. O uso do Microsoft Excel como ferramenta para cálculos e modelagem do movimento também foi relevante, pois permitiu aos alunos observar como as planilhas podem auxiliar na interpretação de fenômenos físicos, favorecendo uma abordagem contextualizada e significativa do conteúdo.

Dessa forma, a utilização do PE para a abordagem do conteúdo de lançamento de foguetes com garrafa PET alcançou seus objetivos: promoveu aprendizagem significativa, valorizou os conhecimentos prévios dos alunos, contextualizou o tema da eletiva com seus interesses e demonstrou como é possível abordar conteúdos de Física de maneira alternativa ao modelo tradicional de ensino.

7 REFERENCIAS

AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA (AEB). Manual de foguete. Disponível em: https://www.gov.br/aeb/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/material_educacional/apostilas-pdf/5mao-na-massa-foguetes.pdf. Acesso em: 12 out. 2024.

ARAUJO, Ives Solano. Simulação e modelagem computacionais como recursos auxiliares no ensino de física geral il. 2005.

AUSUBEL, D. P. Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano, 2003.

AUSUBEL, D. P. The psychology of meaningful verbal learning. New York: Grune&Stratton; 1963.

BARBOSA, Eduardo F. Instrumentos de coleta de dados em pesquisas educacionais. Educativa, out, 1998.

BARDIN, Laurence. Análise de conteúdo. Tradução de Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2011.

BARRINHA, José Edson da Silva. Codó Maranhão: minhas raízes: estudos regionais: anos iniciais / José Edson da Silva Barrinha, Tailson Francisco Soares da Silva Gonçalves. 1. ed. Teresina, PI: Editora Águia, 2024.

BARROS, Sullivan Charles. Enciclopédia do Maranhão: Codó. Revista Leia Hoje, Ano VI, nº49, 2000.

Behrendt, M., Franklin, T. (2014), A Review of Research on School Field Trips and Their Value in Education. International Journal of Environmental & Science Education, (9) 235-245.

BENTO, Auíse et al. Codó: conhecendo o meu município: história e geografia: estudos regionais. 1. ed. Fortaleza: Editora Master, 2020.

BRAATHEN, Per Christian. Aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa no processo de ensino-aprendizagem de Química. Revista eixo, v. 1, n. 1, p. 63-69, 2012.

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

CARVALHO, Anna M. Pessoa de. Formação de professores de ciências: tendências e inovações/ Anna M. Pessoa de Carvalho, Daniel Gil-Pérez; revisão técnica de Anna Maria Pessoa de Carvalho. 10, ed. São Paulo: Cortez, 2011.

COELHO, Hélio Teixeira. Física geral 1: mecânica. Recife: Editora UFPE, 2014.

COSTA NETO, Pedro Luiz de Oliveira. Estatística. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2002.

COSTA, W. F. et al. Uso de instrumentos de coletas de dado sem pesquisa qualitativa: um estudo em produções científicas de Turismo. Revista Turismo - Visão e Ação – Vale do Itajaí, v. 20, n. 1,p. 1-28, 2018.

DO NASCIMENTO, Jefferson Oliveira; NEIDE, Italo Gabriel; GONZATTI, Sônia Elisa Marchi. Objetos de aprendizagem e o Microsoft Excel como ferramentas auxiliares no Ensino de Física. Caderno Pedagógico, v. 13, n. 1, 2016.

EGIDO, Alex Alves. A-Z de metodologia em pesquisa: estudos qualitativos, linguísticos e educacionais. Revisão: Mariana Furio. São Luís: EDUFMA, 2024.

Freire, P. (1997), Pedagogia da Autonomia. Rio de Janeiro: Paz e Terra.

GIL, Antônio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GOOGLE MAPS. Disponível em: https://www.google.com.br/maps/@-4.4530442,-43.8743934,505m/data=!3m1!1e3?entry=ttu&g_ep=EgoyMDI0MTEyNC4xIKXMDSOASAFQAw%3D%3D. Acesso em: 2 dez. 2024.

HEWITT, Paul G. Física conceitual [recurso eletrônico]. Tradução: Trieste Freire Ricci. Revisão técnica: Maria Helena Gravina. 12. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

IBGE. Cidades e Estados: Codó (MA). Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2024. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/codo/panorama>. Acesso em: 10 nov. 2024.

KNIGHT, Randall. Física 1 [recurso eletrônico]: uma abordagem estratégica. Tradução: Trieste Freire Ricci. 2. ed. Dados eletrônicos. Porto Alegre: Bookman, 2009.

LE MOS, Evelyse dos Santos. A aprendizagem significativa: estratégias facilitadoras e avaliação. Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review, v. 1, n. 1, p. 25-35, 2011.

LIBÂNEO, J. C. Didática. São Paulo: Cortez, 1991.

LIBÂNEO, J. C. et. al. Educação Escolar: políticas, estrutura e organização. Coleção Docência em Formação. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2007.

MARANHÃO. Lei nº 10.385, de 21 de dezembro de 2015. Dispõe sobre a reorganização do Instituto Estadual de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão - IEMA, e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Maranhão, São Luís, 22 dez. 2015.

MARANHÃO. Secretaria de Estado da Educação. Caderno de orientações pedagógicas para eletivas. São Luís: SEDUC, 2022.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, M. A. Teorias de aprendizagem. São Paulo: EPU, 1999.

MOREIRA, Marco A.; DE SOUSA, Célia MSG; DA SILVEIRA, Fernando L. Organizadores prévios como estratégia para facilitar a aprendizagem significativa. Cadernos de pesquisa, n. 40, p. 41-53, 1982.

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

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

MOREIRA, Marco Antonio. Ensino de Física no Brasil: retrospectiva e perspectivas. Revista brasileira de ensino de física. São Paulo. Vol. 22, n. 1 (mar. 2000), p. 94-99, 2000.

MOREIRA; MASINI, E. F. S. Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel. 2. ed. São Paulo: Centauro, 2006.

MOREIRA, Marco Antonio. Aprendizagem significativa subversiva. Série-Estudos-Periódico do Programa de Pós-Graduação em Educação da UCDB, 2006.

MOREIRA, Marco Antonio. Aprendizagem significativa crítica. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 2006.

MOSTRA BRASILEIRA DE FOGUETES. Regulamento da 18ª Mostra Brasileira de Foguetes – Nível 4 – 2024. Disponível em: <https://docs.oba.org.br/regulamento-da-18-mostra-brasileira-de-foguetes-do-nivel-4-2024>. Acesso em: 23 abr. 2024.

NASCIMENTO, Jefferson Oliveira do; NEIDE, Italo Gabriel; GONZATTI, Sônia Elisa Marchi. Objetos de aprendizagem e o Microsoft Excel como ferramentas auxiliares no ensino de Física. In: Anais do Congresso Nacional de Educação – CONEDU, 2016.

NOGUEIRA, Salvador; CANALLE, João Batista Garcia. Astronomia: ensino fundamental e médio. Brasília: MEC, SEB; MCT; AEB, 2009.

OBANDO, Luis A. Valverde. El diario de campo. Revista trabajo social, v. 18, n. 39, p. 308-319, 1993.

OLIMPÍADA BRASILEIRA DE ASTRONOMIA E ASTRONÁUTICA. Regulamento da 27ª Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica – 2024. Disponível em: <https://docs.oba.org.br/regulamento-da-27-olimpiada-brasileira-de-astronomia-e-astronautica-2024>. Acesso em: 23 abr. 2024.

OLIVEIRA, Ana Maria Silva; SOUZA FILHO, José Rodrigues de; SANTANA e SANTANA, Camila Lima. Sequência Didática para o Ensino de Física: as redes sociais como espaço educativo. Caderno de Apoio ao Professor. 2021. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/643586/2/Produto%20educacional.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2024.

Orion, N. . A model for the development and implementation of field trips as an integral part of the science curriculum. School Science and Mathematics, 1993.

PACHECO, Carla Sofia et al. A sala de aula transfere-se para o espaço exterior e instala-se em laboratórios ao ar livre. Revista Interações, v. 11, n. 39, 2015.

PARREIRA JR., Walteno Martins; ANILTON, Joaquim; CRISTIANNE; DANIEL; GUSTAVO, Luis. Microsoft Excel. [s.l.: s.n.], 2009. Disponível em: https://www.facom.ufu.br/~gustavo/IC/IB/Apostilas/Apostila_EXCEL.pdf. Acesso em: 16 dez. 2024.

PEDUZZI, Luiz OQ. Força e movimento: de Thales a Galileu. Publicação interna). Florianópolis: Departamento de Física, Universidade Federal de Santa Catarina.(revisado em julho de 2019). Recuperado de <http://www.evolucaodosconceitosdafisica.ufsc.br>, 2015.

PELIZZARI, Adriana; KRIEGL, Maria de Lurdes; BARON, Márcia Pirih; FINCK, Nelcy Teresinha Lubi; DOROCINSKI, Solange Inês. Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. Revista PEC, Curitiba, v. 2, n. 1, p. 39-42, jul. 2001-jul. 2002. Disponível em: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/materiais/0000012381.pdf>. Acesso em: 25 set. 2024.

PEREIRA, Rodrigo Weber; HEIDEMANN, Leonardo Albuquerque. O uso do computador para educação contemporânea: alternativas para abordar elementos sobre a natureza da ciência

no ensino de Física. In: CAVALCANTI, Claudio José de Holanda; VEIT, Eliene Ângela; ESPINOSA, Tobias (org.). Caderno de pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da UFRGS. São Paulo: Pimenta Cultural, 2024. p. 99-129.

POZO, J. I. . Teorias cognitivas da aprendizagem. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

SASSERON, Lúcia Helena. Ensino de Ciências por Investigação e o Desenvolvimento de Práticas: uma mirada para a Base Nacional Comum Curricular. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v.18, n.3, p.1061-1085, 2018.

SANTOS, Roberto Vatan dos. Abordagens do processo de ensino e aprendizagem. Integração, v. 11, n. 40, p. 19-31, 2005.

SILVA, Fábio Lippi. Excel intermediário - Informática aplicada à gestão. [s.l.: s.n.], 2018. Disponível em: <https://www.studocu.com/pt-br/document/universidade-estadual-de-goias/administracao/apostila-de-excel-intermediario-fatec-00/5429434>. Acesso em: 16 dez. 2024.

SILVEIRA, FL da; MOREIRA, MARCO ANTONIO; AXT, ROLANDO. Validação de um teste para detectar se o aluno possui a concepção newtoniana sobre força e movimento. Ciência e cultura, 1986.

TAVARES, Romero. Aprendizagem significativa. Revista conceitos, v. 10, n. 55, p. 55-60, 2004.

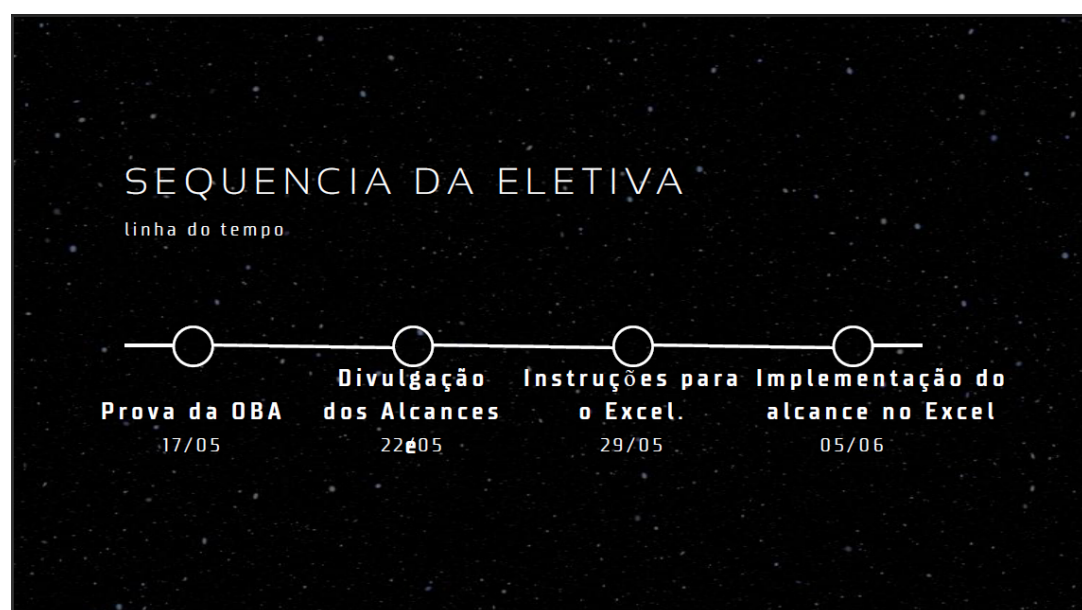
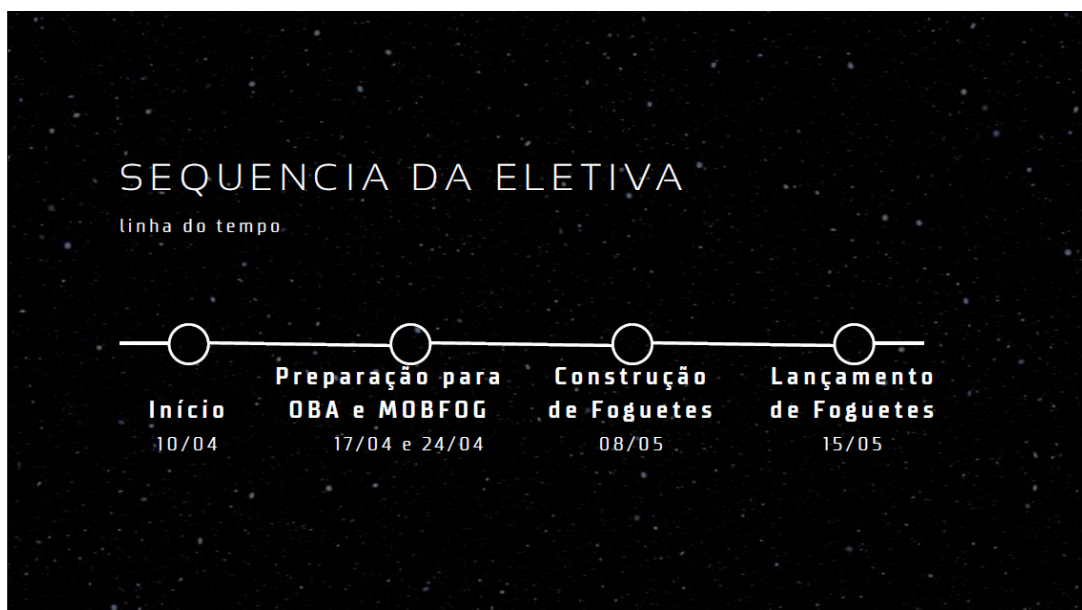
VILLATE. Coordenadas xyz de um ponto. [Imagem]. Disponível em: https://villate.org/dinamica/img/Coordenadas_xyz_de_um_ponto.png. Acesso em: 2 jun. 2025.

ZABALA, Antoni. A prática educativa: como ensinar/ Antoni Zabala; trad. Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

APENDICES

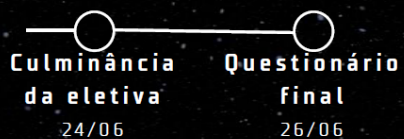
APÊNDICE 1

SEQUENCIA DA ELETIVA (linha do tempo)



SEQUENCIA DA ELETIVA

linha do tempo



APÊNDICE 2

QUESTIONÁRIO INICIAL 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° 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 ouvir 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 3

ESTUDO DA ASTRONOMIA COMO PREPARAÇÃO PARA OBA, APRESENTADO NO SEGUNDO ENCONTRO

Os estudos da astronomia estão presentes desde os homens e mulheres da pré-história, pois segundo Nogueira (2009) a percepção do mecanismo e ciclos específicos das estrelas servia como marcação de atividades na Terra como podemos citar como exemplo as atividades da agricultura.

Alem disso o Sol criava a divisão do dia e da noite, a Lua marcava em cada volta o mês, a posição de determinados aglomerados de estrelas indicava melhor momento para o plantio ou colheita, a percepção de certos astros no céu não seguir o mesmo movimento dos demais parecendo que caminhava para “trás”, mas o céu sendo movimentado apresentava uma certa ordem nesse mecanismo. E nessa visão o homem começou de forma primitiva há ter contato com a noção do que vem a ser ciência.

E por esse motivo e outros que o assunto de astronomia empregado nessa dissertação faz sentido para ser usado nos encontros iniciais da sequência didática para o lançamento oblíquo com foguete de garrafa PET na abordagem da aprendizagem significativa segundo Ausubel, o interesse dos membros envolvidos segundo Ausubel (2003) é fundamental e o assunto de astronomia é tema para Olimpíada Brasileira de Astronomia OBA e da Mostra Brasileira de Foguetes.

SOBRE O SISTEMA SOLAR

O sistema Solar foi o modelo que vem desde a Grécia antiga por Aristarco de Samos (310 a.C. – 230 a.C.) e que não foi bem recebida e que logo foi proposta novamente por Nicolau Copérnico no século XVI que ousou colocar o Sol no centro do sistema planetário.

Esse sistema é atualmente composto por oito planetas (Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno) e o Sol. Os planetas podem ser classificados em planetas rochosos (Mercúrio, Vênus, Terra e Marte) e planetas gasosos (Júpiter, Saturno, Urano e Netuno) suas interações com o Sol são regidas pela Lei da gravitação universal e descritas em segundo plano pelas leis de Kepler.

SLIDE SOBRE ASSUNTOS PARA OBA

O Sistema Solar

O Sistema Solar é um sistema planetário que conta com o Sol como estrela central, e é composto por oito planetas, diversos satélites naturais, asteroides, cometas e outros objetos celestes. Formado há aproximadamente 4,6 bilhões de anos, o Sistema Solar é o lar da Terra e de toda a vida conhecida no universo. Com uma diversidade impressionante de corpos celestes, esse sistema fascinante continua a ser objeto de estudo e exploração por cientistas e astrônomos do mundo todo.

Cada um dos planetas que compõem o Sistema Solar possui características únicas, desde a gigantesca Júpiter, com seus imponentes anéis e luas, até Plutão, o menor e mais distante dos planetas. Além disso, o Sistema Solar abriga diversos asteroides e cometas, como o famoso Cometa Halley, que pode ser visto da Terra a cada 75-76 anos. Essa riqueza de objetos celestes torna o estudo do Sistema Solar uma jornada emocionante e repleta de descobertas.



Planetas do Sistema Solar

Os Gigantes Gasosos

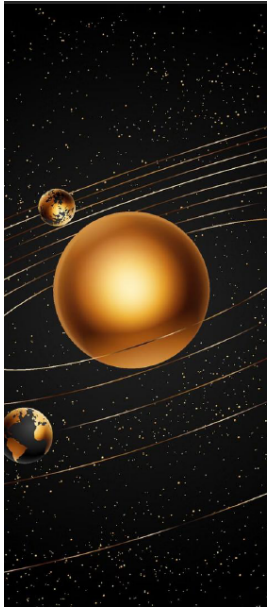
Os quatro planetas mais distantes do Sol - Júpiter, Saturno, Urano e Netuno - são conhecidos como os "gigantes gasosos". Esses planetas massivos são compostos principalmente por gases, como hidrogênio e hélio, com cores vibrantes e anéis impressionantes. Júpiter é o maior planeta do Sistema Solar, com sua famosa Grande Mancha Vermelha, uma tempestade gigantesca que dura há séculos. Saturno é talvez o mais célebre, com seus anéis brilhantes e diversas luas, como a misteriosa Titã. Já Urano e Netuno são mais distantes e frios, com características únicas como seus campos magnéticos inclinados.

Os Planetas Terrestres

Os quatro planetas mais próximos do Sol - Mercúrio, Vênus, Terra e Marte - são conhecidos como os "planetas terrestres". Esses planetas são compostos principalmente por rochas e metais, com superfícies sólidas. Mercúrio é o menor e mais próximo do Sol, com uma superfície cheia de crateras. Vênus é conhecido como o "planeta gêmeo" da Terra, com uma atmosfera densa e nuvens ácidas. A Terra, nosso lar, é o único planeta conhecido por abrigar vida. Marte, o "Planeta Vermelho", é conhecido por suas calotas polares, vulcões e cânions gigantes.

Características Únicas

Cada planeta do Sistema Solar possui características únicas e fascinantes. Mercúrio tem dias muito longos, com temperaturas extremas. Vênus gira no sentido contrário à maioria dos outros planetas. A Terra é o único planeta com vida conhecida no Universo. Marte possui a maior montanha do Sistema Solar, o Monte Olimpo, e o maior vale, Valles Marineris. Júpiter tem a Grande Mancha Vermelha, uma tempestade gigantesca. Saturno possui anéis brilhantes e dezenas de luas. Urano e Netuno são planetas gêmeos, com cores e estruturas similares.



A Lua

A Lua é o único satélite natural da Terra e um dos corpos celestes mais fascinantes do nosso sistema solar. Ela possui um diâmetro de aproximadamente 3.474 km e orbita a Terra a uma distância média de 384.400 km. A Lua é um corpo celeste inerte, sem atividade geológica, e sua superfície é marcada por inúmeros crateras, montanhas e mares lunares, resultados de antigos impactos de asteroides e atividade vulcânica passada.

Um dos fenômenos mais impressionantes relacionados à Lua é o eclipse lunar, que ocorre quando a Terra se interpõe entre o Sol e a Lua, bloqueando a luz solar que ilumina a Lua. Essa ocorrência é observada com fascinação por milhões de pessoas em todo o mundo, pois a Lua adquire uma coloração avermelhada durante o eclipse, proporcionando um espetáculo astronômico único.

Além disso, a Lua é responsável por fenômenos como as marés, que influenciam os oceanos e mares da Terra. Sua gravitação também afeta a rotação do nosso planeta, estabilizando o eixo de inclinação da Terra, o que contribui para a manutenção de condições climáticas favoráveis à vida.



Asteroides e Meteoros

Os asteroides são pequenos corpos celestes que orbitam o Sol, geralmente localizados entre as órbitas de Marte e Júpiter, na chamada Cintura de Asteroides. Esses objetos rochosos e irregulares variam muito em tamanho, desde apenas alguns metros até centenas de quilômetros de diâmetro. Alguns asteroides são atraídos pela gravidade de planetas e acabam se chocando com a superfície, formando os impressionantes crateras de impacto que podemos ver em planetas e luas.

Já os meteoros são fragmentos de asteroides ou cometas que entram na atmosfera terrestre, brilhando intensamente devido ao atrito com o ar. Quando esses fragmentos chegam ao solo, são chamados de meteoritos. Alguns meteoritos contêm minerais raros e valiosos, como o ferro e o níquel, sendo muito cobiçados pelos colecionadores e cientistas. Grandes impactos de meteoros no passado tiveram um profundo impacto na evolução da vida na Terra, como a extinção dos dinossauros há 66 milhões de anos.



Cometas



O Cometa Halley
O cometa Halley é um dos cometas mais famosos e estudados da história. Considerado um dos maiores espetáculos naturais, este corpo celeste faz uma aparição em nosso céu a cada 75-76 anos. Sua última passagem ocorreu em 1986 e a próxima está prevista para 2061. Com uma cauda gigantesca que pode se estender por milhões de quilômetros, o cometa Halley impressiona pela sua magnitude e beleza, deixando todos os observadores deslumbrados.



O Espetacular Cometa Neowise
Em 2020, o cometa Neowise deslumbrou o mundo com sua impressionante aparição nos céus. Este cometa de grande brilho e longa cauda foi visível a olho nu durante várias semanas, permitindo que astrônomos amadores e profissionais pudessem observá-lo e registrá-lo em várias partes do planeta. O Neowise é considerado um dos cometas mais brilhantes vistos da Terra nas últimas décadas, deixando uma memória inesquecível em todos que tiveram a oportunidade de contemplá-lo no céu noturno.



O Deslumbrante Cometa Hale-Bopp
O cometa Hale-Bopp foi um dos maiores espetáculos celestes das últimas décadas. Sua aparição em 1997 atraiu a atenção de milhões de pessoas em todo o mundo, que puderam admirar sua enorme cauda brilhante e seu núcleo intensamente luminoso. Com cerca de 16 km de diâmetro, este cometa é considerado um dos maiores já observados. Sua passagem próxima à Terra foi um evento memorável, marcando a imaginação de astrônomos e entusiastas da astronomia por muito tempo.

Constelações

O Que São Constelações?

As constelações são grupos de estrelas no céu que, quando vistos da Terra, parecem formar figuras ou padrões reconhecíveis, como animais, objetos ou personagens mitológicos. Essas agrupações de estrelas ajudaram os povos antigos a se orientar e a criar mitos e lendas sobre o cosmos. Cada constelação tem um nome próprio e limites definidos, tornando-as importantes ferramentas de navegação e estudo astronômico.

Importância Científica

Além de seu valor cultural, as constelações são fundamentais para a astronomia moderna. Elas servem como pontos de referência no céu, permitindo que astrônomos localizem e identifiquem objetos celestes com precisão. Essa estrutura de coordenadas celestes é essencial para mapear e estudar fenômenos astronômicos, como o movimento dos planetas, a formação de galáxias e a evolução das estrelas. As constelações também ajudam a organizar e catalogar os milhares de objetos visíveis no céu noturno.

Histórico e Mitologia

As constelações têm origens ancestrais, com registros de sua observação e nomeação datando de milhares de anos atrás. Muitas delas têm suas raízes em mitos e lendas de diferentes culturas ao redor do mundo, como a constelação de Orion, o caçador, ou a constelação de Ursa Maior, associada à figura de uma urso na mitologia grega. Essas histórias ajudam a dar significado e contexto às estrelas no céu noturno.

Estrelas e Galáxias

A Origem das Estrelas

As estrelas são formadas a partir de nuvens gigantes de gás e poeira cósmicos. Quando essas nuvens colapsam sob sua própria gravidade, elas começam a girar e a se aquecer, formando uma protoestrela no centro. Conforme a protoestrela continua se contraindo, sua temperatura e pressão aumentam, até que finalmente ocorre a fusão nuclear, dando origem a uma estrela jovem brilhante.

Tipos de Estrelas

Existem diferentes tipos de estrelas, classificadas de acordo com sua massa, temperatura e brilho. As estrelas anãs, como o Sol, são as mais comuns no Universo. Já as gigantes e supergigantes são estrelas muito maiores e mais brilhantes. Algumas estrelas acabam sua vida em explosões incríveis conhecidas como supernovas, que podem ser visíveis na Terra por semanas.

O que são Galáxias?

As galáxias são vastas estruturas astronômicas compostas por bilhões de estrelas, nuvens de gás e poeira cósmica, mantidas unidas pela gravidade. Existem vários tipos de galáxias, desde as espirais como a Via Láctea, até as elípticas e irregulares. Cada galáxia possui seu próprio centro supermassivo, formado por um buraco negro gigante.

O Universo Observável

Acredita-se que o Universo começou com o Big Bang há 13,8 bilhões de anos. Desde então, o Universo tem se expandido e se resfriado, formando as estruturas astronômicas que observamos hoje. Utilizando telescópios poderosos, os astrônomos conseguem observar galáxias cada vez mais distantes, dando-nos uma visão incrível da história e evolução do Universo.

Exploração Espacial

1 Histórico da Exploração Espacial

A exploração espacial teve início na década de 1950, com os primeiros voos espaciais tripulados e o lançamento do satélite artificial Sputnik 1 pela antiga União Soviética. Desde então, várias nações têm investido pesadamente em programas espaciais, impulsionando avanços tecnológicos e expandindo nossa compreensão do universo. Marcos históricos incluem o pouso do homem na Lua em 1969, a construção da Estação Espacial Internacional e o desenvolvimento de sondas e rovers que exploram planetas e corpos celestes distantes.

3 Futuros Desafios e Perspectivas

À medida que a exploração espacial avança, novos e empolgantes desafios surgem. Planos incluem o estabelecimento de bases permanentes na Lua e em Marte, a realização de viagens tripuladas a planetas distantes, o desenvolvimento de naves capazes de viajar a velocidades próximas à luz e a busca por vida extraterrestre inteligente. Paralelamente, questões como o gerenciamento sustentável de resíduos espaciais e a regulamentação do uso comercial do espaço ganham importância crescente. A exploração espacial continua a ser um empreendimento fascinante e cheio de possibilidades para a humanidade.

2 Objetivos da Exploração Espacial

Além da fascinação natural pelo desconhecido, a exploração espacial persegue objetivos científicos, tecnológicos e geopolíticos. Pesquisadores buscam entender a origem e a evolução do sistema solar, da vida e do próprio universo. Novas tecnologias desenvolvidas para suportar as missões espaciais também encontram aplicações na Terra, impulsionando o avanço da ciência e da indústria. Além disso, a presença no espaço é vista como uma demonstração de poderio e influência global por parte das nações líderes.



Fenômenos Astronômicos



Eclipses

Os eclipses solares e lunares são fenômenos astronômicos fascinantes que ocorrem quando a Lua ou a Terra se alinham com o Sol, bloqueando total ou parcialmente sua luz. Estes eventos oferecem a oportunidade de observar o céu de uma maneira única e revelam detalhes sobre a natureza do Sistema Solar. Os eclipses solares, por exemplo, permitem que vejamos a delicada atmosfera do Sol, conhecida como coroa solar.



Chuvas de Meteoros

As chuvas de meteoros são outro fenômeno espetacular que ocorre quando a Terra atravessa uma nuvem de detritos deixada por um cometa. Esses fragmentos queimam ao entrar na atmosfera, criando lindas exibições luminosas no céu noturno. As chuvas de meteoros mais conhecidas são as Perseidas, que ocorrem anualmente em agosto, e as Leônidas, que aparecem em novembro.

Auroras

As auroras, também conhecidas como "luzes do norte" ou "luzes do sul", são outro fenômeno fascinante que ocorre quando partículas carregadas do vento solar interagem com a atmosfera da Terra perto dos polos. Essas interações produzem belas exibições de luzes dançantes no céu, em cores que variam do verde ao roxo. As auroras boreais e austrais são verdadeiros espetáculos da natureza, que atraem observadores de todo o mundo.

Supernovas

Uma supernova é a explosão de uma estrela no fim de seu ciclo de vida. Esse evento dramático libera uma quantidade enorme de energia, que pode brilhar mais que bilhões de estrelas comuns. As supernovas são eventos raros, mas quando ocorrem, podem ser visíveis durante semanas ou meses, mesmo durante o dia. Esses explosivos eventos cósmicos são de grande importância para a astrofísica, pois ajudam a revelar os segredos da evolução estelar e da formação de elementos químicos.



Curiosidades sobre o Espaço

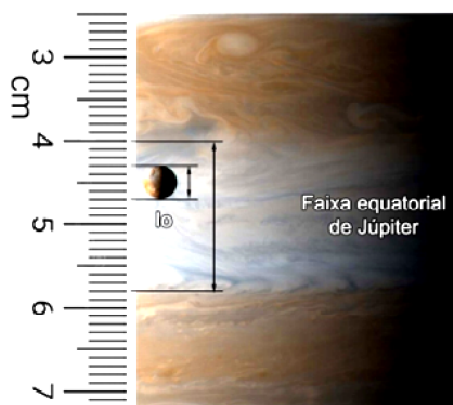
O universo é um lugar fascinante, repleto de fenômenos incríveis e fatos surpreendentes. Algumas das curiosidades mais interessantes sobre o espaço incluem a existência de buracos negros, que são regiões do espaço com uma força gravitacional tão intensa que nem mesmo a luz consegue escapar deles. Outro fenômeno curioso são as estrelas de nêutrons, que são estrelas tão densas que um copo de material destas estrelas pesaria bilhões de toneladas na Terra.

Uma das curiosidades mais impressionantes é a existência de planetas gigantes, como Júpiter e Saturno, que possuem anéis em torno deles, formados por rochas, gelo e poeira. Esses anéis são um espetáculo visual incrível, visíveis até mesmo com telescópios amadores. Além disso, alguns planetas, como Urano e Netuno, possuem campos magnéticos tão poderosos que podem desviar a trajetória de sondas espaciais.

Outro fato curioso é que a maior parte do universo é composta por matéria e energia desconhecidas, chamadas de matéria escura e energia escura, respectivamente. Esse mistério ainda não foi resolvido pelos cientistas, que continuam a pesquisar para entender melhor a composição do universo. Por fim, uma das curiosidades mais intrigantes é a possibilidade da existência de vida extraterrestre, algo que tem fascinado a humanidade por décadas e continua sendo um dos principais focos de pesquisa da astronáutica.

APÊNDICE 4**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 10×10^9 anos (10 bilhões de anos), o

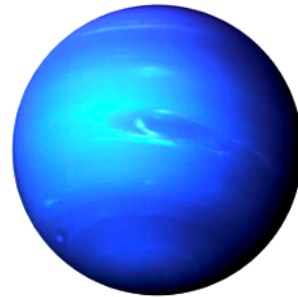
tempo de vida T previsto para uma estrela permanecer na Sequência Principal dependerá de sua Massa M de acordo com a seguinte fórmula:

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

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.

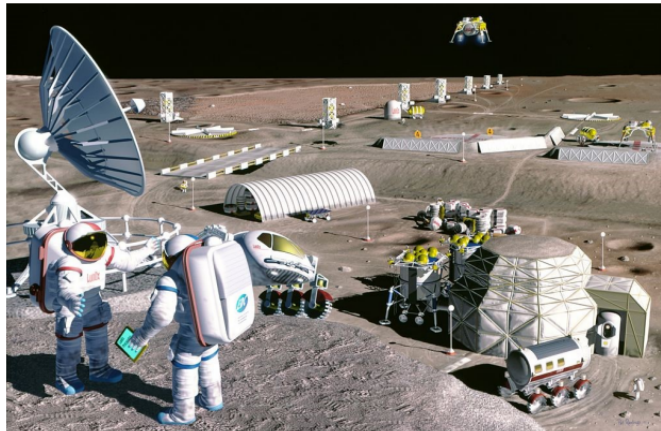


- a) 1923
- b) 1841
- c) 1964
- d) 1882
- e) 1800

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 km^2 deverá esperar para ocorrer um impacto direto em suas instalações.

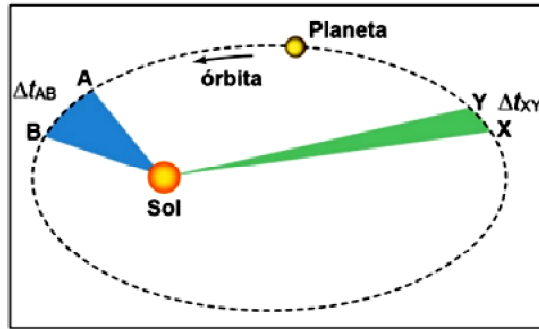
Dicas: - utilize a fórmula $A = 4\pi R^2$ para calcular a área da superfície da Lua;



- calcule a taxa de impactos em termos de 'meteoritos/ $\text{km}^2 \text{ ano}$ ';
 - 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 ($\Delta T_{AB} = \Delta T_{XY}$), 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)

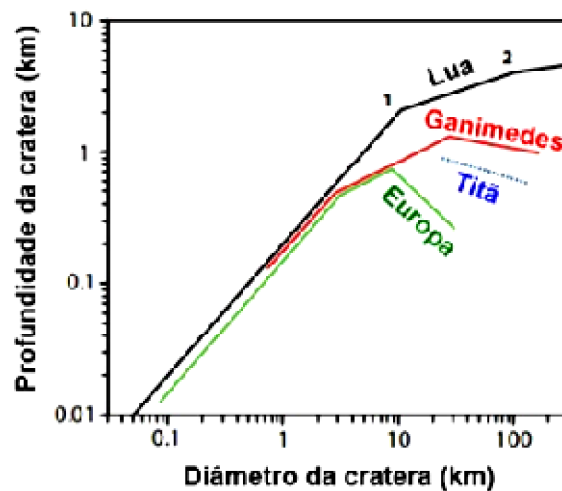
b) () 1ª (V), 2ª (V), 3ª (V), 4ª (V), 5ª (V)

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.

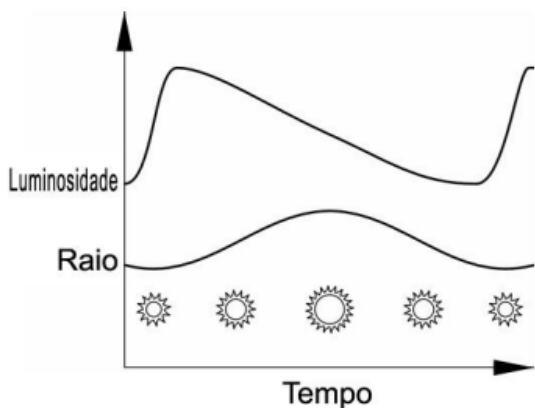


As “quebras” das linhas marcam a transição de crateras simples para complexas (primeira “quebra” em 1) e de crateras complexas para bacias com multianéis (segunda “quebra” em 2). Baseado nas informações apresentadas no gráfico, assinale a afirmação correta.

- 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 Cefeus), 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

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



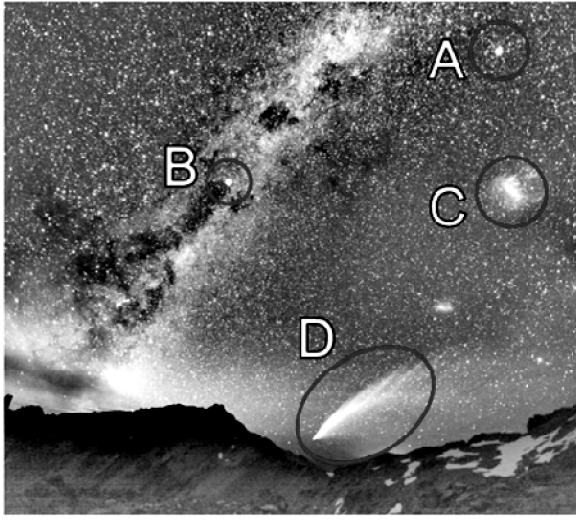
Então, medindo-se o período (P), se obtém sua magnitude absoluta (M_v). Medindo-se o brilho da Cefeida através da luz que chega num telescópio se obtém a magnitude aparente (m_v), porém ambas as magnitudes (M_v e m_v) estão relacionadas com a distância (d) da estrela até nós, dada por:

$$d = 10^{(m_v - M_v + 5)/5}$$

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 Druckmüller.



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 5

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 PET 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.

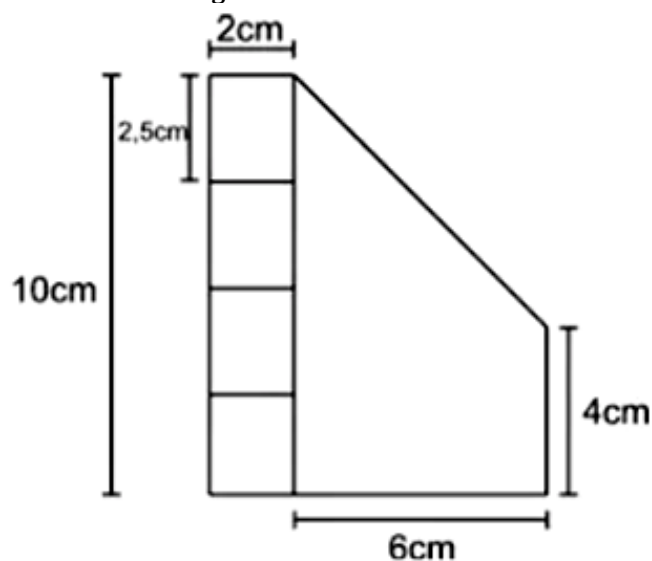
Figura 2 – Construção da coifa do foguete



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.

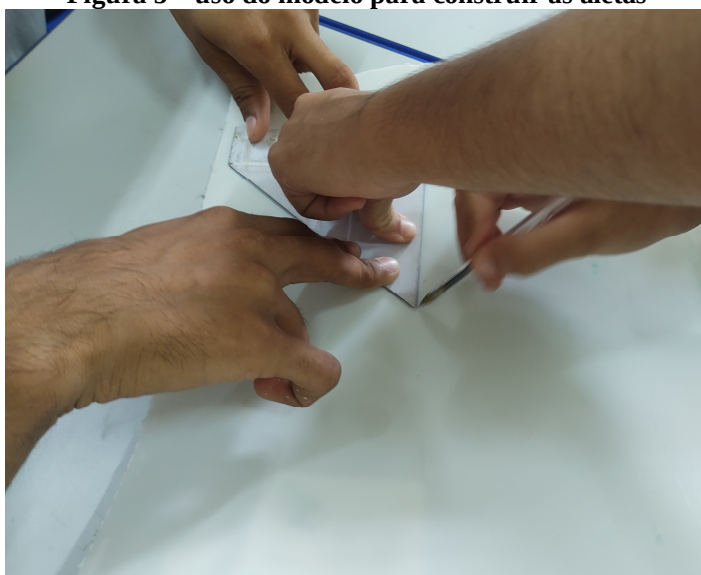
Figura 4 – balde sendo cortado



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 6

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 7

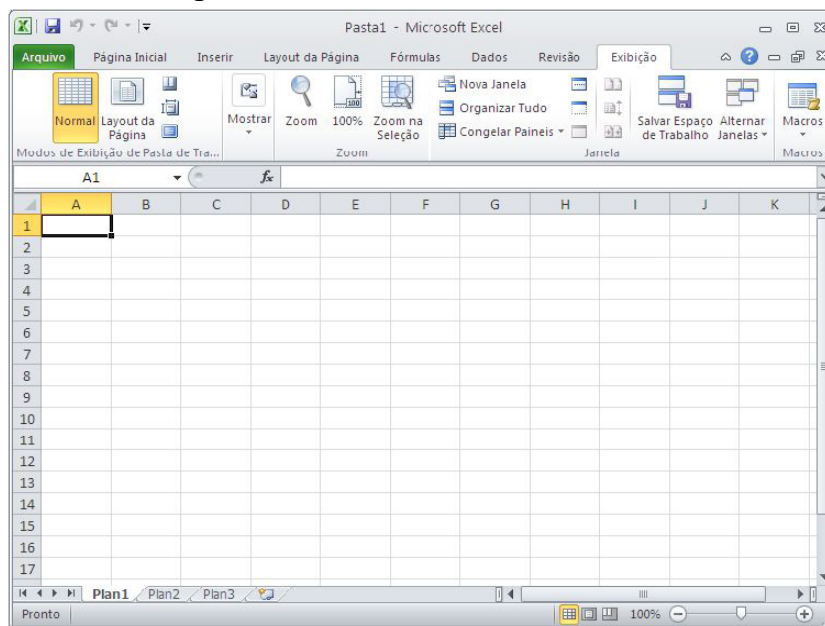
EXCEL COMO FERRAMENTA PEDAGOGICA NA TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA

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.

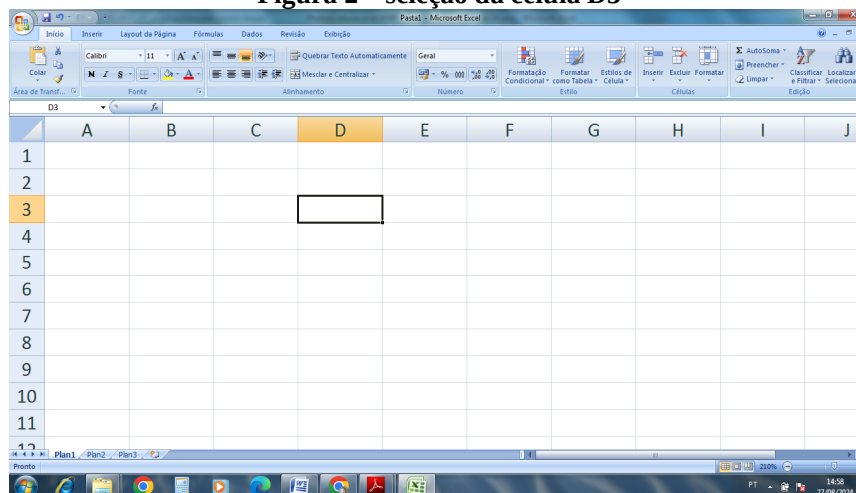
Figura 1 – Tela de trabalho do Excel



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



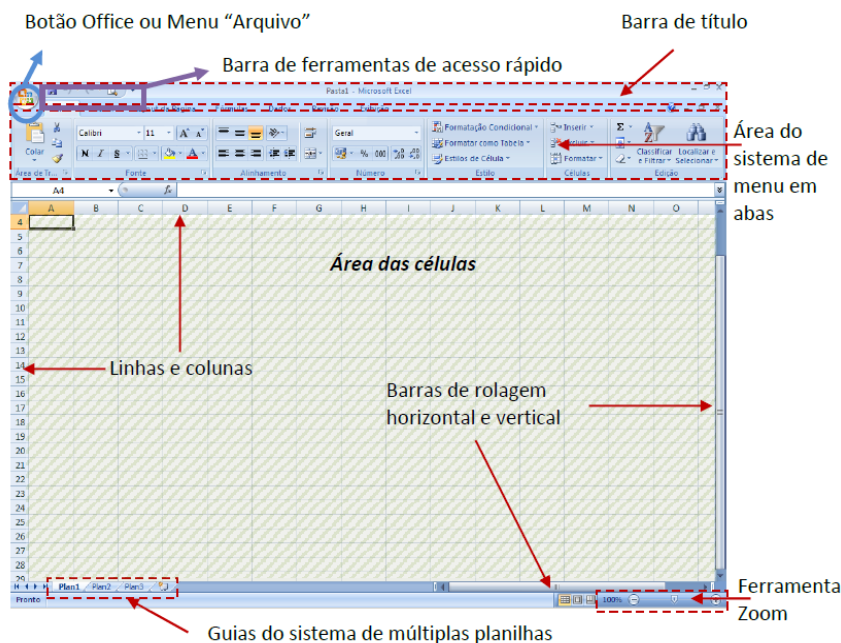
Fonte: do autor (2024).

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 oblíquos;

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

$$= A4 + (\$A\$2/10) \quad (3)$$

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 escreva a seguinte equação:

$$= A4 - 9,8*(A4/\$B\$2)^2 \quad (4)$$

5º passo: selecione a célula B4 posicione 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 8**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?

PRODUTO EDUCACIONAL



SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA UMA ELETIVA COM FOGUETE DE GARRAFA PET

EMMANUEL SEPÚLVEDA DE OLIVEIRA
FRANCISCO FERREIRA BARBOSA FILHO

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

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, polo 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

APRESENTAÇÃO	131
1 INTRODUÇÃO	132
2 ESTRUTURA GERAL DA SEQUENCIA DIDADITA SD	133
3 DESENVOLVIMENTO DA SD EM CADA ENCONTRO	134
3.1 PRIMEIRO ENCONTRO	134
3.2 SEGUNDO ENCONTRO	134
3.3 TERCEIRO ENCONTRO.....	135
3.4 QUARTO ENCONTRO.....	136
3.5 QUINTO ENCONTRO	137
3.6 SEXTO ENCONTRO	139
3.7 SETIMO ENCONTRO	140
3.8 OITAVO ENCONTRO.....	141
3.9 NONO ENCONTRO.....	142
3.10 DECIMO ENCONTRO.....	143
4 MENSAGEM AO PROFESSOR.....	145
APENDICE A	147
APENDICE B.....	150
APENDICE C	157
APENDICE D	161
APENDICE E.....	163
APENDICE F	168

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 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 tábua 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 (APÊNDICE 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 fórmula 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 de 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° 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

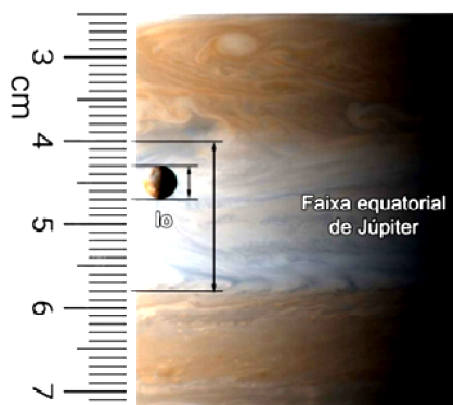
10. Você tem interesse por assuntos relacionados a astronáutica em especial aos foguetes? De ouviu falar ou ler sobre? O grau de interesse que você tem por esse assunto:

- 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 10×10^9 anos (10 bilhões de anos), o

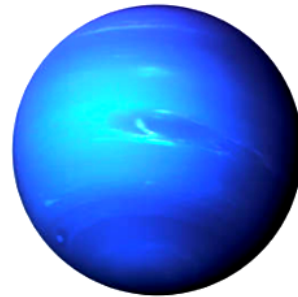
tempo de vida T previsto para uma estrela permanecer na Sequência Principal dependerá de sua Massa M de acordo com a seguinte fórmula:

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

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.

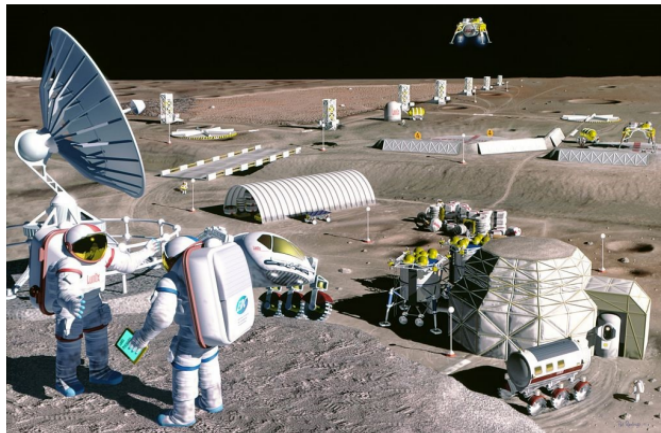


- a) 1923
- b) 1841
- c) 1964
- d) 1882
- e) 1800

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 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;

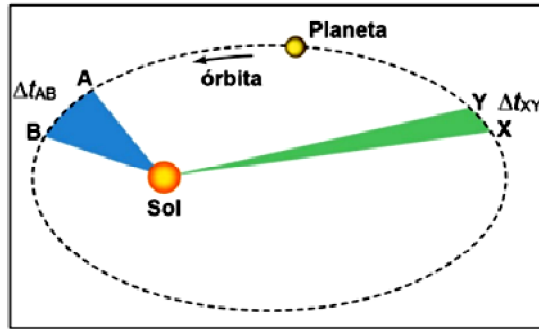


- calcule a taxa de impactos em termos de ‘meteoritos/ km^2 ano’;
- multiplique a taxa acima pela área total da colônia lunar. Você obterá um número muito menor do que 1 meteorito por ano caindo na área da base lunar.
- Calcule, finalmente, quanto tempo será necessário esperar para que UM meteorito caia 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 ($\Delta t_{AB} = \Delta t_{XY}$), 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)

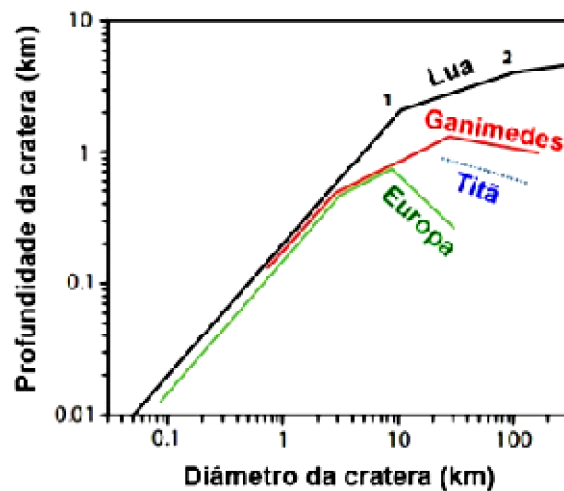
b) () 1ª (V), 2ª (V), 3ª (V), 4ª (V), 5ª (V)

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.

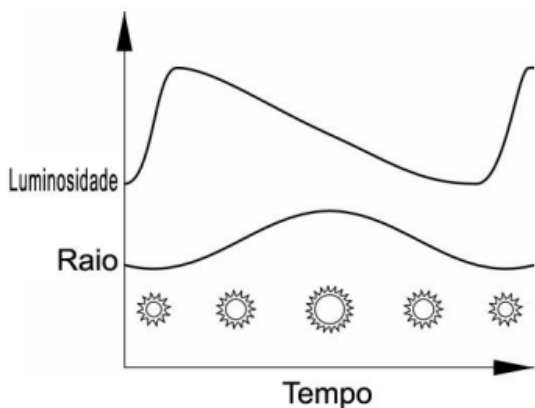


As “quebras” das linhas marcam a transição de crateras simples para complexas (primeira “quebra” em 1) e de crateras complexas para bacias com multianéis (segunda “quebra” em 2). Baseado nas informações apresentadas no gráfico, assinale a afirmação correta.

- 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 Cefeus), 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

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



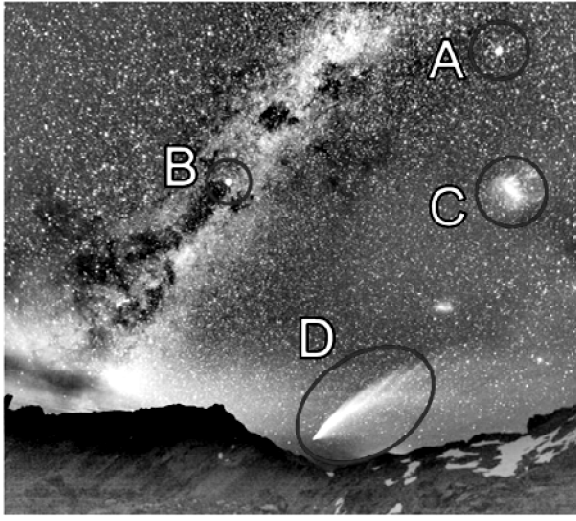
Então, medindo-se o período (P), se obtém sua magnitude absoluta (M_v). Medindo-se o brilho da Cefeida através da luz que chega num telescópio se obtém a magnitude aparente (m_v), porém ambas as magnitudes (M_v e m_v) estão relacionadas com a distância (d) da estrela até nós, dada por:

$$d = 10^{(m_v - M_v + 5)/5}$$

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 Druckmüller.



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.

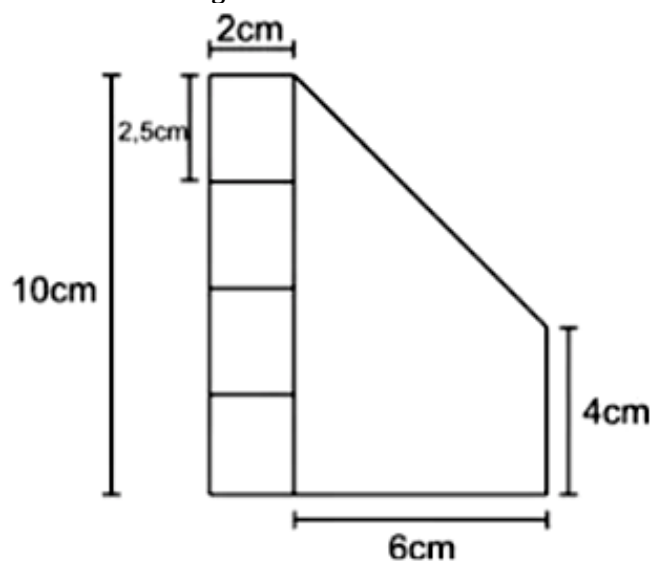
Figura 2 – Construção da coifa do foguete



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.

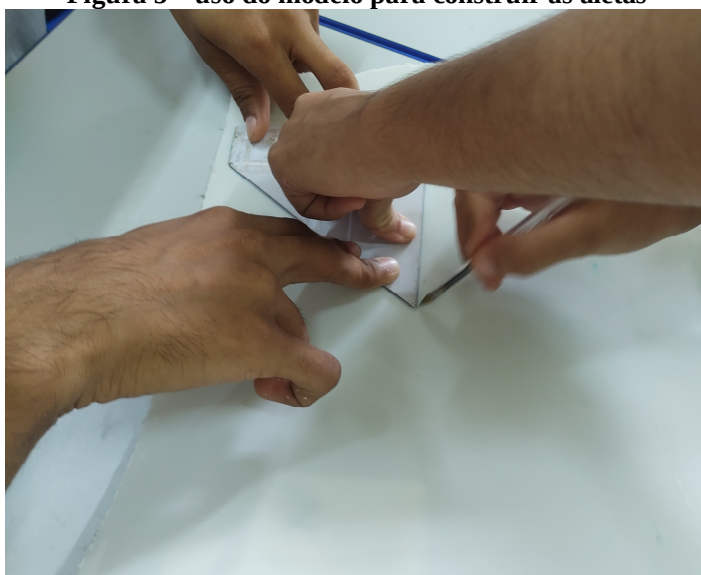
Figura 4 – balde sendo cortado



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

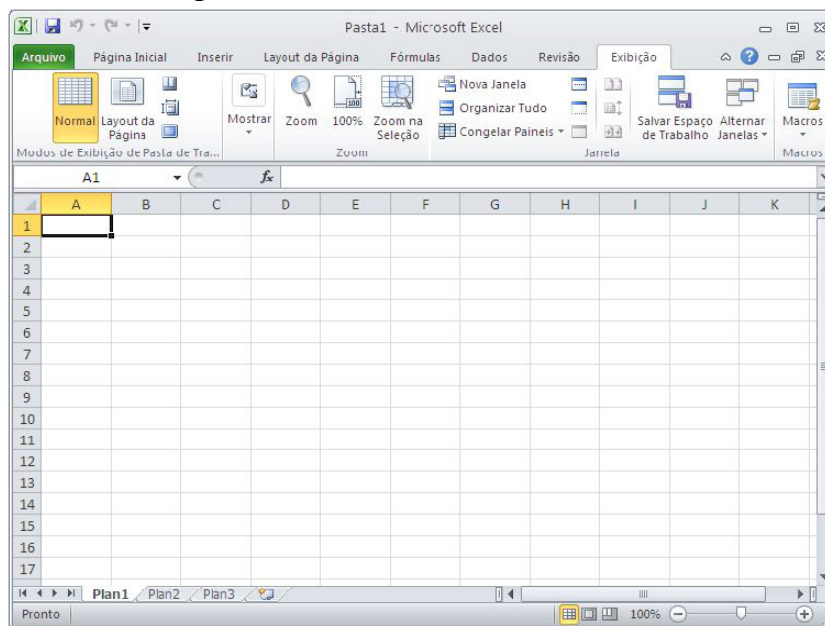
EXCEL COMO FERRAMENTA PEDAGOGICA NA TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA

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.

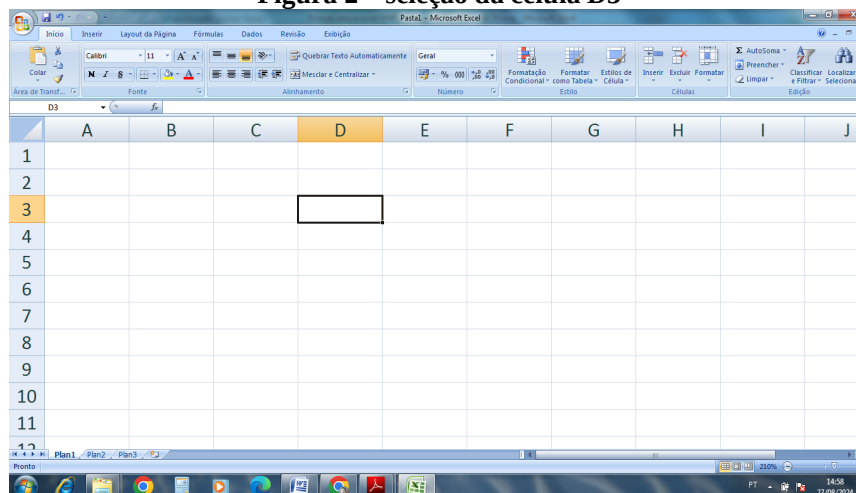
Figura 1 – Tela de trabalho do Excel



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



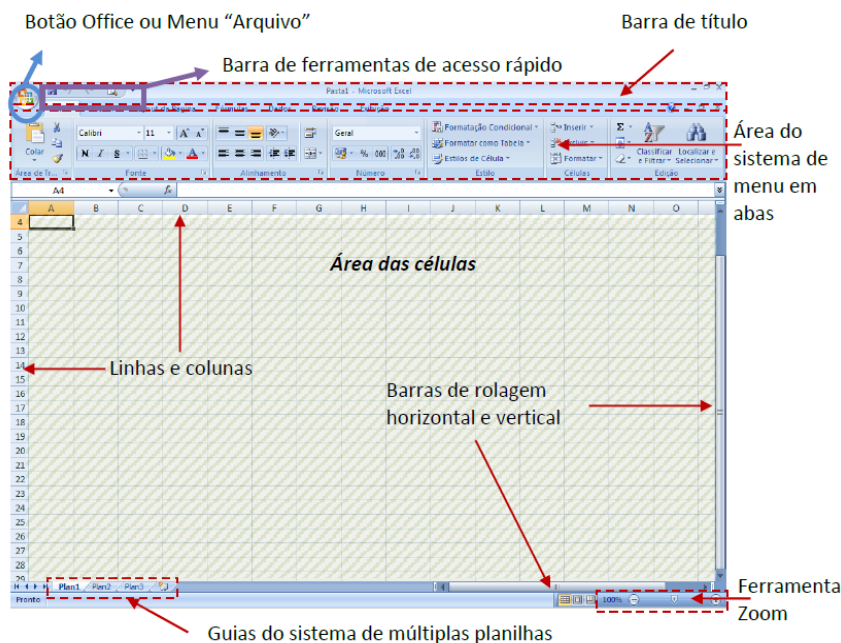
Fonte: do autor (2024).

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 oblíquos;

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?

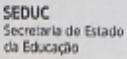
05. No lançamento do foguete com garrafa PET, quais são os combustíveis usados para o lançamento do foguete?

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?

ANEXO 1

		
---	--	---

OFÍCIO Nº 22/2024

Codó – MA, 08 de maio de 2024.

ASSUNTO: Espaço no Parque Ambiental para treino de lançamento de foguete.

DE: Francisca Eremita Fontes da Silva, Gestora Geral do IEMA Pleno de Codó
PARA: Quezia P. da Silva de Moraes, gestora do Parque Ambiental de Codó

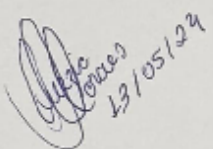
Por meio deste, vimos, mui respeitosamente, solicitar espaço no Parque Ambiental de Codó – MA para realização de treino de lançamento de foguete dos estudantes do IEMA Pleno de Codó. A programação dos lançamentos está prevista para acontecer no dia 15 de maio de 2024 a partir das 9h30min até 12h00min. O treino acontece pelo fato de os estudantes fazerem parte das equipes que irão participar da MOBFOG.

Sem mais para o momento, aproveito para estender votos de estima e consideração.

Atenciosamente,


Francisca Eremita Fontes da Silva
Gestora Geral - IEMA Pleno de Codó
Matrícula: 200217-08

Francisca Eremita Fontes da Silva
Gestora Geral do IEMA Pleno de Codó


Quezia P. da Silva de Moraes
13/05/24

abineteiema21@gmail.com
Rua Primeiro de Maio, nº80. Bairro Anil,
São Luís/MA. 65046-280

