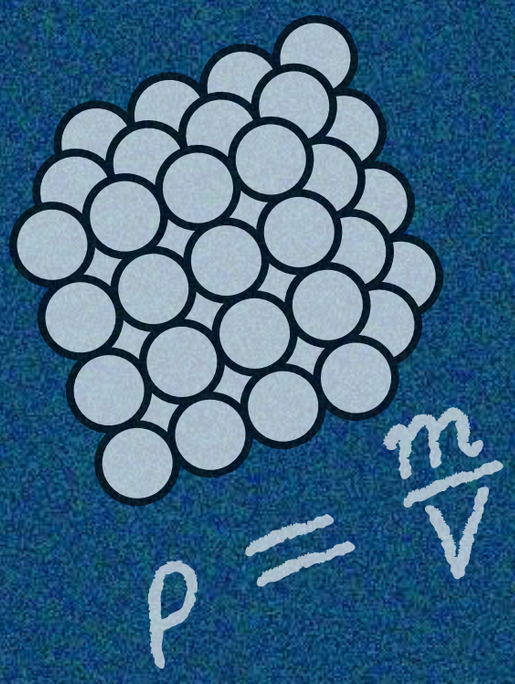
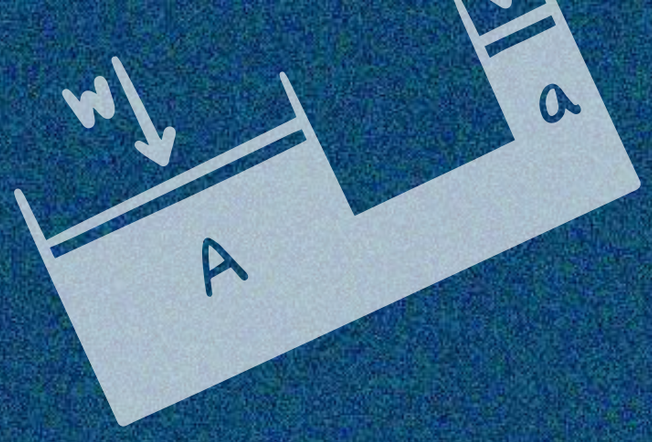
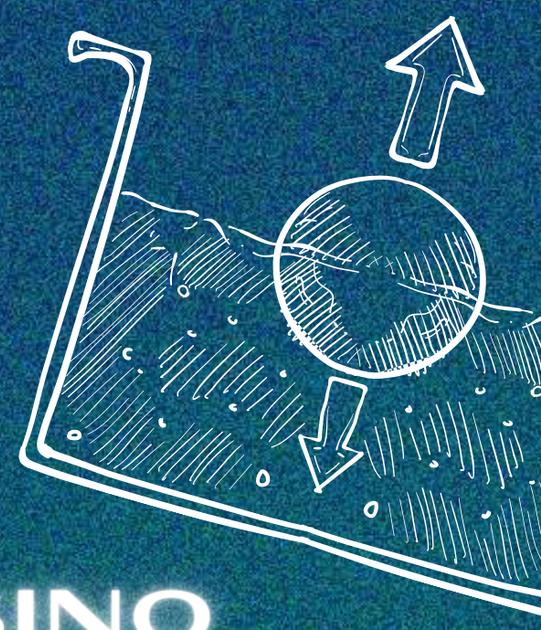




$$P_g = P_0 + \rho g h$$



PRODUTO EDUCACIONAL

ABORDAGEM STEAM NO ENSINO DE FÍSICA: UM ESTUDO DE CASO SOBRE A HIDROSTÁTICA EM CONTEXTO PORTUÁRIO



IZAMARA ROSA RODRIGUES FERREIRA

MNPEF Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

INSTITUTO FEDERAL
Fluminense
Campus Campos Centro

SBF
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

INSTRUÇÕES

Este produto educacional foi desenvolvido com o propósito de aprimorar o processo de aprendizagem por meio de atividades contextualizadas, problematizadoras e criativas, promovendo o protagonismo do discente em sua trajetória educacional.

Fundamentado no método de ensino por Estudo de Caso e na abordagem STEAM, o material didático proposto busca fomentar a resolução de problemas e o desenvolvimento do pensamento crítico, inserindo os estudantes como agentes centrais na construção do conhecimento.

Além disso, esta sequência didática tem como objetivo sensibilizar e engajar a comunidade escolar na realização de atividades que estimulem a criatividade e a reflexão, promovendo uma aprendizagem significativa e alinhada às demandas contemporâneas da educação.

SUMÁRIO

Estudo de Caso 3
Abordagem STEAM.....6
Ensino *Maker*.....8
Sequência didática 9
Encontro 1 10
Encontro 2 13
Encontro 3 18
Encontro 4 19
Encontro 5 23
Encontro 6 26
Encontro 7 28
Encontro 8 30
Apêndice A 32
Apêndice B 34
Apêndice C 36
Apêndice D 37
Apêndice E 38
Apêndice F 39
Apêndice G 40
Apêndice H 41

Método de Estudo de Caso

Os Estudos de Caso representam uma adaptação do método de Aprendizagem Baseada em Problemas (*Problem Based Learning* – PBL), originalmente implementado no curso de medicina da Universidade de McMaster (Sá, Francisco e Queiroz, 2007). O propósito deste método de ensino é proporcionar ao estudante a aplicação de conhecimentos científicos na análise e resolução de casos complexos que simulam situações reais do cotidiano e que os discentes sejam sujeitos ativos no processo de ensino e aprendizagem. Essa abordagem permite ao estudante o contato direto com uma situação-problema, familiarizando-se com os personagens e o contexto apresentado, de modo que possa, a partir de fundamentos científicos, identificar possíveis soluções e avaliar as consequências das decisões tomadas. Além disso, este método:

> Promove o desenvolvimento do pensamento crítico e da capacidade de resolução de problemas, elementos centrais para a formação integral do estudante (Queiroz; Cabral, 2016, p.12).

Método de Estudo de Caso

Sá e Queiroz (2009) afirmam que são necessários seguir três passos para resolver os problemas propostos no Estudo de Caso, que são eles:

TRÊS PASSOS PARA RESOLVER OS PROBLEMAS PROPOSTOS NO ESTUDO DE CASO

1° Passo	2° Passo	3° Passo
		
Identificar e definir o problema	Acessar, avaliar e usar informações necessárias à solução de problemas	Apresentar a solução do problema

As autoras também reiteram que na produção de casos, deve-se tomar mão de fontes de informação seguras como artigos de divulgação científica, artigos originais de pesquisas e filmes comerciais.

.

Método de Estudo de Caso

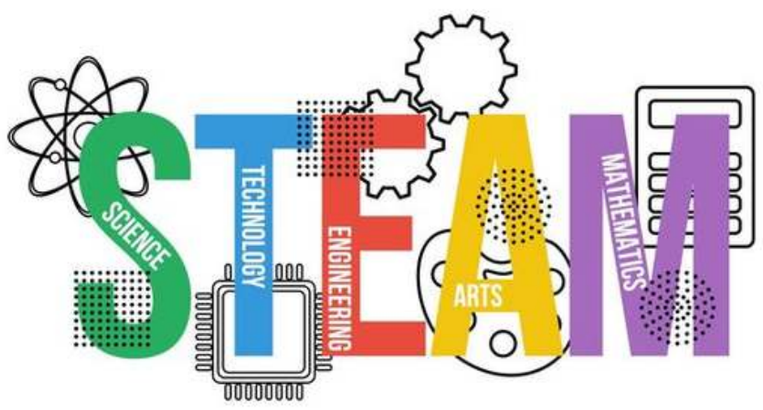
As autoras também reiteram que na produção de casos, deve-se tomar mão de fontes de informação seguras como artigos de divulgação científica, artigos originais de pesquisas e filmes comerciais.

O método de Estudo de Caso proporciona um ambiente propício para o desenvolvimento da criatividade, da espontaneidade e das habilidades de comunicação oral, além de estimular a capacidade de busca e análise de informações. Durante a aplicação desse método, o aluno é encorajado a se envolver profundamente com os personagens e o contexto da situação apresentada, a fim de compreender os fatos e os elementos que podem contribuir para a resolução do problema. Nesse processo, o professor assume o papel de facilitador, orientando o aluno na exploração de possíveis soluções para o caso em questão (Sá; Francisco; Queiroz, 2007, p. 731).

Abordagem STEAM

A Educação STEAM, cujo acrônimo em inglês representa as áreas de Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática, foi promovida nos Estados Unidos como uma abordagem inovadora para os desafios educacionais do século XXI. Bacich e Holanda (2020), afirmam que esta abordagem prioriza a integração entre as áreas curriculares, caracterizando-se como uma abordagem interdisciplinar, tecnológica e voltada para a problematização.

O que hoje se define por Educação STEAM teve origem na década de 90, sendo inicialmente denominada método STEM, termo adotado pela National Science Foundation (NSF), enfatiza a integração entre as diferentes áreas curriculares, caracterizando-se como uma metodologia potencialmente interdisciplinar, tecnológica e voltada para a problematização (Bacich; Holanda, 2020). Carvalho et. al. (2023) argumentam que este é um tema que tem conquistado atenção em escala global e, conforme evidenciado pela literatura, surge como uma possível solução para um desafio persistente enfrentado pela educação no século XXI.



Abordagem STEAM

A proposta STEAM, com o auxílio da tecnologia e da engenharia para a compreensão das ciências naturais, e reconhecer a relevância das artes e da matemática como linguagens que conectam conceitos, configura-se como uma abordagem de aprendizagem baseada em projetos, pois promove a integração intencional e complementar entre os objetivos, práticas e avaliações de áreas distintas, visando a construção de vínculos sociais e emocionais entre elas, fundamentados no questionamento e na colaboração (Riley, 2014)

Krajcik e Blumenfeld (2006) defendem que a proposta STEAM, ao integrar a investigação por meio de métodos em que propiciam a participação ativa dos estudantes e as interações com o mundo, promove o desenvolvimento de conceitos, a experimentação de ideias, a formulação de hipóteses e explicações, além da criação de produtos e soluções vinculadas aos desafios apresentados inicialmente.

Ensino maker

A cultura maker, abordagem que tem sido amplamente difundida nos últimos anos no espaço educacional, surgiu por meio do movimento DIY (Do It Youself) nas garagens, nos Estados Unidos, na década de 50 em decorrência do alto custo da mão de obra neste período.

Esta abordagem é utilizada na educação com o objetivo de permitir um espaço criativo para que os alunos participem ativamente e significativamente em seu processo em adquirir novos conhecimentos. Dougherty (2012) afirma que o movimento maker está mudando a forma de aprender e inovar de uma maneira colaborativa e criativa através da mão-na-massa. Em concordância, Raabe et. al. (2018) afirma que a valorização do "aprender fazendo" no ambiente escolar incentiva o protagonismo dos estudantes por meio de métodos que possibilitam solucionar problemas mediante a atividades que promovam a coletividade colaborativa.

Papert (1994) argumenta que essa abordagem propicia um ambiente no qual os indivíduos são incentivados a se tornarem criadores, construtores e solucionadores de problemas, ao invés de serem meros consumidores passivos de produtos e serviços. Essa perspectiva ressalta a importância da participação ativa e da autonomia no processo de aprendizagem, promovendo um engajamento mais profundo com o conhecimento e a inovação.

Sequência didática

1° Passo	2° Passo	3° Passo
1° Encontro: Conhecimentos prévios	2° Encontro: Densidade - aula teórica e aula prática	8° Encontro: Solução do caso e questionário final
	3° Encontro: Densidade - aula prática	
	4° Encontro: Pressão hidrostática - aula teórica, demonstração prática e *plikers*.	
	5° Encontro: Atividade *maker*	
	6° Encontro: Teorema de Arquimedes - aula teórica	
	7° Encontro: Atividade *maker*	

Encontro 1

Objetivos

- Apresentar a proposta da pesquisa.
- Apresentar o caso.
- Coletar os conhecimentos prévios dos alunos por meio das respostas às perguntas do questionário sobre possíveis soluções do caso.

Conteúdos abordados

- Potencialidade econômica promovida pelo porto na região;
- Quais conceitos físicos podem estar relacionados ao transporte de carga nos navios.

Tempo previsto para o encontro: 1h40min

Procedimentos metodológicos

No primeiro encontro, inicialmente será realizado uma nuvem de palavras por meio do site *Mentimeter*, a fim de que os alunos registrem as palavras que eles associam ao conceito de Hidrostática. Em seguida, o professor apresentará a proposta de pesquisa e como serão as próximas aulas.

Quais são as palavras que remetem à Hidrostática ?

Link da nuvem de palavras

Além disso, será realizada a leitura do caso. Em seguida será aplicado às questões problematizadoras a fim de que os discentes registrem suas concepções prévias acerca do conteúdo de Hidrostática e as possíveis soluções do caso.

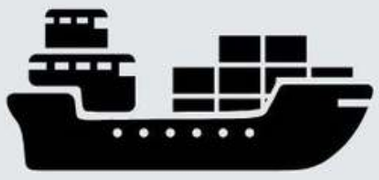
O LIMITE DA FLUTUABILIDADE E O RISCO DA SOBRECARGA

ERA UMA MANHÃ DE INTENSA MOVIMENTAÇÃO NO PORTO DO AÇU, UM DOS MAIS ESTRATÉGICOS COMPLEXOS PORTUÁRIOS DO BRASIL. O NAVIO CARGUEIRO OCEANO SUL ESTAVA EM FASE FINAL DE CARREGAMENTO PARA TRANSPORTAR MINÉRIO DE FERRO E SOJA PARA A ÁSIA. TUDO PARECIA DENTRO DOS PADRÕES OPERACIONAIS, ATÉ QUE A ENGENHEIRA NAVAL RESPONSÁVEL, JÚLIA, PERCEBEU UM DETALHE ALARMANTE: O NAVIO ESTAVA AFUNDANDO MAIS DO QUE O ESPERADO, FICANDO PERIGOSAMENTE PRÓXIMO AO LIMITE DE SEGURANÇA DA LINHA D'ÁGUA.

ENQUANTO JÚLIA E SUA EQUIPE ANALISAVAM OS RELATÓRIOS DE CARGA, TENTANDO ENTENDER O QUE PODERIA ESTAR CAUSANDO, UMA TRAGÉDIA OCORRIA EM OUTRO PONTO DO GLOBO. NA NOITE DE 3 DE OUTUBRO DE 2024, A EMBARCAÇÃO NYOTA III PARTIU DO PORTO DE BUKAVU, NO LAGO KIVU, TRANSPORTANDO 278 PASSAGEIROS RUMO A GOMA. POUCOS MINUTOS APÓS A PARTIDA, A EMBARCAÇÃO COMEÇOU A INCLINAR PERIGOSAMENTE PARA O LADO ESQUERDO. PASSAGEIROS ALARMADOS TENTARAM SE DESLOCAR PARA O LADO OPOSTO, MAS A MOVIMENTAÇÃO APENAS AGRAVOU A SITUAÇÃO. A ÁGUA COMEÇOU A INVADIR O CONVÉS E, SEM MEIOS EFICAZES DE RESGATE IMEDIATO, A EMBARCAÇÃO VIROU COMPLETAMENTE, RESULTANDO EM 78 VÍTIMAS FATAIS.

NO PORTO DO AÇU, JÚLIA E SUA EQUIPE ENFRENTAVAM UM DILEMA SEMELHANTE, EMBORA EM UMA ESCALA DIFERENTE. SE O NAVIO DEIXASSE O PORTO SEM AJUSTES, CORRIA O RISCO DE PERDER ESTABILIDADE EM MAR ABERTO, ASSIM COMO O NYOTA III SUCUMBIU NO LAGO KIVU.

IMAGINE QUE VOCÊ FAZ PARTE DA EQUIPE DA ENGENHEIRA JÚLIA ANALISANDO AS CAUSAS DO ACIDENTE. RESPONDA:



- QUAIS AS CAUSAS PODEM ESTAR RELACIONADAS AOS NAUFRÁGIOS DE NAVIOS ?

_____

_____

_____

- QUAIS MEDIDAS PODERIAM SER TOMADAS PARA CORRIGIR ESSES PROBLEMAS ANTES DA PARTIDA ?

_____

_____

_____

- QUAIS PROTOCOLOS DE SEGURANÇA PODERIAM TER EVITADO A TRAGÉDIA ?

_____

_____

_____

A principal finalidade deste encontro é coletar os conhecimentos prévios dos discentes a fim de compreender a sua bagagem acerca do conhecimento da Física e sobre as atividades do porto.

Espera-se as seguintes respostas dos discentes:



Questões	Respostas esperadas
Quais as causas podem estar relacionadas aos naufrágios de navios ?	Excesso de carga, a má distribuição do peso, alterações no centro de gravidade da embarcação, falhas no sistema de lastro, entrada de água no casco, condições climáticas adversas e problemas estruturais. Esses fatores podem comprometer a estabilidade da embarcação e alterar a relação entre o peso do navio e a força de empuxo exercida pela água, favorecendo a inclinação excessiva ou o afundamento do navio.
Quais medidas poderiam ser tomadas para corrigir esses problemas antes da partida?	Reajustar a distribuição da carga para manter o centro de gravidade bem centralizado.Verificar a densidade da água do porto para calcular corretamente o calado da embarcação.Monitorar a linha d’água para garantir que a embarcação não ultrapasse os limites de segurança.Utilizar sistemas de lastro para redistribuir o peso e aumentar a estabilidade.
Quais protocolos de segurança poderiam ter evitado a tragédia?	Controle rigoroso da capacidade máxima de passageiros e carga.Distribuição equilibrada dos passageiros na embarcação.Equipamentos de segurança adequados, como coletes salva-vidas e botes.Treinamento da tripulação para situações de emergência.Sensores de estabilidade e monitoramento da linha d’água.Sistemas de lastro para ajustes dinâmicos de equilíbrio.

Em seguida, será apresentada, por meio de *slides*, disponibilizados no *link* a seguir, a sequência didática e o cronograma dos encontros subsequentes, a fim de que os estudantes compreendam o planejamento da pesquisa e as atividades que serão desenvolvidas ao longo de sua execução. Além disso, serão abordadas a importância das embarcações ao longo da história e as principais atividades econômicas relacionadas ao complexo portuário, destacando sua relevância para o desenvolvimento regional e nacional.

Slides: Encontro 1
https://canva.link/w9cfsjdmofdfw03

Encontro 2

Objetivos

- Compreender os conceitos de densidade e massa específica e sua relação com a flutuabilidade de objetos em líquidos e sua formulação matemática.
- Relacionar os conceitos de densidade e massa específica com situações do cotidiano, como o comportamento de diferentes materiais na água.
- Explorar a importância histórica e atual das embarcações no transporte de pessoas e mercadorias.

Conteúdos abordados

- Densidade e massa específica;
- Flutuabilidade;
- A aplicação de densidade e massa específica na construção de embarcações;
- Importância histórica e atual das embarcações.

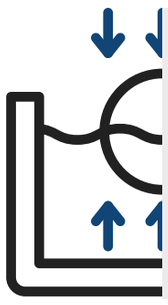
Tempo previsto para o encontro: 1h40min

Procedimentos metodológicos

No segundo encontro, a aula será conduzida de forma expositiva e dialogada, utilizando *slides*, disponilizados a seguir, para auxiliar na apresentação dos conceitos.

Slides: Encontro 2
https://canva.link/h3y30a0f08mpx3r

Iniciará a discussão com uma pergunta problematizadora para estimular o interesse dos alunos:

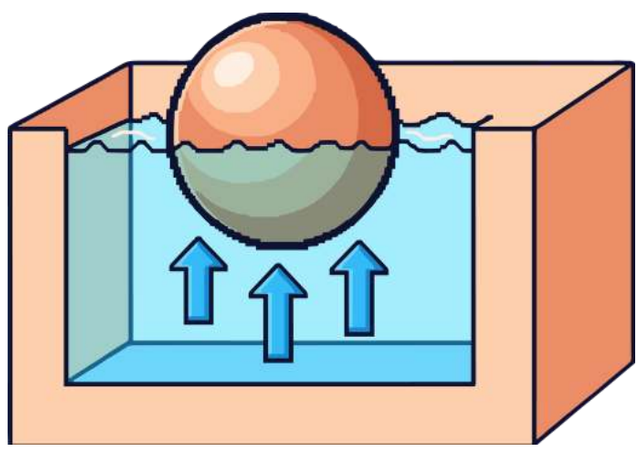


Por que alguns objetos flutuam enquanto outros afundam?

Em seguida, serão apresentados os conceitos fundamentais de densidade e massa específica, destacando suas definições matemáticas e exemplos do cotidiano. Durante a explicação, será incentivada a participação dos alunos por meio de questionamentos e associações com situações conhecidas, como o comportamento de diferentes materiais em líquidos.

Após a introdução teórica, a relação entre esses conceitos e o uso das embarcações será explorada. Será discutida a importância da densidade na construção naval e como esse conhecimento foi essencial ao longo da história para o desenvolvimento do transporte marítimo e fluvial.

Para auxiliar a compreensão dos conceitos, será utilizado o simulador PhET Colorado, disponível no QR Code abaixo, a fim de demonstrar o comportamento de diferentes materiais em um fluido, bem como suas características de massa e volume.



Link do simulador Phet Colorado

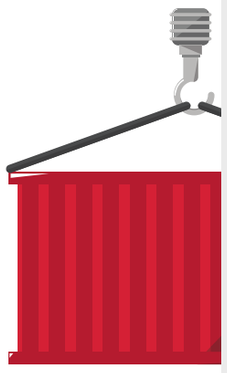
Em seguida, serão atribuídos ao objeto os valores de massa igual a 4,00 kg e volume correspondente a 10,0 L, com o objetivo de exemplificar a relação entre essas grandezas e a densidade.

Considerando que a densidade constitui uma propriedade característica de cada material, determinada por suas propriedades intrínsecas, o simulador permitirá verificar que alterações nos valores de massa e volume implicam modificações no valor da densidade. Além disso, possibilitará observar que, para uma determinada substância homogênea, a razão entre essas grandezas tende a permanecer constante, evidenciando que a densidade representa uma propriedade específica do material.

Dessa forma, a utilização do simulador favorecerá a visualização da relação entre massa, volume e densidade, contribuindo para a compreensão conceitual dessas grandezas e possibilitando aos estudantes estabelecer conexões entre a representação matemática e os fenômenos físicos associados ao comportamento dos materiais.

Após a introdução, a relação entre esses conceitos e o uso das embarcações será explorada com maior ênfase. Será discutida a importância da densidade na construção naval e como esse conhecimento foi essencial ao longo da história para o desenvolvimento do transporte marítimo e fluvial.

Posteriormente, será proposto um exemplo de como esse conceito pode se apresentar em situações-problemas em um exercício que permitiu aos estudantes identificar as grandezas envolvidas e determinar a densidade por meio do exercício abaixo:

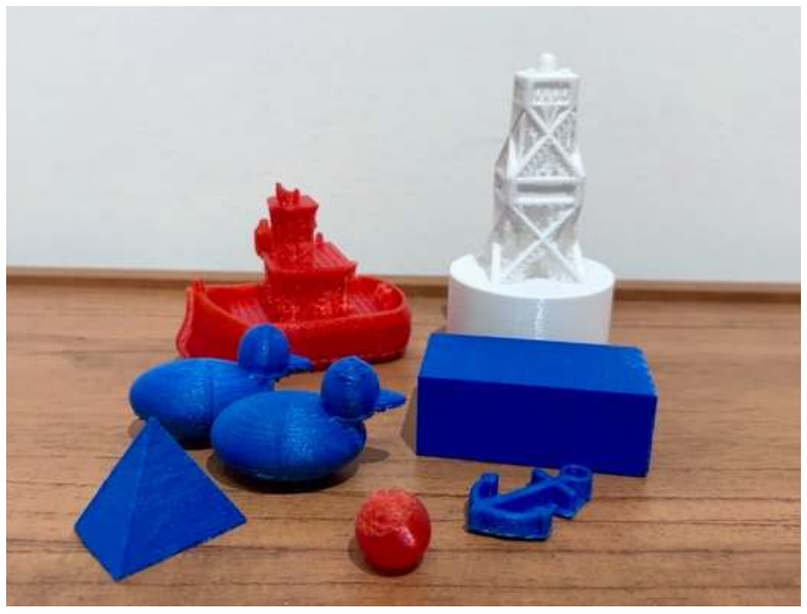


Durante o carregamento de um navio, um contêiner cai acidentalmente na água. Ele tem massa de 1200 kg e volume de 2,0 m³. A densidade da água salgada é 1030 kg/m³.
Qual é a densidade do contêiner ? Ele afundará ou flutuará ?

Em seguida, será desenvolvida uma abordagem experimental sobre o conteúdo abordado anteriormente, permitindo que os alunos explorem, na prática, os conceitos de densidade e massa específica. Inicialmente, o professor retomou o questionamento do início da aula. Espera-se que, nesse momento, os discentes discorram sobre o que haviam aprendido na aula anterior.

Na sequência, será realizada a Experiência 1, cujo roteiro está disponibilizado no Apêndice A, na qual os alunos terão contato com objetos criados por meio da tecnologia de impressão 3D pelo Labifmaker, como ilustrado na Figura 1.

Figura 1: Modelo de objetos utilizados nos experimentos.



Fonte: Arquivo pessoal.

A fim de aprofundar o conceito do ensino *maker*, haverá uma breve explicação sobre como esses objetos foram idealizados e fabricados, para que os alunos compreendessem o processo de fabricação e soubessem que eles mesmos poderiam realizar o mesmo procedimento em outro momento.

A proposta consiste em analisar, antes do experimentos, e realizar previsões sobre quais corpos irão flutuar ou afundar. Os alunos deverão registrar suas previsões no roteiro experimental impresso, antes da realização do experimento. A posterior observação dos resultados permitirá uma análise comparativa entre as hipóteses iniciais e os fenômenos observados, aprofundando a compreensão sobre a relação entre densidade do material, volume e flutuabilidade.

Encontro 3

Objetivos

- Utilizar os conceitos de densidade de um corpo e de massa específica de um material para caracterizar corpos e materiais.
- Estabelecer a relação entre a densidade dos materiais e seu comportamento em diferentes líquidos.

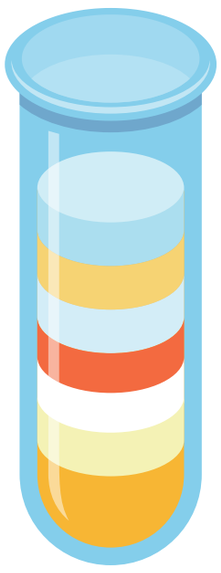
Conteúdos abordados

- Densidade e massa específica;
- Flutuabilidade.

Tempo previsto para o encontro: 1h40min

Procedimentos metodológicos

No terceiro encontro será realizada a Experiência 2, que abordará a formação de camadas de líquidos com diferentes densidades. Para isso, os alunos manipularam as substâncias: água, óleo vegetal, mel e detergente, observando a disposição dos líquidos de acordo com suas densidades. Essa atividade terá como objetivo demonstrar, de forma visual e prática, como a densidade das substâncias se comporta com outros fluidos.



Esta atividade será desenvolvida em grupos, os quais permanecerão os mesmos ao longo de toda a sequência didática, favorecendo o trabalho colaborativo e a continuidade das interações entre os participantes. Os materiais necessários serão disponibilizados a cada grupo, e todos os integrantes serão incentivados a participar ativamente da atividade experimental, realizando as medições, preparando as soluções e construindo as camadas de líquidos, de modo a promover a aprendizagem por meio da experimentação e da cooperação.

Após a realização dos experimentos, os estudantes serão orientados a registrar suas observações, hipóteses e conclusões no roteiro experimental, disponibilizados no Apêndice B. O professor conduzirá uma discussão coletiva para sistematizar os conhecimentos adquiridos, incentivando a reflexão sobre as aplicações práticas dos conceitos trabalhados.

Encontro 4

Objetivos

- Utilizar o conceito de pressão para resolver problema que envolva a ação de um corpo ou de um fluido em repouso sobre uma superfície.
- Compreender o conceito de pressão hidrostática e sua relação com profundidade e densidade do fluido.
- Experimentar e analisar fenômenos físicos relacionados à pressão em fluidos, por meio da observação empírica.

- Relacionar a pressão hidrostática com aplicações do cotidiano, como barragens, submarinos, mergulho e hidráulica.
- Desenvolver a habilidade de registrar e interpretar dados experimentais no roteiro experimental.
- Estimular a capacidade de formular hipóteses e justificar resultados observados, promovendo o pensamento crítico.
- Fomentar a argumentação científica por meio da discussão dos fenômenos físicos envolvidos no experimento.
-

Conteúdos abordados

- Pressão hidrostática.
- Relação entre profundidade e pressão.
- Fatores que influenciam a pressão em fluidos.
- Aplicações da pressão hidrostática no cotidiano.

Tempo previsto para o encontro: 1h40min

Procedimentos metodológicos

O encontro será conduzido por meio de uma aula expositiva dialogada, com o uso de *slides*, expostos no *link* a seguir, na qual foram abordados os conceitos de pressão hidrostática, o Teorema de Stevin e o Princípio de Pascal, enfatizando suas relações e aplicações em diferentes contextos.

Slides: Encontro 4
https://canva.link/h3y30a0f08mpx3r

Na sequência, será apresentada uma ilustração sobre a aplicação da pressão hidrostática do caso da implosão do submarino Titan, ocorrida em junho de 2023 no Atlântico Norte, com o objetivo de contextualizar o conteúdo e aprofundar a compreensão dos efeitos da pressão em grandes profundidades.

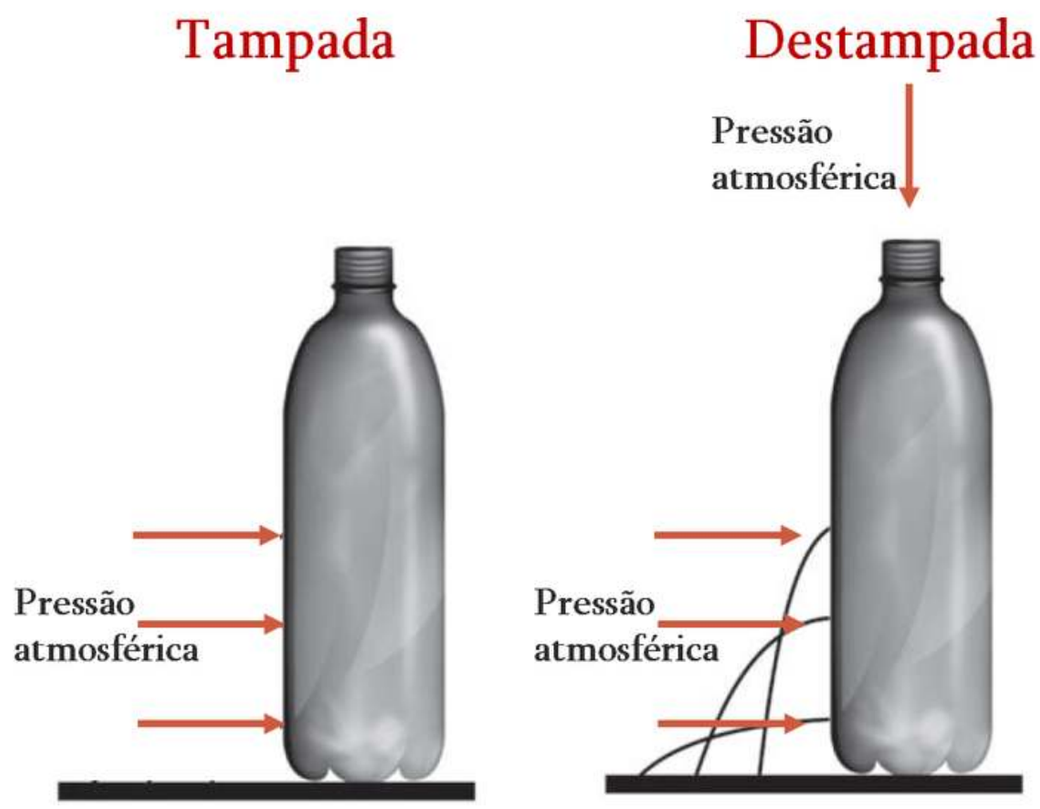


Animação da implosão do submersível Titan

Link do vídeo

Posteriormente, será realizada uma demonstração, conforme ilustrado na Figura 2, que consistiu em uma demonstração experimental sobre pressão hidrostática, utilizando uma garrafa com orifícios em diferentes alturas. A atividade permitirá que os discentes analisem empiricamente a variação da pressão em função da profundidade, tomando como referência o alcance dos jatos de água.

Figura 2: Demonstração experimental



Fonte: https://www.resumov.com.br/provas/enem-2013/para-realizar-um-experimento-com-uma-garrafa-pet-cheia-dagua-perfurou-se-a-lateral-da-garrafa-em-tres-posicoes-a-diferentes/

Em seguida, os alunos participarão de uma atividade interativa utilizando o *plickers*, uma ferramenta que possibilita a resolução de questões contextualizadas, disponibilizadas abaixo, sobre os temas abordados nesta e nas aulas anteriores, sem a necessidade de que os discentes utilizem o celular em sala de aula ou tenham acesso à internet.

Um estudante observa que, ao caminhar na areia da praia, seus pés afundam mais quando está descalço do que quando usa uma prancha larga de madeira sob os pés. Esse fenômeno ocorre porque:

- A A força exercida diminui quando a área aumenta.
- B A pressão aumenta com o aumento da área de contato.
- C A pressão diminui quando a área de contato aumenta.
- D A massa do estudante se altera ao usar a prancha.

Um prego é utilizado para fixar uma tábua na parede. A ponta fina do prego facilita a perfuração porque:

- A A força aplicada é menor.
- B A área de contato é maior.
- C A pressão exercida é menor.
- D A pressão exercida é maior devido à pequena área.

Durante uma viagem à serra, uma pessoa percebe dificuldade para respirar em grandes altitudes. Esse fato está relacionado:

- A Ao aumento da pressão atmosférica.
- B À diminuição da pressão atmosférica com a altitude.
- C Ao aumento da densidade do ar.
- D À ausência de oxigênio no ar.

Ao retirar o ar de dentro de uma ventosa e pressioná-la contra um vidro, ela permanece fixada devido:

- A À força magnética do vidro.
- B À pressão interna maior que a externa.
- C À ação da pressão atmosférica externa.
- D À gravidade que mantém a ventosa presa.

Um mergulhador desce verticalmente no mar e percebe que a pressão sobre seu corpo aumenta com a profundidade. De acordo com o Teorema de Stevin, isso ocorre porque:

- A A pressão aumenta com a altura da coluna de líquido acima do ponto.
- B A pressão depende apenas da área do corpo.
- C A densidade da água diminui com a profundidade.
- D A gravidade deixa de atuar em grandes profundidades.

Em um reservatório cheio de água, dois pontos A e B estão à mesma profundidade, porém em posições horizontais diferentes. Pode-se afirmar que:

- A A pressão em A é maior que em B.
- B A pressão em B é maior que em A.
- C A pressão depende da forma do recipiente.
- D A pressão em A e B é a mesma.

Em um sistema de vasos comunicantes contendo o mesmo líquido e aberto à atmosfera, observa-se que o nível do líquido em todos os recipientes é o mesmo. Isso ocorre porque:

- A A pressão nos pontos de mesma profundidade deve ser igual.
- B A densidade do líquido muda com a forma do vaso.
- C A pressão atmosférica varia em cada recipiente.
- D A massa do líquido se distribui igualmente.

Em um conjunto de vasos comunicantes, coloca-se óleo em um dos recipientes e água em outro. Após o equilíbrio, observa-se que os níveis são diferentes porque:

- A Os líquidos possuem densidades diferentes.
- B A altura não influencia a pressão.
- C O óleo sofre maior ação da gravidade.
- D Os vasos não estão interligados.

Um macaco hidráulico é utilizado para levantar um automóvel em uma oficina mecânica. Seu funcionamento baseia-se no fato de que:

A A pressão diminui ao se propagar no fluido.
B A pressão aplicada a um fluido é transmitida integralmente a todos os pontos.
C A força aplicada é destruída no interior do líquido.
D A área maior reduz a pressão aplicada.

Em um sistema hidráulico, ao aplicar uma força pequena em um êmbolo de área reduzida, obtém-se uma força maior em outro êmbolo de área maior. Isso é possível porque:

A A pressão aumenta com a área.
B A pressão é a mesma em todo o fluido em equilíbrio.
C A força aplicada se multiplica espontaneamente.
D A densidade do fluido aumenta.

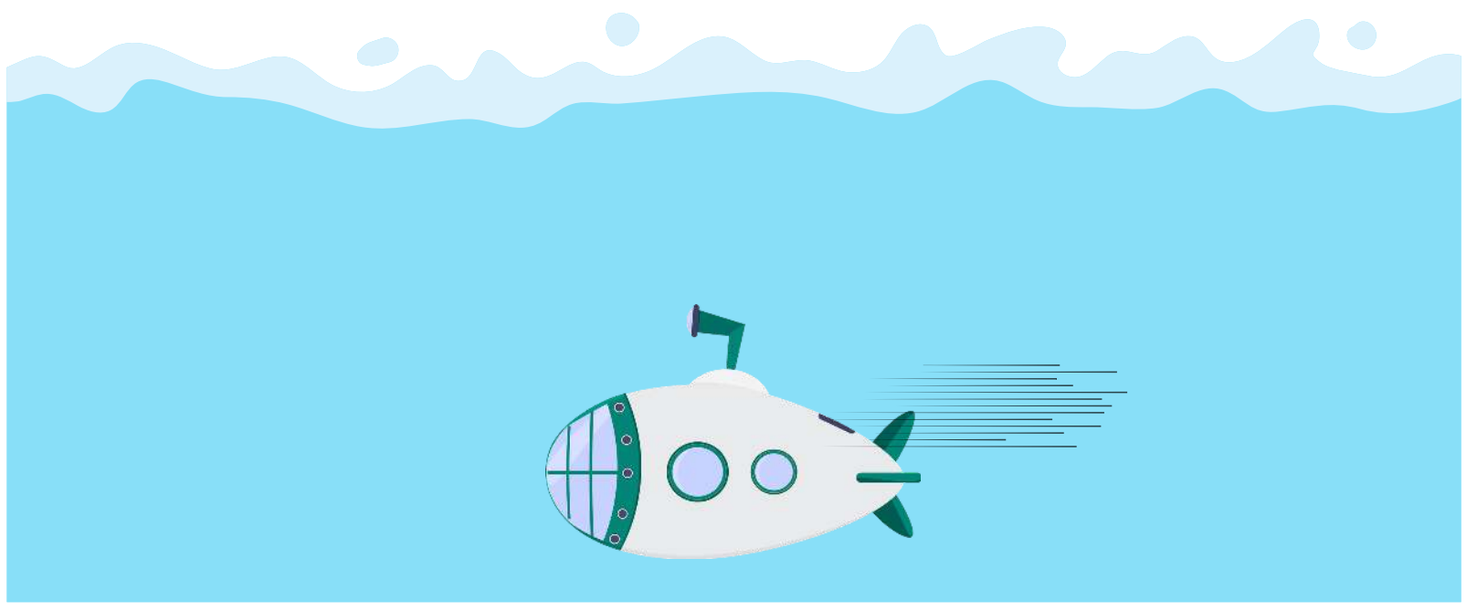
Barragens são construídas com paredes mais espessas na parte inferior. Essa escolha estrutural está relacionada ao fato de que:

A A pressão diminui com a profundidade.
B A pressão é maior nas regiões mais profundas do líquido.
C A pressão atmosférica atua apenas no fundo.
D A densidade da água é menor no fundo.

Um reservatório de água possui um pequeno orifício próximo ao fundo. Observa-se que o jato de água sai com maior intensidade do que se o furo estivesse próximo à superfície. Esse fenômeno é explicado principalmente:

A Pelo Teorema de Pascal.
B Pela pressão atmosférica.
C Pelo Teorema de Stevin.
D Pelo princípio dos vasos comunicantes.

Essa estratégia proporcionará um momento de revisão e avaliação formativa, permitindo ao professor diagnosticar possíveis dificuldades e reforçar conceitos essenciais.



Encontro 5

- Construir elevadores hidráulicos, guindastes hidráulicos e escavadeira hidráulica como forma de aplicar o Princípio de Pascal na prática.
- Proporcionar uma experiência mão na massa por meio da atividade maker, estimulando o aprendizado ativo.

- Relacionar o funcionamento do elevador hidráulico com atividades portuárias e outras aplicações industriais.
- Integrar conhecimentos de ciência, tecnologia, engenharia, arte e matemática para resolver um desafio prático.
- Desenvolver habilidades como trabalho em equipe, resolução de problemas e raciocínio científico.

Conteúdos abordados

- Revisão do Princípio de Pascal e sua aplicação em sistemas hidráulicos.
- Funcionamento e utilidade do elevador hidráulico em diferentes contextos.
- Etapas da construção do mini elevador hidráulico .
- Relação entre sistemas hidráulicos e sua importância na logística portuária.
- Experimentação prática para observar a transmissão de pressão em fluidos.

Tempo previsto para o encontro: 1h40min

Procedimentos

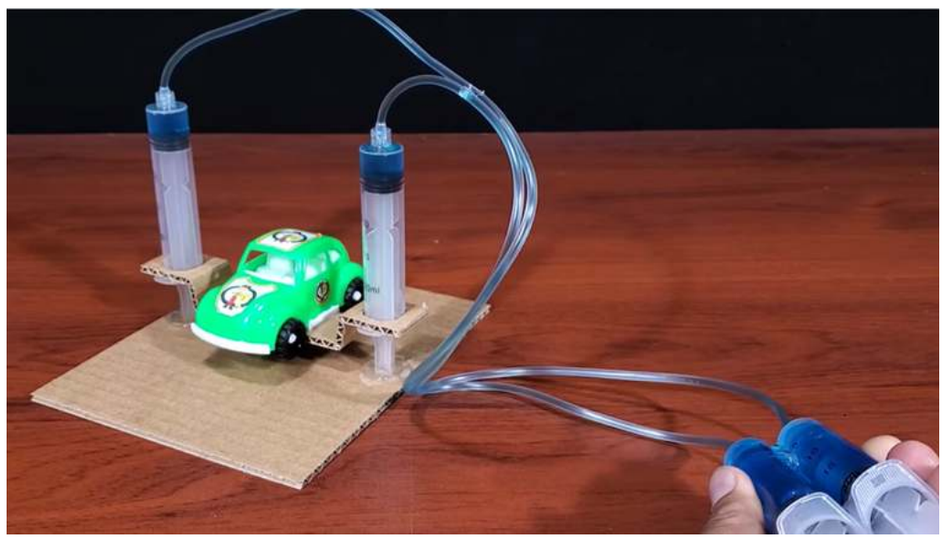
O quinto encontro será focado na construção dos protótipos cujas as inspirações estão ilustradas nas Figuras 3, 4, 5, 6 e 7. Os alunos, divididos nos mesmos grupos do encontro anterior, seguirão as instruções de montagem estabelecidas nos roteiros disponibilizados no Apêndice C, D, E, F e G, sendo acompanhados pelo professor, que orientará a aplicação dos conceitos teóricos durante o processo. Essa fase permitirá que os alunos observem, na prática, como ocorre a transmissão de pressão em um fluido.

Figura 3: Elevador hidráulico de palitos.



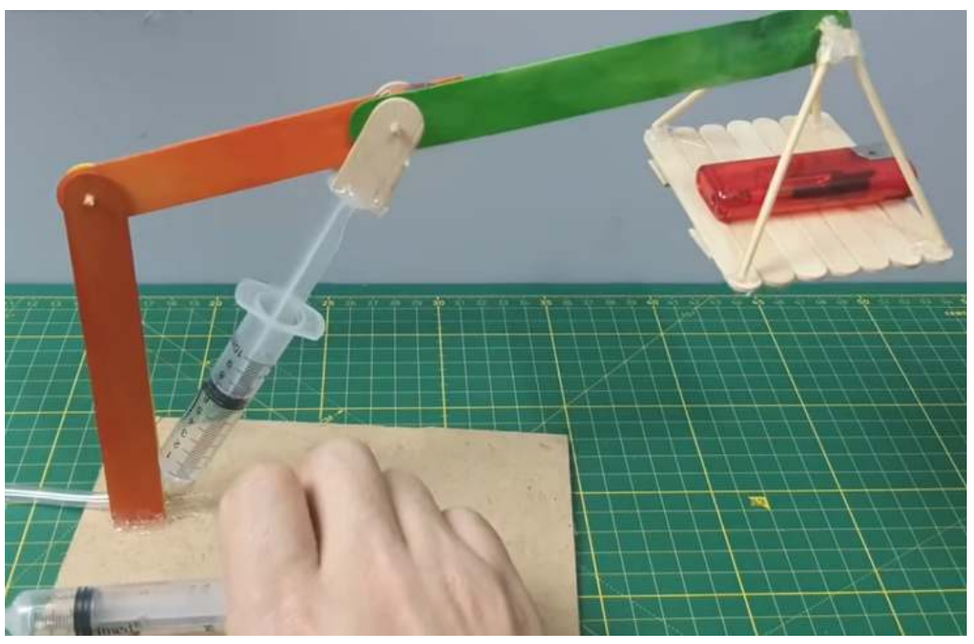
Fonte: https://youtu.be/up9zieIjGMY?si=AtmgdIZ5ZSjde7Dh.

Figura 4: Elevador hidráulico de papelão.



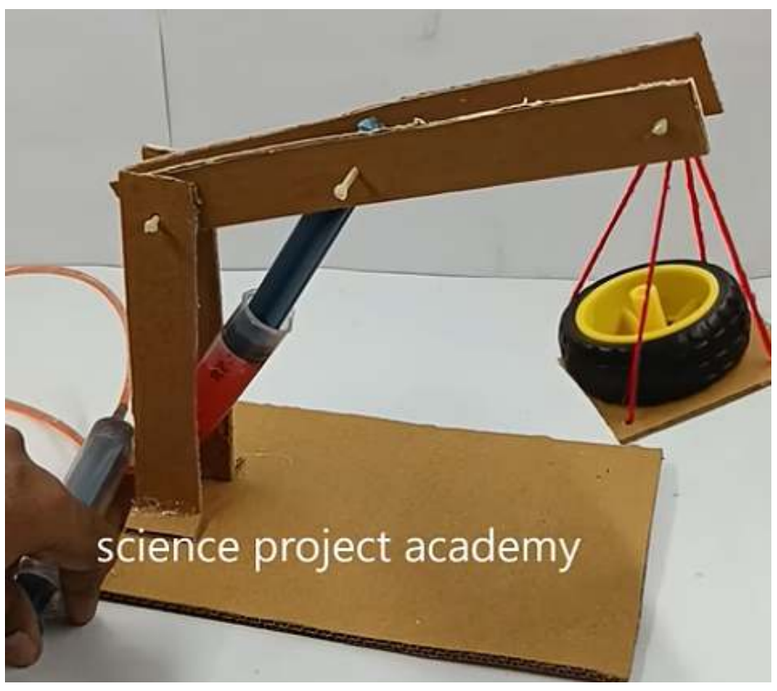
Fonte: https://youtu.be/Cjcv7MjUVcs?si=9el3Fnp8khaR6qZb.

Figura 5: Operador hidraúlico de palitos.



Fonte: https://youtu.be/ra2nMBQgY_g?si=SGUutfPsKOzq0fzf.

Figura 6: Guindaste hidráulico de papelão.



Fonte: https://youtube.com/shorts/0OAlEQFWXWo?si=0BN2pgXwjWbSALlq.

Figura 7: Escavadeira hidráulica.



Fonte: https://youtu.be/D96YdREvnKQ?si=mg3x1gGAIpmQvg58.

Após a montagem, será realizada a etapa de testes e discussões. Cada grupo apresentará, no encontro posterior, o funcionamento de seu protótipo. Também será realizada uma análise coletiva para compreender como a pressão foi transmitida dentro do sistema e explorar as possíveis aplicações dessa tecnologia em atividades portuárias e industriais.

Encontro 6

Objetivos

- Compreender o Teorema de Arquimedes e sua aplicação em sistemas fluídos.
- Desenvolver a capacidade de utilizar o conceito de empuxo para resolver problemas práticos envolvendo corpos imersos e flutuantes.

Conteúdos abordados

- Teorema de Arquimedes
- Definição do empuxo.
- Aplicações do teorema na física e em fenômenos do cotidiano.

Tempo previsto para o encontro: 1h

Procedimentos

O sexto encontro iniciará com a apresentação dos protótipos realizados na aula anterior por cada grupo. Em seguida será realizada uma aula expositiva dialogada, utilizando *slides* disponibilizados no *link* a seguirm em que serão apresentados os conceitos fundamentais do Teorema de Arquimedes, com contextualização histórica da época em que foi formulado, a definição do empuxo, sua relação com o volume de fluido deslocado e as condições necessárias para que um corpo flutuasse ou afundasse. Nesse contexto, serão discutidas as aplicações do teorema em fenômenos do cotidiano, como a flutuação de navios e o funcionamento de submarinos, e como os processos de lastro e deslastro controlam o peso e a estabilidade das embarcações.

Slides: Encontro 6
https://canva.link/h3y30a0f08mpx3r

Após essa introdução teórica, os alunos resolverão exercícios contextualizados de vestibulares sobre situações de flutuabilidade dos corpos disponibilizados nos *slides* supracitados.

Encontro 7

Objetivos

- Relacionar os conceitos de flutuabilidade e empuxo na construção de um protótipo funcional.
- Integrar conhecimentos de ciência, tecnologia, engenharia, arte e matemática para resolver um desafio prático.
- Fomentar a cooperação, comunicação e trabalho em equipe entre os alunos.
- Estimular a criatividade e inovação: Incentivar a exploração de soluções criativas no processo de construção do barco.
- Trabalhar com ferramentas e materiais para criar um protótipo funcional.

Conteúdos abordados

- Conceitos de flutuabilidade e empuxo.
- Tecnologia: Uso de ferramentas e materiais para construção do protótipo.
- Engenharia: Planejamento e construção do barco para que se movimente.
- Arte: Design e personalização do protótipo de barco.
- Matemática: Cálculos e medições necessários para garantir a estabilidade e eficiência do barco.
- Trabalho em equipe: Divisão de tarefas e responsabilidades para o desenvolvimento colaborativo do projeto.

Tempo previsto para o encontro: 1h40min

Procedimentos metodológicos

Inicialmente, será distribuído um roteiro para cada grupo, disponibilizado no Apêndice H, bem como os materiais necessários para a realização da atividade, de modo a garantir que todos disponham dos recursos adequados para iniciar o processo de construção.

Os estudantes serão organizados nos mesmos grupos constituídos nas aulas anteriores, e as responsabilidades serão distribuídas entre os integrantes de cada equipe, favorecendo a colaboração e a divisão das tarefas.

O mini barco será construído com o objetivo de se movimentar por meio da energia armazenada em um elástico. Para isso, os estudantes iniciarão a atividade realizando o corte de uma garrafa PET para a confecção do casco da embarcação. Em seguida, construirão a roda de pás utilizando palitos de picolé, a qual será fixada na parte traseira do barco.

Posteriormente, o elástico será preso de modo que, ao ser torcido, transmita energia à roda de pás, promovendo o deslocamento da embarcação.

Após a montagem do protótipo, os estudantes realizarão testes para verificar seu funcionamento e, quando necessário, efetuarão ajustes e adaptações com o intuito de garantir a eficiência do sistema construído.



Encontro 8

Objetivos

- Coletar dados para identificar indícios de aprendizagem significativa dos conteúdos.
- Coletar feedbacks quanto ao método de ensino e atividades realizadas nos encontros.
- Permitir que os alunos apliquem o conhecimento adquirido ao longo dos encontros na solução do caso apresentado no primeiro encontro.

Conteúdos abordados

- Solução do caso.
- Avaliação da pesquisa.

Tempo previsto para o encontro: 1h40min

Procedimentos

No encontro destinado à finalização da sequência didática, os estudantes responderão individualmente ao estudo de caso proposto no primeiro encontro, retomando as mesmas questões inicialmente apresentadas após a leitura do texto. Essa reaplicação terá como finalidade possibilitar que os discentes analisem e solucionem a situação-problema à luz dos conhecimentos construídos ao longo dos encontros anteriores, mobilizando os conceitos científicos abordados durante a intervenção.

Na sequência, será aplicado um questionário final, demonstrado na Figura 8, com o propósito de coletar dados referentes às percepções dos estudantes sobre as atividades desenvolvidas e às aprendizagens construídas ao longo da sequência didática. Esse instrumento terá como objetivo avaliar o nível de compreensão dos conteúdos abordados, bem como identificar possíveis evidências de aprendizagem significativa, a partir da capacidade dos estudantes de relacionar os novos conhecimentos aos seus conhecimentos prévios.

Figura 8: Questionário final.

Avaliação da Pesquisa

1) Como você avalia a contribuição da sequência de aulas para a sua aprendizagem dos conceitos de Hidrostática?
☐ Muito bom ☐ Bom ☐ Regular ☐ Ruim ☐ Muito ruim

2) Como você avalia a experiência de trabalhar em equipe durante as aulas?
☐ Muito bom ☐ Bom ☐ Regular ☐ Ruim ☐ Muito ruim

3) Como você avalia a contribuição das atividades experimentais para a compreensão dos conceitos estudados?
☐ Muito bom ☐ Bom ☐ Regular ☐ Ruim ☐ Muito ruim

4) Como você avalia o uso de atividades maker para a compreensão prática dos conceitos de Hidrostática?
☐ Muito bom ☐ Bom ☐ Regular ☐ Ruim ☐ Muito ruim

5) Como você avalia sua capacidade de relacionar os conceitos estudados com práticas portuárias próximas à sua realidade?
☐ Muito bom ☐ Bom ☐ Regular ☐ Ruim ☐ Muito ruim

6) Como você avalia a contribuição da apresentação de um estudo de caso para a compreensão sobre o conhecimento abordado?
☐ Muito bom ☐ Bom ☐ Regular ☐ Ruim ☐ Muito ruim

Fonte: Elaboração própria.



APÊNDICE A

Nome: _____

Professora: Izamara Rosa Rodrigues Ferreira.

Roteiro Experimental 1 - Flutuação e Afundamento usando objetos impressos em 3D

Objetivo

Investigar como massa, volume e densidade influenciam se um objeto flutua ou afunda; relacionar observações com o conceito de massa específica.

Materiais

- Conjunto de objetos impressos em 3D fornecidos pelo *Labifmaker.*
- 1 recipiente transparente grande (jarro ou cuba) com água.
- Ficha experimental/folha de registro (tabela de massa, volume, densidade e observação).
- Toalhas de papel e luvas (opcional).

Procedimento

- Colocar cada objeto na superficie da água e observar: flutua totalmente, flutua parcialmente (equilíbrio) ou afunda. Registrar.
- Colocar um objeto que afunda e tentar modificá-lo (ex.: colocar uma pequena cavidade com ar, ou acrescentar massa) para ver efeito. Registrar alterações.
- Compare densidade calculada com comportamento observado.

Objeto	Densidade (maior ou menor que a água)	Flutua/Afunda	Observações

APÊNDICE A

Questões

1. Por que a densidade é mais adequada que a massa para prever se um objeto irá flutuar ou afundar?

2. Explique a relação entre a densidade do objeto e a densidade da água (1,0 g/cm³) para determinar se ele flutua.

3. Se você aumentasse somente o volume de um objeto, mantendo a massa constante, o que aconteceria com a densidade e com a flutuação?

4. Quais variáveis são realmente determinantes para prever se um objeto flutua ou afunda?

APÊNDICE B

Nome: _____
Professora: Izamara Rosa Rodrigues Ferreira

Roteiro Experimental 2 — Camadas de líquidos

Objetivo

Observar a formação de camadas em líquidos de densidades diferentes e compreender como a densidade determina a disposição vertical dos líquidos.

Materiais

- Copo cilíndrico transparente alto.
- Água (100ml).
- Óleo vegetal. (100ml)
- Mel (100ml).
- Detergente líquido (100ml).
- Conta-gotas ou pipetas.
- Colheres/espátulas.
- Balança.
- Medidores.

Procedimento

1. **Meça a massa de cada líquido.**
2. **Sabendo o volume de cada líquido, calcule a densidade e registe na tabela abaixo.**

Líquido	Massa	Volume	Densidade
Água			
Óleo			
Mel			
Detergente			

3. **Construção das camadas**
   - Com cuidado, verter com colher/pipeta pequenas porções de cada líquido no copo, fazendo-o escorregar pela lateral para reduzir a mistura.
   - Soltar um pequeno objeto (por exemplo, uma conta de plástico, uma rolha, uma bola de gude) no centro e observar em qual camada ele fica — relacionar

APÊNDICE B

posição com densidade do objeto.

4. **Registro e discussão** — Preencher a ficha experimental com as ordens observadas (de baixo para cima) e discutir variações.

Tabela para registro

Líquido	Observação (posição - 1°, 2°, 3° e 4°)

Questões

1. Qual dos liquidos apresentou maior densidade? E qual apresentou menor densidade? Explique como chegou a essa conclusão.

2. Ao soltar o objeto, em qual camada ele ficou? O que isso indica sobre a densidade do objeto em comparação com os liquidos?

3. Explique, com suas palavras, o que significa "densidade" e como ela se manifesta neste experimento.

APÊNDICE C

Professora: Izamara Rosa Rodrigues

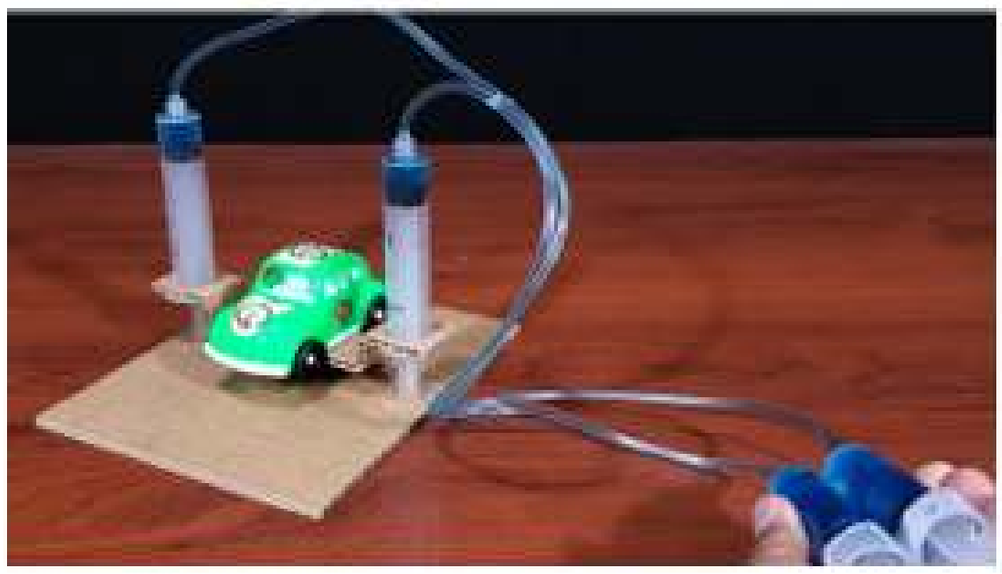
Roteiro - Elevador Hidráulico 1

Objetivo

Compreender o funcionamento de um sistema hidráulico, a partir do estudo do princípio de Pascal, por meio da prototipagem de um elevador hidráulico utilizando abaixadores de papelão e seringas.

Materiais

- Papelão;
- 4 seringas;
- 2 mangueiras finas;
- Cola quente;
- Tesoura e/ou estilete;
- Água;
- Corante.



Procedimento

Agora é hora de colocar a mão na massa!

Nesta atividade *maker*, você vai unir criatividade, curiosidade e tudo o que aprendeu até o último encontro.

Com os materiais recebidos e a ajuda do vídeo acessado pelo QR *code*, seu desafio é construir um elevador hidráulico funcional.

Explore, teste ideias e transforme conhecimento em ação!

Tutorial elevador hidráulico.

APÊNDICE D

Professora: Izamara Rosa Rodrigues

Roteiro - Elevador Hidráulico 2

Objetivo

Compreender o funcionamento de um sistema hidráulico, a partir do estudo do princípio de Pascal, por meio da prototipagem de um elevador hidráulico utilizando abaixadores de madeira e seringas.

Materiais

- Papelão;
- 2 seringas;
- 1 mangueira fina;
- Cola quente;
- Tesoura;
- Palito de churrasco;
- Pinos;
- Água;
- Corante.



Procedimento

Agora é hora de colocar a mão na massa!

Nesta atividade *maker*, você vai unir criatividade, curiosidade e tudo o que aprendeu até o último encontro.

Com os materiais recebidos e a ajuda do vídeo acessado pelo QR *code*, seu desafio é construir um elevador hidráulico funcional.

Explore, teste ideias e transforme conhecimento em ação!

Tutorial elevador hidráulico.

APÊNDICE E

Professora: Izamara Rosa Rodrigues

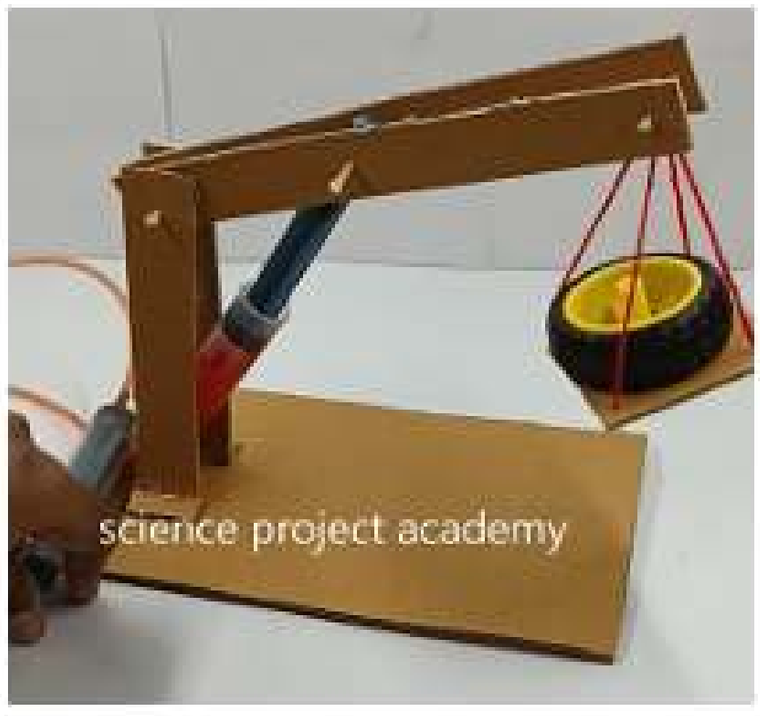
Roteiro - Guindaste Hidráulico

Objetivo

Compreender o funcionamento de um sistema hidráulico, a partir do estudo do princípio de Pascal, por meio da prototipagem de um guindaste hidráulico utilizando seringas.

Materiais

- Papelão;
- 2 seringas;
- 1 mangueira fina;
- Cola quente;
- Tesoura;
- Palito de dente;
- Barbante;
- Régua;
- Água;
- Corante.



Procedimento

Agora é hora de colocar a mão na massa!

Nesta atividade *maker*, você vai unir criatividade, curiosidade e tudo o que aprendeu até o último encontro.

Com os materiais recebidos e a ajuda do vídeo acessado pelo QR *code*, seu desafio é construir um guindaste hidráulico funcional.

Explore, teste ideias e transforme conhecimento em ação!

Demonstração do guindaste hidráulico

APÊNDICE F

Professora: Izamara Rosa Rodrigues

Roteiro - Escavadeira Hidráulica

Objetivo

Compreender o funcionamento de um sistema hidráulico, a partir do estudo do princípio de Pascal, por meio da prototipagem de uma escavadeira hidráulica utilizando seringas.

Materiais

- Papelão;
- 8 seringas;
- 4 mangueiras finas;
- Cola quente;
- Tesoura;
- Palito de dente;
- Palito de picolé;
- Régua;
- Água;
- Corante.



Procedimento

Agora é hora de colocar a mão na massa!

Nesta atividade *maker*, você vai unir criatividade, curiosidade e tudo o que aprendeu até o último encontro.

Com os materiais recebidos e a ajuda do vídeo acessado pelo QR *code*, seu desafio é construir uma escavadeira hidráulica funcional.

Explore, teste ideias e transforme conhecimento em ação!

Tutorial da escavadeira hidraúlica.

APÊNDICE G

Professora: Izamara Rosa Rodrigues

Roteiro - Operador hidráulico

Objetivo

Compreender o funcionamento de um sistema hidráulico, a partir do estudo do princípio de Pascal, por meio da prototipagem de um operador hidráulico utilizando seringas.

Materiais

- Papelão;
- 2 seringas;
- 1 mangueira fina;
- Cola quente;
- Tesoura;
- Palito de dente;
- Palito de picolé;
- Água;
- Corante.



Procedimento

Agora é hora de colocar a mão na massa!

Nesta atividade *maker*, você vai unir criatividade, curiosidade e tudo o que aprendeu até o último encontro.

Com os materiais recebidos e a ajuda do vídeo acessado pelo QR *code*, seu desafio é construir um operador hidráulico funcional.

Explore, teste ideias e transforme conhecimento em ação!

Tutorial operador hidráulico.

APÊNDICE H

Professora: Izamara Rosa Rodrigues

Roteiro - Barquinho maker

Objetivo

Compreender o funcionamento e a flutuação de embarcações, a partir dos princípios de densidade, empuxo e equilíbrio, por meio da construção maker de um barco utilizando materiais simples, analisando sua capacidade de carga e estabilidade.

Materiais

- 1 garrafa pet pequena;
- 2 palitos de churrasco;
- 4 elásticos de dinheiro;
- 1 palito de picolé;
- Fita adesiva.



Procedimento

Nossa última atividade *maker* será a construção de um barquinho com materiais de baixo custo.
Nesta atividade, você vai unir criatividade, curiosidade e tudo o que aprendeu nesses 7 encontros.

Com os materiais recebidos e a ajuda do vídeo acessado pelo QR *code*, seu desafio é construir um barquinho que se movimente sem inclinar e/ou afundar ao ser colocado na água.

Tutorial barco *maker*.

Após a confecção, seu grupo apresentará o trabalho elaborado por vocês em funcionamento. Em seguida, vocês deverão colocar objetos que caibam em seu interior para experimentar o limite de flutuabilidade, bem como a sua estabilidade.

REFERÊNCIAS

BACICH, L. HOLANDA, L. STEAM em sala de aula: a aprendizagem baseada em projetos integrando conhecimentos na educação básica. Porto Alegre: Penso, 2020.

KRAJCIK, J. S.; Blumenfeld, P. C. Project-based learning. The Cambridge handbook of the learning sciences. Cambridge: Cambridge University Press, 2006.

PAPERT, S. A máquina das crianças: Repensando a escola na era da informática. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

QUEIROZ, S. L.; CABRAL, P. F de O. Estudos de caso no ensino de ciências naturais. São Paulo, SP: Art Point Gráfica e Editora, 2016.

RILEY, S. M. No permission required. Westminster: Visionyst Press, 2014.

SÁ, L. P.; FRANCISCO, C. A.; QUEIROZ, S. L. Estudo de caso em química. Quim. Nova, Vol. 30, No. 3, 731-739, 2007. Disponível em: https://www.scielo.br/j/qn/a/nyCvcHWck6yN3pNq6KpKMtd/?format=pdf. Acesso em: 19 de janeiro de 2024.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. Estudo de caso no ensino de química. 2. ed. Campinas: Átomo, 2009.