

## FÍSICA DOS SUBMARINOS: EXPLORANDO A HIDROSTÁTICA COM PYTHON <sup>1</sup>

FURTADO, Kenedy Daniel Calegari <sup>2</sup>

BEZERRA, Mauro Guilherme Ferreira <sup>3</sup>

### RESUMO

O presente trabalho apresenta o desenvolvimento de uma simulação física sobre os fenômenos de hidrostática, utilizando como base a linguagem de programação Python para futuras aplicações nas aulas de física do ensino médio. A motivação para o trabalho surgiu a partir de notícia sobre o submersível Titan que teve grande repercussão mundial, e muitas dúvidas sobre o fenômeno de implosão. A escolha pela linguagem Python foi devido à sua facilidade em adicionar parâmetros que condicionam a uma simulação com mais precisão. A metodologia da pesquisa inclui a introdução à programação em Python, a definição de constantes físicas, o cálculo da pressão e a apresentação de diferentes parâmetros. Como resultado, os autores identificaram a necessidade de incorporar eventos contemporâneos ao ensino, permitindo que os alunos conectem a teoria às aplicações do mundo real. Isso pode ser uma ferramenta eficaz no ensino, pois proporciona aos alunos uma forma diferente da tradicional de aprender.

**Palavras-chave:** Simulação em Python. Hidrostática. Ensino de Física.

### ABSTRACT

The present work presents the development of a physical simulation on hydrostatic phenomena, using the Python programming language as a basis for future applications in high school physics classes. The motivation for the work came from a news story about the Titan submarine that had a great worldwide impact, and many doubts about the phenomenon of implosion. The choice of the Python language was due to its ease in adding parameters that condition a simulation with more precision. The research methodology includes an introduction to Python programming, the definition of physical constants, the calculation of pressure, and the presentation of different parameters. As a result, the authors identified the need to incorporate contemporary events into teaching, allowing students to connect theory to real-world applications. This can be an effective teaching tool, as it provides students with a different way of learning from the traditional one

**KeyWords:** Python Simulation. Hydrostatics. Physics Education.

---

<sup>1</sup> Artigo apresentado ao curso de Licenciatura em Física como requisito parcial para obtenção do título de graduado em Licenciatura em Física.

<sup>2</sup> Discente do curso de Licenciatura em Física do IFRO campus Porto Velho Calama.

<sup>3</sup> Professor Doutor, em nanociência pela Universidade de Brasília (UnB) e Docente Orientador do Curso de Licenciatura em Física do IFRO Porto Velho Calama.



## 1 INTRODUÇÃO

A Física surgiu da curiosidade do homem em explicar os fenômenos que o rodeiam. (Nascimento, 2019). Ela também se manifestou na necessidade de resolução de problemas, não apenas no trabalho dos pesquisadores e nas tarefas escolares dos estudantes, mas no dia a dia das pessoas, em geral. (Orlando de Quadro, 1997).

Ao longo dos últimos dois anos, durante nossa interação com os alunos no programa de residência pedagógica e nos estágios supervisionados, ficou evidente que os estudantes do ensino médio estão conectados à internet, especialmente às redes sociais, onde têm acesso a uma vasta quantidade de informações. Em diversas ocasiões, alguns desses adolescentes trouxeram vídeos curtos (*Shorts*) ou curiosidades, indagando sobre sua veracidade e buscando explicações para fenômenos envolvidos.

Essa observação foi um dos motivos que impulsionaram a realização deste trabalho. Um exemplo marcante foi quando um aluno questionou sobre a tragédia envolvendo o submersível *Titan* da empresa *OceanGate*, que ficou perdido no Oceano Atlântico com cinco pessoas a bordo, culminando em sua implosão devido à pressão sofrida em seu casco.

No ensino da física, torna-se fundamental pensarmos quais propostas metodológicas devem ser utilizados durante a aula, a fim de oferecermos condições aos estudantes para que, por meio de um ambiente interativo<sup>4</sup>, possam vivenciar e desenvolver importantes aspectos presentes na cultura científica, como a argumentação e o raciocínio hipotético-dedutivo. (Locatelli; Carvalho, 2007; Moreira, 2018).

O objetivo geral deste artigo concentra-se no desenvolvimento de uma simulação que explora o funcionamento de submarinos e submersíveis, analisando os fenômenos físicos envolvidos. A simulação é construída utilizando a linguagem de programação *Python*, destacada por Conceição e Admiral (2022) como uma referência no campo da Física, ciências e matemática.

---

<sup>4</sup> Plataformas educacionais online que oferecem uma experiência de aprendizado envolvente, permitindo que os alunos interajam com o conteúdo.



A escolha da linguagem *Python* também é justificada por seu *design* intuitivo que simplifica o incremento de aplicações, permitindo a incorporação de parâmetros reais, viabilizando uma análise mais aprofundada de dados. A versatilidade e a ampla biblioteca consolidam-no como uma ferramenta poderosa na resolução de problemas em diversas áreas acadêmicas e científicas (Mendes, 2019). E como específicos:

- a) Analisar o contexto contemporâneo do ensino de física, identificando a necessidade de abordagens inovadoras e conectando a teoria a eventos do mundo real.
- b) Apresentar a simulação como ferramenta educacional, avaliando seu possível impacto no entendimento dos alunos sobre os princípios da hidrostática.
- c) Estimular o desenvolvimento de habilidades críticas nos alunos, como avaliação de informações e fontes, preparando-os para enfrentar desafios em um ambiente em constante evolução.

Por fim, esta pesquisa foi estruturada em três seções. Inicialmente, é apresentado a fundamentação teórica e os conceitos físicos nos submarinos. A segunda seção explana detalhadamente a metodologia adotada para desenvolver a simulação em *Python* e os parâmetros utilizados para representar diferentes tipos de veículos subaquáticos. A terceira oferece reflexões e discussões, respaldadas pelas conclusões e descobertas obtidas ao longo do estudo, consolidando as contribuições deste trabalho.

## 2. FÍSICA DOS SUBMARINOS E SUBMERSÍVEIS

Um submarino é uma embarcação que pode navegar tanto na superfície quanto submerso. Ele é equipado com tanques de lastro que podem ser preenchidos com água para afundar ou com ar para subir, podem ser usados para uma variedade de propósitos, incluindo guerra, pesquisa e turismo.

O funcionamento de um submarino é baseado nos princípios da hidrostática que é o ramo da física que estuda os fluidos em repouso. De acordo com a lei de Arquimedes, todo corpo mergulhado em um fluido é submetido a uma força ascendente, chamada de empuxo. Já um submersível é uma embarcação que pode navegar apenas submerso. Ele não possui tanques de lastro, e é mantido submerso

por um sistema de propulsão e fluviabilidade negativa e são comuns em trabalhos, incluindo pesquisa, turismo e exploração.

## 2.1 HIDROSTÁTICA

A física de fluidos é um ramo com muitas aplicações práticas (Halliday, 2020), incluindo a construção de submarinos e submersíveis. Antes de prosseguirmos para a exploração de outras aplicações da física dos fluidos, é importante responder à seguinte pergunta: "O que é um fluido?"

Os gases e os líquidos são denominados fluidos devido à sua facilidade de deformação e capacidade de *escoar* ou *fluir*. Essa propriedade faz com que eles adotem a forma do recipiente em que estão contidos. Em outras palavras, os fluidos se comportam dessa maneira porque não oferecem resistência às forças que atuam paralelamente à sua superfície. (Halliday, 2020; Sampaio, 2005; Nussenzveig, 2002)

Na linguagem acadêmica, fluidos são substâncias que não resistem a tensões de cisalhamento<sup>5</sup>. Algumas substâncias aparentemente sólidas, como o piche, levam um longo tempo para se amoldar aos contornos de um recipiente, mas acabam por fazê-lo e, por isso, também são classificadas como fluidos. Por sua abundância e facilidade de manipulação, a água foi o primeiro fluido a ser estudado. A palavra grega para água é *hýdor* (Halliday, 2020; Sampaio, 2005). Assim, por razões históricas e pelo objetivo do artigo, vamos estudar a Hidrostática (Mecânica de Fluidos).

De acordo com Sampaio (2005), no estudo da mecânica de fluidos, há duas grandezas importantes: Densidade e Pressão. Assim, antes de apresentarmos as leis que regem o comportamento dos fluidos e como isso afeta diretamente os veículos subaquáticos, vamos tratar dessas grandezas, começando pela pressão.

## 2.2 PRESSÃO

No estudo da Dinâmica, é comum considerarmos forças atuando em um ponto específico de um corpo. No entanto, quando lidamos com fluidos, as forças que eles exercem sobre os corpos não se concentram apenas em um único ponto, mas se

---

<sup>5</sup> Tensão de cisalhamento é um tipo de tensão gerado por forças aplicadas em sentidos iguais ou opostos, em direções semelhantes, mas com intensidades diferentes no material analisado.

distribuem ao longo da superfície do corpo. Para levar em conta essa distribuição da força, introduzimos uma nova grandeza chamada pressão. (Sampaio, 2005)

Pela definição vemos que:

$$p = \frac{|\vec{F}|}{A} \quad (1)$$

Onde  $\vec{F}$  é a unidade de interação da força e  $A$  unidade de área. Portanto no (SI), a unidade de pressão é pascal (Pa).

$$1 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ Pascal} = 1 \text{ Pa} \quad (2)$$

### 2.3 DENSIDADE

Consideramos um corpo de massa  $m$  e volume  $V$ . Definimos a densidade do corpo por:

$$d = \frac{m}{V} \quad (3)$$

É importante observar que o "V" é o volume total do corpo, incluindo eventuais espaços ociosos em seu interior, como podemos verificar internamente em um submarino.

A densidade é uma medida da quantidade de massa presente em um determinado volume. Ela é expressa em unidades de massa por unidade de volume, como quilogramas por metro cúbico ( $\text{kg/m}^3$ ) no Sistema Internacional (SI). A densidade pode variar de acordo com a substância ou material em questão (Ramalho Junior, 2007).

### 2.4 A RESISTÊNCIA DO CASCO DO SUBMARINO E O TEOREMA DE STEVIN

Considere um fluido de densidade  $d$ , uniforme e incompressível, em estado de equilíbrio. Imagine uma parte desse fluido com a forma de um cilindro reto de altura  $h$  e com bases de área  $A$ , estando a base superior exatamente na superfície livre do fluido (Imagem 3).

Na base superior atua a força  $\vec{F}_a$ , exercida pelo ar sobre o fluido, e na base inferior atua a força hidrostática  $\vec{F}_b$ . Seja  $\vec{P}$  o peso do cilindro de fluido. Devido ao equilíbrio, podemos escrever:

$$F_b = F_a + P \quad (4)$$

Entretanto o peso do cilindro de líquido vale:

$$P = m \cdot g \quad (5)$$

$$P = d \cdot V \cdot g \quad (6)$$

$$P = d \cdot A \cdot h \cdot g \quad (7)$$

Assim:  $F_b = F_a + d \cdot A \cdot h \cdot g$

Dividindo tudo pela área  $A$  da base, vem:  $\frac{F_b}{A} = \frac{F_a}{A} + \frac{d \cdot A \cdot h \cdot g}{A}$

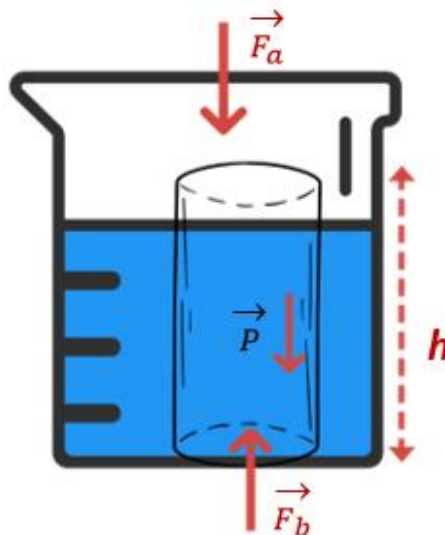
Mas,  $\frac{F_a}{A} = p_a$  é a pressão exercida pelo ar na base superior e  $\frac{F_b}{A} = p_b$  é a pressão exercida na base inferior do cilindro. Logo:

$$p_b = p_a + d \cdot g \cdot h \quad (8)$$

- Segundo o SI, a unidade do pressão da coluna de líquido ( $p_b$ ) é Pascal (pa);
- Pressão da coluna de ar ( $p_a$ ) é Pascal (pa);
- Densidade ( $d$ ) é quilograma por metro cúbico ( $\text{Kg}/\text{m}^3$ );
- Aceleração da gravidade ( $g$ ) é metro por segundo ao quadrado ( $\text{m}/\text{s}^2$ ).
- Profundidade ( $h$ ) é em metros (m).

Note na imagem a seguir, a ideia do autor:

**Imagem 01:** Esquema para dedução da equação de Stevin.



Fonte: elaborada pelos autores (2023)

Através do teorema de Stevin, foi possível inferir que uma coluna de líquido gera, em sua base, uma pressão resultante do seu próprio peso, conhecida como pressão hidrostática, a qual é expressa por:

$$p_h = d \cdot g \cdot h \quad (9)$$

A pressão total na base da coluna líquida corresponde à soma da pressão exercida pelo ar na superfície livre superior, com a pressão exercida na coluna líquida.

$$p = p_h + p_a \quad (10)$$

$$p = p_a + d \cdot g \cdot h \quad (11)$$

A equação demonstra que a pressão hidrostática é diretamente proporcional à densidade do fluido, à aceleração da gravidade e à profundidade. Quanto maior a densidade do fluido, maior a aceleração da gravidade e maior a profundidade em que o submarino se encontra, maior será a pressão hidrostática exercida sobre ele.

## 2.5 A FLUTUABILIDADE DE UM SUBMARINO E O PRINCÍPIO DE ARQUIMEDES

Quando uma pessoa está mergulhada nas águas de uma piscina ou mar, sente-se mais leve, como se o líquido estivesse empurrando seu corpo para cima, aliviando seu peso. Ao que se sabe, foi o sábio grego Arquimedes<sup>6</sup> de Siracusa quem pela primeira vez teve a percepção desse fato. Segundo a lenda, ele estava tomando banho em uma banheira quando percebeu que o nível da água subia à medida que adentrava. Então notou que o seu corpo, ao ser imerso na água, deslocava uma quantidade de água equivalente ao seu volume. Foi nesse momento que ele entendeu que havia uma força atuando em seu corpo entusiasmado com sua descoberta, Arquimedes teria saído correndo nu pelas ruas de Siracusa, gritando "Eureka!" (Que significa "descobri" em grego) (Sampaio, 2005; Ramalho Junior, 2007).

Em resumo podemos afirmar:

Um corpo total ou parcialmente submerso em um fluido em equilíbrio (e sob ação da gravidade) recebe a ação de uma força vertical para cima, isto é, de sentido oposto ao da gravidade. Essa força é denominada empuxo (Sampaio, 2005, p. 105).

Se o corpo estiver parcialmente submerso, o empuxo será igual ao peso do líquido que caberia no espaço ocupado pela parte submersa do corpo, isto é, pela parte do corpo que está abaixo da superfície do líquido.

O fluido que ocuparia o espaço ocupado pela parte submersa do corpo foi chamado por Arquimedes de fluido deslocado. Quando um corpo penetra em um

---

<sup>6</sup> Arquimedes (287 a.C – 212 a.C).

fluido, ele desloca uma parte desse fluido, ocupando o espaço que antes era ocupado pelo fluido (Sampaio, 2005; Ramalho Junior, 2007; Halliday, 2020).

Sendo  $V_f$  o volume do fluido deslocado e  $d_f$  a densidade do fluido, a massa do fluido será:

$$m_f = d_f \cdot V_f \quad (12)$$

Sendo  $\vec{g}$  a aceleração da gravidade, o peso do fluido deslocado será:

$$P_f = m_f \cdot g \quad (13)$$

$$P_f = d_f \cdot V_f \cdot g \quad (14)$$

Como a intensidade do empuxo é igual à do peso do fluido deslocado, temos:

$$E = P_f \quad (15)$$

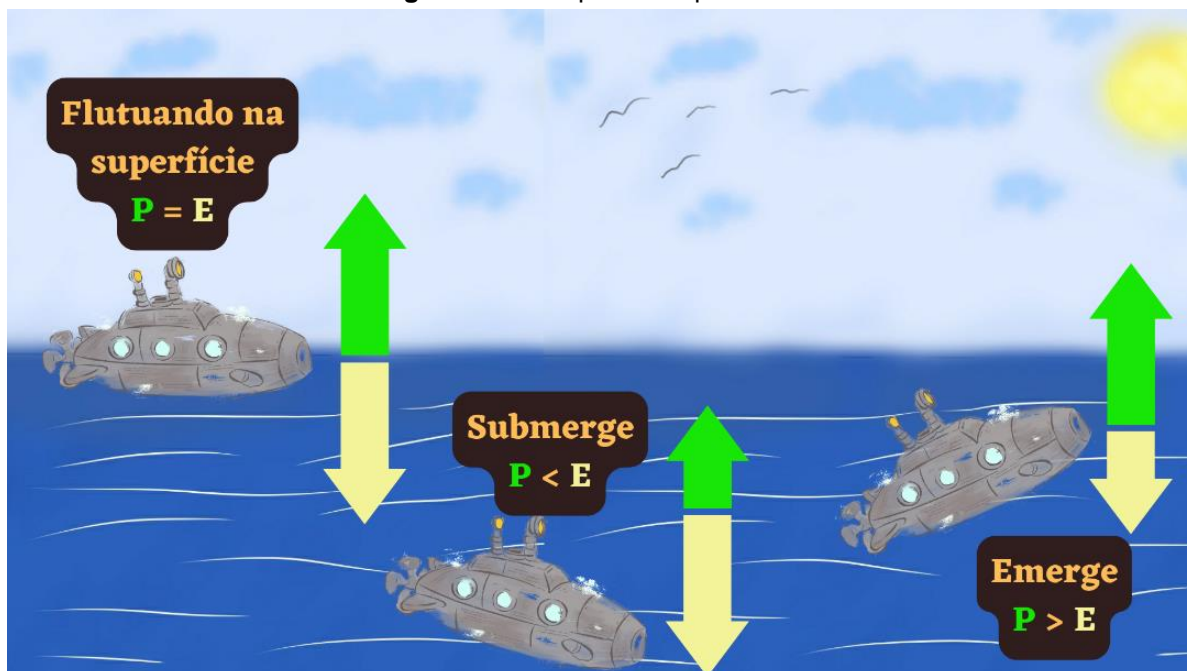
$$E = d_f \cdot V_f \cdot g \quad (16)$$

- Segundo o SI, a unidade do empuxo ( $E$ ) é Newton (N);
- Densidade do fluido ( $d_f$ ) é quilograma por metro cúbico ( $\text{Kg}/\text{m}^3$ );
- Volume do fluido ( $V_f$ ) é metro cúbico ( $\text{m}^3$ );
- Aceleração da gravidade ( $g$ ) é metro por segundo ao quadrado ( $\text{m}/\text{s}^2$ ).

Essa equação mostra que a força de empuxo é diretamente proporcional à densidade do fluido e ao volume do fluido deslocado. Quanto maior a densidade do fluido e quanto maior o volume de fluido deslocado pelo submarino, maior será a força de empuxo e, portanto, maior será a capacidade de flutuação do submarino, como podemos observar na ilustração abaixo:



Imagem 02: Princípio de Arquimedes no Submarino



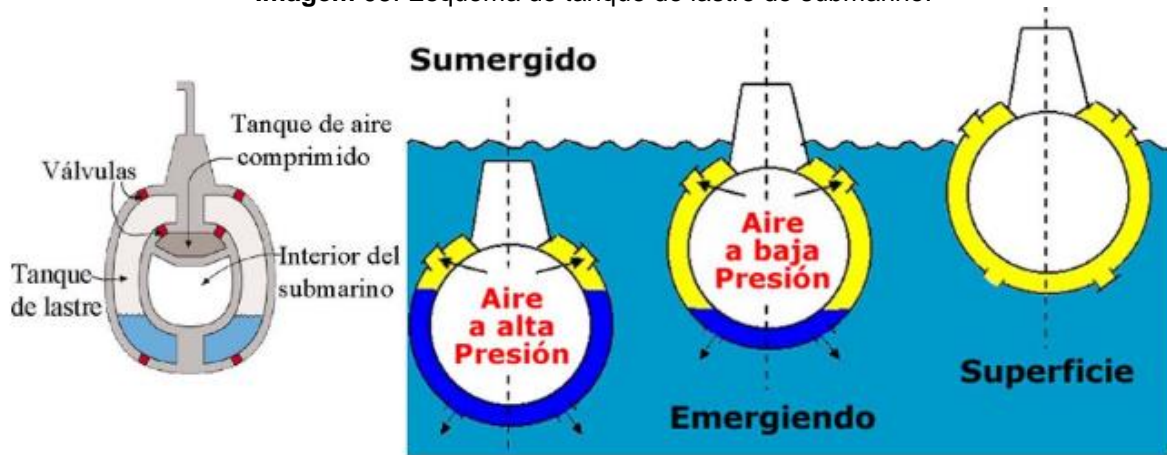
Fonte: elaborada pelos autores (2023)

Os submarinos e submersíveis são projetados para controlar sua flutuabilidade, ajustando a quantidade de água em seus tanques de lastro.

O submarino tem tanques de lastro e tanques auxiliares, ou tanques de guarnição, que podem ser preenchidos alternadamente com água ou ar. Quando o submarino está na superfície, os tanques de lastro são preenchidos com ar e a densidade geral do submarino é menor do que a da água circundante. À medida que o submarino mergulha, os tanques de lastro são inundados com água e o ar nos tanques de lastro é expelido do submarino até que sua densidade geral seja maior do que a água circundante e o submarino comece a afundar (flutuabilidade negativa). Um suprimento de ar comprimido é mantido a bordo do submarino em frascos de ar para suporte de vida e para uso com os tanques de lastro. (Brain; Freudenrich, 2000 – **nossa tradução**)

A seguir, apresentamos uma descrição do funcionamento dos tanques de lastros:

Imagem 03: Esquema do tanque de lastro do submarino.



Fonte: González *et.al* (2013)

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 INTRODUÇÃO À PROGRAMAÇÃO EM PYTHON E USO DA BIBLIOTECA PYGAME

Para começarmos a programar com *python* devemos importar as bibliotecas. No nosso projeto trabalhamos com o *Pygame*, que é um conjunto de módulos projetados para criar videogames. Ele fornece funcionalidades para lidar com eventos, desenhar na tela, reproduzir sons e muito mais do módulo *sys* é apresentada, com ênfase na função do último para encerrar o programa quando o usuário fecha a janela do *Pygame*.

Imagem 04: Importando as Bibliotecas

```
import pygame
import sys
pygame.init()
```

Fonte: IDE do Visual Studio (2023)

#### 3.2 DEFINIÇÃO DE CONSTANTES FÍSICAS

A primeira etapa para a simulação foi a definição das constantes físicas, usamos  $1030 \text{ kg/m}^3$  para a densidade da água do mar, lembrando que a densidade pode variar de acordo com as circunstâncias esse valor é uma média aproximada. A segunda constante foi aceleração da gravidade em  $9.8 \text{ m/s}^2$ . Como podemos observar na imagem abaixo.

**Imagem 05:** definido as constantes físicas

```
# Constantes físicas
density_seawater = 1030 # Densidade da água do mar em kg/m³
gravity = 9.8 # Aceleração da gravidade em m/s²

# Conversão de unidades
atm_to_pa = 101325 # Conversão de atmosferas para pascal
```

Fonte: IDE do Visual Studio (2023)

### 3.3 CÁLCULO DA PRESSÃO

Para calcular a pressão foi necessário utilizar a equação  $p = p_a + d.g.h$  (número 11), onde  $p_a = 0$  e  $h$  é controlado pela setas do teclado, onde a seta para baixo você submerge o veículo no mar e para cima retorna na direção da superfície.

**Imagem 06** – logica para a pressão

```
# Calcula a pressão com base na profundidade
pressure = depth * density_seawater * gravity

# Converte a pressão para atm
pressure_atm = pressure / atm_to_pa
```

Fonte: IDE do Visual Studio (2023)

Observe que mesmo que no Sistema Universal de Unidades a pressão é medida em pascal, optamos por converter essa para ATM (atmosfera), por ser a unidade mais usual e de maior familiaridade dos estudantes.

### 3.4 PARÂMETROS DO SUBMARINO

Apresentamos os parâmetros dos diferentes tipos de submarinos, como a profundidade inicial e o incremento de profundidade para cada um. A lógica condicional é utilizada para verificar se a profundidade máxima é atingida, exibindo mensagens específicas e oferecendo a opção de reiniciar a simulação.

**Imagem 07:** Logica dos parâmetros

```
# Parâmetros do submarino
human_depth = 10 # Profundidade inicial do submarino humano
human_depth_step = 10 # Incremento de profundidade do submarino humano

submersible_depth = 100 # Profundidade inicial do submarino submersível
submersible_depth_step = 200 # Incremento de profundidade do submarino submersível

nuclear_submarine_depth = 4000 # Profundidade inicial do submarino nuclear
nuclear_submarine_depth_step = 500 # Incremento de profundidade do submarino nuclear
```



```
else:
    if option == "human":
        depth = human_depth
        depth_step = human_depth_step
        if depth > 100:
            # Mensagem de profundidade máxima
            text_message = font.render("Você Sofreu Descompressão", True, RED)
            screen.blit(text_message, (width // 2 - 30, height // 2 - 100))
            pygame.draw.rect(screen, button_color, restart_button)
            screen.blit(restart_text, (restart_button.x + 10, restart_button.y + 10))

        elif option == "submersible":
            depth = submersible_depth
            depth_step = submersible_depth_step
            if depth > 4100:
                # Mensagem de implosão
                text_message = font.render("Seu Submersível sofreu Implosão", True, RED)
                screen.blit(text_message, (width // 2 - 100, height // 2 - 100))
                pygame.draw.rect(screen, button_color, restart_button)
                screen.blit(restart_text, (restart_button.x + 10, restart_button.y + 10))

        elif option == "nuclear_submarine":
            depth = nuclear_submarine_depth
            depth_step = nuclear_submarine_depth_step
            if depth > 10000:
                # Mensagem de profundidade máxima
                text_message = font.render("Você chegou na profundidade máxima", True, RED)
                screen.blit(text_message, (width // 2 - 200, height // 2 - 50))
                pygame.draw.rect(screen, button_color, restart_button)
                screen.blit(restart_text, (restart_button.x + 10, restart_button.y + 10))
```

Fonte: IDE do Visual Studio (2023)

#### 4. ROTEIRO PARA A SIMULAÇÃO: HIDROSTÁTICA DOS SUBMARINOS

Na Figura 7, é possível visualizar a interface inicial da simulação, apresentando ao usuário três opções de escolha. Essa simulação tem como finalidade viabilizar o cálculo da pressão conforme a variação da profundidade.



Imagem 08: Tela inicial da simulação



Fonte: IDE do Visual Studio (2023)

1. Procedimento: Estudo sobre hidrodinâmica
  - 1.1 Coloque na opção “Ser humano”.
  - 1.2 Preencha a Tabela 1.

Tabela 1: Análise dos dados da simulação

Profundidade (m)	Pressão (Atm)	Pressão (Pa)	$d = \frac{ph}{g \cdot h}$
10			
30			
50			
70			
90			
110			

Fonte: elaborada pelos autores (2023)

2. Procedimento: Estudo sobre hidrodinâmica
  - 1.3 Coloque na opção “Submersível”.
  - 1.4 Preencha a tabela 2.

Tabela 2 – Análise dos dados da simulação

Profundidade (m)	Pressão (Atm)	Pressão (Pa)	$g = \frac{d \cdot h}{ph}$
500			
1000			
1500			
2000			
3000			
4100			

Fonte: elaborada pelos autores (2023)

A seguir apresentaremos uma sugestão de questionário:

#### Questionário

- a) Responda com suas palavras, se a densidade  $d$  do líquido é constante, se a resposta for sim, porque isso acontece.
- b) Faça o gráfico da Tabela 1 e 2. E responda se há semelhança entre ambas. Se a resposta for sim, explique por que isso acontece.
- c) Qual a pressão aproximada, em pascal (Pa), que o submersível Titan deveria suportar para poder navegar nas profundidades de 4000 metros, considerando a aceleração da gravidade de  $9,8 \text{ m/s}^2$  e a densidade média do mar em torno de  $1.025 \text{ kg/m}^3$ ?
- d) Quantos elefantes seriam necessários para atingir uma pressão semelhante à do submarino mencionado anteriormente, considerando uma pressão média exercida pelo pé de um elefante, uma massa média de 4.000 kg e uma área de contato aproximada de  $200 \text{ cm}^2$ ?

## 5 CONCLUSÃO

Em meio à era da informação e avanços tecnológicos, torna-se essencial para os professores de Física adotar abordagens inovadoras que cativem a atenção dos alunos (Moraes; Silva Júnior, 2015). Este artigo propôs uma simulação para explorar os princípios da hidrostática por meio do estudo de submarinos e submersíveis, proporcionando uma experiência interativa e contextualizada para os estudantes.

Ao utilizar a notícia do submersível *Titan* como ponto de partida, identificamos a necessidade de incorporar eventos contemporâneos ao ensino, permitindo que os alunos conectem a teoria às aplicações do mundo real. O emprego de simulações computacionais, conforme destacado por Andrade e Costa (2006), emerge como uma estratégia valiosa para consolidar o aprendizado, proporcionando aos alunos a oportunidade de explorar, testar hipóteses e visualizar fenômenos físicos de maneira prática.

A abordagem pedagógica proposta buscou não apenas transmitir conhecimento, mas também desenvolver habilidades críticas nos estudantes, como a avaliação de informações e fontes, preparando-os para um mundo em constante

evolução. Ao conectar-se com o cotidiano e eventos atuais, o ensino em Física torna-se mais envolvente e relevante, fomentando o interesse pela ciência e tecnologia.

Logo concluímos que simulação “Hidrodinâmica dos Submarinos”, pode ser uma ferramenta eficaz no ensino, pois proporciona aos alunos uma forma diferente da tradicional de se aprender.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, Michele Alberton; DA COSTA, Sayonara Salvador Cabral. O uso de simulações computacionais para o ensino de óptica no ensino médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, 1, no. 2, p. 18-29, 2006.

BRAIN, Marshall; FREUDENRICH, Craig, Ph.D. How Submarines Work. 17 August 2000. HowStuffWorks.com. <https://science.howstuffworks.com/transport/engines-equipment/submarine.htm>. Accessed 26 June 2023.

CONCEIÇÃO, C. P. D. da; ADMIRAL, T. D. Using Python Simulation to Teach Drag Force to a High School Class. **Brazilian Journal of Science**, 1(10), p. 64-73, 2022.

GONZÁLEZ, Arreola, Celestina & Moreno-Bedmar, Josep & Barragán, Ricardo. **Amonitas, fósiles llamativos y curiosos**. Parte I.. Nuestra Tierra. 20. 3-6. 2013.

HALLIDAY, David, 1916- 2010. **Fundamentos de física 1: mecânica**/ David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker; tradução Ronaldo Sérgio de Biasi. – 10. ed – [Reimpr.]. – Rio de Janeiro; LTC, 2018.

LOCATELLI, Rogério José. CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Uma análise do raciocínio utilizado pelos alunos ao resolverem os problemas propostos nas atividades de conhecimento físico. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. Vol. 7 No 3, 2007.

MENDES, E. A. Usando o Arduino e a linguagem Python no ensino de Física. 2019. 53 f. Trabalho de Conclusão de Curso ( Licenciatura em Física) - Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

MORAES, José Uibson Pereira; SILVA JUNIOR, Romualdo S. Experimentos didáticos no ensino de física com foco na aprendizagem significativa. **Lat. Am. J. Phys. Educ.** Vol, v. 9, n. 2, p. 2504-1, 2015.

MOREIRA, Marco Antonio. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos avançados** 32: 73-80. 2018

NASCIMENTO, Juciara Rayane dos Santos. Compreendendo a Física no nosso cotidiano. Arapiraca, 2019.

NUSSENZVEIG, Herch Moyses. **Curso de Física básica** – vol. 2 / H. Moyses Nussenzveig – 4<sup>o</sup> edição rev. – São Paulo: Blucher, 2002.



INSTITUTO FEDERAL  
Rondônia



Licenciatura em Física *Campus Porto Velho Calama*

ORLANDO DE QUADRO, Peduzzi, Luiz. Sobre a resolução de problemas no ensino da Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, ISSN-e 2175-7941, Vol. 14, Nº. 3, 1997, págs. 229-253. UFSC - Florianópolis – SC. 1997.

RAMALHO JÚNIOR, Francisco, 1940 -. **Os fundamentos da física** / Francisco Ramalho Júnior, Nicolau Gilberto Ferraro, Paulo Antônio de Toledo Soares. – 9.ed. rev. e ampl. – São Paulo: Moderna, 2007.

SAMPAIO, José Luiz. Universo da física, 2: **hidrostática, termologia, óptica** / José Luiz Sampaio, Caio Sergio Calçada. – 2. ed. – São Paulo: Atual, 2005. – (coleção universo da física).