

MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

PPGF
ensino de física

Silvio Luiz Rutz da Silva
André Vitor Chaves de Andrade
André Maurício Brinatti
Antônio Sérgio Magalhães de Castro
Jeremias Borges da Silva
(organizadores)

Luis Henrique Mendes de Souza
Silvio Luiz Rutz da Silva



Missão Aeroespacial Ultra Secreta (M.A.U.S.)

SÉRIE
Produtos Educacionais em Ensino de Física

UEPG - PROPESP

SÉRIE:
PRODUTOS EDUCACIONAIS EM ENSINO DE FÍSICA

Volume 45

LUIS HENRIQUE MENDES DE SOUZA
SILVIO LUIZ RUTZ DA SILVA

Missão Aeroespacial Ultra Secreta (M.A.U.S.)

Silvio Luiz Rutz da Silva
André Maurício Brinatti
André Vitor Chaves de Andrade
Antônio Sérgio Magalhães de Castro
Jeremias Borges da Silva

(ORGANIZADORES)

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA

Prof. Dr. Miguel Sanches Neto
REITOR

Prof. Dr. Ivo Mottin Demiate
VICE-REITOR

Prof. Dr. Renê Francisco Hellman
PRÓ-REITOR DE PESQUISA E PÓSGRADUAÇÃO

PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA MNPEF - POLO 35 – UEPG MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

Colegiado

Prof. Dr. Paulo César Facin (Coordenador)

Prof. Dr. Jeremias Borges da Silva (*Vice-Coodenador*)

Prof. Dr. André Vitor Chaves de Andrade (*Titular*)

Prof. Dr. Antônio Sérgio Magalhães de Castro (*Titular*)

Prof. Dr. Lucas Stori de Lara (*Titular*)

Prof. Dr. Luiz Antônio Bastos Bernardes (*Suplente*)

Prof. Dr. Julio Flemming Neto (*Suplente*)

SÉRIE:

PRODUTOS EDUCACIONAIS EM ENSINO DE FÍSICA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
AV. CARLOS CAVALCANTI, 4748
CEP 84030-900 – PONTA GROSSA – PARANÁ
ppgef.sites.uepg.br

CONSELHO EDITORIAL

SÉRIE:

PRODUTOS EDUCACIONAIS EM ENSINO DE FÍSICA

Prof. Dr. Ademar de Oliveira Ferreira (IFPR)
Prof. Dr. André Assmann (UNIOESTE)
Prof. Dr. André Maurício Brinatti (UEPG)
Prof. Dr. André Vitor Chaves de Andrade (UEPG)
Prof. Dr. Antonio Sérgio Magalhães de Castro (UEPG)
Prof. Dr. Celso Araújo Duarte (UFPR)
Prof. Dr. Danilo Augusto Ferreira de Jesus (IFPR)
Prof. Dr. Gélson Biscaia de Souza (UEPG)
Prof. Dr. Gérson Kniphoff da Cruz (UEPG)
Prof. Dra. Hatsumi Mukai (UEM)
Prof. Dr. Hercília Alves Pereira de Carvalho (UFPR)
Prof. Dra. Jaqueline Pavelegine de Medeiros (SEED-PR)
Prof. Dr. Jeremias Borges Da Silva (UEPG)
Prof. Dr. João Amadeus Pereira Alves (UTFPR)
Prof. Dr. Júlio Flemming Neto (UEPG)
Prof. Dr. Lucas Stori de Lara (UEPG)
Prof. Dr. Luiz Américo Alves Pereira (UEPG)
Prof. Dr. Luiz Antônio Bastos Bernardes (UEPG)
Prof. Dr. Milton Thiago Schivani Alves (UFRN)
Prof. Dr. Paulo Cesar Facin (UEPG)
Prof. Dr. Romeu Miqueias Szmoski (UTFPR)
Prof. Dr. Sérgio da Costa Saab (UEPG)
Prof. Dra. Silvana Perez (UFPA)
Prof. Dr. Silvio Luiz Rutz Da Silva (UEPG)

Ficha catalográfica



Este trabalho está licenciado com uma Licença Creative Commons
Atribuição -Não Comercial- Compartilha Igual 4.0 Internacional.

PREFÁCIO

Durante as últimas décadas, no Brasil se tem conseguido avanços significativos em relação a alfabetização científica, em especial na área do Ensino de Física, nos diversos níveis de ensino, entretanto continua pendente o desafio de melhorar a qualidade da Educação em Ciências. Buscando superar tal desafio a Sociedade Brasileira de Física (SBF) implementou o Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF) que se constitui em um programa nacional de pós-graduação de caráter profissional, voltado a professores de ensino médio e fundamental com ênfase principal em aspectos de conteúdos na Área de Física, resultando em uma ação que engloba diferentes capacidades apresentadas por diversas Instituições de Ensino Superior (IES) distribuídas em todas as regiões do País.

O objetivo do MNPEF é capacitar em nível de mestrado uma fração muito grande de professores da Educação Básica quanto ao domínio de conteúdos de Física e de técnicas atuais de ensino para aplicação em sala de aula como, por exemplo, estratégias que utilizam recursos de mídia eletrônica, tecnológicos e/ou computacionais para motivação, informação, experimentação e demonstrações de diferentes fenômenos físicos.

A abrangência do MNPEF é nacional e universal, ou seja, está presente em todas as regiões do País, sejam elas localizadas em capitais ou estejam afastadas dos grandes centros. Fica então clara a necessidade da colaboração de recursos humanos com formação adequada localizados em diferentes IES. Para tanto, o MNPEF está organizado em Polos Regionais, hospedados por alguma IES, onde ocorrerem as orientações das dissertações e são ministradas as disciplinas do currículo.

A Universidade Estadual de Ponta Grossa, por meio de um grupo de professores do Departamento de Física, faz parte do MNPEF desde o ano de 2014 tendo nesse período proporcionado a oportunidade de aperfeiçoamento para quarenta e cinco professores de Física da Educação Básica, sendo que desses quinze já concluíram o programa tornando-se Mestres em Ensino de Física.

A Série: **Produtos Educacionais em Ensino de Física**, que ora apresentamos, consta de vários volumes que correspondem aos produtos educacionais derivados dos projetos de dissertação de mestrado defendidos. Alguns desses volumes são constituídos de mais de um tomo.

Com essa série o MNPEF - Polo 35 - UEPG, não somente busca entregar materiais instrucionais para o Ensino de Física para professores e estudantes, mas também pretende disponibilizar informação que contribua para a identificação de fatores associados ao Ensino de Física

a partir da proposição, execução, reflexão e análise de temas e de metodologias que possibilitem a compreensão do processo de ensino e aprendizagem, pelas vias do ensino e da pesquisa, resultado da formação de docentes pesquisadores.

A série é resultado de atividade reflexiva, crítica e inovadora aplicada diretamente à atuação profissional do docente, na produção de conhecimento diretamente associado à prospecção de problemas e soluções para o ensino-aprendizagem dos conhecimentos em Física, apresentando estudos e pesquisas que se propõem com suporte teórico para que os profissionais da educação tenham condições de inovar sua prática em termos de compreensão e aplicação da ciência.

A intenção é que a Série: **Produtos Educacionais em Ensino de Física** ofereça referências de propostas de Ensino de Física coerentes com as estruturas de pensamento exigidas pela ciência e pela tecnologia, pelo exemplo de suas inserções na realidade educacional, ao mesmo tempo que mostrem como se pode dar tratamento adequado à interdependência de conteúdo para a formação de visão das interconexões dos conteúdos da Física.

Prof. Dr. Silvio Luiz Rutz da Silva

Prof. Dr. André Maurício Brinatti

Prof. Dr. André Vitor Chaves de Andrade

Prof. Dr. Antônio Sérgio Magalhães de Castro

Prof. Dr. Jeremias Borges da Silva

Organizadores

APRESENTAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL	9
GAMIFICAÇÃO E RPG NO ENSINO DE FÍSICA	11
FÍSICA DOS SATÉLITES E DO GPS	13
Física Do Sistema De Posicionamento Global	15
O Lançamento De Satélites:	17
SEQUÊNCIA DIDÁTICA: MISSÃO AEROESPACIAL ULTRA SECRETA (M.A.U.S.)	19
Briefing: Missão Aeroespacial Ultra Secreta (M.A.U.S.)	20
Missão 1:	20
Missão 2:	24
Missão 3:	28
Missão 4:	31
CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
REFERÊNCIAS	35
APENDICE III	37
Planos de Aula da Sequência Didática	37

APRESENTAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Em um tempo não tão distante, quando era necessário se deslocar de um ponto a outro, utilizar-se de mapas, listas telefônicas e principalmente da conversa com outras pessoas para adquirir o conhecimento sobre localizações e destinos. Era comum quando existia algum compromisso como uma consulta médica em um bairro distante, era indagado por telefone, o nome da rua, um ponto de referência e qual transporte público era responsável pelo atendimento de locomoção da região em questão.

Ainda era necessário fazer uma estimativa sempre imprecisa sobre o tempo de deslocamento. Com a chegada dos sistemas de geolocalização, esses problemas da vida diária foram mitigados de modo a ser necessário apenas inserir no sistema, o endereço desejado.

As opções de locomoção aparecem automaticamente já com o tempo previsto de deslocamento, possibilitando assim um planejamento de vida muito mais eficiente, pois o sistema é constantemente atualizado, levando em conta o movimento das vias utilizadas e traçando novas rotas a fim de otimizar o trajeto. É de consenso geral que a mobilidade urbana e as viagens em geral ficaram mais fáceis e eficientes graças a esta ferramenta profundamente difundida e popularizada.

A grande questão é que as pessoas estão utilizando uma tecnologia sem fazer a mínima ideia de como ela foi concebida, como funciona, quais as fragilidades do sistema, como o sistema se mantém ativo e se demanda de algum tipo de manutenção e atualização.

O objetivo geral do produto educacional é reconhecer a importância da tecnologia no cotidiano, de modo que o estudante compreenda verdadeiramente a essência do funcionamento do GPS, sendo capaz de traçar um planejamento de lançamento de satélites e raciocinar sobre as vantagens e desvantagens do sistema.

Os objetivos específicos do produto educacional estão diretamente relacionados em exercitar e aprimorar a capacidade dos alunos em trabalhar em equipe, utilizar a internet e o GPS como fonte de estudo e coleta de dados, identificar e preencher corretamente a tabela de dados (Cartão de Operações), resolver situações problema, encontrar aplicar dados experimentais, resolver e compreender a equação de onda, força gravitacional, força de arrasto assim como suas grandezas

físicas e suas respectivas unidades de medida, entender os conceitos físicos básicos envolvidos no lançamento de foguetes, aplicar conceitos aprendidos na teoria em simuladores de experimentos de física.

GAMIFICAÇÃO E RPG NO ENSINO DE FÍSICA

Gamificação e *Role-Playing Games* (RPG) são integrados ao ensino de física para aumentar a motivação e o engajamento dos alunos, pois representam abordagens inovadoras e envolventes que podem transformar a aprendizagem, tornando-a mais interativa e significativa.

Estudos demonstraram que sistemas de aprendizagem interativos e gamificados têm um impacto positivo no engajamento e na motivação do usuário (Katanosaka; Khan; Sakamura, 2023). Abordagens de gamificação adaptativa, que ajustam elementos de jogo com base nas características dos usuários, foram propostas para aumentar o envolvimento do aluno no ensino de física (Katanosaka; Khan; Sakamura, 2023).

A pesquisa sobre gamificação na educação, incluindo o aprendizado de física, cresceu na última década e tem mostrado contribuições positivas para o campo (Zourmpakis; Kalogiannakis; Papadakis, 2022). Especificamente, descobriu-se que o ensino gamificado em física aumenta significativamente a motivação dos alunos, incluindo motivação intrínseca, autoeficácia, motivação escolar, motivação profissional e autodeterminação (Amiruddin, 2022).

A gamificação no contexto educacional refere-se à aplicação de elementos e princípios de design de jogos em ambientes de aprendizagem não lúdicos. Como discutido no livro "*The Multiplayer Classroom: Designing Coursework as a Game*" de Sheldon (2012) e no artigo "*Gamification in Education: What, How, Why Bother?*" de Lee e Hammer (2011), a gamificação busca aumentar o engajamento e a motivação dos alunos por meio da incorporação de elementos como pontos, níveis, desafios, feedback imediato e recompensas.

Esses elementos ajudam a criar uma experiência de aprendizagem mais dinâmica e estimulante, onde os alunos são incentivados a participar ativamente e a assumir um papel mais central em seu processo de aprendizagem.

Os RPGs, em um contexto educacional, envolvem os alunos em assumir papéis e personagens, frequentemente em cenários fictícios, para explorar e resolver problemas relacionados ao conteúdo curricular. Como exemplificado em "*Level Up Your Classroom: The Quest to Gamify Your Lessons and Engage Your Students*" de Cassie (2016) e em vários estudos apresentados em revistas acadêmicas, os RPGs

promovem habilidades como trabalho em equipe, resolução de problemas, pensamento crítico e criatividade.

Ao assumir personagens, os alunos podem explorar conceitos de física de uma maneira mais contextualizada e relevante, tornando o aprendizado mais atraente e aplicável à vida real.

A combinação de gamificação e RPG no ensino de física oferece uma abordagem pedagógica poderosa. Ao gamificar o currículo de física e incorporar elementos de RPG, os professores podem criar um ambiente de aprendizagem que não apenas desperta o interesse dos alunos, mas também os ajuda a entender e aplicar conceitos complexos de maneira mais eficaz.

A aplicação dessas técnicas no ensino de física permite que os alunos se envolvam profundamente com o material, participando ativamente na construção de seu conhecimento através de atividades práticas e desafios contextualizados. Em geral, a integração de elementos de gamificação e RPG no ensino de física tem o potencial de tornar o aprendizado mais agradável, empolgante e desafiador para os alunos, levando a uma maior motivação e engajamento.

A integração de gamificação e RPG no ensino de física representa uma alternativa significativa ao ensino tradicional por incorporar métodos mais interativos e centrados no aluno. Essas abordagens não apenas tornam o aprendizado mais agradável, mas também têm o potencial de melhorar significativamente a compreensão dos alunos sobre conceitos físicos complexos. Ao usar essas estratégias, os educadores podem criar uma experiência de aprendizagem mais envolvente e eficaz, preparando os alunos para enfrentar desafios reais e aplicar o conhecimento de maneira prática e significativa.

FÍSICA DOS SATÉLITES E DO GPS

O Sistema de Posicionamento Global (*Global Positioning System* - GPS) é de propriedade do governo dos EUA e operado pela Força Espacial dos Estados Unidos para atender às necessidades de defesa, civis, empresariais e científicas do governo. O GPS fornece atualmente dois níveis de serviço: Serviço de Posicionamento Padrão (SPS) e Serviço de Posicionamento Preciso (PPS). O SPS civil está disponível para todos os usuários de forma contínua, em todo o mundo, livre de quaisquer encargos diretos do usuário. O acesso ao PPS militar é restrito às Forças Armadas dos EUA, agências do governo federal dos EUA e forças armadas e governos aliados selecionados.

Os satélites GPS fornecem aos usuários em todo o mundo uma série de serviços em solo, nos oceanos e no ar. Seguem-se alguns exemplos: Serviços de Posição e Navegação, Atualização da Constelação GPS III, Navegação em Automóveis, Navegação Agrícola, Navegação Marítima, Rastreamento e Navegação de Aviação, Resposta e Gerenciamento de Emergências, Temporização, Telefonia Celular e Redes. O Sistema de Posicionamento Global é o sistema norte-americano de navegação via satélite e software de geolocalização desenvolvido em 1978 pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América.

Ao todo, são 24 satélites que orbitam ao redor do globo terrestre e fornecem os sinais necessários para que aparelhos específicos, smartphones, notebooks, tablets e afins identifiquem a posição em que se encontram. Uma situação relevante é que, como os Estados Unidos da América são donos do sistema, eles podem ligar ou desligar o sistema de acordo com seus interesses.

No ano de 1989, o sinal foi liberado para acesso dos civis, mas com um sinal que permitia uma precisão de um raio de até 100 metros. Neste mesmo momento, o exército já fazia uso de um sinal com precisão de até 10 metros. Porém, em 1990, os EUA entraram na Guerra do Golfo, e por não haver receptores de GPS com precisão militar suficiente para as tropas, o Departamento de Defesa se viu obrigado a comprar o estoque dos civis e assim acabaram liberando o sinal de maior precisão para todos.

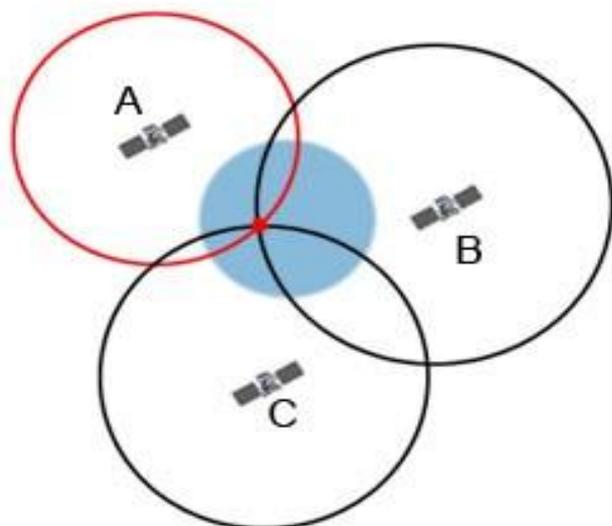
O funcionamento do GPS é basicamente viabilizado pela utilização de três satélites que, através do cruzamento entre suas informações, conseguem determinar com precisão a localização de um aparelho receptor e ainda se utilizam de outro satélite para determinar a altura em relação ao nível do mar em que se encontra o

receptor. A figura 4 ilustra como o GPS funciona, demonstrando como é feita a triangulação do sinal.

Basicamente, o primeiro satélite delimita uma área em um raio determinado, o segundo satélite, através da sobreposição entre círculos, reduz essa área para dois pontos, e o terceiro satélite determina por sobreposição qual desses pontos se encontra o receptor. Um quarto satélite determina a altitude em que se encontra o receptor.

Em outras palavras, cada um dos três ou mais satélites GPS transmitirá suas coordenadas de localização ao receptor no dispositivo ou terminal. Depois que a distância dos satélites é medida, o dispositivo GPS pode calcular a localização precisa do dispositivo na superfície da Terra. Isso é feito por meio de trilateração, e quanto mais satélites (mais que três) forem usados, mais precisos serão os dados de posição. Para se determinar a distância do satélite em relação ao receptor, utiliza-se da diferença entre o tempo medido no relógio do satélite e no receptor.

Figura 1 - Trilateração de Satélites.



Fonte: SIA (2021).

Física Do Sistema De Posicionamento Global

Os princípios físicos mais utilizados em que se baseia o GPS são as áreas de cronometria e ondas eletromagnéticas. As principais áreas da física envolvidas no funcionamento do GPS são: cronometria, ondas eletromagnéticas, relatividade geral, relatividade especial e triangulação.

De acordo com Hewitt (2023), um instrumento relevante para o GPS é a antena fractal. Como outros fractais, tem a forma que se repete. Uma vez que ela é dobrada da forma autossimilar projetada, uma antena fractal pode ser comprimida em um espaço pequeno, possibilitando assim sua fixação no interior do próprio aparelho, e pode operar simultaneamente em diferentes frequências. Significando assim que uma única antena pode ser usada para funções distintas, como captar conversas de celular e sinais de aparelhos GPS em navegação. Esse é o tipo de antena que existe nos smartphones.

A relatividade geral, basicamente, é uma teoria física desenvolvida por Albert Einstein e é essencial para o GPS funcionar corretamente. Devido à gravidade da Terra, o tempo passa mais devagar perto da superfície da Terra em comparação com altitudes mais altas. Isso ocorre porque a gravidade influencia o espaço-tempo. Os satélites do GPS estão em órbita a cerca de 20.000 km acima da Terra, onde a gravidade é mais fraca, e o tempo passa um pouco mais rápido. Para compensar essa diferença, os relógios do GPS a bordo dos satélites são ajustados para compensar a dilatação do tempo.

A relatividade especial também é importante no GPS devido ao fato de os satélites se moverem com velocidades muito altas em relação aos receptores na Terra. A relatividade especial prevê que o tempo passa mais devagar para objetos que se movem rapidamente em relação a um observador estacionário.

A cronometria é a parte da física responsável pelas medidas de tempo; assim, os relógios nos satélites GPS precisam ser ajustados sincronizando-se com o tempo em relação aos receptores na Terra. É através da diferença entre os tempos medidos que é possível a triangulação. Partindo das diferenças de tempo, o receptor pode calcular a distância entre ele e o satélite utilizando o princípio de que a velocidade da luz possui um valor constante de acordo com o meio (sendo medida no vácuo

299.792.458,00 m/s e no ar 299.702.547,00 m/s). Por meio do cálculo das distâncias, o receptor pode determinar sua posição em relação aos satélites e, assim, obter suas coordenadas geográficas de altitude, longitude e latitude.

A triangulação é o que o GPS usa para determinar a localização de um receptor na Terra. Os satélites GPS enviam sinais que são recebidos pelos receptores, e o tempo que leva para os sinais viajarem da fonte até o receptor é medido. Esses tempos de viagem são usados para calcular a distância entre o satélite e o receptor. Usando a localização conhecida de vários satélites, é possível triangular a posição exata do receptor na Terra.

O sistema de GPS é extremamente dependente da transmissão e recepção de sinais de rádio entre os satélites e receptores na Terra. Esses sinais são ondas eletromagnéticas que viajam à velocidade da luz. A física das ondas eletromagnéticas é importante para entender como os sinais viajam no espaço, como eles são transmitidos e como são recebidos pelos receptores.

Essas são algumas das principais áreas da física envolvidas no funcionamento do sistema GPS. A combinação desses princípios físicos permite que o GPS forneça informações precisas de localização em todo o mundo.

Além da física envolvida na medição das diferenças de tempo entre os sinais, existem outros fatores físicos que podem afetar a precisão do GPS. Isso inclui a velocidade da luz ao atravessar a atmosfera terrestre, que pode variar devido a fatores como a densidade do ar e a ionosfera. Para corrigir essas variações, os receptores GPS utilizam modelos matemáticos e informações adicionais transmitidas pelos satélites para fazer ajustes precisos nas medições. Portanto, a física desempenha um papel essencial no funcionamento do GPS, permitindo que os receptores recebam e processem os sinais dos satélites para determinar com precisão a posição geográfica.

No quadro 1, a seguir, temos as respectivas equações utilizadas no trabalho e que contemplam a física do GPS.

Quadro 1 - Equações e conceitos.

Equação	Conceito Envolvido
$v_e = \lambda \cdot f$	Equação fundamental de onda, que possibilita encontrar respectivamente a velocidade da onda eletromagnética, o comprimento de onda e a frequência.
$F = -G \cdot \frac{M \cdot m}{r^2}$	Equação da gravitação, permite encontrar respectivamente a força gravitacional, as massas dos corpos e o raio.
$W = \frac{1}{2} \cdot c_w \cdot \rho \cdot A \cdot v_p^2$	Equação do Arrasto, permite encontrar a força de arrasto, coeficiente de arrasto, densidade do ar, área da secção transversal e a velocidade do projétil.

Fonte: O autor.

O Lançamento De Satélites:

O lançamento de satélites é um processo instigante, complexo e desafiador que envolve vários conceitos e princípios da física aplicada. Dentre os principais aspectos físicos envolvidos, temos a mecânica de voo, a gravidade, a dinâmica orbital, a energia cinética e potencial, assim como a resistência do ar.

No que tange à Mecânica de Voo, o lançamento de um satélite envolve o uso de foguetes, que são impulsionados por meio da ação e reação de gases ejetados com alta velocidade após a combustão. Esse princípio é baseado na terceira lei de Newton (2016), que afirma que toda a ação tem uma reação igual e oposta. A física envolvida na propulsão dos foguetes é fundamental para o lançamento bem-sucedido e o controle da trajetória.

É evidente que a gravidade desempenha um papel protagonista no lançamento de satélites: a atração gravitacional da Terra deve ser superada para que o foguete que carrega o satélite alcance a órbita desejada. A física da gravidade é importante para calcular a velocidade e a trajetória necessárias para superar essa força e alcançar a órbita desejada. Enquanto o foguete se afasta cada vez mais da Terra, a força gravitacional diminui.

A dinâmica orbital é uma área da física aplicada ao movimento de objetos em órbita. Para que um satélite seja colocado em órbita, é necessário considerar os princípios da física orbital, incluindo a velocidade orbital requerida, a altitude da órbita,

os efeitos da resistência atmosférica e a estabilidade do satélite durante o movimento orbital.

Durante o lançamento do foguete, a energia cinética está associada ao movimento e a energia potencial em relação à altura do foguete em relação à Terra varia constantemente à medida que o foguete é acelerado e a altitude aumenta. Esses conceitos da física são usados para calcular a energia necessária para levar o satélite a alcançar a órbita desejada.

Na fase do lançamento, a resistência do ar é um importante fator a ser levado em consideração. A resistência do ar influencia o formato do foguete e a eficiência do voo, uma vez que é necessário minimizar a resistência para alcançar velocidades mais altas e economizar energia.

O lançamento de satélites é um processo altamente complexo e exige uma compreensão profunda dos princípios físicos envolvidos para garantir o sucesso das missões de lançamento de foguetes e a colocação precisa do satélite em órbita.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA: MISSÃO AEROESPACIAL ULTRA SECRETA (M.A.U.S.)

Em 2020, durante a disciplina "Processos e Sequências de Ensino e Aprendizagem em Física no Ensino Médio", foi necessário a apresentação de um trabalho de microensino. Os mestrandos foram orientados a gravar uma aula de 5 a 10 minutos de duração, com o foco em uma abordagem direta e sucinta sobre algum tema específico. Com o intuito de homenagear o colega de graduação e de mestrado, decidi fazer minha microaula sobre o GPS.

Mais tarde, já em 2021, durante a disciplina "Atividades Experimentais para o Ensino Médio e Fundamental", foi necessário retomar aquela microaula. Desta vez, era necessário expandi-la para torná-la uma aula experimental de 50 minutos. A motivação para fazer um trabalho incrível veio principalmente do fato de que a microaula apresentada anteriormente não foi um sucesso completo. Sabendo disso, a vontade de superação e o orgulho ferido foram combustíveis para o desenvolvimento de uma aula que foi elogiada pelos docentes da disciplina. Entre as falas após a conclusão da aula, uma que chamou a atenção em meio aos elogios foi a possibilidade de desenvolver o produto do mestrado a partir dessa aula.

Durante uma semana de muita reflexão, foi decidido, em conjunto com meu orientador, dar continuidade a este produto de mestrado, abandonando a ideia anterior. Fiquei e continuo extremamente animado com essa escolha, pois possui um significado profundo e é um trabalho do qual tenho muito orgulho.

Na essência, o produto educacional, denominado "*Missão Aeroespacial Ultra Secreta (M.A.U.S.)*", corresponde a uma sequência didática pensada e aplicada no ensino médio, numa turma de 3º ano, no formato de RPG. Os alunos são imersos em um universo científico, onde assumem os papéis de Oficiais Cientistas, responsáveis pelo lançamento de satélites, orientados minimamente por um Oficial Graduado (docente) durante todo o processo.

Para isso ocorrer, foi escrito um roteiro que consiste em 4 missões ultra secretas. Em cada aula, os alunos recebiam um envelope selado contendo a missão a ser desenvolvida, de forma que eles estavam inseridos em um jogo estilo RPG cooperativo, com desafios coletivos e desafios individuais. Isso permitiu explorar ao máximo as potencialidades de cada aluno, incentivando, ao mesmo tempo, o trabalho em equipe. Assim que recebiam a missão, o professor lia o roteiro recebido pelos

alunos com uma entonação de narrador, a fim de inserir ou reinserir os alunos nas missões.

A finalidade do produto é proporcionar aos estudantes uma experiência diferenciada em sala de aula. As apresentações clássicas de conteúdo, como quadro e giz, cópia e responde, tendem a ser maçantes e pouco motivadoras para os estudantes. A oportunidade de fazer diferente e fazer melhor é uma das premissas do mestrado profissional. Desta maneira, a escolha de um tema atual e bem inserido no cotidiano dos estudantes viabiliza um ensino eficaz e atraente. Espera-se que esta sequência didática seja uma importante ferramenta de ensino e uma opção viável no ensino de física. A seguir apresenta-se um detalhamento de cada uma das missões.

Briefing: Missão Aeroespacial Ultra Secreta (M.A.U.S.)

Missão 1:

A situação do sistema de navegação Global Positioning System (GPS) utilizado pelo Brasil está sofrendo um ataque cibernético. A Agência Brasileira de Inteligência (ABIN), em conjunto com a Agência Espacial Brasileira (AEB), está requisitando, em caráter extraoficial e sigiloso, as mentes mais brilhantes e destemidas do país, ou seja, a turma do 3ºA do Colégio Estadual Conselheiro Carrão, localizado em Curitiba-PR, no bairro Uberaba. A turma do 3ºA agora é um G.I.S (Grupo de Inteligência Secreto).

Cada estudante agora é um Oficial Cientista e deverá seguir as instruções na sequência determinada, trabalhando em equipe para atingir os objetivos da missão. Eles utilizarão seus conhecimentos em Física Moderna para retardar o ataque cibernético e, por meio do lançamento de um foguete (satélite auxiliar), resolver a situação crítica, corrigindo eventuais falhas e protegendo definitivamente o sistema, através do lançamento de um satélite backup.

Cada Oficial Cientista receberá por escrito as instruções diárias, tendo em vista que a missão completa levará 4 aulas. Cada etapa é importante e será decisiva no momento de promoção dos oficiais (Avaliação Individual, Diária e Contínua).

A partir deste momento, será efetuada a conferência de contingente (chamada) e cada estudante deve adotar um codinome para tempos de guerra

durante a chamada e preencher o campo indicado com a cidade onde nasceu. Não é permitido utilizar a cidade de Curitiba-PR ou Pitanga-PR. Caso tenha nascido em uma dessas localidades, o estudante deve escolher outra cidade dentro do Brasil, sem prejuízo à missão.

A base responsável por concentrar as operações encontra-se em Pitanga-PR, devido à sua posição geográfica estratégica para a segurança das informações. Basta observar o mapa do estado do Paraná para notar a posição central do município. Os oficiais devem utilizar seus GPS (enquanto ainda funcionarem) e a internet para coletar os dados necessários.

Você já ouviu falar sobre GPS? O condecorado Comandante Cientista Albert nos conta uma história incrível e fornecerá informações valiosas sobre a missão através do curto vídeo disponível no link: <https://www.youtube.com/watch?v=OsYU0xPXsgA>. Após assistir ao vídeo, os oficiais cientistas estarão mais aptos para a missão que se segue e para sua respectiva situação-problema.

A base de lançamentos de Alcântara - MA ainda não está operando para estes tipos de lançamento devido a políticas internacionais. É de interesse comum a todos saber que o Centro Espacial de Alcântara – MA (Figura 5) tornou-se operacional em 1989 com o lançamento do primeiro foguete. Possuindo diversas vantagens operacionais e econômicas, o CLA (Centro de Lançamentos de Alcântara) tem tido destaque no programa espacial nacional, especialmente no que tange às suas possíveis formas de utilização, como o lançamento comercial de satélites.

Figura 2 - Centro de Lançamentos de Alcântara – MA.



Fonte: Vinholes (2020).

Destaca-se, dentre os centros existentes ao redor do mundo, o CLA, devido à sua posição geográfica estratégica e privilegiada. Posicionado a apenas 2° 18' ao sul da Linha do Equador, o CLA proporciona maiores facilidades nas operações e uma importante redução de custos das atividades espaciais, além de permitir o lançamento seguro de veículos espaciais em uma ampla faixa de azimutes. O azimute é uma medida de abertura angular horizontal, definida em graus entre 0° e 360°, realizada em quatro quadrantes, em sentido horário.

O CLA tem, em sua localização, sua principal vantagem para os lançamentos em órbita equatorial. Embora as órbitas equatoriais se beneficiem diretamente da posição geográfica do CLA, as órbitas polares, para as quais o lançamento de satélites não é diretamente beneficiado por essa posição, também são relevantes. Outras características positivas do CLA incluem a baixa densidade populacional da região e as condições climáticas favoráveis, com um regime de chuvas bem definido e pequenas variações de temperatura.

Diante desta situação crítica, cada oficial avaliará uma nova localização para servir de base de lançamentos para o Brasil. Apenas este G.I.S. pode resolver a situação crítica e evitar o colapso total do sistema de posicionamento global, assim salvando o dia.

Para os oficiais impedirem o ataque cibernético, devem efetuar uma simulação de lançamento de um satélite por localidade. A localidade de cada cientista é uma base secreta de lançamentos de emergência. O cartão de operação e lançamento do satélite deve ser preenchido com precisão e clareza, sendo possível seu entendimento e utilização por qualquer oficial em qualquer momento. Este cartão de operação deverá conter informações preciosas que serão coletadas, devidamente avaliadas e validadas pelo G.I.S.

Utilizem todos os recursos para coletar as informações em fundo cinza de forma coletiva e o restante das informações de forma individual. Porém, o grupo de inteligência deve estar em constante comunicação, e a troca de informações não é proibida, e sim incentivada, de modo que todos atinjam seus objetivos individuais e coletivos.

Ajudem-se mutuamente, pois assim a possibilidade de sucesso da missão aumenta consideravelmente. Segue a imagem do Satélite de renovação e atualização do GPS, que supostamente será lançado pelos Oficiais do G.I.S., o SVN-63 (Figura 6). A sigla SVN significa 'Space Vehicle Number'. A numeração do satélite indica a

sequência de lançamento; ou seja, o SVN-63 é o 63º satélite do sistema GPS a ser lançado.

Figura 3 - Satélite GPS - SVN-63.



Fonte: Scussel (2011).

Os oficiais devem se organizar de modo a encontrar as informações da forma mais eficiente possível. Conforme forem coletando os dados, os oficiais de elite devem compartilhar as informações de uso comum. Utilizem celulares e computadores à vontade. Preenham os 5 primeiros itens do Cartão Secreto (Quadro 2).

Quadro 2 - Cartão de Operações – Secreto.

CARTÃO DE OPERAÇÕES – SECRETO			
G.I.S	Grupo de Inteligência Sigiloso		Mi-1
Cod	Codinome		Mi-1
Loc	Localidade		Mi-1
d	Distância até Pitanga-PR		Mi-1
h	Altitude da Localidade		Mi-1
H	Altitude de Órbita (Satélites GPS)		Mi-1
f_1	Frequência da onda portadora GPS L1		Mi-2
f_2	Frequência da onda portadora GPS L2		Mi-2
v_e	Velocidade da Onda Eletromagnética		Mi-2
λ_1	Comprimento de onda 1		Mi-2
λ_2	Comprimento de onda 2		Mi-2
r	Raio da Órbita de um satélite GPS		Mi-2
G	Constante Gravitacional		Mi-2
M	Massa da Terra		Mi-2
m	Massa do Satélite		Mi-2
F	Força Gravitacional		Mi-2
c_w	Coefficiente de Arrasto		Mi-3
ρ	Densidade do Ar		Mi-3
A	Área da seção transversal		Mi-3
v_p	Velocidade do Projétil		Mi-3
W	Força de Arrasto		Mi-3
$d1$	Distância 1 ($c_w = 0,47$) - $g = 9,79m/s^2$		Mi-4
$d2$	Distância 2 ($c_w = 0$) - $g = 9,79m/s^2$		Mi-4
$d3$	Distância 3 ($c_w = 0,47$) - $g = 5,00m/s^2$		Mi-4
$d4$	Distância 4 ($c_w = 0$) - $g = 5,00m/s^2$		Mi-4

Fonte: O autor.

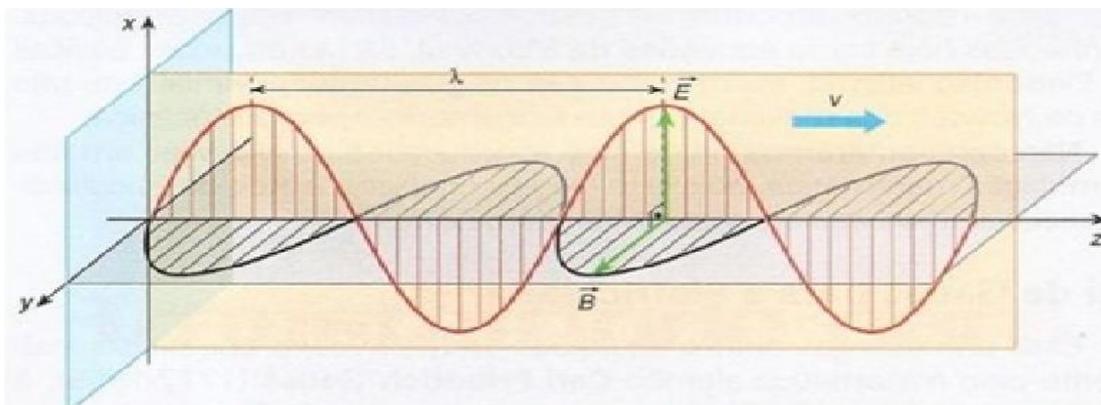
Missão 2:

Um oficial cientista precisa de embasamento teórico para saber onde deve posicionar o satélite. Tendo em vista que, ao final da missão, os oficiais cientistas vão lançar um satélite através do simulador PhET (2023).

Heinrich Hertz, em 1888, descobriu as ondas eletromagnéticas e demonstrou que elas possuem as mesmas propriedades da luz. Hertz ainda revelou o efeito fotoelétrico, posteriormente explicado por Einstein, o que rendeu a este último o Prêmio Nobel.

Utilizando as descobertas de Hertz a respeito das ondas eletromagnéticas (Figura 7).

Figura 4 - Onda Eletromagnética.



Fonte: JB_Magnetic (2013).

Através de relações físicas encontradas em (Tipler; Mosca, 2006), descritas da seguinte forma:

v_e = velocidade da onda, medida em m/s (metros por segundo);

λ = comprimento de onda, medido em m (metros);

f = frequência, medida em Hz (Hertz).

É importante que sejam observadas atentamente as unidades de medida adequadas assim como suas proporções equivalentes. Sabe-se que $1 \text{ Mega} = 1.000.000$ ou 10^6 ou seja, $1 \text{ MHz} = 1.000.000 \text{ Hz}$ ou 10^6 Hz . Assim, adotando a velocidade da onda eletromagnética igual a velocidade da luz, tem-se:

$$v = c \quad . \quad (1)$$

: velocidade da onda eletromagnética = velocidade da luz no vácuo:

De acordo com Maxwell (Hewitt, 2023), a luz é uma oscilação de campo elétrico e magnético. Sabendo que a equação fundamental da ondulatória é descrita da seguinte forma:

$$v_e = \lambda \cdot f \quad . \quad (2)$$

Pode ser aplicada para qualquer onda harmônica e por consequência para qualquer onda eletromagnética, é possível fazer uma relação para encontrar os respectivos comprimentos de onda, deve-se utilizar:

$$\lambda_1 = \frac{v_e}{f_1} \quad , \quad (3)$$

$$\lambda_2 = \frac{v_e}{f_2} \quad . \quad (4)$$

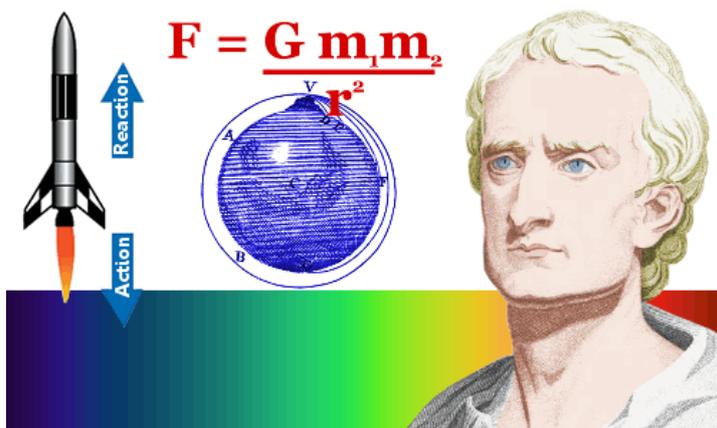
O entendimento do movimento ondulatório pode ser utilizado para explicar o comportamento de qualquer tipo de onda. Ou seja, quando uma onda se propaga

através de um meio, cada ponto do meio oscila em movimento harmônico simples. Assim sendo, a distância mínima em que há repetição da onda, ou a distância entre repetições, é chamada de comprimento de onda.

Ficou evidente que as ondas viajam grandes distâncias com grandes velocidades. Na sequência, os oficiais cientistas devem identificar grandezas referentes à força gravitacional, pois, para colocar um satélite em órbita, é necessário acessar conhecimentos de cientistas como Newton (Figura 8), que, em 1666, formulou e verificou a lei da gravitação universal. Esta afirma que cada partícula de massa atrai outra partícula no universo com uma força que varia diretamente conforme o produto das duas massas e inversamente ao quadrado da distância entre elas.

Em outras palavras, sobre a força gravitacional, segundo Hewitt (2023), um corpo atrai outro de forma diretamente proporcional ao produto entre suas massas, sendo inversamente proporcional ao quadrado da distância que as separa. Quando falamos sobre força e sobre Isaac Newton, vale sempre a pena retomar suas leis exatamente da forma que foram enunciadas por ele, originalmente em latim, no celebrado livro 'Principia - Philosophiae Naturalis Principia Mathematica' (Principia – Princípios Matemáticos de Filosofia Natural), onde elas são enunciadas (Newton, 2016).

Figura 8 - Isaac Newton e a Gravitação Universal.



Fonte: Famous Scientists (2015).

1ª Lei:

“Corpus omne perseverare in statu suo quiescendi vel movendi uniformiter in directum, nisi quatenus a viribus impressis cogitur statum illum mutare”

Todo corpo continua em seu estado de repouso ou de movimento uniforme em uma linha reta, a menos que ele seja forçado a mudar aquele estado por forças imprimidas sobre ele (Newton, 2016).

2ª Lei:

“Mutationem motis proportionalem esse vi motrici impressae, et fieri secundum lineam rectam qua vis illa imprimitur”.

A mudança de movimento é proporcional à força motora imprimida, e é produzida na direção da linha reta na qual aquela força é imprimida (Newton, 2016)

3ª Lei:

“Actione contrariam semper et aequalem esse reactionem: sive corporum duorum in se mutuo semper esse aequales et in partes contrarias dirigi.”

A toda ação há sempre oposta uma reação igual ou, as ações mútuas de dois corpos um sobre o outro são sempre iguais e dirigidas a partes opostas (Newton, 2016).

Após a enunciação das três leis, é possível adentrar nas explicações sobre a força gravitacional, que, por ser uma força atrativa, utiliza-se o sinal negativo. Isaac Newton (2016) postulou a lei da gravitação universal como uma força atrativa entre pares pontuais de partículas, sendo proporcional ao produto entre as massas das respectivas partículas e inversamente proporcional ao quadrado das distâncias entre elas. Também lembramos de Kepler, responsável pela revelação das leis das órbitas.

Henry Cavendish, em 1798, foi o responsável por determinar o valor da constante G (Hewitt, 2023) através do experimento com balanças de torção. Curiosamente, a constante gravitacional foi uma das primeiras constantes físicas medidas na história, e mesmo assim, devido à sua dificuldade de medição, possui uma precisão de apenas 1 parte em 10.000, o que a torna uma das constantes medidas com menor exatidão. Isso ocorre porque todas as medidas de G são extremamente difíceis, uma vez que a força gravitacional tem uma ação extremamente fraca. A equação em sua forma moderna foi apresentada por Laplace.

$$F = -G \cdot \frac{M \cdot m}{r^2} \quad (5)$$

onde:

F = Força Gravitacional, medida em newton (N);

G = Constante Gravitacional, tabelada em $6,673.10^{-11}(N.m^2/kg^2)$;

M = Massa do corpo 1, medido em quilograma (kg);

m = Massa do corpo 2, medido em quilograma (kg);

r = Distância entre as massas, medido em metro (m).

Neste momento, a fim de descobrir a Força Gravitacional, os oficiais cientistas devem trabalhar unindo forças, de modo a encontrar o valor da massa da Terra M , adotar a massa do satélite m como o número de chamada individual e o valor da distância entre a Terra e a Lua (r) utilizando sites de pesquisa.

Missão 3:

Para lançar um projétil verticalmente, devemos levar em consideração alguns efeitos que precisam ser medidos de modo a atingir sucesso pleno. Existem várias forças atuando sobre um foguete em um voo real. A força de resistência do ar é denominada arrasto e é representada pela letra W . Os oficiais precisaram apoiar-se na expressão de Prandtl para identificar e quantificar as temíveis forças de retardo, focando na resistência do ar.

O coeficiente de arrasto deve ser utilizado com valor igual a 0,47. A velocidade do projétil deve ser considerada como sendo 30 m/s. A área da seção transversal deve ser considerada o seu número de chamada, dividido por 100. Exemplo: número 4, utilizará o valor da área da seção transversal igual a 0,04 m². O valor da densidade do ar deve ser pesquisado via Google.

Considerado o pai da aerodinâmica, Ludwig Prandtl (Figura 9), em 1904, introduziu a noção de camada limite no escoamento de um fluido em torno de um obstáculo. Seu trabalho culminou em um método de determinação dos escoamentos supersônicos planos, estacionários e não turbulentos, e estabeleceu o modelo teórico para asa de envergadura infinita, cujo desenvolvimento foi aplicado às grandes velocidades subsônicas.

Figura 9 - Ludwig Prandtl.



Fonte: Wikipédia (2022).

Apesar de não ter sido laureado com o Prêmio Nobel, Ludwig Prandtl é um cientista muito reconhecido. Tanto que, quatro anos após a sua morte, foi instituído um prêmio para homenageá-lo e suas tremendas contribuições em aerodinâmica. A intenção do prêmio é promover trabalhos de futuros especialistas em mecânica dos fluidos e aerodinâmica. O vencedor do prêmio recebe um anel de ouro com o nome de Ludwig Prandtl. Nesse anel, é encravada uma pedra contendo a figura de uma águia, para simbolizar a liberdade do pensamento.

O prêmio é entregue no dia 4 de fevereiro, dia de nascimento de Prandtl, pela Sociedade Científica para Aviação. Dentre suas contribuições em dinâmica dos fluidos, destacam-se a teoria da camada limite, o desenvolvimento da sustentação de asas e a teoria do arrasto. No trabalho, foi utilizada a expressão de Prandtl para o arrasto, dada na forma:

$$W = \frac{1}{2} \cdot c_w \cdot \rho \cdot A \cdot v_p^2 \quad . \quad (6)$$

Para explicar cada grandeza física e suas respectivas unidades de medida que fazem parte equação 6, tem-se a sequência:

W é o arrasto (força resistiva do ar) medida em newton (N);

c_w é o coeficiente de arrasto, adimensional;

ρ é a densidade do ar medida em quilograma por metro cúbico (kg/m^3);

A é a área da seção transversal do projétil medida em metro ao quadrado (m^2);

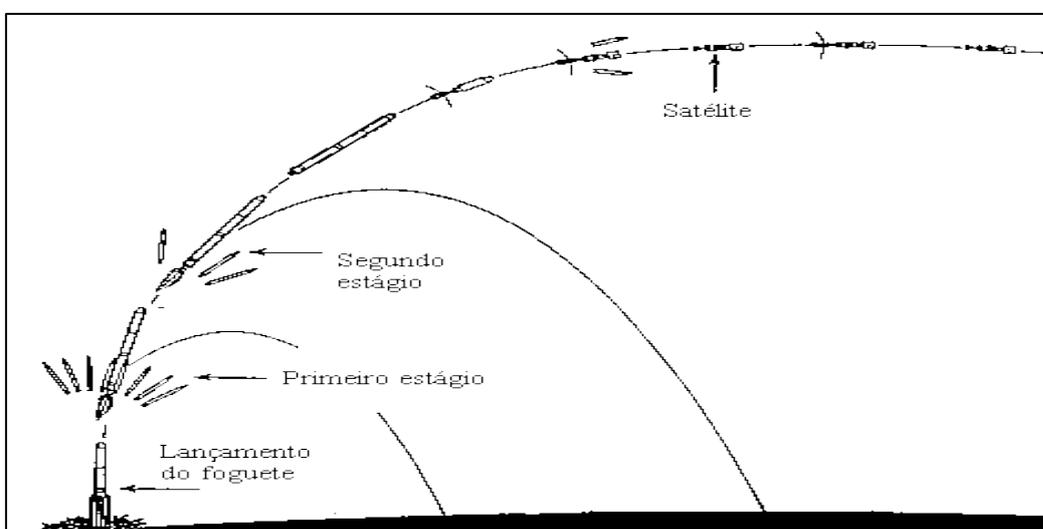
v_p é a velocidade do projétil, medida em metro por segundo (m/s).

Identificando e compreendendo as nuances que envolvem o lançamento de um foguete, os oficiais cientistas devem se preparar para as simulações de lançamento que acontecerão na sequência e revisar o preenchimento correto do cartão de operações. É fundamental que todos os pontos vistos até aqui estejam compreendidos e devidamente documentados no cartão de operações. Os satélites são colocados em órbita através do transporte via foguete. Ou seja, para levar um satélite ao espaço, precisamos de um meio de propulsão.

Após o satélite entrar em órbita, acima da atmosfera terrestre (Hewitt, 2023), eles não estão mais sujeitos ao arrasto do ar. O satélite da Terra é um projétil em estado de constante queda livre. Por causa de sua velocidade tangencial, ele cai ao redor da Terra, ao invés de cair verticalmente para o centro dela. É interessante ressaltar que, quando Newton (2016) calculou a velocidade necessária para uma órbita circular, percebeu que tal velocidade era impraticável naquela época e, conseqüentemente, não foi capaz de prever satélites feitos pelo homem, provavelmente por não imaginar a possibilidade de construção de foguetes de vários estágios.

Finalmente, a explicação para colocar um satélite em órbita terrestre (Hewitt, 2023) requer domínio sobre a velocidade e direção do foguete que o carrega. Inicialmente, um foguete é acionado na direção ortogonal à superfície e, depois, é inclinado, ganhando velocidade até atingir uma velocidade específica na horizontal acima da atmosfera, conforme a Figura 10.

Figura 10 - Esquema de Lançamento de Satélite.



Fonte: Sala de Física (2023).

Missão 4:

Simulação de lançamento de foguetes utilizando o PhET (2023).

A missão está chegando ao fim. Os oficiais cientistas agora devem acessar o link https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/projectile-motion. Por meio desse simulador, os oficiais devem utilizar alguns parâmetros específicos e seguir a sequência descrita nas imagens abaixo. A primeira tela que aparece deve ser a da Figura 11.

Figura 11: Impressão da tela inicial da simulação PhET.



Fonte: O Autor.

Após clicar na imagem do canhão disparador do foguete, deve ser selecionado o ícone do canhão escrito Lab na parte inferior, assim como mostra a Figura 12.

Figura 12 - Impressão da tela da simulação PhET do movimento de projétil.



Fonte: O Autor.

Finalmente, o oficial entrou na simulação e agora deve ajustar os parâmetros da mesma forma que a figura abaixo mostra. Como orientação, siga os passos descritos na sequência e depois confira com a imagem abaixo para saber se está no caminho correto. As lupas devem ser usadas de modo a facilitar a visualização. Inicialmente, ajuste o ângulo do canhão disparador para 75° . A rapidez inicial deve ser ajustada para 30 m/s. O alvo vermelho e branco deve estar a uma distância padrão em relação ao canhão, de 20,0 m. Neste momento, o capacitado oficial deve ajustar o projétil a ser lançado para bala de canhão.

O ajuste da massa é individual (utilize seu número de chamada e, se for maior que 31, divida por 2 e use o número do resultado) e será o que diferenciará os resultados de todos os oficiais, determinando qual lançamento de foguete será o mais bem-sucedido (atingirá o alvo) e, assim sendo, um lançamento de melhor precisão e efetividade. Utilize a altitude da localidade que foi previamente preenchida no item 5 da ficha de operações.

Após selecionar a trena, posicione-a com o sistema de referência [+] sobre a referência [+] do canhão de modo coincidente, para permitir que as medidas d_1 , d_2 , d_3 e d_4 sejam feitas com precisão. Após cada lançamento, meça-se e anote-se o valor no cartão de operação. Os cientistas devem utilizar o coeficiente de arrasto $c_w = 0,47$ quando for levado em consideração, conforme a Figura 13.

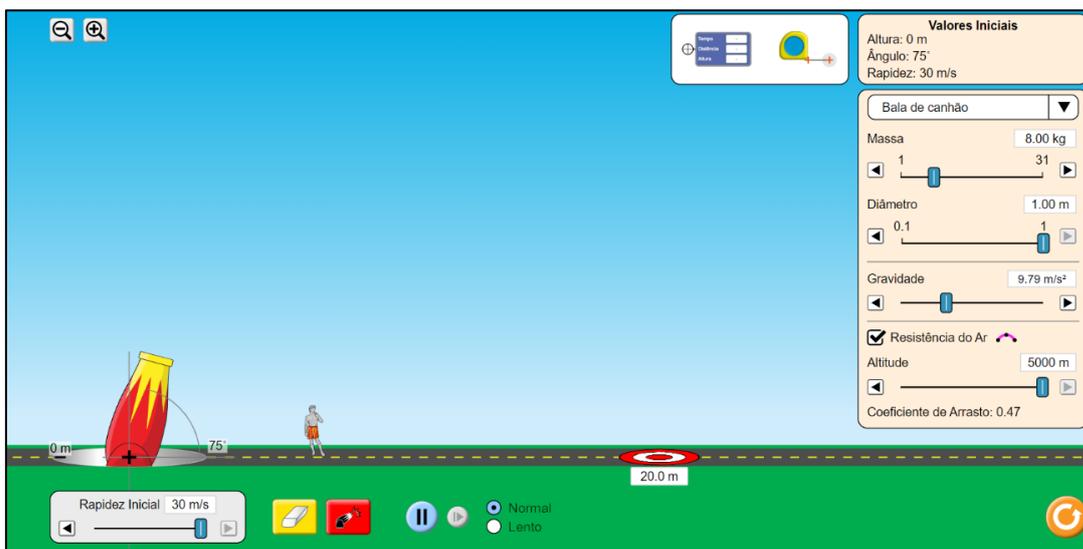
Para **d_1** deve-se utilizar o valor da gravidade como $g = 9,79m/s^2$ e $c_w = 0,47$.

Para **d_2** deve-se utilizar o valor da gravidade como $g = 9,79m/s^2$ e $c_w = 0$.

Para **d_3** deve-se utilizar o valor da gravidade como $g = 5,00m/s^2$ e $c_w = 0,47$.

Para **d_4** deve-se utilizar o valor da gravidade como $g = 5,00m/s^2$ e $c_w = 0$.

Figura 13 - Impressão da tela da simulação PhET para a determinação de parâmetros para a bala de canhão.



Fonte: O Autor.

Finalizando a missão: Os oficiais cientistas devem agora compartilhar e comparar seus resultados encontrados nas distâncias d_1 , d_2 , d_3 e d_4 . Quem foi o Oficial Cientista que obteve o resultado mais próximo do alvo? Qual foi o valor mais próximo ao alvo que você conseguiu e foi com parâmetros de d_1 , d_2 , d_3 ou d_4 ? Seria possível atingir o alvo modificando apenas o valor da massa? Teste e registre seu resultado mais próximo e a massa utilizada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As principais contribuições do trabalho, estão diretamente relacionadas as aplicações práticas e uso de tecnologias em nosso dia a dia, por meio do desenvolvimento das atividades descritas neste trabalho, o aluno sente-se conectado aos conceitos estudados, pois é familiarizado ao uso do GPS, celular, computadores e internet em geral, o que torna o desenvolvimento das aulas mais natural e menos cansativo. Partindo de conhecimentos comuns aos alunos, a possibilidade de aprofundamento e desenvolvimento do conhecimento de forma assertiva é evidente, pois ocorre um maior engajamento dos estudantes.

A evolução do conteúdo, de forma lúdica e aplicada, proporciona um ganho de aprendizagem aos estudantes, de modo a permitir ao docente, um caminho seguro e bem pavimentado para o sucesso do binômio ensino-aprendizagem. O interesse do aluno deve ser sempre encorajado e de forma especial no desenvolvimento de conteúdos de física que exigem um determinado nível de abstração dos alunos, como a equação de onda, força gravitacional e arrasto. Onda, gravitação e arrasto, são temas que podem ser explorados através de experimentos virtuais.

A apresentação do assunto GPS, envolvendo lançamento de satélites a partir de lançamentos de foguetes, é uma estratégia de ensino que favorece o aprendizado, pois são temas modernos, populares e atraentes. Este trabalho pode ser encarado como o início de um projeto maior, pois as possibilidades são vastas para expandir a história e utilizar conteúdos que não foram explorados, como por exemplo cinemática, força centrípeta, força peso, energia cinética, energia potencial, eletromagnetismo, termodinâmica dentre outros.

É esperado que este trabalho seja reproduzido por outros professores e devido ao formato bem elaborado e auto explicativo, o docente se torna parte da história e um colaborador no processo que é prioritariamente desenvolvido pelos estudantes.

A abordagem da teoria das múltiplas inteligências durante a aplicação do produto, se mostrou eficiente e natural, pois permitiu que os alunos trabalhassem com liberdade e autonomia, de modo que exploraram os pontos fortes uns dos outros e se apoiaram nos momentos de dificuldade.

REFERÊNCIAS

AMIRUDDIN, M. Z. B.; NISA, W. Z.; RAHMAN, S. M. I. B.; SAINI, N. A. M. B. Future Prospect of Gamification-Based Mobile in Physics Learning. **Jurnal Penelitian Pendidikan Sains**, Vol. 12, Nº 1, 40-55, 26 Nov. 2022.
<https://www.doi.org/10.26740/jpps.v12n1.p40-55>.

CASSIE, J. **Level Up Your Classroom: The Quest to Gamify Your Lessons and Engage Your Students**. ASCD, 2016, 180 p.

FAMOUS SCIENTISTS **Isaac Newton**. famousscintists.org. 20 Feb. 2015. 1 ilustração, color. Disponível em: <https://www.famousscintists.org/images1/isaac-newton.png>. Acesso em 24/05/2023.

HEWITT, P. G. **Física Conceitual**. 13ª ed. Porto Alegre, RS: Bookman, 2023.

JB_MAGNETIC. **Ondas eletromagnéticas**. 03 de abr. de 2013. 1 ilustração, color. Disponível em: <https://5932bb2d7a.cbau-cdnwnd.com/88a487a244c7f0e6d502059bc862994e/200000007-92d5193cf6/Capturar.JPG>. Acesso em 22/05/2023.

KATANOSAKA, T.; KHAN, M. F. F.; SAKAMURA, K. A Physics Learning System Using Gamification for High-School Students. **11th International Conference on Information and Education Technology (ICIET)**, Fujisawa, Japan, p. 167-171, 2023. doi:10.1109/ICIET56899.2023.10111133.

LEE, J. J.; HAMMER, J. Gamification in Education: What, How, Why Bother? **Academic Exchange Quarterly**, 15(2), 2011.
https://www.researchgate.net/publication/258697764_Gamification_in_Education_What_How_Why_Bother.

NEWTON, I. **Principia: Princípios Matemáticos de Filosofia Natural**. Livro 1/2. Ed.,3. Reimpr. – São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2016.

PhET. **Physics Education Technology**. (2023) Disponível em <http://phet.colorado.edu/>. Acesso em: 29 jun. 2023.

SIA - SATELLITE INDUSTRY ASSOCIATION. **GPS & Navigation**. 2021. 1 ilustração, color. Disponível em: <https://sia.org/wp-content/uploads/2019/11/gps-navigation2.jpg>. Acesso em: 02/05/2023.

SALA DE FÍSICA. **Lançamento De Satélites**. [2023]. 1 ilustração, preto e branco. Disponível em: <https://www.geocities.ws/saladefisica5/leituras/lancamento11.gif>. Acesso em 10/06/2023.

SCUSSEL, A. **Novo satélite GPS envia primeiros sinais do espaço**. 18 de jul. de 2011. 1 ilustração, color Disponível em: <https://mundogeo.com/wp-content/uploads/2011/07/gps2rart.jpg>. Acesso em 17/07/2022.

SHELDON, L. **The Multiplayer Classroom: Designing Coursework as a Game.** Boston, MA: Cengage Learning, 2012. 284 p.

TIPLER, P.; MOSCA, G. **Física para Cientistas e Engenheiros.** Vol. 2, Vol.3. 5ª ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2006.

VINHOLES, T. **Centro de Alcântara é aberto para lançamentos espaciais de empresas estrangeiras.** 3 de junho de 2020. 1 fotografia, color. Disponível em: https://www.airway.com.br/wp-content/uploads/2020/06/Alcantara_AEB-960x640.jpg. Acesso em 18/05/2023.

WIKIPÉDIA. **Ludwig Prandtl.** 4 de fev. de 2022. 1 fotografia, preto e branco. Disponível em: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/e/ea/Prandtl_portrait.jpg/200px-Prandtl_portrait.jpg. Acesso em 30/05/2023.

ZOURMPAKIS, A.-L.; KALOGIANNAKIS, M.; PAPADAKIS, S. A Review of the Literature for Designing and Developing a Framework for Adaptive Gamification in Physics Education. Chapter 5. TAŞAR, M. F.; HERON, P. R. L. **The International Handbook of Physics Education Research: Teaching Physics**, 1-26, 2022. doi: 10.1063/9780735425712_005. Acesso em 27/08/2023

APENDICE III

Planos de Aula da Sequência Didática

PLANO DE AULA 1	
Disciplina	Física
Professor(a)	Luís Henrique Mendes de Souza
Ano/Semestre	2022/02
Carga Horária	50min
Assunto:	
Ondulatória por meio da utilização do GPS – Sistema de Posicionamento Global	
Competências e Habilidades:	
<p>De acordo com a BNCC. Diferenciar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).</p> <p>(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.</p>	
Objetivo(s):	
<p>O estudante após a aula experimental, deve ser capaz de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reconhecer a importância da tecnologia no cotidiano. - Trabalhar em equipe. - Utilizar a internet e o GPS como fonte de estudo e coleta de dados. - Identificar e preencher corretamente a tabela de dados. (Cartão de Operações) - Resolver situações problema. - Compreender de forma geral o funcionamento e origens do GPS, assim como suas principais aplicações. 	

Momentos da Aula
1 – Introdução
<p>Inicialmente o professor explica que esta é a aula especial que será o início de uma sequência de aulas e na última aula será realizado um “experimento virtual”, a introdução do conteúdo se dará através da reprodução via YouTube de uma animação curta onde Einstein explica o funcionamento e a história do GPS.</p>
2 - Desenvolvimento:
<p>Será desenvolvido o conteúdo de ondulatória, de forma mais qualitativa, com coleta de dados experimentais coletivos e individuais serão utilizados na sequência, assim como no raciocínio dos estudantes. Todas as atividades levam em conta o caráter humanista e inclusivo, considerando que alunos no ensino público regular, possuem acesso à internet em grande parte, apenas por smartphones, e não possuem internet de qualidade. Assim sendo, todas as atividades foram desenvolvidas de modo a incluir o aluno como protagonista do processo de aprendizagem. Segundo Howard Gardner, utilizar-se das teorias das múltiplas inteligências, proporciona ao professor, atingir um número maior de alunos, de modo a engajá-los positivamente para o conteúdo a ser apresentado. Para Pietrocola (2005), a Física é uma ciência da natureza e como tal se propõe a conhecê-la da forma mais precisa possível. Em outras palavras, a Física é uma ciência presente no mundo cotidiano, pois a natureza faz parte de nossa realidade. A Física voltada para o dia a dia do aluno contribui de forma significativa para um melhor entendimento do mundo a sua volta e tenha uma atuação mais crítica deste.</p>
3 - Síntese Integradora:
<p>Através de uma situação problema fictícia, o professor atuando como um narrador, compartilha um texto base e faz a leitura com entonação de aventura, inserindo os alunos na situação e envolvendo o conteúdo de Ondas. Os alunos são orientados a preencher uma ficha de operação, de modo a constantemente estarem conversando, trocando ideias e coletando dados e refletindo sobre o conteúdo.</p>
Avaliação:
<p>Através do preenchimento dos 5 primeiros itens do cartão de operação, o professor identifica e ratifica o preenchimento, de modo que a avaliação é contínua e de acordo com a participação e engajamento do aluno.</p>

Recursos didáticos:

Internet, Laboratório de Informática, Educatron, computadores.

Bibliografia:

https://www.defesanet.com.br/br_usa/noticia/33816/Acordo-com-os-EUA-sobre-a-base-de-Alcantara/ - Acesso em 20/05/2021.

https://www.google.com/search?q=satelite+de+gps&tbm=isch&ved=2ahUKEwjSzfrRwerwAhXGI5UCHSIJAgIQ2-cCegQIABAA&oq=Satelite+de+&gs_lcp=CgNpbWcQARgFMgIIADICCAAyAggAMgIIADICCAAyAggAMgIIADICCAAyAggAMgIIADoFCAAQsQM6CAgAELED EIMBOgQIABBDogQIABATUJfKJVjYICZg97omaANwAHgEgAH4AYgBiRySA QYwLjE4LjKYAQCgAQGqAQtd3Mtd2l6LWltZ7ABAMABAQ&sclient=img&ei=xOevYNLbIMav1sQPqZKJEA&bih=754&biw=1536&rlz=1C1CHZN_pt-BRBR945BR945#imgrc=CAYSZw8Q2kVOPM acesso em 20/05/2021.

<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/#medio/a-area-de-ciencias-da-natureza-e-suas-tecnologias>

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física – Ondas.** Vol. 2, 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1994.

A EXPERIMENTAÇÃO COMO INSTRUMENTO DE ENSINO DA FÍSICA: UMA REVISÃO DE LITERATURA: 4 v. 2, n.3, p. 1-12, 2020 ISSN: 2675-343X www.amazonlivejournal.com.

Observação:

Missão 1 - Briefing: Missão Aeroespacial Ultra Secreta (M.A.U.S)

A situação do sistema de navegação, Global Positioning System (GPS) utilizado pelo Brasil está sofrendo um ataque cibernético e a ABIN (Agência Brasileira de Inteligência) em conjunto com a AEB (Agência Espacial Brasileira) estão requisitando em caráter extra oficial e sigiloso, as mentes mais brilhantes e destemidas do país, ou seja, a turma **do 3º A do Colégio Estadual Conselheiro Carrão, localizado em Curitiba-PR, no bairro Uberaba**. A turma do 3ºA agora é um G.I.S (Grupo de Inteligência Secreto), cada estudante agora é um Oficial Cientista e deverá seguir as instruções na sequência determinada e trabalhar em equipe com a função de atingir os objetivos da missão, utilizando seus conhecimentos em Física Moderna, de modo a retardar o ataque cibernético e conseguir através do lançamento de um foguete (satélite auxiliar) resolver a situação crítica afim de corrigir eventuais falhas e proteger em definitivo o sistema, através do lançamento de um satélite backup.

Cada Oficial Cientista estará recebendo por escrito as instruções diárias, tendo em vista que a missão completa levará 4 aulas. Cada etapa é importante e será decisiva no momento de promoção dos oficiais (Avaliação Individual, Diária e Contínua).

Deste momento em diante, será efetuada a conferência de contingente (chamada) e cada estudante deve durante a chamada adotar um codinome para tempos de guerra e preencher no local indicado. Devem também preencher o campo Localidade (cidade onde você nasceu) não podendo utilizar a Cidade de Curitiba-PR e nem a cidade de Pitanga-PR. No caso de ter nascido em uma dessas localizações, o estudante deve escolher uma outra cidade, a seu critério (desde que dentro do Brasil), sem qualquer prejuízo a missão.

A base responsável por concentrar as operações encontra-se em Pitanga-PR, devido a sua posição geográfica estratégica para a segurança das informações. Basta observar o mapa do estado do Paraná, para notar a posição central do município. Os oficiais devem utilizar de seus GPS (enquanto ainda funcionam) e da internet para coletar os dados necessários. Você já ouviu falar sobre **GPS**? O condecorado Comandante Cientista Albert nos conta uma história incrível e fornecerá informações valiosas sobre a missão. <https://www.youtube.com/watch?v=OsYU0xPXsgA>.

A base de lançamentos de Alcântara - MA ainda não está operando para estes tipos de lançamento, devido a políticas internacionais.



Devido a essa situação crítica, cada oficial vai avaliar uma nova localização para servir de base de lançamentos para o Brasil.

Apenas este G.I.S pode resolver a situação crítica e evitar o colapso total do sistema de posicionamento global.

Para os oficiais impedirem o ataque cibernético, devem efetuar uma simulação de lançamento de um satélite por localidade. A localidade de cada cientista é uma base secreta de lançamentos de emergência. O cartão de operação e lançamento do satélite deve ser preenchido com precisão e clareza, sendo possível seu entendimento e utilização por qualquer oficial em qualquer momento. Este cartão de operação deverá conter informações preciosas que serão coletadas e devidamente avaliadas e validadas pelo G.I.S.



Utilizem todos os recursos para coletar as informações em fundo cinza de forma coletiva e o restante das informações de forma individual, porém, o grupo de inteligência deve estar em constante comunicação e a troca de informações não é proibida e sim incentivada de modo que todos atinjam seus objetivos individuais e coletivos. Ajudem-se mutuamente pois assim a possibilidade de sucesso da missão aumenta consideravelmente. Segue a imagem do Satélite de renovação e atualização do GPS, que supostamente será

lançado pelos Oficiais do G.I.S, o SVN-63.

Os oficiais devem se organizar de modo a encontrar as informações da forma mais eficiente possível. Conforme forem coletando os dados, os oficiais de elite devem compartilhar a informações de uso comum. Utilizem celulares e computadores a vontade. Preencham os 5 primeiros itens do Cartão Secreto.

Lembrete: O preenchimento do cartão de operações deve ser feito da seguinte maneira. Os itens em cinza devem ser feitos em conjunto e os demais itens devem ser feitos de forma individual, pois utilizam valores personalizados. Os oficiais podem se ajudar mutuamente inclusive para responder as partes individuais.

PLANO DE AULA 2	
Disciplina	Física
Professor(a)	Luís Henrique Mendes de Souza
Ano/Semestre	2022/02
Carga Horária	50min
Assunto:	
Ondas Eletromagnéticas e Força Gravitacional – Satélites GPS	
Competências e Habilidades:	
<p>De acordo com a BNCC. Diferenciar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).</p> <p>(EM13CNT307) Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas) e/ ou propor soluções seguras e sustentáveis considerando seu contexto local e cotidiano.</p> <p>(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.</p>	
Objetivo(s):	
<p>O estudante após a aula experimental, deve ser capaz de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reconhecer a importância da tecnologia no cotidiano. - Trabalhar em equipe. - Utilizar a internet e o GPS como fonte de estudo e coleta de dados. - Resolver e compreender a equação de onda, assim como suas grandezas físicas e suas respectivas unidades de medida. - Aplicar os dados experimentais na equação de onda. - Resolver e compreender a equação da força gravitacional, assim como suas grandezas físicas e suas respectivas unidades de medida. - Aplicar os dados experimentais na equação da força gravitacional. 	

- Resolver situações problema.
- Compreender de forma geral o funcionamento e origens do GPS, assim como suas principais aplicações.

Momentos da Aula

1 – Introdução

Inicialmente o professor lê o roteiro da missão 2 dando liberdade para os alunos o interromperem assim que acharem conveniente. É uma leitura curta e bem direcionada de modo que os alunos compreendem que se trata da continuação da missão 1 e após sua conclusão haverá uma continuação na missão 3.

2 - Desenvolvimento:

Será desenvolvido o conteúdo de ondulatória e força gravitacional, com enfoque na equação de onda e na equação da força gravitacional. Os dados experimentais coletivos e individuais serão utilizados na equação de onda e da força gravitacional, assim como no raciocínio dos estudantes. Todas as atividades levam em conta o caráter humanista e inclusivo. Assim sendo, todas as atividades foram desenvolvidas de modo a incluir o aluno como protagonista do processo de aprendizagem. Para Pietrocola (2005), a Física é uma ciência da natureza e como tal se propõe a conhecê-la da forma mais precisa possível. Em outras palavras, a Física é uma ciência presente no mundo cotidiano, pois a natureza faz parte de nossa realidade. A Física voltada para o dia a dia do aluno contribui de forma significativa para um melhor entendimento do mundo a sua volta e tenha uma atuação mais crítica deste.

3 - Síntese Integradora:

Através de uma situação problema fictícia, o professor atuando como um narrador, compartilha um texto base e faz a leitura com entonação de aventura, inserindo os alunos na situação e envolvendo o conteúdo de Ondas e Gravitação. Mais especificamente a equação de onda e a equação da força gravitacional. Os alunos são orientados a dar sequência no preenchimento do cartão de operações secreto, de modo a constantemente estarem conversando, trocando ideias e coletando dados e refletindo sobre o conteúdo. As medidas são coletadas via pesquisa e também calculadas através da equação de onda e por fim da fórmula da força gravitacional.

Avaliação:

Através da observação contínua da participação e engajamento dos alunos, neste caso, observando também a correta aplicação das equações de onda e da gravitação universal.

Recursos didáticos:

Internet, laboratório de informática e computadores.

Bibliografia:

<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/#medio/a-area-de-ciencias-da-natureza-e-suas-tecnologias>.
 HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física – Ondas**. Vol. 2, 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1994.
 A EXPERIMENTAÇÃO COMO INSTRUMENTO DE ENSINO DA FÍSICA: UMA REVISÃO DE LITERATURA: 4 v. 2, n.3, p. 1-12, 2020 ISSN: 2675-343X
www.amazonlivejournal.com.

Observação:**Missão 2**

Um oficial cientista precisa de embasamento teórico para saber onde deve colocar o satélite. Tendo em vista que os oficiais cientistas ao final da missão, vão lançar um satélite através do simulador Phet.

Tem-se que $v_e = \text{velocidade da onda, medida em m/s}$ (adotem a velocidade da luz c), $\lambda = \text{comprimento de onda, medido em m}$ e sabemos que $f = \text{frequência, medida em Hz (Hertz)}$. É importante que sejam observadas atentamente as unidades de medida adequadas assim como suas proporções equivalentes. Sabe-se que $1 \text{ Mega} = 1.000.000 \text{ ou } 10^6$ ou seja, $1 \text{ MHz} = 1.000.000 \text{ Hz ou } 10^6 \text{ Hz}$. Assim $v=c$

velocidade da onda eletromagnética = velocidade da luz no vácuo

Para encontrar os respectivos comprimentos de onda, deve-se utilizar:

$$\lambda_1 = \frac{v_e}{f_1}, \quad \lambda_2 = \frac{v_e}{f_2}.$$

Ficou evidente que as ondas viajam grandes distâncias em grandes velocidades, na sequência, os oficiais cientistas devem identificar grandezas referentes a Força Gravitacional, pois para colocar um satélite em órbita, é necessário acessar conhecimentos de cientistas como Newton que em 1666 formulou e verificou a lei da gravitação universal, afirmando que *cada partícula de massa atrai outra partícula no universo com uma força que varia diretamente conforme o produto das duas massas e inversamente como o quadrado da distância entre elas*. Como a força gravitacional é uma força atrativa, utiliza-se o sinal negativo. Também lembramos de Képler, responsável pela revelação das leis das órbitas. Kavendish que foi o responsável por determinar o valor da constante G, através do experimento com balanças de torção. A equação em sua forma moderna foi apresentada por Laplace

$$F = -G \cdot \frac{M \cdot m}{r^2},$$

F = Força gravitacional, medida em Newton (N);

G = Constante Gravitacional, tabelada em $6,673 \cdot 10^{-11} (N \cdot m^2 / kg^2)$;

M = Massa do corpo 1, medido em quilograma (kg);

m = Massa do corpo 2, medido em quilograma (kg);

r = Distância entre as massas, medido em metro (m).

Neste momento, a fim de descobrir a Força Gravitacional, os oficiais cientistas devem trabalhar unindo forças, de modo a encontrar o valor da massa da Terra M , adotar a massa do satélite m como o número de chamada individual e o valor da distância entre a Terra e a Lua (r) utilizando sites de pesquisa.

PLANO DE AULA 3	
Disciplina	Física
Professor(a)	Luís Henrique Mendes de Souza
Ano/Semestre	2022/02
Carga Horária	50min
Assunto:	
Arrasto – Lançamento de foguete – Satélite GPS.	
Competências e Habilidades:	
<p>De acordo com a BNCC. Diferenciar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).</p> <p>(EM13CNT307) Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas) e/ ou propor soluções seguras e sustentáveis considerando seu contexto local e cotidiano.</p> <p>(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.</p>	
Objetivo(s):	
<p>O estudante após a aula experimental, ser capaz de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reconhecer a importância da tecnologia no cotidiano. - Trabalhar em equipe. - Resolver e compreender a equação da Força de Arrasto, assim como suas grandezas físicas e suas respectivas unidades de medida. - Aplicar os dados experimentais na equação da Força de Arrasto. - Resolver situações problema. - Compreender de forma geral o funcionamento e origens do GPS, assim como suas principais aplicações. 	

Momentos da Aula
1 – Introdução
Inicialmente o professor faz a leitura do roteiro da Missão 3, de modo que o aluno já reconhece que se trata da continuação da Missão 2.
2 - Desenvolvimento:
<p>Será desenvolvido o conteúdo de Força de Arrasto, com enfoque na equação do arrasto. Os dados experimentais coletivos e individuais serão utilizados na equação de onda, assim como no raciocínio dos estudantes. Todas as atividades levam em conta o caráter humanista e inclusivo, considerando que alunos no ensino público regular, em uma parcela significativa não possuem internet de qualidade. Assim sendo, todas as atividades foram desenvolvidas de modo a incluir o aluno como protagonista do processo de aprendizagem. Para Pietrocola (2005), a Física é uma ciência da natureza e como tal se propõe a conhecê-la da forma mais precisa possível. Em outras palavras, a Física é uma ciência presente no mundo cotidiano, pois a natureza faz parte de nossa realidade. A Física voltada para o dia a dia do aluno contribui de forma significativa para um melhor entendimento do mundo a sua volta e tenha uma atuação mais crítica deste.</p>
3 - Síntese Integradora:
<p>Através da continuação de uma situação problema fictícia, o professor atuando como um narrador, compartilha um texto base e faz a leitura com entonação de aventura, inserindo os alunos na situação e envolvendo o conteúdo de Força de Arrasto. Mais especificamente a equação de onda. Os alunos são orientados a dar sequência no preenchimento do Cartão de Operações Secreto, de modo a constantemente estarem conversando, trocando ideias e coletando dados e refletindo sobre o conteúdo. As últimas medidas são calculadas através da equação de onda.</p>
Avaliação:
<p>Através da questão final, que é aberta e exige reflexão sobre os dados coletados e verdadeiramente integra toda a aula. A equipe elabora em conjunto a resposta mais adequada e de forma oral ou através do chat, compartilham com o professor, dando fim a missão.</p>
Recursos didáticos:
Acesso à Internet e Laboratório de Informática.

Bibliografia:

<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/#medio/a-area-de-ciencias-da-natureza-e-suas-tecnologias>.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física – Ondas**. Vol. 2, 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1994.

A EXPERIMENTAÇÃO COMO INSTRUMENTO DE ENSINO DA FÍSICA: UMA REVISÃO DE LITERATURA: 4 v. 2, n.3, p. 1-12, 2020 ISSN: 2675-343X www.amazonlivejournal.com.

Observação:**Missão 3**

Para lançar um projétil verticalmente, devemos levar em consideração alguns efeitos que precisam ser medidos de modo a atingir sucesso pleno. Existem várias forças atuando sobre um foguete em um vôo real. A Força de resistência do ar é denominada Arrasto e é representada pela letra W . Os oficiais precisaram apoiar-se na expressão de Prandtl para identificar e quantificar as temíveis Forças de Retardo, focando na resistência do Ar. O Coeficiente de arrasto deve ser utilizado com valor igual a 0,47. A velocidade do projétil deve ser considerada como sendo 30m/s. A área da secção transversal deve ser considerada o seu número de chamada, dividido por 100. Exemplo: Número 4, utilizará o valor da área da secção transversal igual a 0,04m². O valor da densidade do ar deve ser pesquisado via google. Por fim o Oficial Cientista deve efetuar o cálculo da força de arrasto, através da expressão de Prandtl descrita abaixo.

$$W = \frac{1}{2} \cdot c_w \cdot \rho \cdot A \cdot v_p^2.$$

W é o arrasto (força resistiva do ar) medida em Newton (N);

c_w é o coeficiente de arrasto, adimensional;

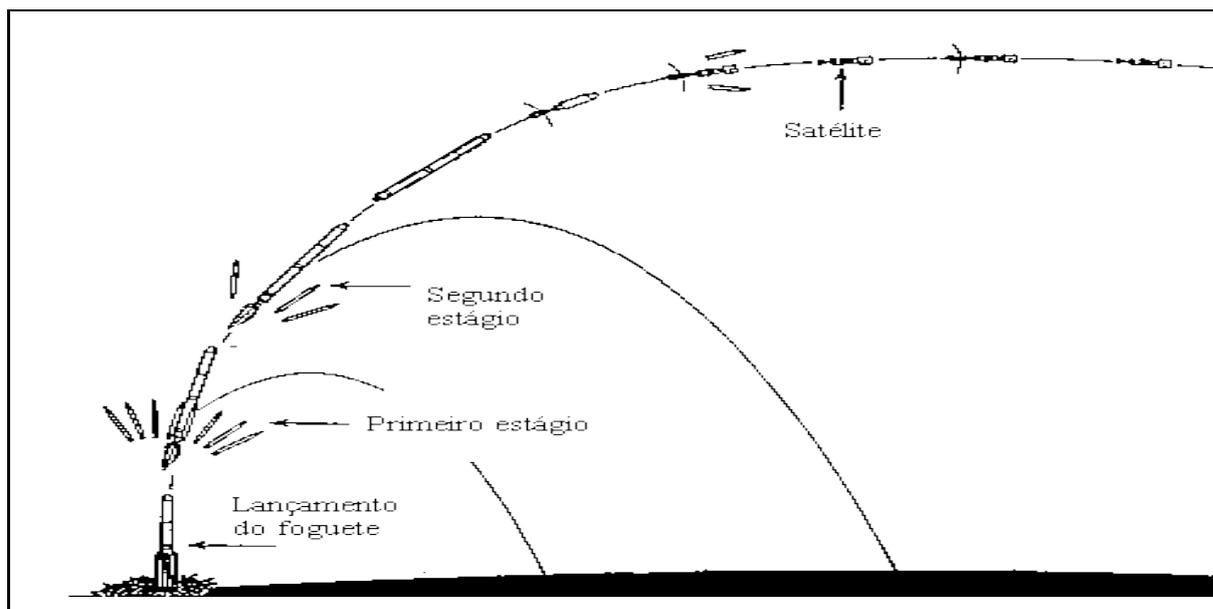
ρ é a densidade do ar medida em quilograma por metro cúbico (kg/m³);

A é a área da secção transversal do projétil medida em metro ao quadrado (m²);

v_p é a velocidade do projétil, medida em metro por segundo (m/s).

Identificando e compreendendo as nuances que envolvem o lançamento de um foguete, os oficiais cientistas devem se preparar para as simulações de lançamento que acontecerão na sequência e revisar o preenchimento correto do cartão de operações. É fundamental que todos os pontos vistos até aqui estejam compreendidos e devidamente documentados do cartão de operações. Os satélites são colocados em órbita através do transporte via foguete. Ou seja, para levar um satélite, precisamos de um meio de propulsão.

Figura 10 – Esquema de lançamento de Satélite.



Fonte: Sala de Física (2023).

PLANO DE AULA 4	
Disciplina	Física
Professor(a)	Luís Henrique Mendes de Souza
Ano/Semestre	2022/02
Carga Horária	50min
Assunto:	
Resistência do Ar no lançamento de foguetes com satélite – GPS.	
Competências e Habilidades:	
<p>De acordo com a BNCC. Diferenciar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).</p> <p>(EM13CNT307) Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas) e/ ou propor soluções seguras e sustentáveis considerando seu contexto local e cotidiano.</p> <p>(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.</p>	
Objetivo(s):	
<p>O estudante após a aula experimental, ser capaz de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reconhecer a importância da tecnologia no cotidiano. - Trabalhar em equipe. - Utilizar a internet e o GPS como fonte de estudo e coleta de dados. - Resolver e compreender a equação da força de arrasto, assim como suas grandezas físicas e suas respectivas unidades de medida. - Aplicar os dados experimentais na equação da força de arrasto. - Resolver situações problema. - Compreender de forma geral o funcionamento e origens do GPS, assim como suas principais aplicações. 	

- Entender os conceitos físicos básicos envolvidos no lançamento de foguetes.
- Aplicar conceitos aprendidos na teoria em simuladores de experimentos de física.

Momentos da Aula

1 – Introdução

Inicialmente o professor explica que se trata da Missão 4 (final) que é a sequência da missão 3. Faz-se a leitura da missão e o reforço para os alunos acessarem o link do PHET Colorado.

2 – Desenvolvimento

Será desenvolvido o conteúdo de resistência do ar, com enfoque na equação da força de arrasto. Os dados experimentais coletivos e individuais serão utilizados na equação da força de arrasto, assim como no raciocínio dos estudantes. Todas as atividades levam em conta o caráter humanista e inclusivo. Assim sendo, todas as atividades foram desenvolvidas de modo a incluir o aluno como protagonista do processo de aprendizagem. Para Pietrocola (2005), a Física é uma ciência da natureza e como tal se propõe a conhecê-la da forma mais precisa possível. Em outras palavras, a Física é uma ciência presente no mundo cotidiano, pois a natureza faz parte de nossa realidade. A Física voltada para o dia a dia do aluno contribui de forma significativa para um melhor entendimento do mundo a sua volta e tenha uma atuação mais crítica deste.

3 - Síntese Integradora:

Através de uma situação problema fictícia, o professor atuando como um narrador, compartilha um texto base e faz a leitura com entonação de aventura, inserindo os alunos na situação e envolvendo o conteúdo de Resistência do Ar. Mais especificamente a equação da força de arrasto. Os alunos são orientados a completar e finalizar o cartão de operação secreto, de modo a constantemente estarem conversando, trocando ideias e coletando dados e refletindo sobre o conteúdo. As últimas medidas são calculadas através da equação de onda.

Avaliação:

Ocorrerá de forma contínua, e através do correto preenchimento do cartão de operações secreto e pelas respostas das questões finais da missão 4.

Recursos didáticos:

Acesso a internet, laboratório de Informática e computadores.

Bibliografia:

<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/#medio/a-area-de-ciencias-da-natureza-e-suas-tecnologias>.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física – Ondas**. Vol. 2, 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1994.

A EXPERIMENTAÇÃO COMO INSTRUMENTO DE ENSINO DA FÍSICA: UMA REVISÃO DE LITERATURA: 4 v. 2, n.3, p. 1-12, 2020 ISSN: 2675-343X www.amazonlivejournal.com.

Observação:

Missão 4: Simulação de lançamento de foguetes utilizando o PHET.

A missão está chegando ao fim. Os oficiais cientistas agora devem acessar o link https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/projectile-motion. Por meio desse simulador, os oficiais devem utilizar alguns parâmetros específicos e seguir a sequência descrita abaixo. A primeira tela que aparece deve ser esta. Figura 11: Impressão da tela inicial da simulação PhET.



Fonte: O Autor.

Após clicar na imagem do canhão disparador do foguete, deve ser selecionado o ícone do canhão escrito Lab na parte inferior, assim como mostra a figura abaixo.

Figura 12 – Impressão da tela da simulação PhET do movimento de projétil.



Fonte: O Autor.

Finalmente o oficial entrou na simulação e agora deve ajustar os parâmetros da mesma forma que a figura abaixo mostra. Como orientação, siga os passos descritos na sequência e depois confira com a imagem abaixo para saber se está no caminho correto. As **lupas** devem ser usadas de modo a facilitar a visualização. Inicialmente, ajuste o **ângulo do canhão** disparador para **75°**. A **rapidez inicial** deve ser ajustada para **30m/s**. O **alvo** vermelho e branco deve estar a uma **distância padrão** em relação ao canhão, de **20,0m**. Neste momento, o capacitado oficial deve ajustar o projétil a ser lançado para **Bala de canhão**.

O ajuste da massa é individual (utilize seu **número de chamada**, e se for maior que 31, divida por 2 e use o número de resultado) e será o que diferenciará os resultados de todos os oficiais, determinando qual lançamento de foguete será o mais bem sucedido (atingirá o alvo) e assim sendo, um lançamento de melhor precisão e efetividade. Utilize a altitude da localidade que foi previamente preenchida no item 5 da ficha de operações.

Posicione a **trena** com o sistema de **referência +** sobre a **referência +** do canhão de modo coincidente, para permitir que as medidas **d1**, **d2**, **d3** e **d4** sejam feitas com precisão. Após cada lançamento, mede-se e anota-se o valor no cartão de operação. Os cientistas devem utilizar o coeficiente de arrasto $c_w = 0,47$ quando for levado em consideração.

Para **d1** deve-se utilizar o valor da gravidade como $g = 9,79m/s^2$ e $c_w = 0,47$.

Para **d2** deve-se utilizar o valor da gravidade como $g = 9,79m/s^2$ e $c_w = 0$.

Para **d3** deve-se utilizar o valor da gravidade como $g = 5,00m/s^2$ e $c_w = 0,47$.

Para **d4** deve-se utilizar o valor da gravidade como $g = 5,00m/s^2$ e $c_w = 0$.

Figura 13 – Impressão da tela da simulação PhET para a determinação de parâmetros para a bala de canhão.

Fonte: O Autor.

Finalizando a missão: Os oficiais Cientistas, devem agora compartilhar e comparar seus resultados encontrados nas distâncias $d1$, $d2$, $d3$ e $d4$. Quem foi a/o Oficial Cientista que obteve o resultado mais próximo do alvo? Qual foi o valor mais próximo ao alvo que você chegou e foi com parâmetros de $d1$, $d2$, $d3$ ou $d4$? Seria possível atingir o alvo modificando o valor apenas da massa? Teste e coloque seu resultado mais próximo e a massa utilizada.

SÉRIE
PRODUTOS EDUCACIONAIS EM ENSINO DE FÍSICA

VOLUME 1 – **Automatização de Experimentos de Física Moderna com o Kit Lego NXT Mindstorms**
Wanderley Marcilio Veronez, Gelson Biscaia de Souza, Luiz Américo Alves Pereira

VOLUME 2 – **O Arduino na Programação de Experiências em Termodinâmica e em Física Moderna**
Marilene Probst Novacoski, Luiz Américo Alves Pereira, Gelson Biscaia de Souza

VOLUME 3 – **Do Magnetismo à Lei da Indução Eletromagnética de Faraday**
Marlon Labas, Fábio Augusto Meira Cássaro

VOLUME 4 – **Estudando Astronomia, Aprendendo Física: Atividades Práticas de Observação do Sol**
Ana Caroline Pscheidt, Marcelo Emílio

VOLUME 5 – **Simulador Didático de Acomodação do Olho Humano**
Gustavo Trierweiler Anselmo, Júlio Flemming Neto, Antônio Sérgio Magalhães de Castro

VOLUME 6 – **Ensino dos Conceitos de Movimento e Inércia na Mecânica, a partir de uma Concepção de Ciência que não Utiliza a Lógica Binária**
Luiz Alberto Clabonde, Luiz Antônio Bastos Bernardes, Jeremias Borges da Silva

VOLUME 7 – **Uma Proposta de Utilização de Mídias Sociais no Ensino de Física com Ênfase à Dinâmica de Newton**
Heteron Luiz De Lara, Alexandre Camilo Junior, Jeremias Borges da Silva

VOLUME 8 – **O Eletromagnetismo e a Física Moderna através de Atividades Experimentais**
Ademir Kreпки Henisch, Jeremias Borges da Silva

VOLUME 9 – **Física Nuclear e Sociedade**
Tomo I – **Caderno do Professor**
Tomo II – **Caderno do Aluno**
Josicarlos Peron, André Vitor Chaves de Andrade

VOLUME 10 – **Conceituação e Simulação na Dinâmica do Movimento**
Tomo I – **Caderno do Professor**
Tomo II – **Caderno do Aluno**
Leandro Antonio dos Santos, Antônio Sérgio Magalhães de Castro

VOLUME 11 – **Montagem de um Pannel Didático e Atividades Experimentais em Circuitos de Corrente Contínua**
Renato Dalzotto, Sérgio da Costa Saab, André Maurício Brinatti

VOLUME 12 – **Nas Cordas dos Instrumentos Musicais**
Luís Alexandre Rauch, André Maurício Brinatti, Luiz Fernando Pires

VOLUME 13 – **O Fóton em Foco: Relações entre Cor, Frequência e Energia de Radiações Eletromagnéticas**
Romeu Nunes de Freitas, André Maurício Brinatti, Jeremias Borges da Silva

VOLUME 14 –
Tomo I – **Iniciação em Robótica e Programação com Algumas Aplicações em Física**
Tomo II – **Tutorial: Tela Interativa com Controle do Nintendo Wii**
Hernani Batista da Cruz, Luiz Antônio Bastos Bernardes, Silvio Luiz Rutz da Silva

VOLUME 15 – **O Uso do Software Tracker no Ensino de Física dos Movimentos**
Edenilson Orkiel, Silvio Luiz Rutz da Silva

VOLUME 16 – **Acústica: Uma Nova Melodia de Ensino**
Elano Gustavo Rein, Luiz Antônio Bastos Bernardes

VOLUME 17 – **Caderno de Orientação a Educadores para a Transformação da Horta como Eixo Norteador de Ensino e Aprendizagem**
Roberto Pereira Strapazzon Bastos, Silvio Luiz Rutz da Silva

VOLUME 18 – **Proposta de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas para o Ensino de MRU e MRUV Utilizando Experimentos Visuais**

Gustavo Miguel Bittencourt Morski, André Vitor Chaves de Andrade

VOLUME 19 – **Cor à Luz da Física Moderna e Contemporânea**

Marcos Damian Simão, André Maurício Brinatti

VOLUME 20 – **Aplicação do Experimento de Hertz Atualizado no Ensino de Ondas Eletromagnéticas**

Luís Carlos Menezes Almeida Júnior, Luiz Américo Alves Pereira

VOLUME 21 – **Uma Proposta de Aplicação do Ensino de Termodinâmica no Ensino Fundamental I**

Cláudio Cordeiro Messias, Paulo César Facin

VOLUME 22 – **Uma Proposta de Ensino dos Conceitos Fundamentais da Mecânica Quântica no Ensino Médio: Espectroscopia com Lâmpadas**

Evandro Luiz De Queiroz, Antônio Sérgio Magalhães de Castro, Jeremias Borges da Silva

VOLUME 23 – **Produção de um Aparato Experimental para Medição de Campo Magnético Usando Arduino**

Ivonei Almeida, Luiz Américo Alves Pereira

VOLUME 24 – **Um Pouco Sobre a Natureza das Coisas**

Robson Lima Oliveira, André Maurício Brinatti

VOLUME 25 – **Equilíbrio: Uma Abordagem Experimental e Contextualizada do Conceito de Equilíbrio dos Corpos**

Osni Daniel De Almeida, André Vitor Chaves de Andrade

VOLUME 26 – **Como Medir a Temperatura do Sol? Inserindo Conceitos de Física Moderna no Ensino Médio**

Vilson Finta, Jeremias Borges da Silva

VOLUME 27 – **Elaboração de um Produto Educacional para a Materialização de Conceitos no Aprendizado de Óptica Geométrica Aplicada às Anomalias da Visão**

Danilo Flügel Lucas, Gérson Kniphoff da Cruz

VOLUME 28 – **Entendendo as Fases da Lua a Partir de um Material Instrucional Baseado no Método de Orientação Indireta**

Pâmela Sofia Krzysynski, Gérson Kniphoff da Cruz

VOLUME 29 – **“PEPPER’S GHOST”: Como Ensinar/Aprender Conceitos de Física Através de uma Simples Ilusão de Óptica**

Tomo I - Caderno do Professor

Tomo II - Caderno do Aluno

Gilvan Chaves Filho, Luiz Antônio Bastos Bernardes

VOLUME 30 – **O Movimento: do Clássico ao Relativístico**

Josué Duda, André Maurício Brinatti

VOLUME 31 – **Uma Sequência Didática Abordando a Eficiência Energética: Economizando Energia na Cozinha.**

Tomo I - Caderno de Ensino

Tomo II - Caderno de Aprendizagem

Rosivete Dos Santos Romaniuk, Julio Flemming Neto

VOLUME 32 – **Armazenamento e Produção de Energia Elétrica: Uma Abordagem para seu Estudo no Ensino Médio**

Jairo Rodrigo Corrêa, Sílvio Luiz Rutz da Silva, André Vitor Chaves de Andrade

VOLUME 33 – **Palestras de Astronomia para a Educação Básica**

Sergio Freitas, Sílvio Luiz Rutz da Silva

VOLUME 34 – **Experimentos em Eletromagnetismo**

Lorena de Lima Auer, Gelson Biscaia de Souza, André Vitor Chaves de Andrade

VOLUME 35 – **Ensino de Termologia com a Utilização de Metodologias Ativas e Programação Neurolinguística**

Michel De Angelis Nunes, Sílvio Luiz Rutz Da Silva

VOLUME 36 – Kit Eletricidade Prática: Uma Abordagem Construtivista por meio da Aprendizagem por Investigação

André Felipe Astrogildo De Lima, Sérgio da Costa Saab

VOLUME 37 – Simulações em Planilhas Eletrônicas do Microsoft Excel: Botões de Rotação como Ferramenta Auxiliar no Estudo do Campo Elétrico

Gaspar Gilmar Romaniuk, Paulo Cesar Facin, André Vitor Chaves de Andrade

VOLUME 38 – Da Eletrização à Interação a Distância

José Felipe Hneda, André Mauricio Brinatti

VOLUME 39 – Refração da luz sem o Uso de Laser: Uma Proposta de Sequência Didática Baseada em Unidade de Ensino Potencialmente Significativa para o Ensino de Refração da Luz

Elisiane Campos Oliveira Albrecht, André Vitor Chaves de Andrade

VOLUME 40 – Cinemática com uso de Planilhas Eletrônicas Excel®

Jair Ribeiro Junior, Paulo César Facin, André Vitor Chaves de Andrade

VOLUME 41 – Proposta de Ensino de Óptica da Visão Para o Ensino Médio

Francieli Jaqueline Noll Della Vechia, Silvio Luiz Rutz da Silva

VOLUME 42 – Guia de uma Aplicação PBL

Franciele Pastori, Silvio Luiz Rutz da Silva, André Vitor Chaves de Andrade

VOLUME 43 – Conhecendo o Arco Íris

Gabriel Roberto Garcia Levinski, Gérson Kniphoff da Cruz

VOLUME 44 – Contribuições de uma Sequência de Atividades no Processo de Ensino e Aprendizagem de Tópicos de Gravitação Universal na Educação Básica

Emerson Pereira Braz, André Vitor Chaves de Andrade, André Mauricio Brinatti

VOLUME 45 – Missão Aeroespacial Ultra Secreta (M.A.U.S.)

Luis Henrique Mendes De Souza, Silvio Luiz Rutz da Silva

Atribuição-NãoComercial-
Compartilha Igual 4.0 Internacional



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

UEPG
Universidade Estadual
de Ponta Grossa

PPG  **F**
ensino de física

SÉRIE
Produtos Educacionais em Ensino de Física

UEPG - PROPESP