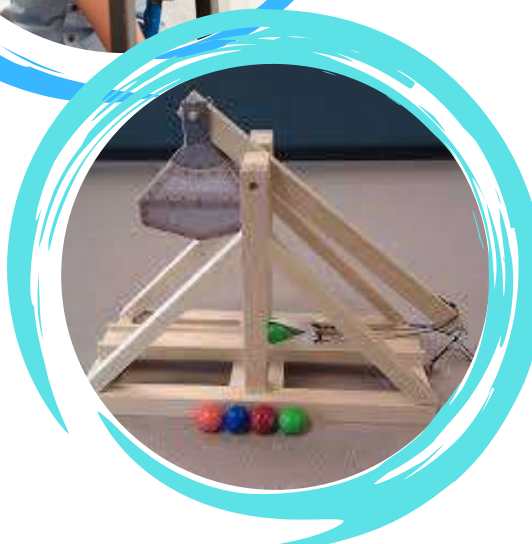
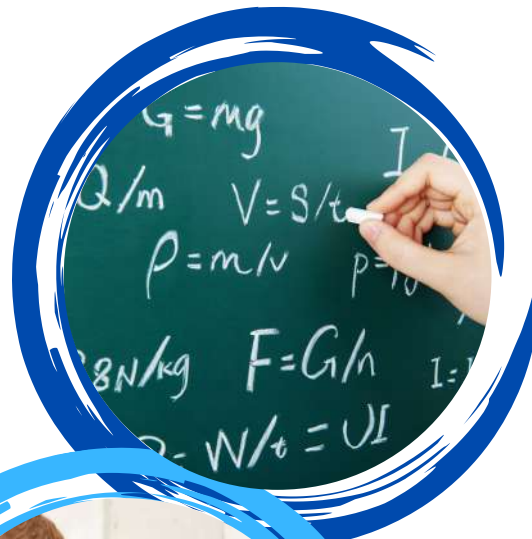


CADERNO DE ATIVIDADES PARA O ENSINO DE FÍSICA

UMA ABORDAGEM CTS
CONTEXTUALIZADA PELA
HISTÓRIA DA CIÊNCIA

Albert Paiva Salles
Edgar Miranda da Silva



CADERNO DE ATIVIDADES PARA O ENSINO DE FÍSICA

UMA ABORDAGEM CTS CONTEXTUALIZADA PELA HISTÓRIA DA CIÊNCIA

Albert Paiva Salles
Edgar Miranda da Silva

CADERNO DE ATIVIDADES PARA O ENSINO DE FÍSICA

UMA ABORDAGEM CTS CONTEXTUALIZADA PELA HISTÓRIA DA CIÊNCIA

1ª Edição



Rio de Janeiro, 2024

COLÉGIO PEDRO II

PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA, EXTENSÃO E CULTURA

BIBLIOTECA PROFESSORA SILVIA BECHER

CATALOGAÇÃO NA FONTE

S168 Salles, Albert Paiva
Caderno de atividades para o ensino de física : uma abordagem CTS contextualizada pela História da Ciência / Albert Paiva Salles ; Edgar Miranda da Silva. 1. ed. - Rio de Janeiro: Imperial Editora, 2024.

69 p.

Bibliografia: p. 68-69.

ISBN: 978-65-5930-297-0

1. Física (Ensino médio) - Estudo e ensino. 2. Ciências - História. 3. Ciência, tecnologia e sociedade. 4. Sequência didática I. Silva, Edgar Miranda da. II. Colégio Pedro II. III. Título.

CDD 530.07

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Simone Alves – CRB7 5692.

RESUMO

O presente Produto Educacional (PE) é oriundo da necessidade de se trazer para as aulas de Física discussões relacionadas às questões de natureza tecnológica e científicas presentes na realidade dos estudantes e suas comunidades. Deste modo, buscamos oportunizar uma formação que se aproxime dos ideais Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) contextualizada a partir da História da Ciência (HC), onde o discente possa manifestar-se de maneira consciente diante das questões que envolvem esta temática. O PE foi desenvolvido a partir da pesquisa de pós-graduação que se intitula: “O Ensino de Física a partir da abordagem CTS: uma proposta de sequência didática contextualizada na história da ciência”, apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Práticas de Educação Básica (MPPEB), vinculado à Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura, do Colégio Pedro II. Na elaboração do produto buscamos a construção de um recurso didático que contextualize sociopoliticamente conteúdos de Ensino de Física contribuindo para a formação de alunos capazes de resolver problemas em sociedade. Este PE se dá no formato de um caderno de atividades voltado para professores do ensino médio, descrevendo sequências didáticas que articulam os conteúdos propostos pelo currículo da disciplina de Física e os conhecimentos sociopolíticos, explorando o desenvolvimento da reflexão e do pensamento crítico. O professor irá encontrar propostas de Sequências Didáticas que discutem a natureza da Ciência, com caráter interdisciplinar e aspectos motivacionais decorrentes da exibição de filmes, séries, artigos de revistas, oficinas e competições, trazendo um ensino de Física contextualizado e práticas pedagógicas com boa receptividade para que sejam replicadas dentro do cenário e realidade de cada docente. Deste modo, esperamos que o PE contribua para professores em seu exercício, auxiliando na ampliação de práticas pedagógicas para o ensino de Física que estimulem um olhar atento à relação estabelecida pelo tripé Ciência, Tecnologia e Sociedade.

Palavras-chave: ensino de Física, CTS, história da ciência, sequência didática.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	12
Figura 2	14
Figura 3	20
Figura 4	21
Figura 5	21
Figura 6	30
Figura 7	30
Figura 8	31
Figura 9	32
Figura 10	33
Figura 11	34
Figura 12	35
Figura 13	41
Figura 14	43
Figura 15	44
Figura 16	45
Figura 17	46
Figura 18	49
Figura 19	57

SUMÁRIO

Ensino de Física e seus desafios	07
Ensino de Física sob a abordagem CTS	11
Contribuições da História da Ciência	15
Abordagem pedagógica: Sequência Didática	18
Validação das propostas	20
Proposta de sequência didática (CTS e HC) -1.	22
Proposta de sequência didática (CTS e HC) -2	37
Proposta de sequência didática (CTS e HC) -3	48
Sugestões de atividades interdisciplinares	63
Referências Bibliográficas	68

Ensino de Física e seus desafios

A pré-concepção do produto advém das inquietações de nossa experiência no ensino de Física que se apresenta, em alguns cenários, distante da realidade dos estudantes, discutindo um conjunto de equações e concepções teóricas que se fazem sem significado e com pouca capacidade para despertar no discente uma postura crítica em relação à Ciência e suas Tecnologias. O *insight* para solução deste problema foi trabalhar os conteúdos de Física aproximando-se dos ideais CTS a partir de uma oficina de construção de aparatos físicos, trazendo a dimensão histórica da Ciência como elemento de contextualização para os temas abordados.

Avaliar de que forma a Tecnologia se desdobra na Sociedade e causa impactos ao meio ambiente torna-se algo de grande relevância. Porém, isso exige do Ensino de Física o deslocamento do olhar, dentro da prática docente, para temas de perspectiva humanista, reformulando estigmas da disciplina, de ser composta por um aglomerado de fórmulas, números, equações e teorias de grande complexidade com pouco ou nenhum significado para o estudante, como expõe Moreira (2021, p. 1):

[...] Mas por que ocupar-se de desafios para o ensino da Física? Porque esse ensino é muito problemático. Porque os alunos não aprendem Física significativamente. Memorizam mecanicamente fórmulas, definições, respostas certas, para serem reproduzidas nas provas e esquecidas logo depois.

Contudo, o Ensino de Física ainda apresenta características que se distanciam das propostas humanísticas. De acordo com Libano *et al.* (2019, p. 5), os problemas que assolam o Ensino de Física transcendem o tempo, com aulas expositivas, uso exacerbado do livro didático, ausência de boas práticas de laboratório e currículos descolados da realidade dos estudantes. Percebe-se, por exemplo, que o currículo de Física da educação básica carrega marcas do início de sua implantação nesse segmento, com uma abordagem conteudista, baseado em aulas expositivas com pouca ou nenhuma prática experimental. A ênfase exacerbada na resolução de exercícios puramente matemáticos e voltada para vestibulares ou exames de larga escala, desconectados da realidade dos estudantes, ainda faz parte da rotina das aulas.

De acordo com Moraes e Araújo (2012, p. 11), o currículo de Física, ao tentar contemplar diferentes demandas, gera um desconforto em pesquisadores da área pela falta de direcionamento, pontuando-o como obscuro, sem foco e organicidade. A falta de objetividade da disciplina de Física esbarra muitas vezes na elaboração das políticas públicas onde, durante a sua formulação, o Estado atua fortemente como agente regulador, o que pode atrapalhar a autonomia dos professores.

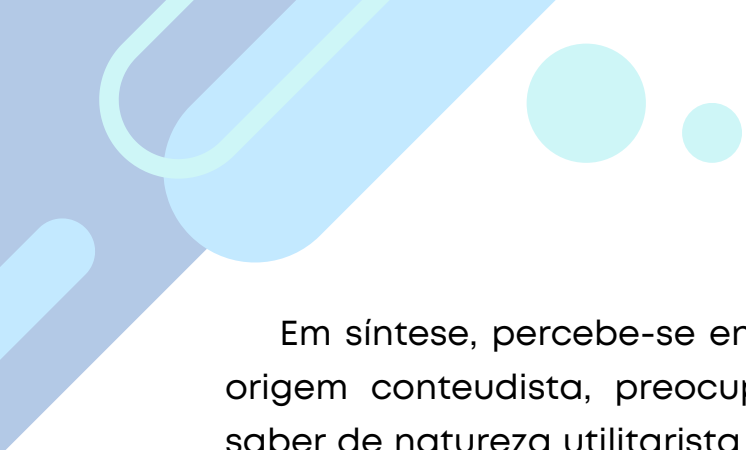
Em relação ao processo de ensino aprendizagem, muitas vezes, ocorre na figura de um professor que centraliza em si a dinâmica desenvolvida em sala de aula. Os muitos problemas que assolam o fazer docente, seja em relação à estrutura física do local onde exerce o seu ofício, sejam de natureza política ou vinculados a aspectos de sua formação, geram um entrave à abertura de novas possibilidades de ensino. O resultado disso é

um Ensino de Física que se torna enfadonho para o estudante, fora do seu contexto e pautado fortemente na resolução de problemas matemáticos, o que dificulta a exploração das diferentes faces da disciplina.

Por outro lado, entendemos que o currículo da disciplina Física deve ser pensado a contemplar os seus aspectos internos (relacionados aos conteúdos específicos) inseridos no contexto do estudante, abordando fenômenos físicos que o ajudem a compreender melhor o mundo a sua volta, despertando um olhar crítico para Ciência e suas Tecnologias, buscando desenvolver agentes socialmente ativos e participantes dos debates e da tomada de decisão sobre temas científico-tecnológicos.

Logo, a ação docente volta-se para a formação de estudantes que exerçam o seu papel social, colaborando para construção de uma sociedade mais democrática, baseada na justiça e na igualdade social. Isso requer que o estudante de Física assuma o protagonismo no seu processo de aprendizagem, buscando não apenas um saber “pronto e acabado”, mas respostas derivadas da investigação que possam ajudar na construção de um conhecimento científico com significado e que contribuam para uma formação crítica. Deste modo, o professor estará conectando o conhecimento científico à realidade existencial do estudante, o conduzindo através de uma trilha com significados.

[...] Construir pontes entre a Ciência que se apresenta aos alunos e o mundo em que eles vivem é um dos propósitos da escola nos dias de hoje. Nós, professores de Ciências, devemos construir essas pontes de forma a levar a cada aluno a ver o mundo também sob a ótica científica (Sasseron, 2017, p. 9).



Em síntese, percebe-se então um Ensino de Física com uma origem conteudista, preocupado com a transmissão de um saber de natureza utilitarista e centrado na figura do professor, que será o responsável pela “transmissão do conhecimento”; conhecimento este, que não possui uma relação identitária com o estudante, um saber vazio, com pouco ou nenhum significado dentro da realidade existencial do discente.

Sabemos que o Ensino de Física passou por modificações ao longo das décadas, sendo impulsionado, atualmente, por propostas que o direcionam à uma formação que valoriza o pensamento crítico e a reflexão. Contudo, ainda nos dias atuais, não é raro nos depararmos com um ensino voltado para resolução alienada de exercícios, alunos dispostos em fileiras ansiosos com a cópia e reprodução do conhecimento exposto pelo professor, um modelo de educação muito próximo daquele que se fazia no início da década de 50.

Diante dessas problemáticas do Ensino de Física, que guardam influências históricas, políticas e econômicas, nos propomos a desenvolver uma proposta de atividade de Física no ensino médio sob a abordagem crítica CTS focada na História da Ciência, utilizando sequências didáticas como estratégia didática a serem utilizadas dentro da prática docente.

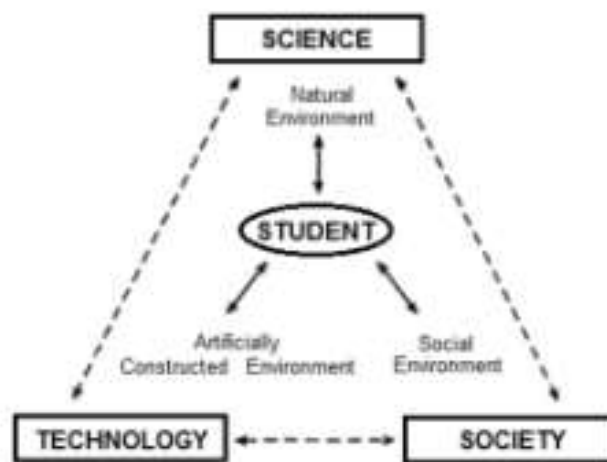
Ensino de Física sob a abordagem CTS

A proposta de articular os conteúdos da disciplina Física com o contexto social de desenvolvimento das Ciências e suas Tecnologias significa transcender o foco exclusivo nos conteúdos de Física, inserir novas discussões à prática pedagógica, principalmente, relacionadas às Ciências Humanas e Sociais.

Nas atividades propostas, as quais chamamos de oficinas de construção de aparatos físicos, além de trabalharmos conceitos e leis físicas, agregamos discussões sobre os agentes sociais envolvidos no desenvolvimento de Tecnologias, seu papel social e os seus desdobramentos, gerando reflexões sobre a neutralidade da Ciência, seus aspectos positivos e/ou negativos e a forma com que nos relacionamos com a Tecnologia. O Ensino de Física sob a proposta CTS tem uma visão difusora da Ciência e do conhecimento científico, compondo uma Sociedade que dá voz e responsabilidade social para indivíduos em função da obtenção dos saberes científico e tecnológico oriundos de um ensino pautado na reflexão e no pensamento crítico. Isso porque, o Ensino de Física estaria estruturado em pilares que têm o estudante como agente social ativo e partícipe da estruturação de uma sociedade mais justa e igualitária. Para Aikenhead (1994), o estudante vive, se comunica e interage com uma realidade composta por três dimensões, a saber: ambiente social, ambiente natural e ambiente artificial. O ambiente natural aborda a Ciência, o ambiente artificial trata das Tecnologias e o ambiente social abrange a Sociedade e o seu contexto, estando o estudante posicionado no centro destas dimensões,

que interagem entre si e com o aluno de forma simultânea, compondo o sistema que estrutura a essência do movimento CTS como proposto pelo autor na figura 1.

Figura 1 - A essência da educação CTS



Fonte: Aikenhead (1994, p. 48)

De acordo com o autor:

[...] Os estudantes se esforçam para compreender suas experiências diárias. Para fazer isso, os alunos entendem o seu ambiente social, seus ambientes artificialmente construídos e seus ambientes naturais... Estudantes integram sua compreensão pessoal, social, artificialmente construída, e natural (Aikenhead, 1994, p. 48, tradução nossa).

O currículo de Física com ênfase nos ideais CTS articularia conhecimentos específicos dando ênfase à promoção do aluno, salvaguardando o contexto e a demanda da comunidade local, como meio de atender os problemas concretos que conectam a Ciência às questões sociais. De acordo com Bybee (1985b *apud* Aikenhead, 1994), uma educação

científica CTS estrutura-se em três metas gerais, a saber: (i) Aquisição de conhecimento, (ii) Desenvolvimento do aprendizado de habilidades e (iii) Desenvolvimento de valores e ideias.

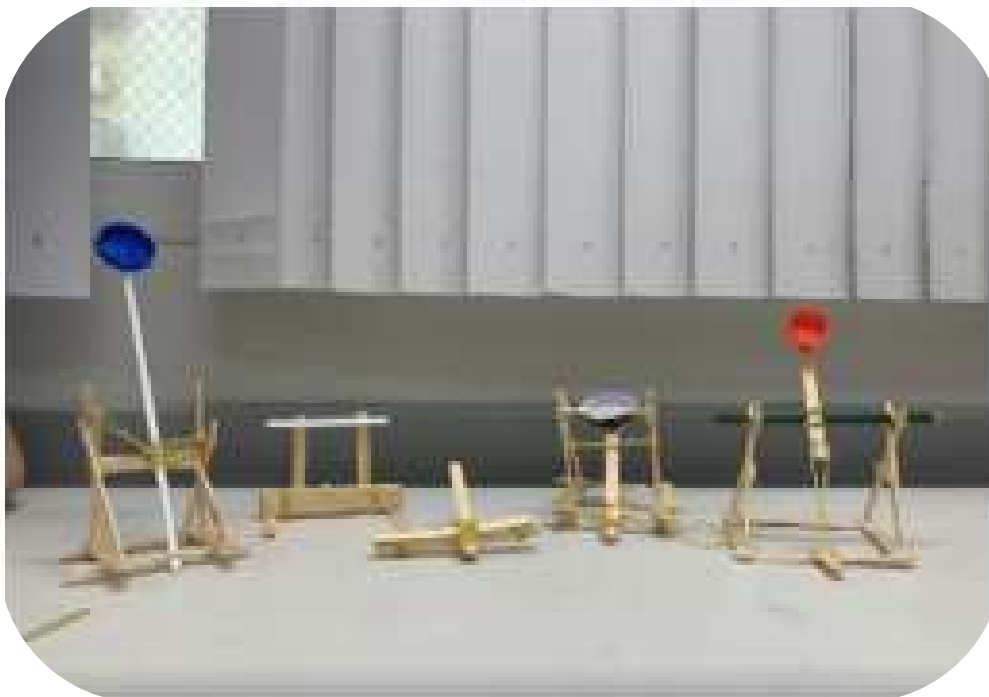
A primeira meta visa discutir o conceito de Ciência e Tecnologia de modo a auxiliar os indivíduos com suas questões pessoais, deveres cívicos e valores próprios de sua cultura. A segunda meta é desenvolver os aspectos técnicos do fazer científico, estudando processos de investigação e coleta de dados que possam auxiliar na resolução de problemas e na tomada de decisões. A terceira meta fixa o olhar nas interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade voltando-se para os problemas e demandas locais, questões de políticas públicas e em perspectivas maiores, os problemas que assolam o planeta.

Contudo, este conjunto de metas não constituem um receituário que deva ser aplicado sem atividade reflexiva. Diferentes visões podem ser aplicadas e novos grupos de metas identificados, como por exemplo, a preocupação com a alfabetização científica, o fazer Ciência, tais quais as observações científicas estarem carregadas por teorias e crenças, não sendo incomum, consensos e decisões científicas serem afetadas pela dimensão política, o uso do conhecimento científico e suas aplicações na vida cotidiana do estudante ou ainda a busca uma maior participação dos alunos nas questões ambientais, fomentando uma postura ativa junto às entidades governamentais.

Nas três sequências didáticas, destacamos o contexto histórico-político-social do aparato tecnológico e os

conhecimentos de Física envolvidos na sua produção e utilização. Dessa forma, são apresentadas, por exemplo, localização histórica, aplicações na sociedade e possibilidades de análise dos seus desdobramentos na linha temporal. Contudo, as atividades não se limitam ao estudo dos conteúdos teóricos da disciplina e suas formulações matemáticas. Há a possibilidade de se expandir as fronteiras desta atividade, para além dos conteúdos “duros” de Física, de modo a englobar discussões que buscassem rumos direcionados a uma formação crítica das Ciências e suas Tecnologias. Na fotografia a seguir é possível vermos um dos aparatos construídos por estudantes durante a execução de uma das sequências.

Figura 2 - Catapultas construídas pelos estudantes



Fonte: O Autor, 2025.

Contribuições da História da Ciência

○ Ensino de Física sob a abordagem CTS focada na História da Ciência permite um olhar diferenciado para a Natureza da Ciência e suas Tecnologias, situando a Ciência como uma construção social e cultural da humanidade.

Isso porque a História da Ciência pode auxiliar na construção de uma educação com aspectos humanistas, caminhando lado a lado com os aspectos técnicos abarcados pela tecnologia. Ela contextualiza o desenvolvimento tecnológico, rechaça a ideia de pureza e neutralidade da Ciência e possibilita enxergar os cientistas como participantes da mesma sociedade que os estudantes, deixando os conhecimentos científicos mais atraentes e acessíveis. Dessa forma, contribui para um ensino estruturado na formação de cidadãos críticos, aptos a participarem da tomada de decisões em assuntos científicos, buscando uma Ciência mais democrática, utilizada para resolução de problemas dentro do contexto regional dos estudantes, caracterizando a Ciência como elemento próprio de sua cultura.

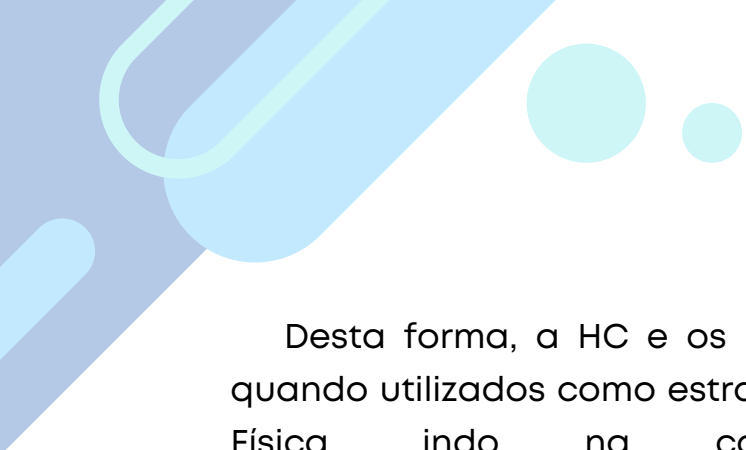
A não abordagem dos aspectos históricos comumente ignorados no ensino da Física e da Química, segundo Solbes e Traver (1996, p. 104), desenvolve junto aos alunos uma imagem distorcida de como os conceitos científicos são construídos e se desenvolvem. Para Bernardo (2008, p. 62), a HC e o movimento CTS constituem duas dimensões que se complementam no ensino das Ciências. De acordo com Solbes e Traver (1996, p. 110), trata-se de dois campos investigativos com uma ampla zona

de interseção. Já Oliveira (2017, p. 59) coloca que: “[...] Apesar da HC e da educação CTS serem convencionalmente abordadas como linhas distintas de pesquisa, acreditamos que existam muitos pontos de convergência entre ambas [...]”. Partindo de uma perspectiva de que a Ciência e a Tecnologia são construções da natureza humana desenvolvidas dentro de um contexto social, o autor destaca ser possível através da pesquisa em HC propor trabalhos em sala de aula com um enfoque CTS.

Na busca por uma educação crítico-reflexiva, Solbes (2013, p. 8) afirma que as questões abordadas pela CTS podem ajudar a desenvolver a criticidade dos alunos, usando as contribuições da História e da Sociologia para mostrar que a Ciência é metodologicamente crítica.

Alvim e Zanotello (2014, p. 350) posicionam-se a favor de um ensino das Ciências que não seja baseado na prática exacerbada de exercícios e respostas fechadas sobre certos conteúdos, mas que proporcione ao estudante obtenção de noções sólidas sobre a produção científica, quais são seus objetos de estudo, como se desenvolvem historicamente e se relacionam no mundo contemporâneo com as esferas, social, econômica e política. De acordo com Ziman (1994, p. 26):

[...] A história da ciência não é, portanto, apenas uma história fascinante da empresa humana. É uma dimensão indispensável para qualquer compreensão da natureza da própria ciência. A educação CTS deve abranger esta dimensão.



Desta forma, a HC e os ideais CTS mostram-se alinhados quando utilizados como estratégias didáticas para o Ensino de Física, indo na contramão de perspectivas ortodoxas, mostrando que a Ciência é composta por erros e acertos ao longo da história e sobretudo é uma construção social coletiva.

Diante disso, enxergamos na abordagem CTS com ênfase na HC, entendendo estas dimensões com especificidades, mas interligadas, com potencial de contribuir para um novo modo de repensar o Ensino de Física, ao fornecer estratégias de ensino inseridas na realidade do aluno, suggestionando a Física como uma disciplina capaz de contribuir efetivamente na resolução de problemas sociais, colaborando também para que o estudante alcance as suas ambições pessoais.

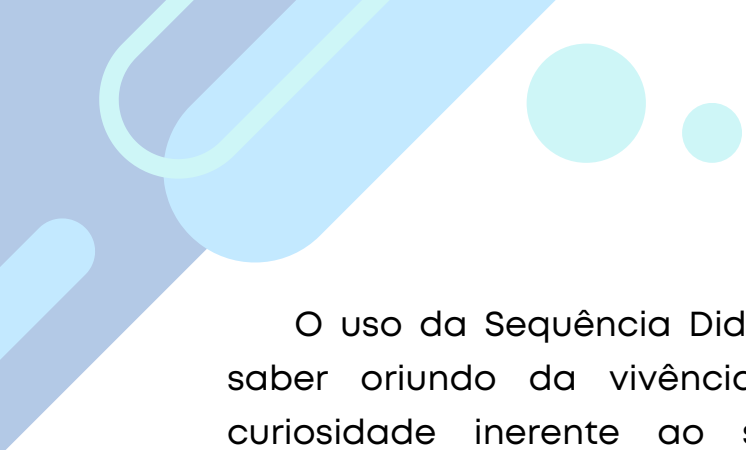
Abordagem pedagógica: Sequência Didática

Pelas características teóricas e político-pedagógicas do Ensino de Física sob a perspectiva CTS com foco na HC, entendemos que a abordagem didática mais afinada a proposta seria a sequência didática (SD). Em relação a nossa compreensão sobre SD, a entendemos como um conjunto de atividades organizadas de maneira sequencial, que se comunicam entre si, divididas em etapas caracterizadas por aprendizagem e avaliação. Segundo Dolz, Noverraz e Schneuwly (2004, p. 97 *apud* Ugalde; Roweder, 2020) as sequências didáticas podem ser definidas como:

[...] um conjunto de atividades escolares organizadas, de maneira sistemática, em torno de um gênero oral ou escrito, [...] com a finalidade de ajudar o aluno a dominar melhor um gênero de texto, permitindo-lhe, assim, escrever ou falar de maneira mais adequada numa dada situação de comunicação.

O objetivo principal desta proposta metodológica de ensino, segundo Zabala (1998, p. 54 *apud* Ugalde; Roweder, 2020) é:

[...] introduzir nas diferentes formas de intervenção aquelas atividades que possibilitem uma melhora de nossa atuação nas aulas, como resultado de um conhecimento mais profundo das variáveis que intervêm e do papel que cada uma delas tem no processo de aprendizagem dos meninos e meninas.



O uso da Sequência Didática busca a valorização de um saber oriundo da vivência dos estudantes, aguçando a curiosidade inerente ao ser humano e favorecendo a construção do conhecimento a partir da prática investigativa. Destacamos os apontamentos de Zabala (1998, p. 18) que coloca a importância do professor exercer um papel de mediador, ao passo que o estudante deverá ser protagonista em seu processo de aprendizagem. É importante observarmos que o docente, ainda que na função mediadora, estabelece relações interpessoais em sala de aula que se mostram importantes nesta metodologia.

Segundo Zabala (1988, p. 54), há a importância de se estabelecer relações entre professores, alunos e até mesmo entre os próprios estudantes, para que se tenha um bom clima de convivência e, por conseguinte, de aprendizagem. É importante salientarmos que apesar da SD ter sido utilizada junto aos discentes como forma de validação da nossa proposta de ensino, esta sequência de atividades é direcionada para o corpo docente, ou seja, constituem um grupo de atividades, estratégias e intervenções planejadas sugeridas aos professores para que tenham acesso a novas possibilidades para realização de um Ensino de Física contextualizado.

Validação das propostas

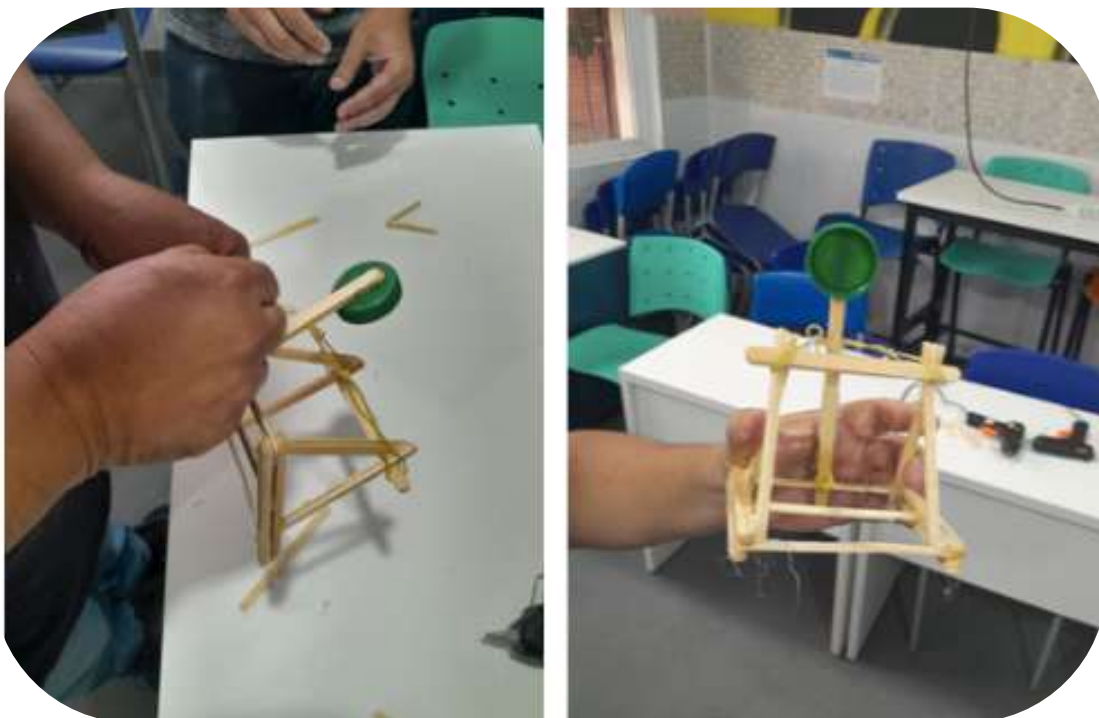
Para o aperfeiçoamento das proposta, a primeira e Sequência Didática apresentada foi submetida à validação de professores de diferentes disciplinas por meio de um Grupo Focal (GF) e, posteriormente, foi aplicada em uma turma de 1ª série do ensino médio, como forma de avaliação dos princípios, identificação de pontos fortes e aspectos a serem aperfeiçoados. A informações serviram de base para a construção das outras duas sequências.

Figura 3 - Professores trabalhando na construção da catapulta durante o grupo focal.



Fonte: O Autor, 2025.

Figuras 4 e 5 - Proposta de catapulta desenvolvida pelos professores durante o grupo focal



Fonte: O Autor, 2025.

Proposta de Sequência didática (CTS e HC) -1

PROPOSTA 1: Uma proposta para o ensino do lançamento de projéteis contextualizada através da catapulta: Das batalhas medievais até a Segunda Guerra Mundial.

OBJETIVO

A primeira proposta busca “Discutir os atravessamentos da Ciência e da Tecnologia na Sociedade a partir da contextualização dos conteúdos de física pela História da Ciência”.

DINÂMICA DA AULA

Como dinâmica é sugerida a realização de uma aula expositiva dialogada e um estudo dirigido, tendo como material disparador a matéria do Portal Terra “Catapulta de aviões da 2ª Guerra Mundial é encontrada na Inglaterra”. Para o desdobramento da aula, pode-se realizar oficinas de construção de catapultas e a competição de arremessos balísticos. Por fim, sugere-se uma roda de conversa para a sistematização dos conhecimentos.

ABORDAGEM

Iremos trabalhar em uma perspectiva CTS, buscando desenvolver uma percepção discente sobre a Ciência e suas Tecnologias como elemento de natureza social atravessada pela rede complexa que permeia a sociedade em diferentes esferas: cultural, religiosa, econômica, política entre outras. Iremos trazer a História da Ciência como uma ferramenta que nos auxilie em um olhar panorâmico ao longo do tempo, que permitirá uma análise externalista e internalista da ciência e suas tecnologias ao longo de um processo histórico, de modo a evidenciar o contexto e os paradigmas que influenciam a gênese do conhecimento científico.

RECURSOS

Data show, materiais recicláveis diversos, artigos de papelaria (cola quente, palitos de picolé, elásticos), sala de recursos audiovisuais e gravador de áudio.

DURAÇÃO

Quatro aulas. Cada aula terá duração de uma hora e meia, totalizando seis horas.

1ª AULA

1º momento

Para a primeira aula, sugerimos como temática e material disparador das discussões a leitura responsiva da matéria publicada no Portal Terra em 18 de outubro de 2023 sobre a utilização de catapultas na 2ª Guerra Mundial, disponível no endereço:

<https://www.terra.com.br/byte/ciencia/catapulta-de-avioes-da-2-guerra-mundial-e-encontrada-na-inglaterra,eb4b763e21a5e03f6f8e750efc0633a7t0mjwbr6.html>
visitado em 01 de setembro de 2024. Abaixo segue a matéria na íntegra.

Nesta etapa será disponibilizado aos estudantes a matéria no formato impresso.

Catapulta de aviões da 2ª Guerra Mundial é encontrada na Inglaterra

Por: Augusto Dala Costa | Editado por Luciana Zaramela | 18 de Outubro de 2023 às 09h57

Uma catapulta de aviões da Segunda Guerra Mundial foi escavada no Campus Harwell de Ciência e Inovação, em Oxfordshire, no sudeste da Inglaterra. A instituição responsável pelo trabalho foi o Museu de Arqueologia de Londres (MOLA), que desmontou a estrutura após finalizar as escavações e incorporou



o antigo artefato a um de seus arquivos. Nos dias atuais, sistemas de catapultagem de aviões militares, como caças, são bem comuns, especialmente em navios porta-aviões. Há 90 anos, durante a Segunda Guerra Mundial, no entanto, a tecnologia ainda estava engatinhando, passando por uma série de testes antes de sua implementação se tornar possível. O achado mostra as inovações velozes realizadas na época como

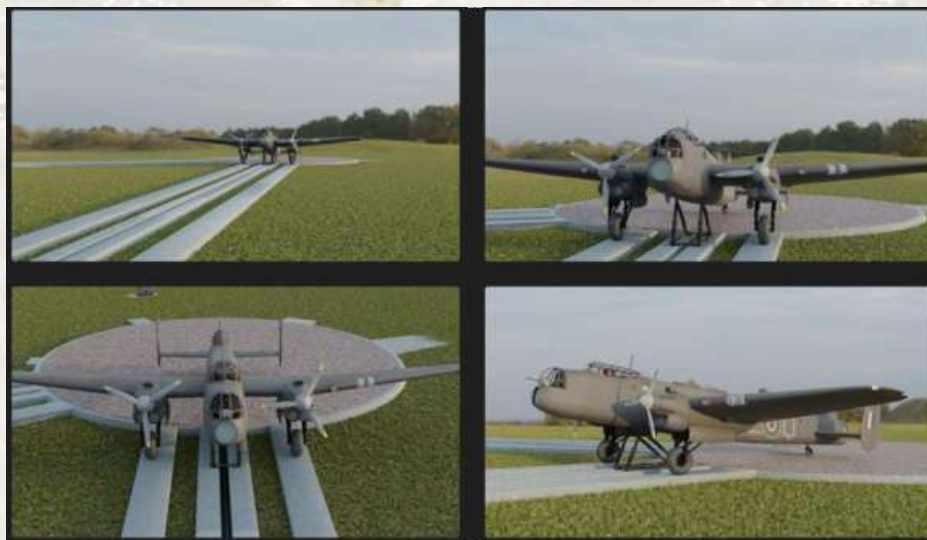


parte do esforço de guerra, busca dos Aliados para conseguir alguma vantagem sobre os oponentes em um espaço de tempo bem curto. Ao mesmo tempo, é um exemplo de como tecnologias podiam ser descartadas rapidamente em favor de métodos mais funcionais.

Catapultas terrestres de aviões

Foi a construção de novas estruturas que revelou o local da catapulta, chamada RAE (Royal Aircraft Establishment) Mark III, protótipo construído entre 1938 e 1940, após um desenvolvimento de projeto de três anos. O antigo protótipo de lançador consiste em um poço circular com 30 metros de largura, com uma plataforma giratória no topo. Duas pistas de concreto saíam do poço, cada uma com menos de 82 metros de comprimento. Pistas de

decolagem modernas comuns têm mais de 1.800 metros, para comparação. Abaixo da plataforma, ficavam 12 motores aéreos Rolls-Royce Kestrel, responsáveis por comprimir o ar a 2.000 psi (libra-força por polegada quadrada) e jogá-lo em um braço pneumático, que puxava o avião e o lançava no ar em uma catapultagem hidráulica. O problema é que, na verdade, a catapulta nunca lançou nenhum avião ao ar.



Os bombardeiros não cabiam na Mark III e os motores acabavam gastos com frequência durante os testes, o que levou ao abandono do projeto e enterro de toda a estrutura após a retirada de seus mecanismos. O local acabou servindo como pista de decolagem comum em 1941, ainda durante a 2ª Guerra, e teria continuado escondido sob ela não fosse a construção atual.

Os arqueólogos responsáveis também encontraram outra pista próxima, com grandes luzes piscantes para pouso e decolagem, com 1 m² cada.

A escavação e retirada da estrutura foi feita para que as obras seguissem — a catapulta era conhecida apenas através de registros históricos, conhecimento que será expandido com novos estudos. É possível ver uma réplica em 3D da estrutura no site do MOLA.

Após a leitura coletiva do texto, sugere-se dividir a turma em grupos onde terão 30 minutos para que leiam novamente e debatam entre si as principais ideias do texto. Nesta etapa, é importante contabilizar o tempo utilizado para distribuição dos textos e reorganização do espaço físico da sala de aula (tempo sugerido: 10 minutos).

2º momento

Após o debate nos grupos, sugere-se a realização de um estudo dirigido que busca direcionar o debate sobre o papel das tecnologias no desenvolvimento da Sociedade.

Estudo dirigido:

- Vocês conseguem identificar algum artefato tecnológico utilizado na matéria lida?
- Qual o objetivo da criação do artefato tecnológico apresentado na matéria?
- Qual o papel desse artefato dentro do cenário apresentado?
- Que conhecimentos vocês acham que foram necessários para construção do artefato?
- Que vantagens o país que dominava a tecnologia poderia ter em relação aos outros durante a guerra?
- Considerando o cenário apresentado na matéria, discuta e registre a opinião do grupo sobre a seguinte frase “ A Ciência e a Tecnologia salvam vidas!”.
- Podemos conceber a Ciência e Tecnologia como elementos neutros social e politicamente? Justifique sua resposta.

3º momento

Após a finalização do estudo dirigido, pode-se realizar uma roda de conversa com duração aproximada de 45 minutos, para socialização e discussão dos pontos levantados pelos grupos no estudo dirigido.

2ª AULA

1º momento

Na segunda aula, o professor pode, inicialmente, retomar as ideias do encontro anterior, focando na busca do domínio científico e tecnológico para a supremacia bélica e geopolítica.

Após a discussão inicial, apresentar, de forma dialogada, os slides sobre os aspectos históricos envolvendo a catapulta, os quais reproduzimos um modelo abaixo como sugestão para estruturação da apresentação dos professores:

Slides: Artefato tecnológico bélico: a catapulta



História - Balística externa

❑ A primeira pedra arremessada pelo homem pré-histórico foi provavelmente o primeiro exemplo de balística externa;



❑ A vantagem de serem capazes de atirar mais longe e com mais força conduz ao aparecimento da funda e da lança.



Seguidamente aparece o arco e após este surgiu a "Ballista", arma à qual deve o seu nome.

Foi o trabalho de Leonardo da Vinci (1452 - 1519) que:

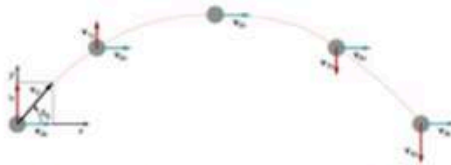
❑ Originou o desenvolvimento da engenharia aplicada em novas armas;

❑ Desenhou uma série de tipos de armas, como as versões primitivas dos tanques e submarinos, do canhão, do morteiro e da espingarda;

❑ Produziu as bases teóricas para os fenômenos aerodinâmicos.

Galileo Galilei (1562 - 1642)

- ❑ Passou a ciência exata;
- ❑ Dedução da curva parabólica da trajetória;



- ❑ Argumentava que a desaceleração do projétil era função de: Peso; Forma e Velocidade.

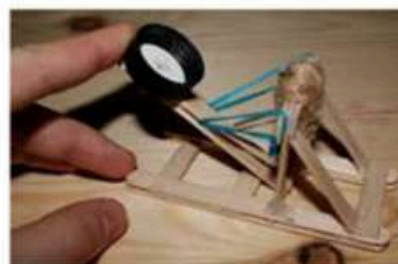
Abriu o caminho aos trabalhos posteriores de Sir Isaac Newton (1642 - 1727) que foi provavelmente o mais importante dos primeiros fundadores da balística.

A CATAPULTA!!!



- Potencial bélico
- 1ª arma biológica da História
- Declínio em virtude do advento dos canhões
- Utilização durante a Primeira Guerra Mundial
- Uso na atualidade

E então? Vamos construir uma catapulta?



2º momento

No segundo momento da aula é sugerida a realização da oficina “Vamos construir uma catapulta!”

Figura 6 - Estudantes na oficina



Fonte: O Autor, 2025.

Para isso, é preciso disponibilizar aos estudantes materiais recicláveis de baixo custo e alguns artigos de papelaria, a saber: pistola de cola quente, bastões de cola quente, tesoura, palitos de picolé, elásticos, barbante e fita adesiva.

Figura 7 - Material Disponibilizado na Oficina de Catapultas



Fonte: O Autor, 2025.

Durante a oficina, os estudantes devem ser instruídos a construir uma pequena catapulta, com os recursos disponibilizados, que seja capaz de arremessar uma moeda de 1 real. Os discentes podem ser dispostos em grupos com quatro ou cinco participantes, escolhidos através de sorteio realizado pelo professor. No decorrer dos disparos, os participantes irão utilizar óculos de proteção disponibilizados pelo mediador. O tempo estimado de duração será de 30 minutos.

Figura 8 - Estudantes dispostos em grupo



Fonte: O Autor, 2025.

Registro da atividade

Durante as tentativas de ensaio e erro, os grupos podem ser convidados a relatarem por escrito os procedimentos utilizados na construção do aparato, buscando identificar o que funcionou, o que não funcionou e quais os possíveis ajustes para o aprimoramento da catapulta por eles construída. Deste modo, busca-se explorar conhecimentos relacionados à variação de comprimento da haste que serve como alavanca disparadora dos projéteis, armazenamento de energia potencial elástica em função dos elásticos utilizados e da possibilidade de se trabalhar com hastes flexíveis e ainda o estudo do alcance em virtude da variação do ângulo de tiro.

3º momento

Para aprofundar os conhecimentos específicos de Física envolvidos no funcionamento do aparato tecnológico, sugere-se exibir um vídeo do canal “Manual do Mundo” com 14 minutos de duração, onde o apresentador do canal, Iberê, constroi uma catapulta e apresenta importantes aspectos técnicos inerentes à disciplina de Física. Segue o endereço do vídeo:

https://www.google.com/search?sca_esv=23188ff84b8e16a4&sca_upv=1&sxsrf=ADLYWIL3QTSFaToF_BzZDabdEtK_5E3O1w:1725846517622&q=manual+do+mundo+catapulta&source=lnms&fbs=AEQNm0AuaLfhdrtx2b9ODfK0pnmI046uB92frSWoVskpBryHTrdWqjVbaH6EqK0Fq9hkAkqRDuhGs7UQnPtZiL0Bzcj78aaFR2vnR4DfQyahVzxKNVahghfRWcP18tIQDI-SEd9KUPMkkibwzxw0B9QVEQBLXAIPUgskAM2SuuWaEekKg2l8CQ1CZC-UR0AnpooeE3NnlUCx2cSA2vEm5ULB9MkAwDvMTg&sa=X&ved=2ahUKEwiqoPqk37SIAXSpZUC HZX7K5UQ0pQJegQIExAB&biw=1366&bih=603&dpr=1#

Acesso em: 8 de set. 2024.

Figura 9 - Vídeo Manual do Mundo

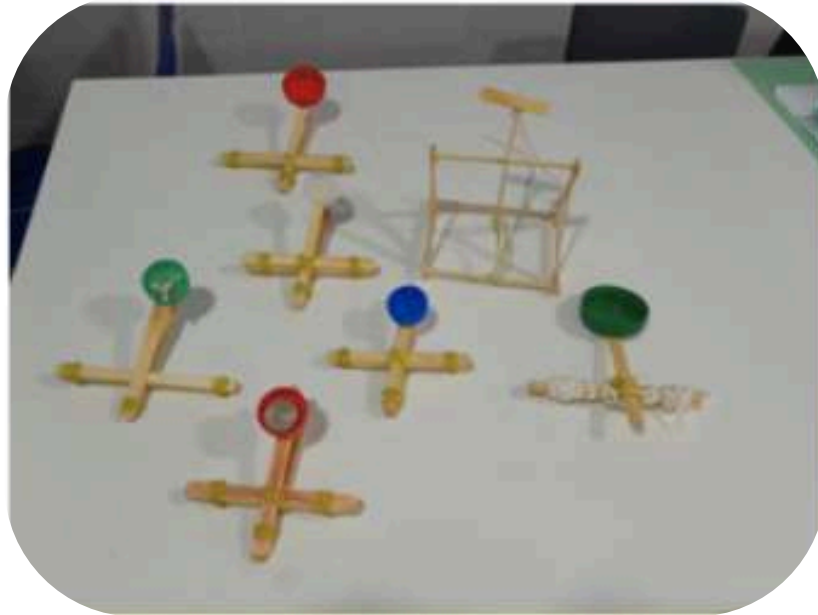


Fonte: O Autor, 2025.

Desta forma, os estudantes serão munidos por um embasamento teórico que os auxiliarão para participação na próxima aula: uma competição de arremessos!

Os grupos poderão levar as suas catapultas para casa, trabalhar em melhoramentos e apresentá-las na aula seguinte para o campeonato de disparos balísticos a longa distância.

Figura 10 - Catapultas criadas pelos estudantes



Fonte: O Autor, 2025.

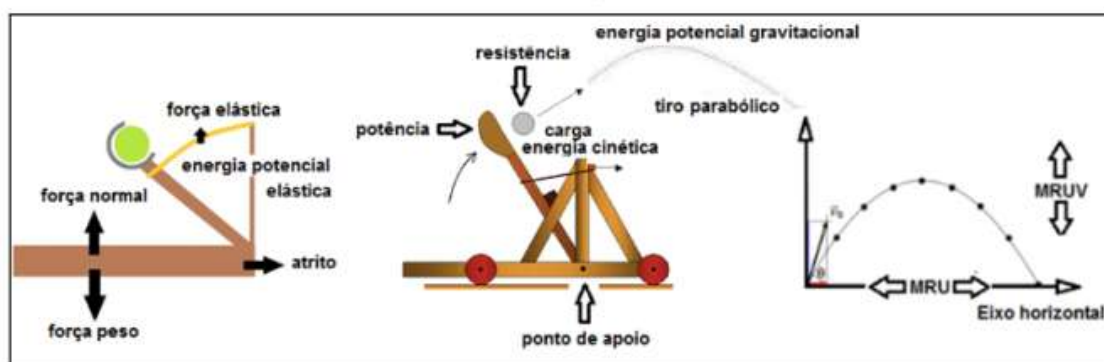
3ª AULA

Competição de arremessos: Explorando os conhecimentos de Física

A terceira aula será dedicada à competição de arremessos, onde o professor pode realizar questionamentos em meio aos disparos sobre o ângulo de tiro que proporciona o maior alcance, temas relacionados a energia e suas formas de conservação, aerodinâmica, sistema de alavancas, momento de uma força, queda livre e a formulação matemática associada à dinâmica de lançamento de projéteis por exemplo, com objetivo de suscitar no estudante reflexão acerca de conhecimentos físicos empregados no funcionamento do aparato.

A expectativa é de que o estudante consiga, dentre os conceitos que podem ser explorados, correlacionar principalmente o alcance do projétil ao ângulo de tiro, determinando experimentalmente qual o ângulo ideal para obtenção do máximo alcance. Tempo estimado: 90 minutos.

Figura 11 - Conceitos físicos aplicados à catapulta



Fonte: Adaptado de Física em Ação e Souza

Figura 12 - Estudante realizando disparo com a catapulta



Fonte: O Autor, 2025.

4ª AULA

Roda de conversa

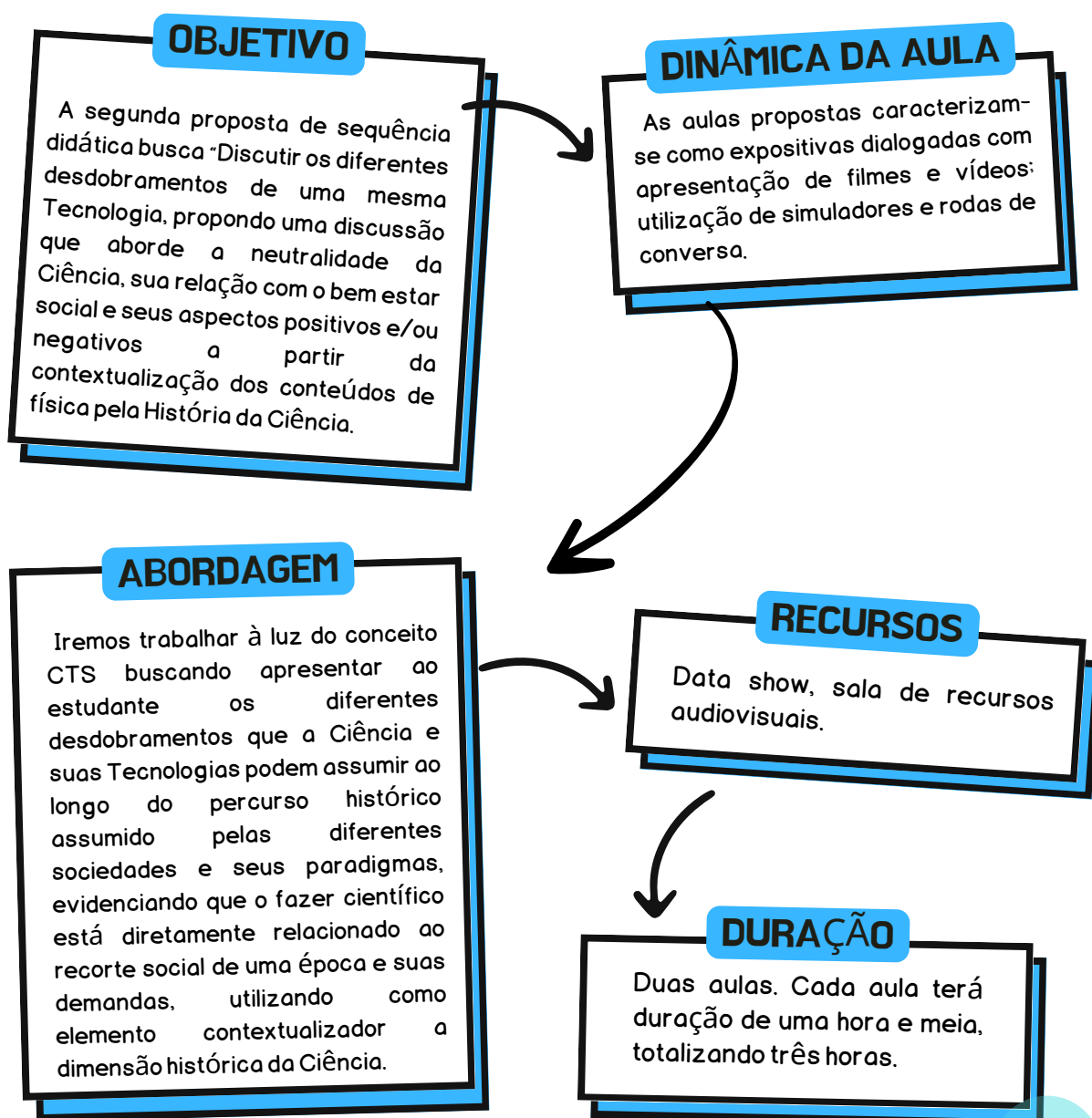
Finalizando a sequência, propõe-se uma última aula no formato roda de conversa que tem como objetivo avaliar o desenvolvimento dos estudantes no tocante aos conteúdos da disciplina de Física; além de verificar se houve o fomento de discussões que a propiciaram a reflexão e o pensamento crítico acerca da Ciência e suas Tecnologias a partir da sequência de atividades proposta. Tempo estimado: 90 minutos.

Como disparadores da discussão, são sugeridos os seguintes tópicos:

- O envolvimento da Ciência e da Tecnologia na Sociedade.
- O papel dos conhecimentos de Física relacionado ao lançamento de projéteis.
- O propósito da Ciência e da Tecnologia para com a Sociedade.
- O controle da Ciência e da Tecnologia como estratégia de domínio bélico e geopolítico.

Proposta de Sequência didática (CTS e HC) - 2

PROPOSTA 2: Uma proposta que aborda o lançamento de projéteis contextualizada através dos canhões utilizados na batalha que culminou na queda da cidade de Constantinopla.



1ª AULA

1º momento

Para a introdução da temática, pode-se fazer uma apresentação de slides com o equipamento (Projeter + teclado) disponível na unidade escolar sobre o momento histórico de ascensão do império.

Colocamos abaixo uma sugestão de slides, os quais o professor pode utilizar ou se basear para a construção de sua própria apresentação.

Slides: Apresentação sobre a Ascensão do Império Otomano





Breve histórico

- Crescimento (1453-1683)
- Expansão e apogeu (1453-1566)
- Estagnação e reforma (1699-1822)
- Declínio e modernização (1822-1908)
- Dissolução (1908-1922)

Império Otomano (1.299 – 1.923): O menor dos Beyliks (principados) que herdaram o Império selúcida de Anatólia, foram se espalhando por toda a Anatólia. Quando os otomanos conquistaram Constantinopla transformaram-na na capital do Império. As artes e as ciências floresceram nesse período. E foi redigida uma constituição e instituiu-se o parlamento. Grã Bretanha, a França e a Alemanha tinham uma influência decisiva na política exterior, inclusive nos assuntos internos do Império que, de modo constante perdia territórios.



CONSTANTINOPLA

Localização estratégica, entre a Europa e a Ásia, ligando física, cultural e economicamente, esses dois continentes.

Representação da queda de Constantinopla -
Museu histórico de Istanbul, Panorama 1453



Destaques para o canhão e a catapulta!

Exército otomano em marcha / Crédito: Wikimedia Commons



Artefato tecnológico em destaque!

2º momento

Após a apresentação dos slides, sugere-se a exibição de um episódio da série “Ascensão Império Otomano” em uma espaço da escola como os laboratórios de recursos audiovisuais (LIED), caso a instituição possua. O episódio tem duração aproximada de 40 minutos, e o intuito deste recurso didático é utilizar da História da Ciência para identificação de um artefato tecnológico dentro do cenário histórico apresentado. Buscamos promover a reflexão e o pensamento crítico sobre os desdobramentos de tal tecnologia e a forma com a qual as estruturas sociais o atravessam.

Figura 13 - Cartaz da série "Ascensão do Império Otomano"



Fonte: Netflix, 2020.

Sinopse:

Depois de assumir o trono, o imperador Maomé II decide elaborar um plano para tomar a cidade de Constantinopla, capital do império Bizantino. Ele manda um claro sinal de guerra contra seus inimigos e não mede esforços para ampliar o Império Otomano.

Créditos autorais:

Produção: Netflix

Ano: 2020

Título original : Rise of Empires: Ottoman

Elenco: Cem Yiğit Üzümoğlu, Tommaso Basili, Birkan Sokullu

Nacionalidade: Turquia

3º momento

Após a exibição do episódio, sugere-se a realização de um debate sobre o papel das tecnologias na ascensão do Império Otomano. Para isso, o professor pode estruturar a discussão a partir de um estudo dirigido, onde os estudantes são divididos em grupos para sistematizarem as ideias a partir das seguintes questões:

- Vocês conseguem identificar algum artefato tecnológico utilizado na ascensão do Império Otomano? Qual?
- Houve alguma motivação para o desenvolvimento deste artefato? Explique.
- Que conhecimentos vocês acham que foram necessários para construção do artefato?
- Considerando o contexto de ascensão do Império Otomano e atual, podemos dizer que a Ciência e Tecnologia são instâncias neutras na sociedade? Por quê?
- Esta Tecnologia possui um caráter positivo ou negativo quando pensamos no bem estar social? Justifique sua resposta.
- Esta Tecnologia sofreu algum tipo de evolução quando olhamos para os dias atuais? Qual(is)?
- Esta Tecnologia no passado impactou de alguma forma a Sociedade em que vivemos? De que forma? Quais as consequências?

Após a finalização do estudo dirigido, sugere-se a realização de uma roda de conversa com duração aproximada de 30 minutos, para discutirmos os pontos levantados acima.

1º momento

Na segunda aula, o professor pode iniciar retomando as ideias do encontro anterior, focando no papel da tecnologia na ascensão do Império Otomano.

Em seguida, focando nos conhecimentos de Física envolvidos na tecnologia bélica, sugere-se a exibição do vídeo do canal Manual do Mundo “Canhão de ar gigante - Experimento de Física”, pelo qual é possível observarmos recursos da matemática e da física articulando-se para solucionar problemas e desenvolver o projeto de construção de um canhão de ar gigante proposto pelo construtor. O vídeo tem duração aproximada de 15 minutos e está disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=dyWOirHNpUE>

Figura 14 - Vídeo Manual do Mundo



Fonte: Canal Manual do Mundo (2016).

Figura 15 - Vídeo Manual do Mundo



Fonte: Canal Manual do Mundo (2016)

Nesta etapa é possível perceber que mesmo um artefato essencialmente destrutivo como o canhão, pode tomar contornos e se adaptar a diferentes necessidades como é o caso do canhão de ar, servindo como ferramenta didática para o estudo de fenômenos físicos e em uma escala maior sendo essencial para o desenvolvimento de projetos que necessitam de estudos aerodinâmicos, com a utilização de túneis de vento.

2º momento

No segundo momento da aula, propõe-se a utilização do simulador “PhET Interactive Simulations” com auxílio da sala de recursos áudio visuais. Esta ferramenta possibilita estudarmos o lançamento horizontal e o lançamento oblíquo de projéteis a partir do estudo de disparos efetuados por canhões, sendo esta, uma ferramenta de grande valia para o estudo destes temas dentro do conteúdo disciplinar de Física e está disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/html/projectile-motion/latest/projectile-motion_all.html?locale=pt_BR

Figura 16 - Estudo do lançamento de projéteis



Fonte: PhET Interactive Simulations (2025)

Figura 17 - Estudo do lançamento de projéteis



Fonte: PhET Interactive Simulations (2025)

Com a utilização desta ferramenta é possível estudar o comportamento da trajetória de corpos com diferentes massas e aerodinâmicas, bem como se comportam com e sem a resistência do ar. Pode-se propor diferentes velocidades e ângulos iniciais para o disparo permitindo que se investigue a relação entre a velocidade inicial do projétil, o ângulo de lançamento e o seu alcance, tendo o usuário ainda ao seu dispor a possibilidade de inserir o comportamento dos vetores velocidade, aceleração e força ao longo das trajetórias tais quais as suas componentes, sendo este um recurso muito valioso para abordagem destas temáticas.

3º momento

Na última aula proposta, é sugerida a sistematização matemática e conceitualmente os conceitos físicos trabalhados ao longo da Sequência Didática, por meio de uma aula expositiva. Contudo, promovendo um Ensino de Física com significado para o nosso estudante posto as relações estabelecidas previamente entre Ciência, Tecnologia e seus desdobramentos para com a Sociedade, apresentando conteúdos da disciplina, mas também abordando a sua natureza, contribuindo para formação de um agente capaz de se posicionar criticamente e propor soluções diante de problemas que envolvam a Ciência e suas Tecnologias.

Proposta de Sequência didática (CTS e HC) -3

PROPOSTA 3: Uma proposta que aborda o lançamento de projéteis contextualizada através do lançamento de bombas pelos aviões que compõe a obra cinematográfica Top Gun: Maverick.

OBJETIVO

Nossa última proposta de sequência didática busca discutir a suposta neutralidade da Ciência e os diferentes desdobramentos que a Tecnologia pode assumir em função dos contornos sociais por meio de conteúdos de Física latentes em temas que permeiam a Sociedade contemporânea, contextualizados pela História da Ciência (HC).

DINÂMICA DA AULA

As aulas propostas pela SD assumem caráter expositiva dialogada com a apresentação de filmes: oficina de construção de aparato tecnológico; competição de lançamento de foguetes e rodas de conversa.

ABORDAGEM

Iremos trabalhar em uma perspectiva CTS buscando desenvolver uma percepção discente sobre como a Ciência e suas Tecnologias podem assumir diferentes faces em virtude do contexto social em que se desenvolvem. Serão abordados os aspectos internalistas e externalistas da Ciência e suas Tecnologias por meio da História da Ciência que se coloca como dimensão do movimento CTS apresentando-se como ferramenta de contextualização.

RECURSOS

Data show, garrafa pet, tesoura, fita adesiva, uma bomba de encher pneu de bicicleta, uma rolha, água e sala de recursos audiovisuais.

DURAÇÃO

Quatro aulas. Cada aula terá duração de uma hora e meia, totalizando seis horas.

1ª AULA

Para a primeira aula da SD é proposta a exibição do filme “Top Gun Maverick” em um espaço como os laboratórios de recursos audiovisuais (LIED), caso a escola possua esse espaço. O filme tem duração aproximada de 130 minutos e, por ele, buscamos, além do caráter lúdico, permitir que o estudante observe e reflita acerca de como as Tecnologias desenvolvidas pela Ciência podem se desdobrar e assumir diferentes faces em função do contexto e demandas sociais.

Figura 18 - Cartaz do filme Top Gun Maverick



Fonte: Paramount, 2022.

Sinopse:

Depois de mais de 30 anos de serviço como um dos principais aviadores da Marinha, Pete "Maverick" Mitchell está de volta, rompendo os limites como um piloto de testes corajoso. No mundo contemporâneo das guerras tecnológicas, Maverick enfrenta drones e prova que o fator humano ainda é essencial.

Créditos autorais:

Ano: 2022

Direção: Joseph Kosinski

Produtores: Jerry Bruckheimer, Tom Cruise, Christopher McQuarrie, David Ellison

Roteiro: Ehren Kruger, Eric Warren Singer, Christopher McQuarrie

Baseado em Personagens Criados por: Jim Cash e Jack Epps Jr.

Música: Harold Faltermeyer, Lady Gaga, Hans Zimmer, Lorne Balfe

Distribuição: Paramount Pictures

1º momento

A segunda aula pode ser iniciada com a rememoração dos pontos principais do filme, destacando-se o uso da tecnologia bélica, para realização de um debate sobre a natureza da Ciência e os seus desdobramentos tecnológicos para com a Sociedade. Uma forma de direcionar os pontos da discussão é realizar um estudo dirigido.

Para o estudo dirigido sugere-se os seguintes pontos:

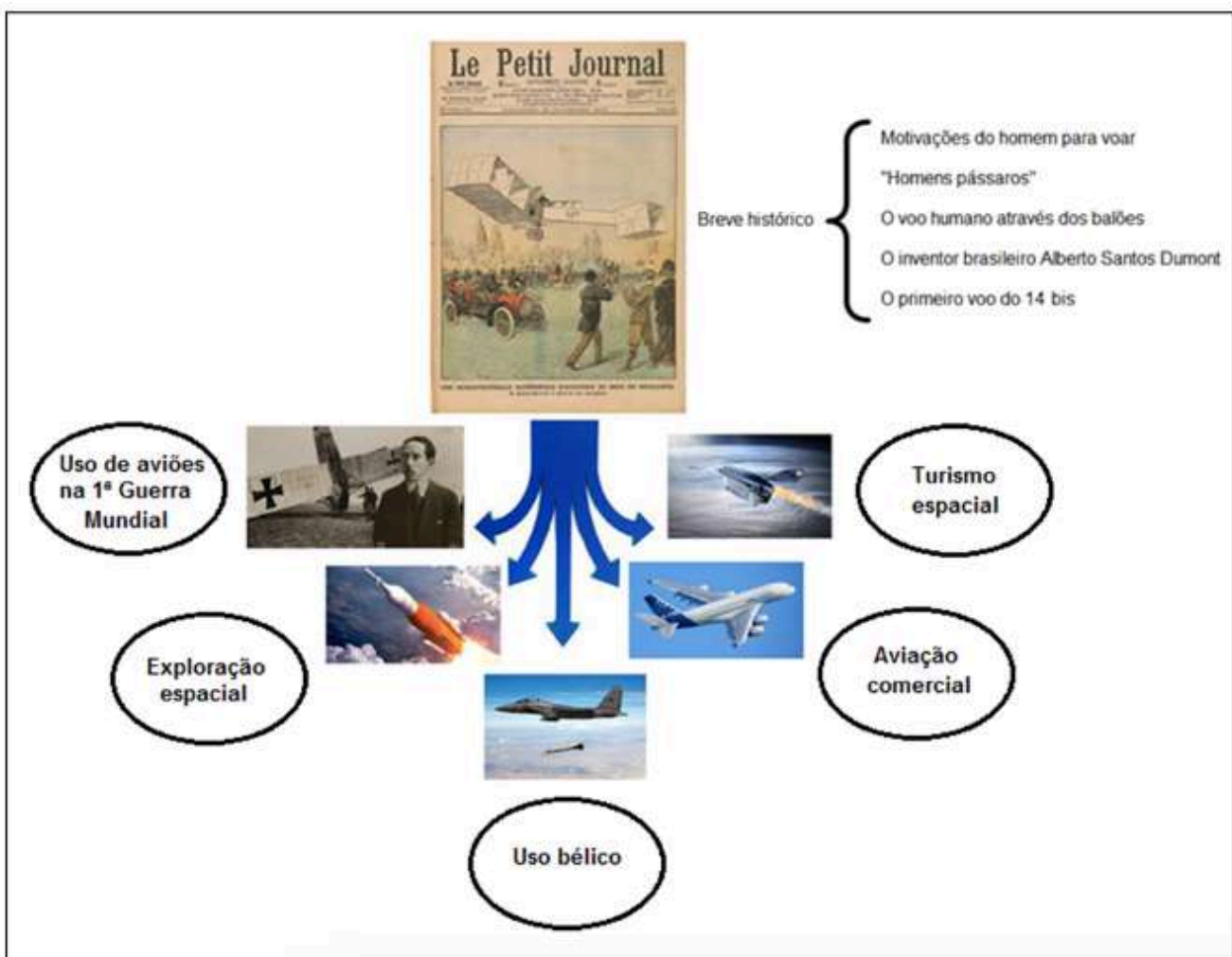
- Vocês conseguem identificar algum artefato tecnológico utilizado no filme Top Gun Maverick?
- Qual o papel desse artefato dentro do cenário apresentado?
- Que conhecimentos vocês acham que estão envolvidos no funcionamento do artefato?
- Este artefato está presente atualmente em nossa Sociedade? Se sim, apresente diferentes formas para sua utilização.
- Faça uma breve reflexão e avalie se esta Tecnologia foi desenvolvida necessariamente em virtude de se alcançar uma melhor qualidade de vida e bem estar social.
- No seu entendimento, esta tecnologia atualmente se apresenta para Sociedade de maneira positiva ou negativa? Justifique.

Para socialização das ideias, pode-se realizar uma roda de conversa com duração aproximada de 45 minutos, para discutirmos os pontos levantados acima.

2º momento

Em seguida, encadeando a discussão, sugere-se prosseguir a aula com a apresentação de slides que realizem um breve histórico da aviação. Como sugestão, abaixo, é sugerido um Power Point, pelo qual o professor pode utilizar ou se basear para a construção de sua própria apresentação.

Slide: Desdobramentos sociais da Tecnologia



Sugere-se que seja feito um breve histórico, em aula expositiva dialogada, sobre as motivações do homem para voar, a sustentação do voo por balões, principais nomes envolvidos na história da aviação passando por Santos Dumont e culminando no voo do 14 bis ocorrido na França, com duração aproximada de vinte minutos. Utilizaremos este recurso como forma de contextualizarmos historicamente um artefato tecnológico possibilitando o vislumbre do contexto de sua proposta inicial e os diferentes rumos que tomou. Faremos uma apresentação de slides com o equipamento (Projektor + teclado) disponível na unidade escolar.

3ª AULA

A terceira aula consiste em uma oficina de construção de foguetes à base de água.

1º momento

O início da aula pode-se se dar como apresentação do tutorial para construção do foguete de garrafa pet que tem duração aproximada de 10 minutos. O tutorial para a construção do foguete será entregue no formato impresso para os estudantes.

Existem diversos tutoriais para construção de foguetes de garrafa PET, porém, optamos por utilizar o tutorial proposto pela Universidade de Caxias do Sul (UCS), disponível em: <https://www.ucs.br/site/midia/arquivos/tutorial-montagem-foguete.pdf> e que reproduzimos abaixo. Além disso, para garantir o domínio dos procedimentos de construção, são sugeridos outros dois vídeos e um outro tutorial sobre o lançamento do foguete, reproduzidos na sequência.



TUTORIAL DE CONSTRUÇÃO DE FOGUETE DE GARRAFA PET

OBJETIVO

Este tutorial é uma sugestão para construção de foguetes simples baseados em garrafa PET e tendo como propelente a água e uma bomba de ar, tipo de bicicleta. Foi desenvolvido com o intuito de nortear os interessados nesta prática.

MATERIAIS NECESSÁRIOS

- Duas garrafas PET;
- Balão ou argila;
- Fita adesiva ou cola
- Pasta plástica, papel ou placas de raio-x.

ESTRUTURAÇÃO

Escolha duas garrafas semelhantes de, aproximadamente, 2 litros, com o mínimo de ondulações possíveis como, por exemplo, na Figura 1, de modo que o modelo seja aerodinamicamente eficaz. Corte uma garrafa em torno de 15 cm do bocal, fazendo, assim, parte do bico do foguete. Nela deverá conter um aparato maciço de modo que exerça força peso para a estabilidade do voo. Um exemplo pode ser visualizado na Figura 2, em que encheu-se um balão com água, e o nó de fechamento da bexiga fica preso à tampa da garrafa para que o peso não se movimente.

O fundamental nesta parte é que não haja partes soltas que atrapalhem o movimento do foguete. Assim, pode-se completar com pedras pequenas, pois, mesmo que pequeno, o deslocamento que estas realizam afetaria a quantidade de momento linear do voo, conseqüentemente reduzindo a eficiência esperada.

Este peso da ponta é de livre escolha, está relacionado a grandezas, como centro de massa e centro de pressão, cabe a você pesquisar e descobrir qual a fração de massa será a mais efetiva. Para concluir esta parte da extremidade e deixá-la com um formato que tenha menor arrasto do ar, é indicado elaborar um cone com placas de raio-x ou até mesmo pasta de plástico, como instruído na Figura 3.

Já a Figura 4 sugere um modelo de aleta, faça três unidades baseadas neste molde, corte na linha pontilhada e dobre um para o lado direito e outro para o esquerdo, fixe-as na garrafa não cortada, próximo ao bocal distante 120° .

A parte restante da garrafa utilizada para a construção do bico, deve ser cortada a aproximadamente, 15 cm do fundo e deve ser encaixada no fundo da outra garrafa, como demonstrado na Figura 5. Para finalizar, encaixe a parte do bico nela, utilize cola ou fita adesiva para que as partes não se separem. Observe a Figura 6 o foguete pronto.

Figura 19 - Exemplo de garrafas PET com poucas ondulações



Fonte: O Autor, 2025

Figura 20 - Balão com água para exercer a força peso



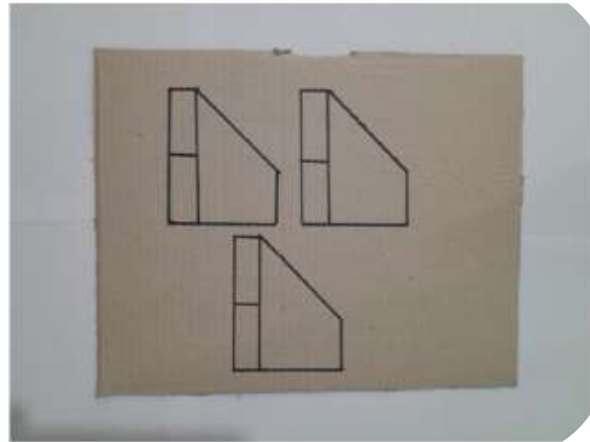
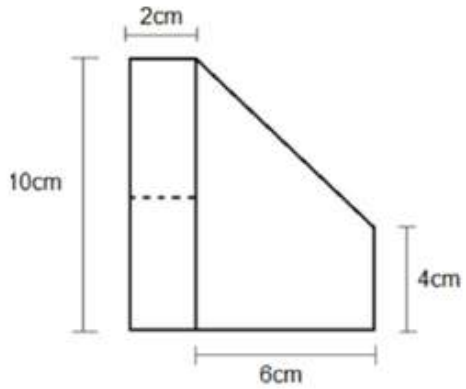
Fonte: O Autor, 2025

Figura 21 - Formato cônico para bicos



Fonte: O Autor, 2025

Figura 22 - Sugestão de aletas



Fonte: O Autor, 2025

Figura 23 e 24: Exemplo de foguete e exemplo de um foguete com bico



Fonte: O Autor, 2025

2º momento

Como dito, para garantir o domínio dos procedimentos, sugerimos a exibição do vídeo “Como fazer um foguete com água e garrafa pet” do canal Manual do mundo, que tem duração aproximada de 5 minutos.

Figura 25 - Foguete posicionado para o disparo



Fonte: Canal Manual do Mundo (2016)

O objetivo desta etapa é verificarmos principalmente de que forma será feito o uso da tampa de cortiça, da água e da bomba de bicicleta na montagem do foguete, assim como os procedimentos para que o mesmo seja lançado.

Procedimentos para o lançamento



Referência

1

Os procedimentos para o lançamento do foguete são sugeridos pelo canal. Disponível em: <https://aerojr.com/blog/foguete-de-agua-tutorial>. Acesso em: 26 ago. 2024.

Materiais

2

- Uma rolha;
- Uma bomba para encher pneu de bicicleta ou bola;
- Água

Passo a passo

3

Passo 1: Fure a rolha com a agulha da bomba utilizada.

Passo 2: Encha a garrafa com pouco mais de um terço de água.

OBS: Não coloque muita água, isso fará com que sua garrafa fique pesada e a pressão do ar dentro pode não ser o suficiente para fazer o foguete “voar”.

Passo 3: Tampe a garrafa plástica com a rolha.

Passo 4: Vire a garrafa de ponta-cabeça.

Base

4

A base utilizada aqui será bem simples.

1- Encontre um local de apoio para o foguete, de maneira que ele não toque o chão.

2- Para que o foguete não saia reto, incline-o um pouco e o apoie com uma pedra.

Agora com o foguete na base, basta somente enchê-lo de ar, comprimindo a bomba. E o foguete saltará por si só e pode voar até 10 metros de altura!

3º momento

Construção do foguete

Depois de apresentados os procedimentos, sugere-se distribuir os estudantes em grupos e pedir-lhes que cada grupo, com auxílio dos tutoriais, construa o seu foguete.

Este momento tem aproximadamente 30 minutos de duração. É importante nesta etapa o monitoramento atento do professor com intuito de minimizar acidentes decorrentes da manipulação da tesoura e pistola de cola quente por exemplo, podendo o professor demonstrar a maneira mais adequada para se manipular tais instrumentos em cada etapa.

4º momento

Após a construção dos foguetes, sugere-se a atividade de lançamento do foguete. O objetivo desta etapa é fazer com que os alunos apliquem conceitos da disciplina na construção do seu aparato, verificando a possibilidade de resolução de problemas a partir dos conteúdos trabalhados em sala.

O professor deverá pedir para os grupos apresentarem os seus foguetes e organizar a ordem em que cada equipe irá realizar o lançamento. É sugerido que cada grupo realize dois lançamentos, intercalando-se as equipes. Deve-se atribuir a um participante de cada equipe a tarefa de sinalizar no chão, com um pedaço de fita adesiva, por exemplo, o ponto de chegada do foguete, ou seja, o seu alcance. Será declarada campeã a equipe que conseguir lançar o seu foguete o mais distante da plataforma de lançamento.

5º momento

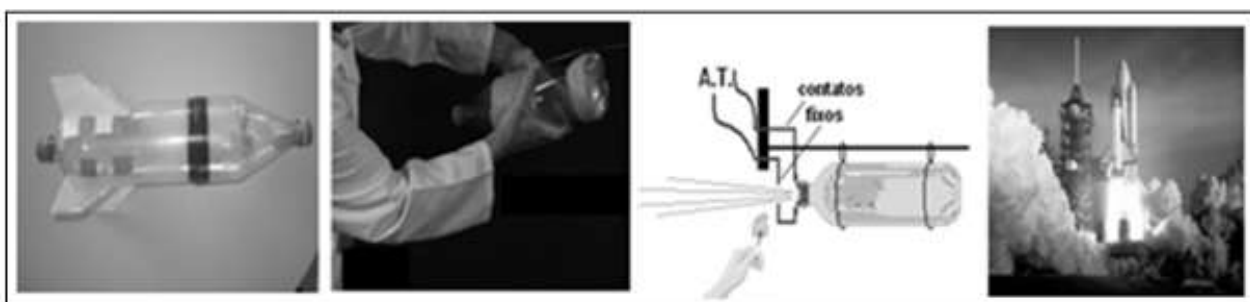
Finalizando a aula, é proposta uma atividade de casa para sistematização dos conhecimentos, especificamente, promover no estudante uma reflexão sobre quais conteúdos da disciplina de Física estão envolvidos na prática proposta e possibilitar a percepção de como tais conceitos estão, ou podem estar presentes em seu cotidiano, buscando estreitar, ou até mesmo estabelecer uma relação entre aluno, a Ciência e suas Tecnologias.

Abaixo é sugerido um modelo que pode ser aplicado ou utilizado como base para uma proposta mais específica do professor:

Atividade de casa



Em nossas aulas de física foi feito um experimento que permitiu observar alguns princípios básicos da mecânica a partir do lançamento de um foguete de garrafa pet, como ilustrado na sequência abaixo.



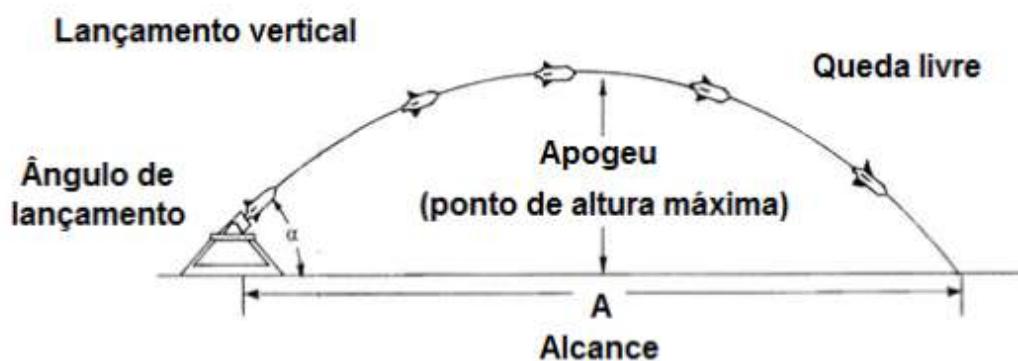
Quais leis ou princípios físicos foram evidenciados com essa prática experimental?

4ª AULA

Na última aula sugere-se retomar os apontamentos dos estudantes na atividade de casa e, em seguida, uma aula expositiva dialogada sobre os conteúdos de Física envolvidos na prática realizada.

São muitos os temas em Física que podem ser explorados a partir desta prática. Contudo, faremos sugestões de alguns assuntos que são evidenciados de forma mais explícita.

a) Lançamento oblíquo

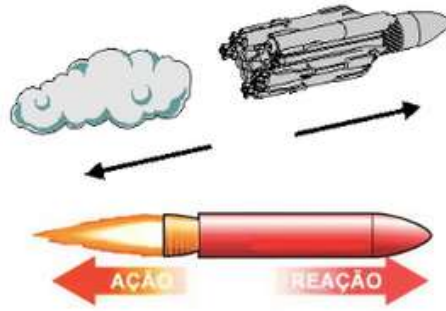


b) Aerodinâmica

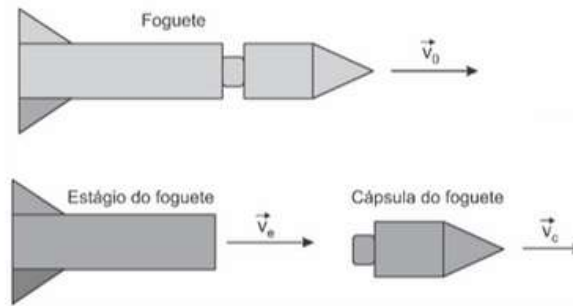


Elementos aerodinâmicos

c) 3ª lei de Newton (Princípio da ação e reação)



d) Conservação do momento linear



Sugestões de atividades interdisciplinares

Este caderno de atividades apesar de ser voltado para o ensino de conteúdos de Física busca integrar o estudo desta disciplina com outras áreas do conhecimento, desenvolvendo no estudante um olhar panorâmico que contemple as diversas áreas do saber.

Atividade 1: Linha do tempo

Divida os alunos em grupos e proponha que cada grupo seja responsável por estudar uma fase específica do desenvolvimento de tecnologias para o lançamento de projéteis, passando pela Idade Média com as catapultas, os canhões no Renascimento e os mísseis no século XX. Na sequência os alunos deverão apresentar as suas descobertas em uma linha do tempo.

Objetivos: Aplicar os conceitos de Física, como cinemática, forças e energia, para explicar o lançamento de projéteis de acordo com as tecnologias de cada época. Ampliar a compreensão histórica e contextualizar as invenções ao longo do tempo abordando as implicações éticas e filosóficas do uso da tecnologia bélica ao longo da História. Explorar as mudanças sociais provocadas pelo avanço das tecnologias bélicas e o impacto na sociedade. Estimular a produção de textos e as representações visuais da guerra, como cartazes de propagandas militares divulgados durante a Segunda Guerra Mundial por exemplo.

Atividade 2: Estratégias de cerco

1º momento: Proponha aos estudantes que façam um breve estudo sobre a evolução das tecnologias de lançamento de projéteis, desde a catapulta medieval até os mísseis modernos, incluindo a contextualização histórica da queda de Constantinopla (1453), o uso de canhões no Renascimento e as armas modernas.

2º momento: Divida os estudantes em grupos e disponibilize materiais simples (como palitos de picolé, elásticos, garrafas PET e papel) que proporcione aos grupos a possibilidade de construção de um artefato simples capaz de arremessar pequenos objetos, moedas por exemplo.

3º momento: Os alunos deverão alcançar a "fortaleza" (um alvo simulado, como uma caixa) disparando os seus mecanismos. Durante esta etapa pode-se propor diferentes cenários, introduzindo-se a presença de montanhas, rios e variando a alturas das muralhas que protegem a cidade.

4º momento: Depois de testar diferentes configurações para os lançamentos de projéteis, os alunos devem trabalhar em equipe para desenvolver uma estratégia de cerco, considerando o uso de diferentes tecnologias (catapulta, canhão, ou mísseis) e as implicações físicas de cada escolha. Devem justificar suas decisões com base nos princípios físicos (como o alcance máximo ou a energia necessária para quebrar as muralhas) e nos conhecimentos históricos adquiridos. Os alunos poderão apresentar suas estratégias para o restante da turma, explicando os aspectos físicos, geográficos e históricos envolvidos em suas decisões, refletindo sobre como a evolução das tecnologias de armas afetou as estratégias de guerra, as

táticas militares e a Sociedade como um todo, discutindo as vantagens e desvantagens de cada uma no contexto histórico.

Objetivos: Simular o uso de tecnologias de lançamento de projéteis (como catapultas, canhões e mísseis) para estudar as implicações físicas e estratégicas das guerras, integrando conceitos de Física, História, Geografia. Aprofundar os conceitos de lançamento oblíquo, conservação da energia mecânica e cinemática (velocidade inicial, ângulo de lançamento e alcance). Proporcionar discussões sobre como o terreno e a geografia local influenciam no uso e escolha das armas de cerco, explorando a interligação entre a Física e a Geografia. Compreender a importância histórica da Ciência e suas Tecnologias e como elas influenciaram o curso dos eventos históricos ao longo da humanidade.

Durante a construção das miniaturas e a elaboração das estratégias, os alunos são oportunizados a exercer a colaboração, a comunicação e a resolução de problemas de forma criativa, proporcionando um aprendizado significativo.

Para os professores que desejam explorar os temas que permeiam as sequências didáticas propostas, sugerimos alguns links que oferecem material de apoio valioso e de fácil acesso:

1. **História do Mundo:** Um portal completo com artigos sobre eventos históricos, incluindo a queda de Constantinopla e o uso das armas de cerco, como as catapultas além dos conflitos que assolam o mundo contemporâneo.

<http://www.historiadomundo.com.br>

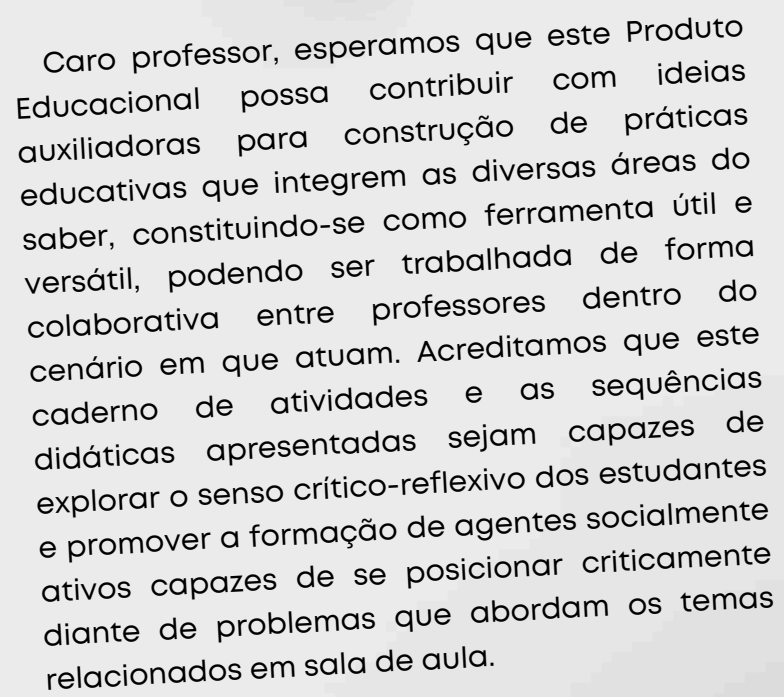
2. **Brasil Escola:** Oferece conteúdos claros e didáticos sobre a Idade Média e a tomada de Constantinopla com foco nas técnicas de guerra da época.

<https://www.brasilecola.uol.com.br>

3. **InfoEscola:** Uma ótima opção para consultar informações históricas sobre o período medieval, os instrumentos de cerco utilizados durante a invasão otomana e os aspectos econômicos, políticos e sociais que compõem o cenário das guerras atuais.

<https://www.infoescola.com>

Esses sites são recursos que podem apoiar professores que buscam materiais complementares e explicações detalhadas sobre os temas em voga, podendo ser úteis na construção de suas aulas.

A red pushpin is pinned to the top center of a piece of white paper. The paper is slightly wrinkled and has a soft shadow underneath, suggesting it's resting on a surface. The background is white with decorative blue and teal shapes: a large blue shape in the top left, a teal circle and a smaller teal circle in the top center, and a large teal circle and a smaller teal circle in the bottom right.

Caro professor, esperamos que este Produto Educacional possa contribuir com ideias auxiliaadoras para construção de práticas educativas que integrem as diversas áreas do saber, constituindo-se como ferramenta útil e versátil, podendo ser trabalhada de forma colaborativa entre professores dentro do cenário em que atuam. Acreditamos que este caderno de atividades e as sequências didáticas apresentadas sejam capazes de explorar o senso crítico-reflexivo dos estudantes e promover a formação de agentes socialmente ativos capazes de se posicionar criticamente diante de problemas que abordam os temas relacionados em sala de aula.

Referências Bibliográficas

ALVIM, Marcia Helena; ZANOTELLO, Marcelo. História das ciências e educação científica em uma perspectiva discursiva: contribuições para a formação cidadã e reflexiva. **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 7, n. 2, p. 349-359, 2014.

BERNARDO, José Roberto da Rocha. **A Construção de estratégias para abordagem do tema energia a luz do enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) junto a professores de física do ensino médio**. 2008. Tese (Doutorado em Ensino em Biociências e Saúde) – Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2008.

LIBANO, Mateus S. A História do ensino de física no Brasil: Problemas e desafios. *In*: CONEDU, 6., 2019, Fortaleza. **Anais [...]**. Fortaleza: Realize, 2019.

MORAES, J. U. P; ARAUJO, M. S. T. **O Ensino de Física e o CTSA: caminhos para uma educação cidadã**. São Paulo: Livraria da Física, 2012.

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

OLIVEIRA, Rosângela Rodrigues de; ALVIM, Márcia Helena. Elos possíveis entre a História das Ciências e a Educação CTS. **Khronos**, n. 4, p. 58-71, 2017.

SASSERON, L. H.; Machado, V. F. **Alfabetização Científica na Prática: inovando a forma de ensinar física**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2017.

SOLBES, J.; Traver, M. La utilización de historia de las ciencias en la enseñanza de la Física y la Química. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 14, n. 1, p. 103-112, 1996.

SOLBES, Jordi. Contribución de las cuestiones sociocientíficas al desarrollo del pensamiento crítico (I): Introducción. **Revista eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias**, v. 10, n. 1, p. 1-10, 2013.

SOLOMON, Joan; AIKENHEAD, Glen. **STS Education: International Perspectives on Reform**. Ways of Knowing Science Series. New York: Teachers College Press, 1994.

UGALDE, Maria Cecília Pereira; ROWEDER, Charlys. Sequência didática: uma proposta metodológica de ensino-aprendizagem. **Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, v. 6, e99220, 2020. Disponível em:
<https://doi.org/10.31417/educitec.v6ied.especial.992>. Acesso em: 31 jan. 2023.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: ArtMed, 1988.