

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

PRISCILLA FISCHER ALMEIDA

**UMA PROPOSTA DE ENSINO DE HIDROSTÁTICA UTILIZANDO A TÉCNICA DO
PROFESSOR-PERSONAGEM (P.P)**

CAMPO MOURÃO

2021

PRISCILLA FISCHER ALMEIDA

**UMA PROPOSTA DE ENSINO DE HIDROSTÁTICA UTILIZANDO A TÉCNICA DO
PROFESSOR-PERSONAGEM (P.P)**

A proposal for teaching hydrostatics using the teacher-character technique (P.P)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física – Polo 32, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador(a): Dr. Adriana da Silva Fontes
Coorientador(a): Dr. Roseli Constantino Schwerz

CAMPO MOURÃO

2021



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



**Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do
Paraná Campus Campo Mourão**



PRISCILLA FISCHER ALMEIDA

**UMA PROPOSTA DE ENSINO DE HIDROSTÁTICA UTILIZANDO A TÉCNICA DO
PROFESSOR-PERSONAGEM (P.P)**

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Ensino De Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Física Na Educação Básica.

Data de aprovação: 28 de Agosto de 2021

Prof.a Adriana Da Silva Fontes, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof Cesar Vanderlei Deimling, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof.a Shalimar Calegari Zanatta, Doutorado - Universidade Estadual do Paraná (Unespar)

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 28/08/2021.

Dedico esse trabalho à Deus, à toda a minha família que sempre me apoiou. Aos amigos, orientadores, professores, alunos e para todos aqueles que de alguma maneira participaram desta construção.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente ao grandioso Deus que sempre me fortaleceu em todas as batalhas para que pudesse ter condições de realizar meus estudos. À minha família pela compreensão dos momentos que estive ausente, aos meus pais que mesmo de longe oraram e torceram pela minha jornada acadêmica, em especial ao meu marido Fernando Cavali Almeida que sempre esteve ao meu lado apoiando e me incentivando e aos meus filhos Leonardo e Laura.

Agradeço também às minhas orientadoras Prof. Dr^a. Adriana da Silva Fontes e Prof. Dr^a. Roseli Constantino pela paciência, carinho e sabedoria com que me guiaram nesta trajetória.

À escola Educare por oportunizar a aplicação deste produto em especial à professora Irieler Lúcia Freire.

Aos meus colegas de sala por compartilhar conhecimentos.

À Secretaria do Curso, pela cooperação.

Gostaria de agradecer à todos os professores do curso e à CAPES pelo apoio financeiro por meio da bolsa concedida.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

“Brincar é condição fundamental para ser sério”.
Arquimedes.

(ARQUIMEDES, 287 a.C. – 212 a.C.).

RESUMO

O presente trabalho relata os detalhes do desenvolvimento e da implementação de um produto educacional desenvolvido durante o Mestrado Nacional Profissional em ensino de Física (MNPEF), e teve por objetivo investigar o potencial pedagógico da proposta de ensino interdisciplinar de hidrostática, realizando um resgate histórico de forma lúdica sobre o mesmo, utilizando a técnica do Professor-Personagem (P.P) e das diversas tecnologias digitais de informação e comunicação (TDICs), como vídeos aulas disponíveis no *YouTube* produzidas com o uso de *smartphone* e editadas no Aplicativo *KineMaster*. Também foi utilizado o Software *Kahoot* para a realização de *Quizzes*, animações de fenômenos físicos - simuladores, o *Google forms* para a aplicação de questionário. Utilizamos o *Google meeting* para a transmissão das aulas, dos vídeos, *slides* e *Jamboard* para resolução e correção de exercícios. O conteúdo de física aplicado na disciplina de ciências foi trabalhado de forma remota. A proposta de ensino foi aplicada em um Colégio da rede particular de ensino situado no interior do Estado do Paraná, para uma turma de alunos do Ensino Fundamental II, sobre a ótica dos pressupostos da Teoria da aprendizagem significativa. Os dados coletados e analisados durante a implementação apresentaram significativas mudanças em relação ao interesse e a aprendizagem dos alunos, o que pôde ser observado no resultado dos *Quizzes*, do questionário, das aulas *online* usando a ferramenta *meeting*, e principalmente durante a apresentação das biografias, explicação dos fenômenos hidrostáticos, resolução de exercícios realizados pelos alunos que neste momento foram os verdadeiros protagonistas.

Palavras chave: proposta de ensino; hidrostática; professor-personagem; TDICs.

ABSTRACT

The present work is an educational product developed during the National Professional Master's Degree in Physics Education (MNPEF), and aimed to investigate the pedagogical potential of the proposed interdisciplinary teaching of hydrostatics, carrying out a playful historical rescue about it, using the Teacher-Character (PP) and Student Character (AP) technique and the various digital information and communication technologies (TDICs), such as video classes available on YouTube, produced using a smartphone and edited in the Kine Master Application, the Software was also used Kahoot for the realization of Quizzes, animations of physical phenomena - simulators, Google forms for the application of a quiz. We use Google meet for the transmission of classes, videos, slides and Jamboard for resolution and correction of exercises. Physics content applied in the science discipline was worked remotely. The teaching proposal was applied in a private school located in the interior of the State of Paraná, for a group of students from Elementary School II, from the perspective of the assumptions of the Theory of Meaningful Learning. The data collected and analyzed during the implementation showed significant changes in relation to the interest and learning of students, which could be observed in the results of the Quizzes, the questionnaire, the classes at the meeting, and especially during the presentation of biographies, explanation of the phenomena hydrostatics, solving exercises performed by the students who were the real protagonists at this time.

Key words: teaching proposal; hydrostatics; teacher-character; TDICs.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Arquimedes de Siracusa	19
Figura 2- Stevin	20
Figura 3- Elemento de fluido de área A (a); Forças atuando sobre um fluido em equilíbrio (b); Pressão em uma profundidade h de um fluido (c).....	21
Figura 4 - pressão à profundidade	22
Figura 5 - Blase Pascal	23
Figura 6 - O aumento de pressão exercido sobre o primeiro pistão é transmitido uniformemente por todo o fluido.....	26
Figura 7 - Esquema de um elevador hidráulico	27
Figura 8 - Evangelista Torricelli.....	28
Figura 9 - Barômetro	29
Figura 10 - Oto Von Guericke.....	30
Figura 11 - Logo criado para o canal Física de Boa.....	42
Figura 12 - P.P Arquimedes na meeting.....	43
Figura 13 - Navio em alto mar.....	50
Figura 14 - Tigela flutuando e tigela quebrada.....	51
Figura 15 - Desenho comparando a dificuldade de levantar a pedra dentro e fora da água.....	52
Figura 16 - Professora caracterizada de Arquimedes.....	52
Figura 17 - Demonstração da densidade de alguns alimentos.....	55
Figura 18 - Teorema de Simon Stevin.....	56
Figura 19 - Exercício do teorema de Stevin proposto pelo grupo A.....	57
Figura 20 - Slide da biografia de Pascal e aplicações do princípio de Pascal:	58
Figura 21 - Exercício do princípio de Pascal.....	58
Figura 22 - Simulador lei de Arquimedes	59
Figura 23 - Resposta questão 1 proposta simulador lei de Arquimedes Aluno W	60
Figura 24 - Resposta questão 2 proposta simulador lei de Arquimedes Aluno W	60
Figura 25 - Simulador vasos comunicantes	61
Figura 26 - Resposta aluno X	62
Figura 27 - Princípio de Pascal.....	63
Figura 28 - Resposta aluno T.....	63
Figura 29 - Simulador elevador hidráulico.....	64
Figura 30 - Resposta do aluno X	64

Figura 31 - Vídeo da maquete de ponte hidráulica parte1	65
Figura 32 - Vídeo da maquete de ponte hidráulica parte 2.....	65
Figura 33 - Mapa conceitual do Aluno U	66
Figura 34 - Mapa conceitual do Aluno Q feito no Jamboard	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Densidade dos materiais	16
Tabela 2 - Aplicação da proposta de ensino de hidrostática.....	47
Tabela 3 - Cronograma de Aplicação do Produto Educacional.....	48

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

MNPEF	Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física
TDICs	Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação
PCNs	Parâmetros Curriculares Nacionais
PP	Professor Personagem

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	15
2.1	Propriedades da matéria relevantes no estudo da hidrostática	15
2.2	Aplicações dos fenômenos da hidrostática	17
2.3	Um breve resumo da biografia das personalidades mais importantes da hidrostática e seus feitos	18
2.3.1	Arquimedes.....	18
2.3.2	Simon Stevin.....	20
2.3.3	Blase Pascal	23
2.3.4	Torricelli	27
2.3.5	Guericke.....	30
3	A TEORIA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....	32
4	A TÉCNICA DO PROFESSOR PERSONAGEM ALIADO ÀS TIDCs COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO	35
4.1	A Técnica do professor personagem e o uso do teatro como recurso no ensino de física	35
4.2	A interdisciplinaridade	37
4.3	Reflexões sobre o resgate histórico no ensino de física.....	38
4.4	As tecnologias da informação e comunicação usadas neste produto	40
4.4.1	A ferramenta Youtube	41
4.4.2	Ferramentas Google.....	42
5	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E RELATO DE EXPERIÊNCIA....	44
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	50
6.1	Questões do formulário google:.....	53
6.2	Apresentação do grupo A – Stevin.....	55
6.3	Apresentação do grupo B - Pascal	58
6.4	Prática com os simuladores	58
6.4.1	Simulador da Lei de Arquimedes:	59
6.4.2	Simulador Vasos Comunicantes	61
6.4.3	Simulador Princípio de Pascal	62
6.4.4	Simulador elevador hidráulico.....	63
6.4.5	Apresentação de exemplo de aplicação do Princípio de Pascal	65
6.4.6	Mapas Conceituais de hidrostática	66
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	68
	REFERÊNCIAS	69
	APÊNDICE – Produto educacional.....	73

1 INTRODUÇÃO

Para oportunizar uma formação integral do sujeito de maneira que ele possa participar, interagir e agir contribuindo positivamente na sociedade, faz-se necessário uma abordagem de ensino de maneira que suas experiências individualizadas, juntamente com conhecimentos assimilados possam ser ampliados e reconfigurados, ou seja, deve ocorrer uma mobilidade na aprendizagem. Para Ausubel (1980), “um fator importante para que a aprendizagem significativa ocorra, é determinar o que realmente o aluno já sabe, oferecer de forma clara os organizadores prévios” como facilitadores e a partir disto desenvolver um plano de ação gerenciando os saberes para que ao final do processo este aluno seja capaz de questionar, argumentar e chegar à construir uma tese que pode ser verdadeira ou não. Para Moreira (1999, p. 156) “o aluno é um “preceptor”, cada um recebe a informação de acordo com sua estrutura cognitiva e a partir dela que deverão ser criadas as ações”.

Quando se ensina as descobertas que a humanidade acumulou é muito importante para a introdução do ensino de ciências para que os alunos saibam quem foi o estudioso que interpretou um fenômeno e propôs explicações, como aconteceu e qual foi o contexto histórico. Por isso a interdisciplinaridade tem um papel muito importante de contextualizar e conectar todas as áreas de saberes, segundo os PCN's a interdisciplinaridade é:

“A interdisciplinaridade supõe um eixo integrador, que pode ser o objeto de conhecimento, um projeto de investigação, um plano de intervenção. Nesse sentido, ela deve partir da necessidade sentida pelas escolas, professores e alunos de explicar, compreender, intervir, mudar, prever, algo que desafia uma disciplina isolada e atrai a atenção de mais de um olhar, talvez vários” (BRASIL, 2002, p. 88-89).

Ainda sobre interdisciplinaridade Thiesen afirma:

[...] “quanto mais interdisciplinar for o trabalho docente, quanto maiores forem as relações conceituais estabelecidas entre as diferentes ciências, quanto mais problematizantes, estimuladores, desafiantes e dialéticos forem os métodos de ensino, maior será a possibilidade de apreensão do mundo pelos sujeitos que aprendem”. THIESEN (2008, p. 20)

O ensino de forma interdisciplinar contribui muito para a aprendizagem pois pensamos que somada com o uso de uma prática lúdica e investigativa, podem favorecer um ambiente descontraído e divertido promovendo assim a construção do conhecimento de maneira significativa. Ainda sobre este contexto, pode-se afirmar de acordo com Soares *et al.* (2014) que a ludicidade pode ser um meio de estimular a participação dos alunos:

O lúdico pode ser utilizado como promotor da aprendizagem, nas práticas escolares, possibilitando a aproximação dos alunos com o conhecimento. Porém, devem ter sempre claros os objetivos que se pretende atingir com a atividade lúdica que vai ser utilizada, deve-se respeitar o nível de desenvolvimento em que o aluno se encontra e o tempo de duração da atividade (SOARES et al., 2014, p.87).

Para o entendimento de um determinado tema científico é importante contextualizar os saberes de maneira interdisciplinar, com materiais potencialmente significativos e através de demonstrações de experimento. A experimentação desenvolve várias habilidades como levantar hipóteses, questionar, investigar etc. Sobre isso as Diretrizes Curriculares de Ciências para o Ensino Fundamental do Estado do Paraná, (2008 p. 23) cita:

As atividades experimentais estão presentes no ensino de Ciências desde sua origem e são estratégias de ensino fundamentais, pois, podem contribuir para a superação de obstáculos na aprendizagem de conceitos científicos, não somente por propiciar interpretações, discussões e confrontos de ideias entre estudantes, mas também pela natureza investigativa.

Além das estratégias citadas acima, foi utilizado nesse trabalho um recurso didático-pedagógico, que é o uso do teatro, a fim de verificar se esse recurso pode influenciar positivamente no aprendizado dos alunos.

Devido ao período de pandemia causada pelo COVID-19 (do inglês Coronavirus Disease 2019), as aulas passaram a ser realizadas de forma remota, tendo proporcionado boas reflexões no segmento educacional, sobre o uso ou não de alguns recursos tecnológicos na sala de aula. Algumas instituições saíram na frente e direcionaram a forma de trabalhar e outras deixaram os professores livres para escolher e utilizar várias ferramentas digitais que pudessem atender às necessidades do ensino, como lecionar, motivar, interagir, acompanhar o aluno, avaliar e verificar o aprendizado.

Com base nisto, esta proposta de ensino visa colaborar com os colegas de profissão, apresentando uma forma de trabalhar o ensino de ciências, especificamente os conteúdos de hidrostática, para despertar no aluno o gosto pela ciência e pelos estudos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Propriedades da matéria relevantes no estudo da hidrostática

A hidrostática está caracterizada como o ramo da física que estuda os fluídos em repouso. Consequentemente o termo fluído (que Fluem) é utilizado para classificar líquidos e gases que se moldam a qualquer recipiente que os contenha. Isso acontece porque um fluído não oferece resistência à uma força que seja tangencial à sua superfície, ou seja, não é capaz de oferecer resistência à tensão de cisalhamento.

Para se compreender os conceitos básicos de hidrostática, é indispensável o conhecimento de duas grandezas físicas: **Densidade e pressão**. A **densidade** é uma propriedade muito importante da matéria já que mede a razão entre a quantidade de matéria (massa) que um fluído apresenta em um determinado volume ocupado por ele. Segundo Resnick, Halliday e Walker (2007) “Para determinar a densidade ρ de um fluído, em qualquer ponto, isolamos um infinitésimo elemento de volume ΔV ao redor daquele ponto e medimos a massa Δm do fluído contido no elemento”, ela é dada pela equação:

$$\rho = \frac{\Delta m}{\Delta V} \quad (1)$$

Segundo o Sistema Internacional de Unidades (SI), a densidade de um fluído é medida em Quilogramas por metros cúbicos (kg/m^3) ou também em grama por centímetro cúbico (g/cm^3) ou em grama por mililitro (g/mL).

$$1000 \text{ kg/m}^3 = 1 \text{ g/cm}^3 = 1 \text{ g/mL}$$

Matematicamente, a densidade em qualquer ponto do fluído é o limite desta razão, quando o ΔV tende a zero, mas para ficar mais práticos, consideramos que a amostra do fluído é grande comparada às dimensões do átomo e que seja uniforme e homogênea, o que nos permite escrever a densidade conforme a equação 2:

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad (2)$$

Onde m e V são a massa e o volume da amostra.

Vale ressaltar que a densidade ρ é uma grandeza escalar.

A Tabela 1 mostra a densidade de algumas substâncias, perceba como a densidade dos gases (ar) varia consideravelmente com a pressão, mas as dos líquidos (água) não, isso quer dizer que os gases são bem mais facilmente compressíveis do que os líquidos.

Tabela 1 - Densidade dos materiais

Material	Densidade em g/cm^3 a 25°C à 1atm
Aço	7,80
Água	1,00
Chumbo	11,30
Cobre	8,96
Etanol	0,79
Ferro	7,87
Gelatina	1,27
Glicerina	1,26
Leite	1,03
Madeira	0,50
Mercúrio	13,50
Ouro	19,30
Platina	21,50
Quartzo	2,65
Ar	0,01
Gelo	0,70

Fonte: Adaptado do site <https://www.todamateria.com.br/densidade/>

A pressão é uma grandeza escalar dos fluidos e apresenta o mesmo valor em qualquer ponto de um fluido em repouso. A unidade de pressão no SI é o Newton por metro quadrado, que recebe o nome especial de pascal em países que o sistema métrico decimal. Nesses países os calibradores de pneus usam quilo-pascal como unidade de medida. O pascal é relacionado a outras unidades usuais (não do SI), como se segue (HALLIDAY, 2007)

$$1\text{atm} = 1,01 \times 10^6 \text{ Pa} = 760 \text{ torr} = 14,7 \text{ lb/pol}^2$$

A atmosfera (atm) é, como o nome sugere, a pressão média aproximada da atmosfera do nível do mar. A unidade de medida que agora chamamos torr (em homenagem ao Evangelista Torricelli, que inventou o barômetro de mercúrio 1674) correspondente à designação antiga do milímetro de mercúrio (mmHg) (HALLIDAY, 2007).

2.2 Aplicações dos fenômenos da hidrostática

Em nossa vida cotidiana percebemos inúmeras aplicações dos fenômenos que envolvem a hidrostática, como brincar em uma piscina e sentir a sensação de leveza (Empuxo) ou fixar um prego em uma madeira (Pressão exercida sobre a superfície). Mas todas as tecnologias e benefícios dos estudos e hidrostática vão muito mais além como, por exemplo, entender o funcionamento das máquinas hidráulicas. No texto à seguir temos algumas aplicações.

A hidroginástica é uma atividade física que se apropriou dos benefícios do empuxo, pois o praticante realiza os exercícios sem sentir os impactos, minimizando os efeitos danosos.

O aumento da pressão arterial normal (hipertensão) em uma quantidade crescente de pessoas já configura uma doença social que tem um dos maiores índices de mortalidade no mundo globalizado. A pressão arterial é gerada pela força que o coração emprega para bombear sangue por todo o corpo. As pressões arteriais tidas, há muitos anos, como adequadas são: 120 mmHg para a sístole (parte da circulação sanguínea em que ocorre a compressão máxima das artérias) e 80mmHg para a diástole (quando o coração relaxa entre dois batimentos consecutivos). (KAZUHITO; FUKU, 2013).

Quando vamos comprar frutas como melancias e laranjas, gostaríamos de levar as mais suculentas, se forem de tamanhos iguais podemos comparar unidades e escolhermos aquelas com maior “peso” (pois mais massa por volume equivale a maior densidade). Assim estaremos levando as frutas mais suculentas (KAZUHITO; FUKU, 2013).

Se deitarmos em um colchão, ele irá afundar de certa forma, pois estaremos exercendo uma força sobre a superfície dele com o contato imprimido por nosso corpo. Em pé sobre o mesmo colchão, comprimindo-os apenas com as solas dos pés, ele afundará mais do que na situação anterior, ainda que nosso peso não tenha se alterado. Assim, quanto mais concentrada (menos “espalhada”) estiver a força que atua sobre uma superfície, maior será o efeito da deformação (KAZUHITO; FUKU, 2013).

Devemos citar ainda outros exemplos de nosso cotidiano como uma faca afiada corta melhor do que uma sem fio, pisar em uma superfície macia com sapatos de saltos finos e sentir que está provocando uma deformação nesta superfície devido à força peso ser perpendicular a ela, sentir a pressão no braço quando aplicado uma injeção na veia. Mas das aplicações do Princípio de Pascal a prensa hidráulica é a mais importante, pois é uma máquina capaz de multiplicar a intensidade da força. Este dispositivo será discutido nos tópicos seguintes.

2.3 Um breve resumo da biografia das personalidades mais importantes da hidrostática e seus feitos

2.3.1 Arquimedes

Segundo Luiz Roberto Evangelista (2011, pg. 113), é no ano de 287 a.C. que nasceu a mente mais brilhante da antiguidade na Sicília, cidade de Siracusa. Este ano é tido por base considerando que tenha morrido aos 75 anos, na mesma cidade. Quando os inimigos já haviam entrado a força, mas ele não tinha ouvido os gritos das pessoas nem ruídos das espadas, rabiscando desenhos na areia em frente sua casa quando um soldado romano pisa em seus desenhos e ele indignado recusa-se a acompanhá-lo sem antes terminar seu raciocínio e por isso perde a vida. Arquimedes tinha uma profunda ligação com a matemática, conseguia calcular a raiz quadrada de números grandes, reduzia a cinzas os navios dos inimigos com ajuda de espelhos. Quando jovem viajou muito, conheceu muitos cientistas e desfrutou dos livros da biblioteca de Alexandria. Mais tarde voltou à Siracusa já como cientista famoso, nas suas meditações o afastavam tanto de si que esquecia de comer, beber e cuidar de sua higiene. Tinha parentesco com Heron, rei de Siracusa, em seu livro *Arenário* Arquimedes conta ser filho de um astrônomo de nome Fídias. Uma vez Arquimedes pensava em um problema complicado que Heron pediu para resolver, precisava descobrir se uma coroa feita para o Rei, seria feita de ouro puro ou se o joalheiro adicionara uma porção de bronze no metal precioso. Para resolver, Arquimedes tinha que calcular o volume da coroa. Enquanto tomava banho pensava neste problema e viu que uma quantidade de água escorria para o chão ao mesmo tempo percebeu que peso de seu corpo parecia mais leve, e teve uma intuição, e correu nu pelas ruas gritando a famosa palavra Eureka, cujo significado é descobri, foi assim que a lei da hidrostática ou princípio de Arquimedes foi descoberto. A lei de Arquimedes enuncia o

seguinte: “a aparente perda de peso de um corpo imerso em um fluido é igual ao peso do fluido que foi deslocado.” Conforme a Figura 1.

Figura 1- Arquimedes de Siracusa



Fonte: <https://escola.britannica.com.br/artigo/Arquimedes>

Para resolver o problema da coroa Arquimedes tomou uma porção de ouro e outra de bronze, cada uma com o peso igual ao da coroa; fazendo-as imergirem na água, em um recipiente cheio até a borda, notou que cada uma das peças deixava derramar uma certa quantidade de água que podia ser determinada medindo-se quanta água era necessária para encher, novamente, o recipiente em cada um dos casos. Feito isso, mergulhou a coroa em água e percebeu que a quantidade de água derramada era superior àquela derramada pela peça de ouro, mas inferior àquela derramada pela peça de bronze. Com base nos dados conseguiu até determinar a proporção de bronze presente na coroa, provando assim, que o joalheiro não era de confiança.

Arquimedes formulou seu princípio para a água, mas ele é válido para qualquer fluido. O princípio de Arquimedes pode determinar como um balão de ar quente funciona, como um submarino pode emergir e uma navio enorme pode flutuar. Vale ressaltar que nos livros didáticos como de Alberto Gaspar (2008) o empuxo é enunciado:

“Todo corpo imerso em um fluido sofre a ação de uma força – denominada empuxo- dirigida verticalmente para cima, cujo módulo é igual ao módulo do peso do volume do fluido deslocado.”

A expressão matemática dada para o empuxo representada na equação 3 é:

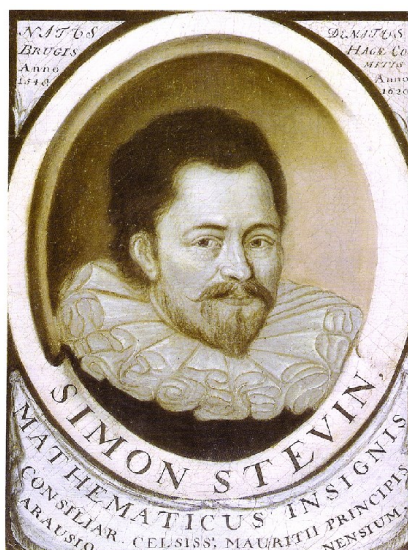
$$E = \rho \cdot V \cdot g \quad (3)$$

Onde, E = empuxo; ρ = densidade do líquido; V = volume do líquido deslocado e g = aceleração da gravidade no local.

2.3.2 Simon Stevin

De acordo o texto do site somatemática¹, Simon Stevin, foi um matemático flamengo, que nasceu em 1548 e morreu em 1620. Foi como coletor de impostos que Simon Stevin iniciou sua carreira profissional, mas preferiu, mais tarde, ingressar na Universidade de Leiden. Pode-se dizer que o estudo da hidrostática teve início com Stevin. Foi ele quem demonstrou que a pressão que um líquido exerce sobre uma superfície depende apenas da altura da coluna do líquido e da área da superfície, não importando o tamanho ou a forma do recipiente. Ele foi também o primeiro a constatar que dois corpos de pesos diferentes, ao serem soltos ao mesmo tempo, chegam ao solo simultaneamente. (Essa experiência costuma ser atribuída a Galileu que, no entanto, apenas a analisou melhor.) Representado na Figura 2.

Figura 2- Stevin



Fonte: <https://www.researchgate.net>

Stevin dedicou-se ainda a diversas outras áreas do conhecimento: calculou a declinação magnética (diferença angular entre o polo norte magnético e o polo norte

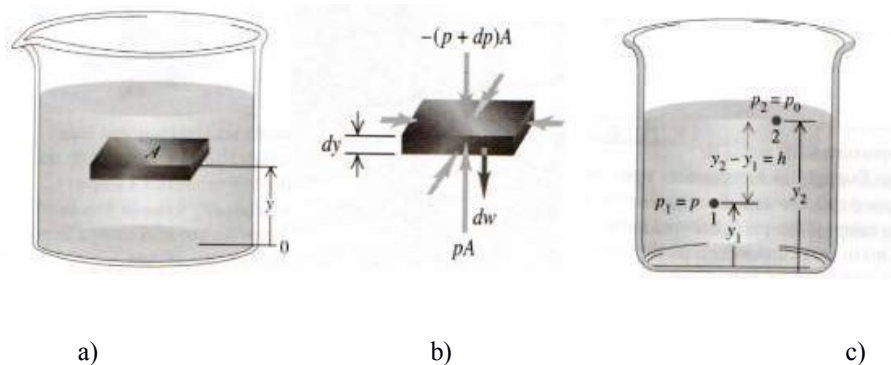
¹ "Simon Stevin" em *Só Matemática*. Virtuoso Tecnologia da Informação, 1998-2021. Consultado em 27/05/2021 às 15:31. Disponível na Internet em <https://www.somatematica.com.br/biograf/stevin.php>

geográfico) em diversos locais; demonstrou geometricamente a impossibilidade de funcionamento de um moto-perpétuo (dispositivo mecânico que se acreditava poder trabalhar infinitivamente sem requerer energia); traduziu obras gregas; além disso, projetou o primeiro veículo com tração dianteira: uma carroça movida a vela. Como matemático, Stevin criou uma notação para a escrita dos números decimais fracionários, que posteriormente resultou no uso vírgula. Não se conhece a data exata da morte de Stevin. Consta apenas que se casou consideravelmente tarde, com 64 anos de idade, e que deixou quatro filhos. O teorema de Stevin é enunciado como:

A variação de pressão que ocorre quando nos deslocamos para altitudes elevadas ou quando mergulhamos a uma certa profundidade no oceano constitui um dos objetos de análise da Hidrostática. Para pontos com altitudes acentuadas ocorre uma diminuição na pressão atmosférica, consequência da diminuição da densidade do ar, entretanto, ao mergulharmos em águas profundas a pressão aumenta com a profundidade (YOUNG e FREEDMAN 2003).

O Teorema de Stevin é a Lei Fundamental da Hidrostática, a qual relaciona a variação das pressões atmosféricas e dos líquidos. Assim, o Teorema de Stevin determina a variação da pressão hidrostática que ocorre nos fluidos. Conforme a Figura 3.

Figura 3- Elemento de fluido de área A (a); Forças atuando sobre um fluido em equilíbrio (b); Pressão em uma profundidade h de um fluido (c).



Fonte: Adaptado de Young e Freedman (2003, p. 72).

Esse postulando, proposto pelo físico e matemático flamengo, Simon Stevin (1548-1620), contribuiu demasiado para o avanço dos estudos sobre hidrostática. Apesar de sugerir uma teoria que focasse no deslocamento dos corpos nos fluidos, Stevin propôs o conceito de “Paradoxo Hidrostático”, donde a pressão de um líquido independe da forma do

recipiente, de modo que dependerá, tão somente, da altura da coluna líquida no recipiente. (GASPAR, 2008)

Dessa forma, o Teorema de Stevin é representado pela expressão 4:

$$\Delta P = \rho \cdot g \cdot \Delta h \quad (4)$$

Onde,

ΔP : variação da pressão hidrostática (Pa)

ρ : densidade (Kg/m³)

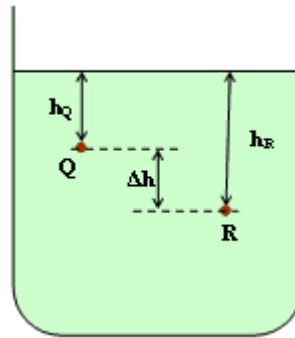
g : aceleração da gravidade (m/s²)

Δh : variação da altura da coluna de líquido (m)

De acordo com KAZUHITO e FUKU, 2013: Seja um líquido qualquer de densidade d em um recipiente qualquer, de acordo com a Figura 4.

Escolhemos dois pontos arbitrários R e T.

Figura 4 - pressão à profundidade



Fonte: <https://www.sofisica.com.br/conteudos/Mecanica/EstaticaeHidrostatica/teoremadestevin.php>

As pressões em **Q** e **R** são:

$$P_Q = d \times h \times g$$

$$P_R = d \times h \times g$$

A diferença entre as pressões dos dois pontos é:

$$P_Q - P_R = (\rho \times h \times g)_Q - (\rho \times h \times g)_R$$

Onde fica:

$$\Delta P = \rho \cdot g \cdot \Delta h \quad (5)$$

O funcionamento dos vasos comunicantes é uma aplicação do teorema de Stevin, o sistema do vaso sanitário que possui fechos hídricos (sifão) os quais impedem a volta dos gases da rede de esgoto, cujo nível podemos observar na água do vaso, são aplicação deste teorema.

2.3.3 Blaise Pascal

De acordo com o texto publicado no site ebiografia², Pascal foi físico, matemático, filósofo e teólogo francês. Autor da famosa frase: "O coração tem razões que a própria razão desconhece". Nasceu em Clermont-Ferrand, França, no dia 19 de junho de 1623. Órfão de mãe desde cedo, teve a sua educação aos cuidados do pai. Por sua extrema precocidade, foi levado para Paris quando foi atraído pela matemática. Em 1639, com apenas 16 anos, escreveu "Ensaio Sobre as Cônicas." Nesse ano, seu pai foi transferido para Rouen e lá Pascal realizou suas primeiras pesquisas no campo da física. Nessa época, inventou uma pequena máquina de calcular, a primeira calculadora manual que se conhece, mantida atualmente no Conservatório de Artes e Medidas de Paris. Blaise Pascal (1623-1662) representado na Figura 5.

Figura 5 - Blaise Pascal



Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/biografia/blaise-pascal.htm>

² Texto extraído do site ebiografia acesso dia 25/05/2020. Disponível em: https://www.ebiografia.com/blaise_pascal/

Datam dessa época, os primeiros contatos de Pascal com os jansenistas, facção católica que, inspirada em Santo Agostinho, rejeitava o conceito de livre arbítrio, aceitava a predestinação e ensinava que a graça divina, e não as boas obras seria a chave da salvação. Em 1647, Pascal retornou a Paris e dedicou-se à atividade científica. Realizou experiências sobre a pressão atmosférica, escreveu um tratado sobre o vácuo, inventou a prensa hidráulica e a seringa e aperfeiçoou o barômetro de Torricelli. Em matemática, ficaram célebres a sua teoria da probabilidade e o seu Tratado do Triângulo Aritmético (1654). Seu trabalho apresentava diversas relações que seriam de grande valor para o desenvolvimento posterior da estatística.

Em 1654, depois de quase morrer em um acidente de carruagem e passar por uma experiência mística, Pascal decidiu consagrar-se a Deus e à religião. Elegeu seu guia espiritual o padre jansenista Singlin e, em 1665, recolheu-se à abadia de Port-Royal des Champs, centro do jansenismo. Nesse período, elaborou os princípios de sua doutrina filosófica, centrada na contraposição dos dois elementos básicos e não excludentes do conhecimento: de um lado, a *razão* com suas mediações que tendem ao exato, ao lógico e discursivo (espírito geométrico). Do outro lado, a *emoção*, ou o coração, que transcende o mundo exterior, intuitiva, capaz de aprender o inefável, o religioso e o moral (espírito de finura). Pascal resumiu sua doutrina filosofia na frase que a humanidade repete há séculos, na qual nomeia os dois elementos do conhecimento - a razão e a emoção.

"O coração tem razões que a própria razão desconhece"

A compreensão desse modo de ser do homem, sua condição no mundo, estabelecida entre extremos, é o principal objeto da filosofia de Pascal. Na base dessa divisão, está a oposição entre a natureza divina do espírito e a natureza humana e falha, pecaminosa da matéria. As concepções filosófico-religiosas de Pascal estão reunidas nas obras: “Les Provinciales” (1656-1657), um conjunto de 18 cartas escritas para defender o jansenista Antoine Arnauld, oponente dos jesuítas que estava em julgamento pelos teólogos de Paris, e “Pensées” (1670), um tratado sobre a espiritualidade, em que faz a defesa do cristianismo. Em Les Provinciales surgiram as primeiras evidências de que Pascal começava a se afastar do jansenismo, tendência aprofundada em Pensées, quando voltou-se para uma visão antropocêntrica da graça e deu à iniciativa humana uma importância que não mais coadunava com os preceitos jansenistas. A obra de Pascal como teólogo e escritor foi muito mais influente do que sua contribuição à ciência. Está presente nos românticos do século XVIII, nas reflexões de Nietzsche e nos modernistas católicos que encontraram nele o precursor de

seu pragmatismo. Blaise Pascal faleceu em Paris, França, no dia 19 de agosto de 1662. Segundo o Instituto Blaise Pascal:

Em 1648, Pascal voltou-se para a física, pesquisando a mecânica dos fluidos e esclarecendo os conceitos de pressão e vácuo. Descobriu que a pressão age perpendicularmente às superfícies que limitam o vaso em que o líquido está contido e se transmite a todos os pontos do líquido, aumentando progressivamente com a profundidade. Realizou importantes experiências com a pressão atmosférica, concluindo que esta diminui progressivamente com a altitude. Em 1647 publicou os resultados das suas observações em torno das hipóteses de Torricelli sobre a natureza física do vácuo. (www.institutopascal.org.br – acesso em 20/12/20).

Posteriormente Pascal condensou em um célebre tratado de hidrostática (*Traité de l'équilibre des liqueurs*) os estudos que realizara, que só foi publicado um ano depois de sua morte em 1663. Com este trabalho, revolucionou a engenharia mecânica, descrevendo os princípios para a construção da prensa hidráulica, engenho que permite a multiplicação da força aplicada. Em 1652 Pascal estabeleceu pela primeira vez o Princípio de Pascal, mostrando que “em um líquido em repouso ou equilíbrio as variações de pressão transmitem-se igualmente e sem perdas para todos os pontos da massa líquida” (www.institutopascal.org.br – acesso em 20/12/20). O princípio de Pascal enuncia:

A diferença de pressão entre dois pontos de um líquido homogêneo em equilíbrio é constante, dependendo apenas do desnível entre esses dois pontos. Logo, se produzirmos uma variação de pressão num ponto de um líquido em equilíbrio, essa variação se transmite a todo o líquido, ou seja, todos os pontos do líquido sofrem a mesma variação de pressão (NUSSENZVEIG, 2002. p. 8)

Segundo Souza, o princípio de Pascal é uma lei da Mecânica dos Fluidos que afirma que a pressão aplicada sobre um fluido em equilíbrio estático é distribuída igualmente e sem perdas para todas as suas partes, inclusive para as paredes do recipiente em que está contido. Esse princípio foi enunciado pelo cientista francês Blaise Pascal. Conforme a equação 6.

$$\Delta P1 = \Delta P2 \quad (6)$$

A diferença de pressão entre dois pontos quaisquer de um fluido em equilíbrio estático deve ser igual.

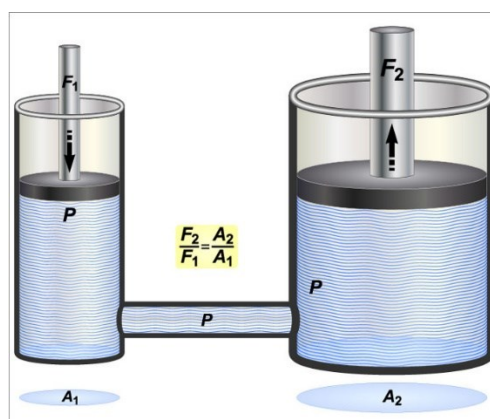
Pressão é definida pela razão entre a **força** aplicada e a **área** da aplicação. Essa grandeza física é medida em **pascal** (Pa). De acordo com o princípio de Pascal, ao aplicar-se

uma força sobre um sistema hidráulico, como em um conjunto de pistões, o aumento de pressão sobre o pistão será exercido de maneira uniforme em todos os pontos do fluido.

Além disso, se o fluido estiver em contato com outro pistão de área **10 vezes maior**, a força exercida sobre ele será **10 vezes maior** do que aquela exercida sobre o primeiro pistão. Dessa forma, a variação de pressão em cada um dos pistões será constante.

A Figura 6 apresenta dois pistões conectados por um fluido incompressível em equilíbrio estático. Observe:

Figura 6 - O aumento de pressão exercido sobre o primeiro pistão é transmitido uniformemente por todo o fluido.



Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/principio-de-pascal.htm>

Conforme a Figura 6, ao aplicar-se uma força F_1 sobre o pistão 1 de área A_1 , um aumento de pressão é comunicado por todo o fluido. Dessa forma, como a área A_2 do pistão 2 é maior que a área do pistão 1, a força exercida sobre o pistão 2 deverá ser proporcionalmente maior em relação às suas áreas. Portanto, o princípio de Pascal pode ser escrito por meio da equação 7:

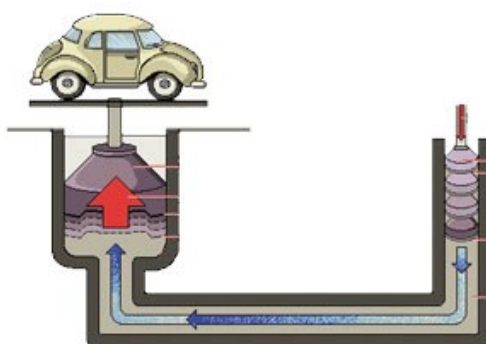
$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad (7)$$

A pressão aplicada a um fluido enclausurado é transmitida sem atenuação a cada parte do fluido e das paredes do reservatório que o contém (Resnic, Halliday, Walker Física, v. 2, p. 43, 2007).

O funcionamento de todas as máquinas hidráulicas que estão presentes em nosso cotidiano, deve-se a este princípio. De acordo com Gaspar (2008): Os elevadores hidráulicos encontrados nos postos de combustíveis funcionam da seguinte forma: formados por dois

recipientes contendo óleo, de área de secção reta diferente, de formato cilíndrico e comunicantes entre si. Aplica-se uma força de intensidade F sobre o pistão de menor área provocaremos um acréscimo de pressão no líquido, de forma que esse acréscimo vai se distribuir por todos os pontos do fluido até chegar ao pistão de maior área. Ao alcançar este, surgirá uma força de baixo para cima fazendo com que o objeto que está do outro lado seja suspenso. Esse princípio de funcionamento se aplica aos freios hidráulicos dos automóveis e a presa hidráulica e no elevador hidráulico representado nas Figura 7.

Figura 7 - Esquema de um elevador hidráulico



Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/maquinas-hidraulicas-aplicacao-principio-pascal.htm>

2.3.4 Torricelli

Torricelli foi matemático e assistente de Galileu Galilei. Ele teve que enfrentar o desafio de elevar a água para os jardins do Duque de Toscana por meio de uma bomba. A bomba deveria trabalhar para fazer a água vencer um desnível de 12m, mas só alcançava a altura máxima de 10m. Torricelli passou então a investigar o comportamento do mercúrio, que era de 13,64 vezes mais denso que a água. Na procura pela solução do problema, Vincenzo Viviani (1622-1703), físico e matemático italiano, encheu boa parte de um tubo de cerca de 1m com mercúrio líquido (Hg), tampou-o e em seguida colocou-o invertido dentro de uma cuba também contendo mercúrio. Após destampar o tubo, o nível de mercúrio dentro do tubo desceu e estabilizou-se a uma altura de 76 cm acima do nível do metal líquido da cuba. Torricelli e Viviane notaram também que a altura da coluna de mercúrio que se mantinha no tubo dependia da altitude em que a experiência fosse realizada. A explicação dada por Torricelli foi que a coluna de mercúrio no tubo era equilibrada pelo “oceano de ar” existente sobre a superfície do metal na cuba, isto é, pela pressão atmosférica. Variando a altitude,

mudava quantidade de ar sobre o espelho de mercúrio na cuba, alterando altura da coluna de mercúrio no tubo. O espaço livre que fica no alto do tubo invertido é conhecido como câmara barométrica, que contém alguns vestígios de vapor de mercúrio. Evangelista Torricelli (1608 - 1647) representado na Figura 8.

Figura 8 - Evangelista Torricelli



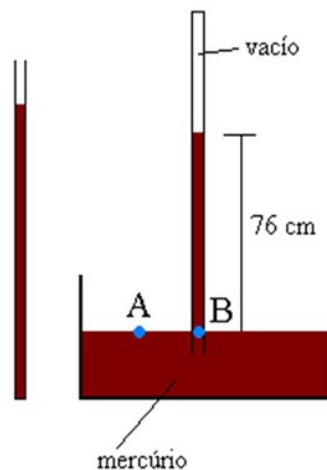
Fonte: <https://www.ebiografia.com/torricelli/>

Na prática, podemos considerá-la “quase um vácuo”. Com a realização deste experimento, Torricelli e Viviani comprovaram que o ar tem peso, inventaram o barômetro (medidor da pressão atmosférica) e fizeram cair por terra a afirmação de Aristóteles de que a natureza “tem horror ao vácuo”, a tal “horror” nos referimos mais adiante. Celebrando este fato histórico, convencionou-se que o valor da pressão atmosférica, em um local em que $g = 9,8\text{m/s}^2$ e a 0° , seria de 1atm (uma atmosfera), equivalente a 760 mmHg: $1\text{atm} = 760\text{mmHg}$. É importante repetir que a pressão atmosférica varia com a altitude. Na cidades litorâneas, ela é maior do que a centenas de metros acima do nível do mar. Como exemplo, os alpinistas que respiram os ares rarefeitos, em grandes altitudes, ficam sujeitos a pressões atmosféricas bem menores do que na base das montanhas. Esse fato gera várias alterações no metabolismo (KAZUHITO; FUKU, 2013). Segundo Silva, em sua publicação no site educativo [brasilecola3](https://brasilecola.uol.com.br/fisica/o-barometro-torricelli.htm): Denominamos barômetro de Torricelli o aparelho constituído por um tubo comprido (1 metro) de vidro e uma cuba, também de vidro, que tenha contida nela mercúrio.

³ O barômetro de Torricelli. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/o-barometro-torricelli.htm>
Acesso em 19/02/2021

O tubo de vidro é totalmente cheio de mercúrio, sendo que a superfície aberta do tubo de vidro é bloqueada pelo dedo polegar. A seguir o tubo é invertido na cuba e o dedo é retirado. O nível do mercúrio desce até se estabilizar em uma altura h , acima da superfície do mercúrio na cuba. Na região do tubo, acima da coluna de mercúrio, tem-se a câmara barométrica, região de pressão muito baixa, conforme a Figura 9.

Figura 9 - Barômetro



Fonte: <https://brasilescola.uol.com.br/fisica/o-barometro-torricelli.htm>

De acordo com o teorema de Stevin, os pontos A e B, localizados no mesmo líquido e no mesmo plano horizontal, sofrem a mesma pressão. Stevin definiu que no ponto A pressão exercida corresponde à pressão atmosférica, enquanto que no ponto B é a pressão da coluna de mercúrio de altura h que atua. Sendo assim, apresentamos a equação 8:

$$p_{atm} = \mu \cdot g \cdot h \quad (8)$$

Torricelli observou que em um local onde a aceleração da gravidade era $9,8 \text{ m/s}^2$ e que a temperatura era 15°C , ao nível do mar, a altura h era igual a 76 cm. Torricelli concluiu que essa pressão era exatamente a pressão atmosférica normal.

Para obter o valor da pressão atmosférica em seu correspondente Pascal basta fazer conforme a equação 9:

$$\text{Sendo,} \quad m \cdot g \cdot h = 13,6 \cdot 103 \text{ kg/m}^3 \quad (9)$$

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2 \text{ e } h = 76 \text{ cm} = 0,76 \text{ m}$$

Temos que a pressão de $1 \text{ atm} = 76 \text{ cmHg} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

2.3.5 Guericke

O físico alemão Guericke, foi um árduo defensor da existência do vácuo, em sua época, a ideia de Aristóteles de que a natureza tem “horror ao vácuo” ainda prevalecia. Acreditava-se que a natureza preenchia imediatamente, sem medir esforços, todos os espaços vazios que não contivessem matéria. Ele provou que o vácuo poderia existir ao demonstrar que uma vela não queimava dentro dele e que o som de um sino não se propagava por ele. Otto von Guericke representado na Figura 10.

Figura 10 - Oto Von Guericke



Fonte: <https://1.bp.blogspot.com>

Em 1650, Von Guericke construiu uma bomba de sucção que conseguia esvaziar um barril cheio de água ou remover o ar de dentro de um balão de cobre. Em 1654, na sua cidade natal, Magdeburg, Von Guericke confeccionou uma esfera oca de metal, com 0,5 m de diâmetro, formada por dois hemisférios que se encaixavam de forma precisa. Após retirar o ar do interior dessa esfera com sua bomba recém-inventada, os hemisférios se mantiveram firmemente unidos. Não foi possível separá-los, em mesmo com os esforços de oito parelhas de cavalos. Os conhecimentos decorrentes dos estudos de Torricelli e Viviani, em 1643, ajudaram Von Guericke a concluir que a pressão exercida pela atmosfera dificultava a

separação dos hemisférios, dentro dos quais a pressão era reduzidíssima, devido ao quase vácuo. Além da hidrostática ele também contribuiu e estudos sobre eletricidade. (KAZURITO & FUKU, 2013, p.304).

Estes foram os principais atores construíram as ideias da hidrostática. Vamos apresentar a teoria da aprendizagem de Ausubel para dar suporte as metodologias de aprendizagem aqui abordadas.

3 A TEORIA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Partindo do princípio de que o aprendizado de qualquer conceito deve fazer sentido para o indivíduo e que ele deve ser capaz de ampliar e reconfigurar tudo aquilo que recebe, é que propomos esta prática de ensino através da técnica do (P.P) utilizando TIDCs com finalidade motivadora, estimulante e lúdica. Abordamos os conceitos da hidrostática a partir da biografia das personalidades mais importantes de maneira que o indivíduo interaja e se aproprie dos conteúdos à serem trabalhados. Segundo Moreira (2008, p.4):

“implica um mínimo de duas pessoas intercambiando significados; implica também certo grau de reciprocidade e bidirecionalidade entre os participantes desse intercâmbio, trazendo a eles diferentes experiências e conhecimentos, tanto em termos qualitativos como quantitativos. Crianças, adolescentes, adultos, moços e velhos, geralmente não vivem isolados; estão permanentemente interagindo socialmente em casa, na rua, na escola, no trabalho”

A teoria de aprendizagem significativa de Ausubel afirma que devemos gerenciar os saberes e aprendizagens, ela apresenta esses dois pontos (ampliar e reconfigurar) bastante importantes: para cada realidade a criança apresenta seus saberes pessoais, ou seja, devemos sempre considerar a realidade trazida pela criança. Segundo Moreira (2010, p.2)

“É importante reiterar que a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não literal e não arbitrária. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva.” (MOREIRA, 2010, p. 2)

Quando falamos em ampliação e reconfiguração do aprendizado, isso significa que o indivíduo pode ao modo dele chegar a conteúdos, aprendizados ou a teorias no seu mundo para o qual elas não foram treinadas, ou seja, é sempre muito importante a criança estabelecer a construção de uma tese, seja ela verdadeira ou não! Porque a partir da convivência social, de novas informações que ela vai recebendo ela chegará determinadamente a algum lugar chamado de conhecimentos socialmente estruturado. Outro ponto crucial dessa teoria é a importância do aluno receber no início da construção do aprendizado uma questão à ser resolvida, muitas vezes o professor inicia a aula elucidando ou contextualizando, tirando assim da criança o direito de ela tentar ao modo dela com aquilo que ela possui fazer descobertas e conseqüentemente ter dúvidas. (Popper, 1983) discorre sobre a construção de uma tese:

[...] não há dúvida de que nossas expectativas e, portanto nossas teorias, podem até proceder, historicamente, nossos problemas. Entretanto, a ciência só começa com problemas. Os problemas afloram, sobretudo, quando estamos decepcionados em nossas expectativas, ou quando nossas teorias nos envolvem em dificuldades, em contradições. (POOPER, 1983, p. 67)

Quando a criança apresenta dúvidas a partir de um questionamento que foi dado à ela, diante de uma atmosfera motivadora, ocorre uma mobilidade na aprendizagem. Para Ausubel o aluno ao seu modo tenta elaborar aquilo que para ele é pertinente, para em seguida receber informações para realizar essa comparação para que em um terceiro momento deste processo ele possa ser capaz de criar uma primeira síntese. O professor então, entraria em um segundo momento trazendo informações para que a criança com o que ela conseguiu estruturar e aquilo que recebeu possa construir questionamentos. O professor atua como um mediador neste processo oportunizando valorizar a realidade trazida pelo aluno fazendo-os interagir e socializar seus saberes. Segundo (Vygotsky, 1998) não ocorre um aprendizado sem o aspecto social do indivíduo: “Ocorre o reflexo do mundo externo no interno, ou seja, a interação do homem com a realidade, pensamento e língua criados.” (VYGOSKY, 1998, p. 167)

O aprendizado fará sentido ao indivíduo quando é motivado e provocado, estimulado e orientado, isso serve também quanto ao uso correto dos diversos materiais e recursos para o ensino e aprendizagem de determinado conteúdo. Para (Ausubel, 1992) a aprendizagem significativa processa-se quando o material novo, ideias e informações que apresentam uma estrutura lógica, interage com conceitos relevantes e inclusivos, claros e disponíveis na estrutura cognitiva, sendo por eles assimilados, contribuindo para sua diferenciação, elaboração e estabilidade. (MOREIRA e MASINI, *apud* AUSUBEL 1982, p.4) Neste sentido, Moreira (1999) “considera que essa transformação apresentada por Ausubel é análoga à internalização de instrumentos e signos de Vygotsky, pois materiais de aprendizagem são, essencialmente, instrumentos e signos no contexto de certa matéria de ensino e dá como exemplo a Física, como sendo um sistema de signos com seus instrumentos (procedimentos e equipamentos), ou seja, aprender Física de maneira significativa pressupõe a internalização dos significados aceitos e construídos socialmente para esses instrumentos e signos no contexto da Física.”

O passo seguinte condicionado por essa teoria, é o momento de estudo individualizado, onde o aluno deve buscar sobre o conteúdo e informações, interpretar à sua maneira aonde ele pode ir, fazendo novas ampliações e reconfigurações. E finalmente, a partir do que esse aluno sabe, do que recebe e depois do estudo individualizado ele possa apresentar

de forma coletiva da sua estruturação intelectual. Quanto mais diverso é o aprendizado, do contexto da aprendizagem, maior será o desejo do indivíduo caminhar adiante.

4 A TÉCNICA DO PROFESSOR PERSONAGEM ALIADO ÀS TIDCS COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO

Nossa proposta de ensino de hidrostática reúne uma gama de estratégias e recursos de ensino já existentes, apresenta características lúdicas interdisciplinares e o conteúdo é trabalhado por meio das TDICs como vídeos, slides, animações e simuladores. Busca seguir as ideias da teoria do ensino significativo, conforme Ausubel afirma: Novos significados são adquiridos quando símbolos, conceitos e proposições são relacionados e incorporados à estrutura cognitiva de uma forma não arbitrária e substantiva. Desde que a estrutura cognitiva tende a ser hierarquicamente organizada com respeito ao nível de abstração, generalidade e inclusividade, aparecimento de novos significados reflete a "subsunção" de um material potencialmente significativo por um conteúdo mais inclusivo. Por outro lado, pode existir também uma situação na qual o novo material que é apreendido é uma extensão, elaboração ou qualificação de conceitos previamente aprendidos (Ausubel, 1965). Com base nisso, preparamos esta prática planejando a aplicação destes materiais de maneira que o aprendizado faça sentido, levando em conta que nossos alunos já apresentam habilidades em algumas tecnologias digitais. Para que possamos elucidar esta prática de ensino, faz-se necessário um breve resumo de todos os elementos e instrumentos didáticos que a compõe: **o teatro e a técnica do professor personagem, resgate histórico e interdisciplinar e as tecnologias digitais usadas nesta proposta.**

4.1 A Técnica do professor personagem e o uso do teatro como recurso no ensino de física

A técnica do professor personagem do inglês *teacher in role*, é uma estratégia didática onde o professor pode assumir qualquer papel, seja ele para representar um exemplo simples do cotidiano, encenar uma peça ou contar uma história representando personagens. O professor além de mediador e facilitador do aprendizado deve motivar e provocar, promover escolhas ao aluno, estreitando assim esta relação. De acordo com Holoise Vidor:

A origem do *teacher in role* no drama inglês está relacionado ao trabalho de sua criadora Dorothy Heathcote, que introduziu uma série de procedimentos para o uso do drama no contexto curricular, como articulador de diferentes áreas do conhecimento. (...) O professor adquire o status de organizador, facilitador, tendo responsabilidade como membro mais maduro do grupo. (...) Neste sentido, a elaboração da estratégia do *teacher in role* representa as várias possibilidades de

relação do professor com o grupo de drama e está totalmente conectado com o fluxo de informações que emergem durante o processo, e com a comunicação das informações entre professor aluno e aluno-professor (VIDOR, 2008, p. 9-10).

Abordar conteúdos de por meio do teatro promove não somente motivação, mas apresenta uma série de vantagens ao aprendiz como: desenvolvimentos das expressões corporais, vocabulário, interação, desenvolve a produção de textos, emocional, autoconfiança, ética e autoconhecimento. Quando a criança brinca de faz de conta está representando, a dramatização é necessária para o desenvolvimento humano e traz oportunidade para o indivíduo compreender a arte como construção humana. Para (Montenegro, 2005) o teatro atua:

Como um veículo transmissor de conceitos científicos, através do qual a aprendizagem é feita de uma forma simples, lúdica e agradável. (...) além disso, o teatro, (...) possibilita o desenvolvimento pessoal, permite ampliar o espírito crítico e o exercício da cidadania. (MONTENEGRO *et al*, 2005, p.31 e 32)

Trabalhar o mundo da imaginação através do teatro, vivenciando o aprendizado do conteúdo de forma que o estudante possa dramatizar as histórias e situações da época, oportuniza novas descobertas de suas habilidades. Segundo os cientistas (Bohm e Peat, 1989) a imaginação tem seu papel no aprendizado:

Literalmente, imaginação significa capacidade de construir imagens mentais imitativas das formas de objetos reais. Porém os poderes da imaginação vão de facto muito além, incluindo a concepção de novas formas, até então desconhecidas e que são sentidas não somente como imagens visuais, mas também como sensações tácteis e cinestéticas, e ainda por outras vias que desafiam a descrição. [...] A imaginação é, assim, o início da penetração criativa no domínio do manifesto. (BOHM; PEAT, 1989, p. 342-343 *apud* SILVA, 2010, p.3)

O teatro faz parte da cultura humana, mas não é apenas manifestação cultural, oferece prazer, diversão e motivação, por meio dele podemos representar nossas alegrias, tristezas e angústias. Segundo os PCNs o teatro desenvolve capacidades de noção temporal e linguagem verbal e corporal. Já era usado como instrumento educacional e literário na época de Platão e Aristóteles. De acordo com Reverbel: “O teatro tem a função de divertir instruindo é uma verdade que ninguém pode contestar, pois seria negar-lhe a própria história” (REVERBEL, 1989). Diante disso, concordamos que o teatro “casado” com a história e com os conteúdos científicos, é uma união de sucesso, estas ferramentas juntas interagindo, torna-se mais potencializadas, oportunizando assim um aprendizado com significado.

Nesta prática de ensino consideramos o teatro como estratégia de ensino eficaz, além de todas as vantagens citadas acima, concordamos com Moreira e Vigotsky que o teatro é um grande “subsunçor”, ou seja, ferramenta de linguagem responsável por desenvolver vários aspectos motores e cognitivos. Conforme a afirmação de Moreira (2011): é o cognitivo que estimula o conhecimento, e a aprendizagem, está relacionado ao processo de informação, de como o indivíduo conhece, assim, falar de aprendizagem é falar de cognição. Ainda nessa ideia de que o teatro é uma ferramenta de ensino, entendemos como afirma (Barros, 2011) “Considerando a linguagem como instrumento simbólico fundamental, Vygotsky afirma que é ela que organiza os signos em estruturas complexas, desempenha assim um papel determinante na formação das características psicológicas humanas. As funções comunicativas e cognitivas da linguagem são a base dos processos superiores, é quem expressa e organiza o pensamento do sujeito, e é também, um dos principais instrumentos utilizados nas artes cênicas.” (BARROS, 2011). Também corroboram com essa óptica (Feitosa e Tintorer, 2013) que afirmam: “elaborar um roteiro ou encenar uma peça de teatro exige organização de ideias, planejamento de ações, leituras e pesquisas que fundamentem o conteúdo a ser trabalhado, o sujeito envolvido logo se vê em face de algo novo, que o desafia e lhe desperta capacidades que estão vinculadas ao desenvolvimento cognitivo” (FEITOSA e TINTORER, 2013, p.6).

Em nosso produto educacional, o teatro científico é usado objetivando aprendizado nos conteúdos de hidrostática, por meio da ludicidade e motivação, promovendo assim, um resgate histórico, onde o professor e posteriormente os alunos apresentam caracterizados as biografias e feitos científicos do tema à ser estudado. Segundo Souza (2015) “o teatro científico oferece motivação para a construção do pensamento conceitual, (...) e a internalização dos conceitos científicos. (...) além de permitir que os professores ampliem seus conhecimentos sobre novas metodologias de ensino e suas capacidades pessoais” (SOUZA JUNIOR et al, 2015, p.7).

4.2 A interdisciplinaridade

Para professores engajados, que estão sempre buscando renovar e evoluir no processo de educação, quando surge a palavra interdisciplinar logo ocorre a ideia de “juntar” os conhecimentos, ou seja, que para gerenciar os saberes, seria necessário trabalhar os conceitos e conteúdos abordando –os sobre os a ótica de cada uma das áreas de conhecimento (científicos e humanos) sempre que possível relacionando-as, como por

exemplo, qual o momento histórico e social ocorreu durante uma descoberta científica e quem a descobriu. Segundo Batista, Fusinato e Rocha Batista a interdisciplinaridade é: “utilizar os conhecimentos das diferentes áreas para se compreender um assunto ou fenômeno sob diferentes perspectivas.” (Batista, Fusinato e Rocha Batista, 2019, p. 17).

Para (Japiassú, 1976,) “O prefixo “inter”, dentre várias conotações que podemos lhe atribuir, tem o significado de troca, reciprocidade e disciplina, de ensino, instrução, ciência. Logo a interdisciplinaridade pode ser compreendida como um ato de troca, de reciprocidade entre as disciplinas ou ciências - ou melhor, de áreas do conhecimento” (JAPIASSÚ, 1976, p.23).

A importância da interdisciplinaridade no ensino é unânime entre os estudiosos, percebe-se que ainda que os conteúdos são trabalhados fragmentados, divididos por área, e não estão relacionados com a realidade dos alunos. A interdisciplinaridade é uma ferramenta didática significativa, porque oportuniza uma humanização no ensino, valoriza a identidade dos indivíduos, é capaz de relacionar e realizar analogias com o cotidiano. Para Batista, Fusinato e Rocha Batista (2019) a interdisciplinaridade amplia os conhecimentos e traz significado, eles afirmam que: “A prática interdisciplinar indispensável para superar uma visão restrita de mundo e que promova uma melhor concepção da realidade, deve necessariamente romper com as barreiras e divisões estabelecidas entre os conteúdos das disciplinas escolares. Só assim, trabalhando de forma colaborativa, compartilhando informações de forma coordenada, formando uma rede de conhecimentos, será possível formar um cidadão pleno capaz de conviver em sociedade. (Batista, Fusinato, Rocha Batista 2019, p.15).

4.3 Reflexões sobre o resgate histórico no ensino de física

Na disciplina de física, em particular no ensino de conceitos científicos percebe-se que existe uma certa barreira referente à abordagem filosófica e histórica, tanto nos livros didáticos quanto no planejamento dos professores, ainda entende-se que o ensino é dividido por disciplinas e que o professor de uma área de conhecimento não deve relacionar o assunto estudado em sua disciplina de maneira interdisciplinar, ou seja, o professor de história só trabalha história, de física a física. Iniciar o ensino de um conceito científico pelo viés histórico, não só localiza o aprendiz na linha do tempo dos acontecimentos, quanto as ocasiões e situação social humana em que a descoberta estava inserida. Concordamos com (Rabilotta, p. 17) que afirma:

Existem tarefas urgentes que precisam ser enfrentadas para que o ensino da Física possa ser melhorado. Entre elas, e ao nosso alcance, está a necessidade de se recuperar a noção de que a Física é um processo onde o confronto de ideias está sempre presente. É nesse sentido que o estudo da história da Física e da sua epistemologia são mais do que presentes; no estudo combinado dessas duas disciplinas repousa a possibilidade de se compreender o processo de construção do conhecimento. (Robilotta, 1988, p. 17).

Abordar história das ciências é um grande desafio para os educadores, requer um aprimoramento nos conteúdos onde os livros didáticos, bem como também a graduação muitas vezes não a trata com a devida importância, o que pode ser um dos fatores de resistência. Deve ser entendido que o ensino não ocorre de maneira fragmentada, visto que a essa geração “conectada” recebe uma grande quantidade de informações que ainda por muitas vezes é vazia e distorcida, cabe ao educador oferecer suporte, apoio e orientações corretas aproveitando as capacidades e habilidades que os educandos apresentam naturalmente. Oportunizar uma atmosfera rica em abordagem histórica não caracteriza apenas a interdisciplinaridade como também apresenta as ciências como fruto da criação humana que pertence à todos, estudos e descobertas que foram realizados por pessoas comuns. De acordo com isso, Guerra, Reis e Braga (2004, p. 225) declaram que: “Para que a história da ciência cumpra o papel destacado [pelas pesquisas], é necessário que, ao enfocá-la, seja ultrapassada a história factual, baseada apenas em curtas biografias dos autores das leis e das teorias atualmente aceitas.” (GUERRA, REIS e BRAGA, 2004, p. 225) Ainda corroborando com esta reflexão Matthews (1995, p. 177) afirma que:

Na pedagogia, como na maioria das coisas, muitas vezes a matéria tem que ser simplificada. E isto é tão verdadeiro para a história da ciência quanto o é para: a economia, ou para a própria ciência. Porém o fato de que a história da ciência seja simplificada não se toma um argumento decisivo contra ela. A tarefa da pedagogia é, então, a de produzir uma história simplificada que lance uma luz sobre a matéria, mas que não seja uma mera caricatura do processo histórico. A simplificação deve levar em consideração a faixa etária dos alunos e todo o currículo a ser desenvolvido. História e ciência podem tornar-se mais e mais complexas à medida que assim o exija a situação educacional. Lida-se melhor com o problema das distorções grosseiras quando se apresenta a HFC de forma mais adequada nos treinamentos de futuros profissionais e de profissionais já atuantes: as boas intenções levam às distorções. O problema hermenêutico de interpretação na história da ciência, longe de dificultar ou impedir o uso da história, pode tornar-se uma boa ocasião para que os alunos sejam apresentados a importantes questões de como lemos textos e interpretamos os fatos, isto é, ao complexo problema do significado: a partir de seu dia a dia, os alunos sabem que as pessoas veem as coisas de formas diferentes; portanto, a história da ciência constitui-se num veículo natural para se demonstrar como esta subjetividade afeta a própria ciência. (MATTHEWS, 1995, p.177)

Com base nisso, que buscamos nesta prática de ensino de hidrostática, buscar valorizar a história das pessoas que contribuíram para deste ramo, a fim de verificar a eficácia de um ensino interdisciplinar.

4.4 As tecnologias da informação e comunicação usadas neste produto

Bem antes da pandemia do Covid-19, já era “gritante” o apelo pelo uso das TDICs no ensino, visto que a geração dos estudantes “nativos digitais” ou “geração polegar” (que apresentam habilidades em jogos) vieram inseridos neste mundo globalizado e integrado da internet onde em um “clique” tem-se a informação que se busca e forma de vídeos, textos e imagens. É crescente a evolução de tecnologias da informação e comunicação, nos últimos anos foram criados novos hardwares, softwares, aplicativos e programas. Para Lévy (2008) “novas maneiras de pensar e de conviver estão sendo elaboradas no mundo das telecomunicações e da informática. As relações entre os homens, o trabalho, as próprias inteligências dependem, na verdade, da metamorfose incessante de dispositivos informacionais de todos os tipos. Escrita, leitura, visão, audição, criação, aprendizagem são capturados por uma informática cada vez mais avançada. (LÉVY, 2008, p.7) Corroboramos com Kenski (2007), quando ele diz: “Essas novas tecnologias ampliaram de forma considerável a velocidade e a potência da capacidade de registrar, estocar e representar a informação escrita, sonora e visual”. (KENSKI, 2007, p. 34)

A escola precisa acompanhar esta evolução, primeiramente com infraestrutura e suportes e acesso à rede, preparo e curso de atualização e formação continuada para professores. De acordo com Santiago “O processo de formação continuada permite condições para o professor construir conhecimentos sobre as novas tecnologias, entender a importância de como integrar estas ferramentas na sua prática pedagógica e ser capaz de superar entraves administrativos e pedagógicos”. A tecnologia na educação requer novas estratégias, metodologias e atitudes que superem o trabalho educativo tradicional. Uma aula mal estruturada, mesmo com o uso da tecnologia, pode tornar-se tradicionalíssima, tendo apenas incorporado um recurso como um modo diferente de exposição, sem nenhuma interferência pedagógica relevante. (SANTIAGO, 2006, p.10-11) corroborando com isso Zanella (2014) afirma: Com os avanços tecnológicos vivenciados pela humanidade nas últimas décadas, devido às Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), a centralidade da escola como locus de acesso ao conhecimento científico está sendo questionado, visto que, as diversas possibilidades de difusão de informações estão a apenas a um toque de um mouse (ZANELLA,

2014). Com o distanciamento social decretado no mundo todo devido à pandemia, os professores foram “obrigados” a se adaptar para esta situação que exigiu o domínio das tecnologias, o papel do professor neste “admirável mundo novo” seria apresentar, mediar e orientar o uso responsável de tais tecnologias. De acordo com Fontes, *et. al*, (2021):

Pode-se dizer que um fator positivo dessa pandemia foi a possibilidade (imposta pela realidade, por que não?) de os professores buscarem formação nessa área, e assim poderem trazer inovações às suas práticas profissionais. Em diversas áreas notou-se um incontável número de cursos voltados às metodologias ativas e uso de mídias para as aulas remotas.

Ainda conforme Mercado (2002):

Com as novas tecnologias, novas formas de aprender, novas competências são exigidas, novas formas de se realizar o trabalho pedagógico são necessárias e fundamentalmente é necessário formar continuamente o novo professor para atuar neste ambiente telemático em que a tecnologia serve como mediador do processo ensino-aprendizagem. (MERCADO, 2002, p. 15)

Com base nestas reflexões, planejamos e aplicamos na proposta de ensino de hidrostática algumas das tecnologias da informação e comunicação como vídeos do *Youtube*, ferramentas do *google*, *quizzes* no *Kahoot*, e *site* de animações de física-simuladores. Para que fosse possível aplicar corretamente estas ferramentas foi necessário a participação da autora em alguns cursos de formação no ano de 2020 que serviram de suporte para seus estudos.

4.4.1 A ferramenta Youtube

O *YouTube* é um canal de comunicação onde qualquer pessoa que queira compartilhar um conteúdo pode abrir. Segundo o canaltech O *YouTube* foi fundado por Chad Hurley, Steve Chen e Jawed Karim em fevereiro de 2005, nos Estados Unidos. Comprado pela Google em 2006, o *site* permite que os usuários compartilhem vídeos e interajam com seus autores através de comentários. Atualmente, o *YouTube* conta com mais de 1 bilhão de usuários, o que representa quase um terço da internet. Além disso, a plataforma está presente em 88 países e disponível em 76 idiomas diferentes. Por dia, são assistidas um bilhão de horas de vídeos, número que atrai empresas para a realização de campanhas publicitárias. De acordo com a companhia, a missão do *YouTube* é "dar a todos uma voz e revelar o mundo". Seus valores se baseiam na liberdade de expressão, direito à informação, direito à oportunidade e liberdade para pertencer. O *YouTube* chegou ao Brasil em junho de 2007, com a versão em

português da plataforma. Na mesma época, o *YouTube* também expandiu seus negócios para a Europa e Japão.

Tendo esta ferramenta à disposição, mesmo ainda que não estávamos nos sentindo preparados, achamos interessante a ideia de abrir um canal Física de Boa e disponibilizar o conteúdo de empuxo para os alunos, pois ainda na escola onde foi aplicado o produto não estava definido se iríamos usar as meetings, então compartilhar o conteúdo via *YouTube* seria uma forma de transmitir as aulas até aquele momento. No Física de Boa (conforme Figura11) estão disponíveis o vídeo 1 e 2 que abordam o conteúdo de Empuxo e da história de Arquimedes cuja metodologia está descrita neste trabalho.

Figura 11 - Logo criado para o canal Física de Boa



Fonte: Autora (2020)

4.4.2 Ferramentas Google

São diversas as ferramentas educacionais oferecidas pela empresa Google, algumas delas são disponibilizadas de forma gratuita, o usuário precisa apenas abrir uma conta para que possa acessar ao drive. Neste trabalho utilizamos o Google meeting conforme a Figura 12, para a transmissão das aulas síncronas, usando os recursos de compartilhamento de tela, chat, microfone e lousa virtual.

Figura 12 - P.P Arquimedes na meeting



Fonte: autora (2020)

No drive o usuário tem disponível o acesso a planilhas, apresentação e *slides* formulários, dentre outras. Os formulários apresentam inúmeras possibilidades de construção de questionários onde pode-se programar o gabarito e a data da postagem. Neste trabalho aplicamos um questionário (disponível em procedimentos metodológicos) que serviu para verificação do aprendizado. A lousa virtual *Jamboard* apresenta muitas possibilidades em seus comandos como fundos, caixa de texto e notas adesivas. Orientamos aos alunos quanto ao uso o que possibilitou a realização da confecção de mapas conceituais de hidrostática. Os *quizzes* estão disponíveis em discussão dos resultados e anexos deste trabalho, o *Kahoot* é um serviço gratuito para PC, celulares *Android* e *iPhones* que permite estudar a partir de testes de pergunta e resposta. O *app* possui um formato parecido com jogos de *quizzes*, em que as questões corretas valem pontos. É possível responder testes de conhecimentos gerais criados pela comunidade ou produzir perguntas específicas sobre um assunto para compartilhar com os seus alunos. A última ferramenta utilizada foram utilizados quatro simuladores que estão descritos nas discussões dos resultados, eles apresentam uma possibilidade prática para o entendimento dos fenômenos.

5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E RELATO DE EXPERIÊNCIA

Inicialmente, a proposta de ensino de hidrostática foi projetada para ser desenvolvida com os alunos de forma presencial, em sala de aula regular. No entanto, devido à pandemia COVID-19 e, conseqüentemente a paralização das aulas presenciais a partir de março de 2020, fez-se necessária mudanças nas instituições de ensino para, emergencialmente retomar as aulas e por isso houve a necessidade de alterar a maneira que o conteúdo seria abordado. Diante da urgência em retomar as aulas de forma remota, e da falta de experiência e conhecimento das diversas tecnologias que dão suporte ao ensino, foi elaborada uma proposta para ser trabalhada de forma assíncrona e síncrona, com a produção dos materiais em forma de compartilhamento, ou seja, seleção e produção de vídeos sobre o assunto, das tecnologias utilizadas para a aplicação das atividades (*Google meet, Kahoot, Google Forms*, animações de física na forma simuladores, vídeos do *Youtube* e *slides* produzidos pelos alunos), durante as aulas da disciplina de ciências, a qual foi transmitida simultaneamente aos alunos da turma do 9º ano do Ensino Fundamental II, contendo 10 alunos (as), em uma escola privada na cidade de Campo Mourão – PR, durante o segundo semestre de 2020. Para a gravação dos vídeos foram usados um *Smartphone S10* e a técnica de edição de vídeos *Chroma key* a qual é necessário gravar os vídeos com um pano de fundo verde para que seja possível editá-los posteriormente editor de vídeos escolhido foi o *Kine Master* o qual possui alguns comandos para colocar figuras e textos e imagens em movimento onde anteriormente foi o fundo verde. Concordamos que nos dias de hoje, agora mais preparados, os vídeos e as edições estariam melhores.

A comunicação com alunos foi feita através do *Google Meet* que é um serviço de comunicação por vídeo desenvolvido pelo Google, onde os vídeos, apresentação de slides, *quizzes*, animações-simuladores e questionário foram compartilhados e trabalhados durante 9 aulas síncronas de 40-45 min cada e 2 assíncronas.

A hidrostática foi escolhida como conteúdo dando ênfase as duas propriedades da matéria como a densidade e pressão. Esta prática tem como característica um resgate histórico relacionado os personagens científicos que compreenderam os fenômenos hidrostáticos. Pela necessidade do ensino remoto, esse conteúdo foi trabalhado por meio de diversas TDICs, tanto para expor o conteúdo, por meio de vídeos, quanto para atividades práticas, por meio de questionário, animações - simuladores e *Quizzes* online.

A aplicação foi dividida em quatro etapas, no total de 11 aulas, nas quais sempre que possível ofertava organizadores prévios que serviram de “gatilho” para possibilitar que o

aluno amplie e reconfigure seus saberes sobre o tema explorado. Conforme Vygotsky, (1998) "Uma criança aprende a palavra flor, e logo depois a palavra rosa; durante muito tempo o conceito flor, embora de aplicação mais ampla do que rosa, não pode ser considerado o mais geral para a criança. Não inclui a si a palavra rosa- os dois são intercambiáveis e justapostos. Quando flor se generaliza, a relação entre flor e rosa, assim como entre flor e outros conceitos subordinados, também se modifica na mente da criança. Um sistema está se configurando". (VYGOTSKY, 1998 p. 80)

Com base nisso, nesta prática, concordamos com Vygotsky e Ausubel considerando a importância da linguagem e comunicação verbal, corporal, auditiva e visual. Para todas as finalidades práticas, a aquisição de conhecimento na matéria de ensino depende da aprendizagem verbal e de outras formas de aprendizagem simbólica. "De fato, é em grande parte devido à linguagem e à simbolização que a maioria das formas complexas de funcionamento cognitivo se torna possível." (AUSUBEL, 1968 p.79)

Na etapa 1, a qual teve a duração de 4 horas-aula, iniciamos com o tema Empuxo de Arquimedes com o intuito de respeitar a ordem cronológica da história. A professora personagem (P.P) iniciou a aula sem elucidar ou contextualizar, utilizando inicialmente imagens (Figura 13) e levantando questões que foram respondidas posteriormente pelos alunos durante o meeting (microfone e *chat*) com o intuito de promover interação e nas verificações de aprendizado.

As aulas foram transmitidas com o uso do *Google meet* e duas aulas ficaram gravadas e disponibilizadas em um canal criado no *You tube- Física de Boa*, a fim de ficar disponível para o aluno consultar a qualquer momento, se necessário. Durante todo o processo foi utilizado o grupo *wattssap* com a finalidade de suporte de troca de informações, tira dúvidas, orientações e recados. Na vídeo aula 1⁴ produzida pela professora, a qual posteriormente apresentou-se caracterizada de um determinado personagem a fim de provocar a curiosidade e despertar o interesse dos alunos pelo assunto. Este personagem, até então não identificado, lançou aos alunos questões sobre suas descobertas históricas. Na aula seguinte, foi trabalhado um *Quiz*, por meio do *software Kahoot*, o qual abordou sobre questões apresentadas no vídeo, as quais os alunos respondiam por meio de dispositivos móveis (*smartphone, tablet e notebooks*). Esta técnica valoriza a biografia e eventos históricos da época por meio do teatro, oportunizando assim uma compreensão da verdadeira ciência,

⁴ Vídeo aula 1 – Qual é o fenômeno? : https://youtu.be/hxu_wMjv7Mw

mutável e que é construída por homens comuns que tentavam compreender e explicar as leis da natureza.

Para Moura e Teixeira (2008) o teatro não só pode abordar a história das ciências, mas também apresentar o método científico e aproximar as ciências de todos:

Muitos alunos têm a falsa ilusão de que os cientistas famosos, como Newton e Einstein, eram verdadeiros semideuses, intocáveis, com inteligência sobre humana e infalíveis. Alguns chegam a imaginar que nunca poderão aprender as teorias produzidas por estes cientistas. É necessário superar esta imagem, mostrando ao educando que a ciência está em constante mutação e que se desenvolve de acordo com o contexto histórico que a influencia. (MOURA e TEIXEIRA, 2008, p. 4).

Na segunda etapa desta proposta de ensino, que ocorreu na semana seguinte, foi novamente utilizado o *Google meet* para compartilhar a vídeo aula 2⁵, a qual a professora novamente caracterizada de Arquimedes, abordava sobre a história do mesmo, ora questionando, ora elucidando as questões e desta forma foi apresentando o conteúdo e as fórmulas, na sequência, foi realizado um experimento que dá ênfase à densidade dos materiais (alimentos) colocados em um vidro com água. Posteriormente aos comentários descontraídos é aplicado um *Quis* aos alunos, com o uso do *software Kahoot* com questões que serviram para trabalhar mais aspectos históricos de suas descobertas e verificar o conhecimento até então dos alunos sobre o assunto. Na aula seguinte foi aplicado um questionário, por meio do *Google forms*, o qual teve por objetivo verificar as percepções e entendimentos dos alunos sobre a demonstração prática experimental realizada na segunda vídeo aula.

Dando continuidade ao conteúdo, na terceira etapa, da qual o conteúdo tratado foi o teorema de Simon Stevin, dando ênfase à pressão em qualquer ponto de um fluido, os alunos foram os protagonistas da apresentação da história da personalidade científica e seus e seus feitos, onde a professora anteriormente à esta aula havia separado a turma em dois grupos (A e B) orientado (também via grupo do *watssap*) de para que cada grupo realizasse uma pesquisa sobre Steven e Pascal, para uma apresentação teatral que seria realizada pela turma posteriormente. Esta atividade proposta buscou objetivar a motivação, senso investigativo, desenvolvimento da autonomia e autoconfiança. Na aula um e dois (80 min) da quarta e última etapa desta proposta, os alunos foram apresentados ao site das animações de física e de acordo com as orientações da professora foram explorando e “brincando” com as quatro animações: **Lei de Arquimedes**, **Vasos comunicantes**, **Princípio de Pascal** e por fim o **Elevador hidráulico**. Com o objetivo de explorar o comportamento dos fluidos e as

⁵ Vídeo aula 2 – Empuxo: <https://youtu.be/W3Jnxndv0J0>

propriedades da matéria como a densidade e pressão e principalmente as aplicação prática no cotidiano destes fenômenos hidrostáticos. Para verificar a eficácia desta tecnologia lúdica a qual representa muito bem os fenômenos científicos na prática, aplicamos um pequeno questionário com perguntas onde o aluno deveria escrever no caderno ou também se possível durante a *meeting* com a finalidade de tirar dúvidas da manipulação dos simuladores ou até mesmo conclusões sobre o fenômeno explorado, oportunizando também uma participação interativa por meio de debate e constatações. Na terceira aula desta etapa final, os alunos leram (via *meeting*) e entregaram as respostas do questionário aplicado anteriormente da aula via fotos no grupo do *watssap*. Na sequência foi apresentado o funcionamento de uma ponte hidráulica, maquete em madeira feita com seringas, e por fim de acordo com as orientações os alunos realizaram de maneira individual a construção de mapas mentais de hidráulica feitos no caderno e *Jamboard*. A Tabela apresenta como a proposta foi trabalhada.

Tabela 2 - Aplicação da proposta de ensino de hidrostática

Atividades propostas	Recursos e instrumentos utilizados	Duração h/aula = 40-45 min
Etapa 1: Conteúdos abordados: Densidade e empuxo	Teatro: Professor caracterizado de Arquimedes; Vídeo ² aula 1 disponibilizado no canal Física de Boa do <i>Youtube</i> criado para esta proposta; Análise de figuras do vídeo ² que envolvem empuxo. Breve debate sobre questionamentos do Vídeo ² Atividade de verificação do aprendizado: <i>Quiz</i> de questões no software <i>Kahoot</i> .	1 Aula assíncrona 2 aulas síncronas
Etapa 2: Conteúdos abordados: Empuxo: História das descobertas de Arquimedes	Teatro: Professor caracterizado para representar Arquimedes; Vídeos disponíveis no <i>You tube</i> ⁶ ; Demonstração de experimento densidade dos materiais (alimentos), conforme figura 5. Atividades de verificação do aprendizado: <i>Quiz</i> do <i>Kahoot</i> Questionário múltipla escolha do <i>Google Forms</i> .	1 Aula assíncrona 2 Aulas síncronas

⁶ Vídeos trabalhados, disponíveis no You tube:
Animação de Arquimedes – coroa: <https://www.youtube.com/watch?v=X8c3AdgMi9w>
História de Arquimedes: <https://www.youtube.com/watch?v=9W3ehUmgxvk>
Biografia de Arquimedes: <https://www.youtube.com/watch?v=LfMHt2KkSVc>.

<p>Etapa 3: Conteúdos abordados: biografia dos cientistas; Pressão, teorema de Stevin e Teorema de pascal e suas aplicações.</p>	<p>Teatro: Alunos caracterizados para apresentar as biografias de Stevin, Pascal; Slides apresentados pelos alunos. <i>Word</i> como compartilhamento de tela para exemplos e resolução de exercícios apresentados pelos alunos; Correções de exercícios via chat e registros no caderno;</p>	2 aulas síncronas
<p>Etapa 4: Conteúdos abordados: Densidade, pressão, teorema de Pascal e suas aplicações, teorema de Stevin, Princípio de Arquimedes e suas aplicações.</p>	<p>Aulas 1 e 2 :Animações de física: Lei de Arquimedes, Vasos Comunicantes, Princípio de Pascal, elevador hidráulico. Verificação do aprendizado: debate via <i>meeting</i> e uma questão proposta para cada simulador. Aula 3: Apresentação e demonstração do funcionamento de uma ponte hidráulica (maquete feita com seringas). Confecção individual do mapa mental de hidrostática.</p>	3 aulas síncronas

Fonte: Autora

A fim de disponibilizar os vídeos para consulta dos alunos, foi criado no *You Tube* um canal intitulado de “Física de Boa”, onde todo o material o qual foi trabalhado empuxo ficou disponível de modo público.

Na Tabela está apresentado o cronograma de aplicação das atividades.

Tabela 3 - Cronograma de Aplicação do Produto Educacional

CRONOGRAMA DE APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL APLICADO NOS MESES DE NOVEMBRO E DEZEMBRO DE 2020									
DESCRIÇÃO DAS AÇÕES REALIZADAS NOS MESES DE NOVEMBRO E DEZEMBRO DE 2021	Número de aulas (1h/aula = 40-45min)								
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º
Etapa 1 aula 1 – Qual é o fenômeno?	X								
Etapa 1 aula 2 – Abordagem histórica e exploração das imagens, breve debate e <i>Quiz</i> – <i>Kahoot</i>		X							
Etapa 2 aula 3 – Demonstração de experimentos envolvendo a densidade e resolução do jogo <i>Quiz</i> no <i>Kahoot</i>			X						
Etapa 2 aula 4 – Resolução de um questionário do <i>forms</i> no Google.				X					
Etapa 3 aula 5 – Apresentação da biografia e dos feitos científicos de Stevin.					X				
Etapa 3 aula 6 – Apresentação da biografia e dos feitos científicos de Pascal- Apontamentos, debates e registros no caderno de exemplos						X			

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Segundo observado pela professora, os alunos sentiram-se motivados e acharam a abordagem divertida. Nesta primeira meeting foram apresentadas algumas imagens e orientações para que os alunos observem com atenção, imagens como um navio em alto mar, objetos flutuando e afundando e uma pessoa levantando uma pedra dentro e fora da água. O vídeo inicia com a professora convidando a turma para embarcar e uma viagem de descobertas e para isso ela chama uma figura importante dos tempos antigos – Arquimedes – (P.P). Ele pede ajuda aos alunos para decifrarem qual fenômeno à ser entendido. Naturalmente ocorreram as discussões para responderem aos questionamentos feitos de acordo com as imagens. Qual é fenômeno a ser explorado? (Figura 13) Os alunos responderam estudo da água, flutuação e densidade. Aqui nestas respostas, percebe-se que os alunos já apresentam alguns conceitos prévios que envolvem o empuxo. Como um navio pode flutuar? um aluno respondeu que “é devido ao formato das embarcações!” Outro afirmou que “o controle da navegação de barcos, navios e submarinos se deve às habilidades dos engenheiros”. Neste momento percebeu-se o entusiasmo dos alunos e a vontade de explicar os questionamentos. Para melhor entendimento da participação e comentários dos 10 alunos identificando-os com as letras (Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, e Z)

Quais as grandezas físicas envolvidas? 3 Alunos (S, R e X) responderam oralmente via meeting de forma unânime que as grandezas envolvidas eram peso e densidade. Verificou-se que os alunos identificaram duas importantes propriedades físicas presentes no fenômeno do empuxo, confirmando assim, que já apresenta determinados conhecimentos prévios pelo assunto, sejam eles adquiridos pela observação cotidiana ou aprendizado escolar. A Figura 13 apresentada como primeira imagem para questionar os conhecimentos prévios dos alunos sobre hidrostática.

Figura 13 - Navio em alto mar

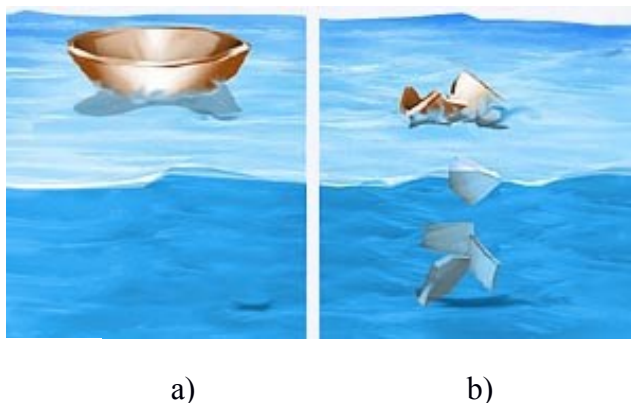


Fonte: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/empuxo.htm>

Novamente a P.P provoca os alunos questionando: Na imagem da tigela de cerâmica o que você percebe na situação a (tigela flutuando inteira! e na situação b (mesma tigela quebrada com seus pedaços afundando)? Três alunos concordaram que na situação 1 ela flutua porque está inteira e virada para cima e que na situação 2 está em pedaços por isso estão afundando. Outro aluno acredita que na situação 1 a tigela flutua porque é mais leve que a água, já na situação 2 os pedaços quebrados afundam, porque a tigela despedaçou e desfez o valor de seu volume anterior. Concordamos que nestas respostas os alunos levaram em conta o volume do líquido deslocado pelo do objeto, e que o mesmo objeto despedaçado desloca menos líquido de que o objeto inteiro. Conforme representado na Figura 14 a tigela quebrada deslocou menos líquido apresentou menos empuxo, gerando uma força de empuxo menor do que o próprio peso do objeto. Segundo Nussenzweig, (1996) a afirmação de Arquimedes sobre empuxo é:

Todo corpo mergulhado num fluido fica submetido a uma força de baixo para cima igual ao peso do volume de fluido deslocado pelo corpo e cuja direção passa pelo ponto onde se encontrava o centro de gravidade do fluido deslocado. (NUSSENZWEIG, v. 2, p. 21, 1996)

Figura 14 - Tigela flutuando e tigela quebrada



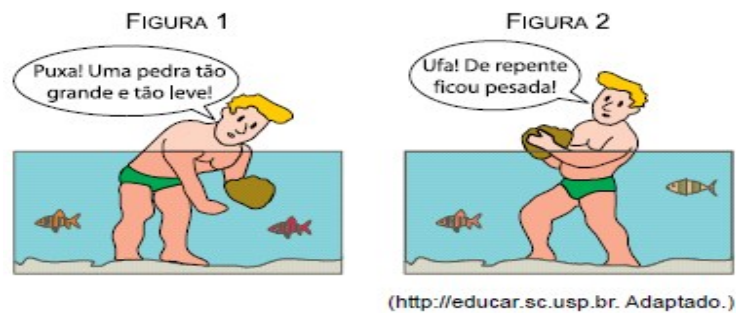
Fonte: <http://fisicotidiano.blogspot.com/2012/10/um-pouco-sobre-empuxo.html>

Após assistirem ao vídeo, após os debates e participações aplicamos para os alunos, com o objetivo de confirmar e verificar a aprendizagem, foi aplicado um *Quiz* do software *Kahoot* onde o aluno precisa pensar rápido para responder porque tem temporizador. Cujas análises indicou que: 80 % dos alunos acertaram a primeira pergunta: **1- Qual ramo da física estuda o fenômeno representado na imagem?** (Figura 13). Isso significa que a maioria dos alunos soube correlacionar seus conhecimentos prévios com o conteúdo trabalhado Conforme

apontam Moreira e Mansini “Novas ideias e informações podem ser aprendidas e retidas na medida em que conceitos relevantes e inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo e funcionem dessa forma, como ponto de ancoragem para as novas ideias e conceitos.” (MOREIRA e MANSINI, 1982, p. 4)

Na questão 2 – **Quais as grandezas físicas representadas na tirinha abaixo:** sobre a análise da tirinha, 90% da turma assinalou a alternativa correta, indicando que eles identificaram as grandezas físicas presentes como o peso e empuxo. Ilustrado na Figura 15.

Figura 15 - Desenho comparando a dificuldade de levantar a pedra dentro e fora da água.



Fonte: <https://educar.sc.usp.br/>

Na questão 3, sobre a identificação do personagem trajado (conforme Figura 16) que aparece nos vídeos 1 e 2, explicando sobre o comportamento dos corpos no meio líquido, 90% da turma respondeu a alternativa correta.

Com base no resultado dessas três questões identificou-se que a maioria dos alunos já apresentavam conhecimentos prévios sobre o assunto.

Figura 16 - Professora caracterizada de Arquimedes.



Fonte: Acervo da professora (ALMEIDA, P. F.,2020)

Observou-se que a utilização do software *Kahoot*, ofereceu motivação e promoveu o interesse e competição saudável, por apresentar características de jogo (controle do tempo de resposta, pódio etc.) os alunos demonstraram muito interesse e animação, acharam foi dada uma abordagem divertida e familiar ao assunto, tanto que pediram para ser aplicado nas próximas aulas. Segundo Moreira, (1999, p. 156):

Uma das condições para a ocorrência da aprendizagem significativa é que o material a ser aprendido seja relacionável ou (incorporável) à estrutura cognitiva do aprendiz, de maneira não- arbitrária e não- literal. Esta condição implica que não só seja suficientemente não-arbitrário em si, de modo que possa ser aprendido, mas também que o aprendiz tenha disponível em sua estrutura cognitiva.

Na segunda etapa, abordou-se a propriedade da densidade de materiais, a história de Arquimedes representada pela professora-personagem (P.P) e demonstração de experimento onde os alimentos (batata, tomate, tomatinho e mexerica) foram colocados em um vidro contendo água para que pudesse ser observado o empuxo, foi aplicado para verificação do aprendizado um *Quiz* com o uso do software *Kahoot* e um questionário por meio do *Google forms* que tiveram como objetivo ampliar os conhecimentos sobre o tema. A análise das questões aplicadas com o *Kahoot*, indicou que houve 100% de acertos na primeira questão a qual perguntava sobre quem foi Arquimedes apresentando a figura 16 da P.P, e 90% de acertos na segunda, a qual versava sobre as contribuições de Arquimedes para a Física. Na terceira questão, a qual versava sobre o Empuxo, os alunos obtiveram 90 % de acertos. Apesar de serem questões de nível fácil as questões o tinham um tempo curto, o resultado indica que os alunos observaram bem os apontamentos históricos dos feitos de Arquimedes apresentados nesta segunda vídeo aula.

6.1 Questões do formulário google:

1- Antes de assistir à nossas vídeo aulas você já conhecia o fenômeno do Empuxo?



2- Antes de assistir nossas vídeo aulas você já conhecia Arquimedes?



3- Durante sua trajetória escolar você já estudou sobre densidade?

A análise das primeiras questões aplicadas através do *Google Forms*, durante a aula indicou que: Somente 2 % dos alunos não haviam compreendido bem sobre o empuxo; 1% dos alunos não tinha conhecimento sobre Arquimedes e gostou de conhecer sobre as contribuições dele para as Ciências e 100% dos alunos já tinham uma noção sobre densidade.

Analisando as respostas destas primeiras questões, percebe-se que a maioria dos alunos adquiriu um conhecimento que foi reconfigurado e contextualizado durante as duas primeiras etapas.

4- Um objeto constituído de um único material tem um volume de 200 cm^3 e massa de 2,1 Kg. Determine a densidade volumétrica do objeto.

5- Calcule a densidade volumétrica média da mistura de dois líquidos (1 e 2), de massas respectivas iguais a 800 g e 1700 g . O volume total é de 3,125L.

Nos exercícios matemáticos do formulário aplicado sobre o assunto, 70% acertou as questões aplicadas, indicando que a forma como a proposta foi trabalhada oportunizou o aprendizado.

6- Do experimento com alimentos de nossa segunda vídeo aula, qual deles é menos denso que a água?

Tomate

Batata

Tangerina/mexerica

Tomatinho

7- Do experimento com alimentos, qual ou quais são mais densos que a água?

Tomate

Tomate e tomatinho

Batata, tomate e tomatinho

Batata e mexerica

Tomate, tomatinho e mexerica

Batata

Responda Verdadeiro ou Falso para a seguinte afirmação. O tomate e tomatinho apresentam a mesma densidade

Na questão prática, sobre a densidade dos alimentos, trabalhada na vídeo-aula 2, houve 80% de acertos, indicando que os alunos observaram atentamente o experimento e perceberam o comportamento da densidade dos alimentos. Após a resolução deste formulário três alunos manifestaram a compreensão de que “a mexerica apresentava a menor densidade de todos, devido aos espaços preenchidos pelo ar entre a casca e os gomos.” Este apontamento foi muito relevante, pois confirma que a densidade depende das características do objeto. Demonstração da densidade de alguns alimentos na Figura 17.

Figura 17 - Demonstração da densidade de alguns alimentos



Fonte: Vídeo autora (ALMEIDA, P. F.,2020) Disponível online em:
<https://www.youtube.com/watch?v=W3Jnxndv0J0>

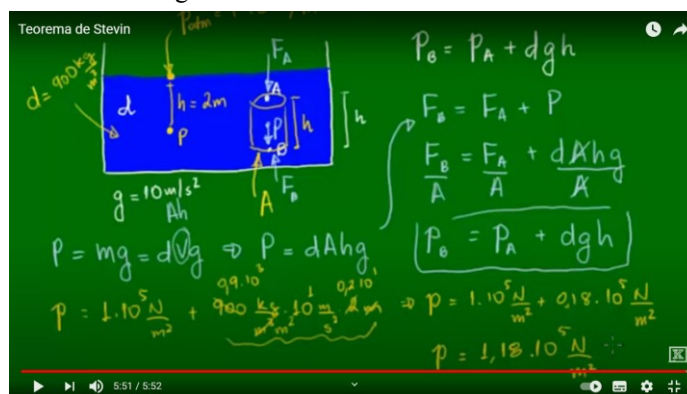
Na terceira etapa a turma foi dividida em duas onde os alunos foram orientados anteriormente para realizarem pesquisas e livros e sites (propostos) sobre o teorema de Simon Stevin e Blaise Pascal, as biografias aplicações e exemplos de exercícios.

6.2 Apresentação do grupo A – Stevin

Na primeira aula desta etapa o grupo A com cinco alunos realizaram uma bela apresentação em slides contendo a história demonstração de seu teorema, com entusiasmo utilizaram elementos de caracterização como chapéu, bigodes, gola sanfonada e entonação da voz durante a leitura da biografia de Stevin, demonstraram o teorema utilizando um vídeo de um canal do *Youtube*, conforme a Figura 18, com duração de 5:53 min, onde demonstra a variação da pressão e dois pontos diferentes de um mesmo fluido, e ainda dentro do personagem convidaram a turma para registrar no caderno.

Em seguida apresentaram um exemplo da aplicação do teorema, aplicaram um exercício para que todos resolvessem durante a aula, responderam aos questionamentos e gratificadamente não saíram do personagem, por fim a correção do mesmo via *word* com tela compartilhada conforme a Figura 19 - exercício dos alunos no *word* e gratificadamente não saíram do personagem.

Figura 18 - Teorema de Simon Stevin



Fonte: <https://youtu.be/-9dMn9Hdwr4>

E para finalizar na segunda aula desta terceira etapa, o grupo A, compartilhando sua tela do *word* conforme a Figura 19, desafiaram o restante da turma à resolverem um exercício que envolve o teorema de Stevin, e colocar a resposta no chat. Para isso oportunizara alguns minutos, terminado o tempo, um aluno participou abrindo o microfone e falando no chat do *meeting* o valor que encontrou na alternativa a) evidenciando que antes de substituir na fórmula, realizou as conversões de unidades:

Aluno X: _ Amigos encontrei uma pressão de 400 e antes tive que converter a profundidade de cm para metros! Tá certo?

Os integrantes da equipe o parabenizaram pelo acerto e apresentaram a resolução pedindo para os colegas registrarem no caderno. A Professora entrevistou ressaltando que as unidades de pressão já visto anteriormente é N/m^3 que corresponde à Pascal Pa.

Foi muito gratificante ver a participação de todos neste momento do exercício, pois demonstraram entusiasmo àqueles que apresentaram e aos que buscaram resolver, é importante ressaltar que a ênfase nesta prática é mais conceitual do que matemática, levando e conta que se trata de uma turma de 9º ano do ensino fundamental.

Figura 19 - Exercício do teorema de Stevin proposto pelo grupo A

Um tubo de ensaio posicionado na vertical contém óleo, cuja densidade é de 800 kg/m^3 . Dado $g = 10 \text{ m/s}^2$, calcule:

a) a pressão efetiva do óleo a 5cm de profundidade;

b) a variação da pressão entre os dois pontos situados a profundidades de 3cm e 7cm.

a) densidade $d = 800 \text{ kg / m}^3$
5 cm = 0,05 m

Pressão = densidade . altura . aceleração g

$$P = 800 \times 0,05 \cdot 10 = 400 \text{ N/m}^2$$

b) 3 cm = 0,03 m e 7 cm = 0,07 m

$$\Delta p = d \cdot g \cdot (h_f - h_i)$$

$$\Delta p = 800 \cdot 10 \cdot (0,07 - 0,03)$$

$$\Delta p = 320 \text{ N / m}^2$$

Fonte: alunos do grupo A

Na terceira aula da terceira etapa, os alunos do grupo **B** foram os próximos à apresentar com auxílio de um slide que prepararam, para nossa surpresa, entonando a voz e caracterizados com perucas para representar a biografia de Pascal e seus feitos, também deram ênfase às aplicações do teorema de pascal como por exemplo a prensa hidráulica. Demonstraram desprendimento do assunto e versatilidade. De acordo com Vygotsky, (1998) “É por isso que observamos uma continuidade rigorosa no desenvolvimento histórico da tecnologia e da ciência. Nenhuma invenção ou descoberta científica aparece antes de serem criadas as condições materiais e psicológicas necessárias para o seu surgimento. A criatividade é um processo historicamente contínuo em que cada força seguinte é determinada pelas precedentes.” (VYGOTSKY, 1998).

6.3 Apresentação do grupo B - Pascal

Na terceira aula desta terceira etapa o grupo B, outros cinco alunos restantes, apresentaram a biografia de Blaise Pascal, por meio de slides, enfatizaram suas ideias através de suas frases, e o Aluno Y que “contou” sua história estava caracterizado com uma peruca, em seguida outro colega apresentou os feitos científicos de Pascal e o seguinte aluno apresentou o teorema por meio de um vídeo do Youtube compartilhando, o quarto aluno apresentou a aplicação do teorema em nosso cotidiano apresentando imagens de máquinas hidráulicas. Conforme a Figura 20.

Figura 20 - Slide da biografia de Pascal e aplicações do princípio de Pascal:



Fonte: Alunos grupo B

Na quarta aula desta etapa o mesmo grupo apresentou um vídeo de um canal do Youtube o qual é explicado um exercício de aplicação do Princípio de Pascal. Conforme a figura 21.

Figura 21 - Exercício do princípio de Pascal

The screenshot shows a video player with a physics problem. On the left, there is a diagram of a hydraulic press with an elephant on a large piston and a smaller piston on the right. The text 'Princípio de Pascal - Exercício' is visible. Handwritten calculations in red ink are as follows:

$$F_1 = ?$$

$$A_1 = 2000 \text{ cm}^2$$

$$F_2 = 200 \text{ N}$$

$$A_2 = 25 \text{ cm}^2$$

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

$$F_1 = \frac{F_2 \cdot A_1}{A_2}$$

$$F_1 = \frac{200 \cdot 2000}{25}$$

$$F_1 = 16000 \text{ N}$$

On the right side, there are additional handwritten calculations:

$$P_{\text{base}} = m \cdot g$$

$$m = \frac{P_{\text{base}}}{g}$$

$$m = \frac{16000}{10}$$

$$m = 1600 \text{ kg}$$

The video player interface at the bottom shows a progress bar at 4:53 / 5:01.

Fonte: <https://youtu.be/XENdErOwu-M>

6.4 Prática com os simuladores

Na quarta etapa, com o objetivo de oportunizar uma aula prática referente aos fenômenos da hidrostática, bem como suas aplicações no cotidiano a professora apresentou um site de **animações de física** onde convidou os alunos para explorarem durante duas aulas: **Lei de Arquimedes, vasos comunicantes, princípio de Pascal e elevador hidráulico**. Foi disponibilizado uma pergunta à ser respondida de cada um dos experimentos virtuais com a finalidade de verificar o aprendizado.

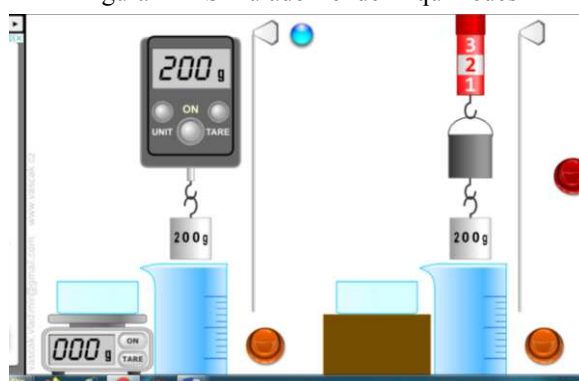
6.4.1 Simulador da Lei de Arquimedes:

Este simulador apresentado na Figura 22, representa perfeitamente a Lei de Arquimedes, nele pode-se observar bem a relação entre peso real e peso aparente, tal relação foi percebida e questionada pela maioria da turma que euforicamente trabalhando nos comandos simples foi ganhando confiança, perceberam também a relação da quantidade de líquido deslocado pelo cilindro de metal ao ponto que o mergulhamos na água, isso pode ser verificado pela manifestação verbal durante a meeting durante esta prática:

Aluno Q: _ Olha pessoal quando afunda o bloco na água ele transborda joga água para o vidro ali!

Aluno T: _ Quando afunda o bloco na água dá pra ver que o peso diminui igual a questão da pedra na água do joguinho do *Kahoot*.

Figura 22 - Simulador lei de Arquimedes



Fonte: <https://www.vacak.cz/data/android/physicsatschool/template.php>

Questão proposta:

Encontre o volume deslocado para que o bloco de alumínio quando está completamente submerso. Dados: 1g/cm^3 a uma densidade de $\rho = m/v$.

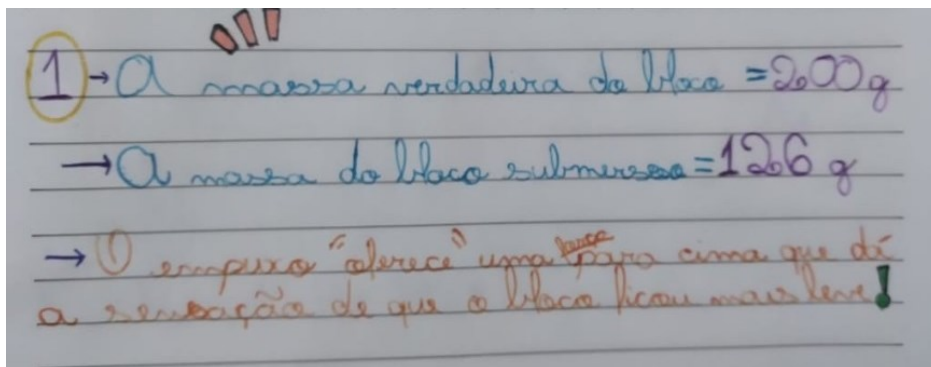
O que você pode perceber com a massa do bloco de alumínio após estar completamente submerso?

Das respostas entregues todas estavam corretas, conforme a

Figura 23. Os alunos foram capazes de calcular o volume e substituir os valores na fórmula conforme a

Figura 24. Quatro deles já encontraram a resposta rapidamente e responderam durante a *meeting* no chat. Os alunos também responderam via *meeting* “o empuxo é responsável pela sensação de leveza que sentimos quando entramos na piscina.” (Aluno V).

Figura 23 - Resposta questão 1 proposta simulador lei de Arquimedes Aluno W



Fonte: Autora (2020)

Figura 24 - Resposta questão 2 proposta simulador lei de Arquimedes Aluno W

2 → O líquido em que a placa está mergulhada é água.

$$d = \frac{1 \text{ g}}{1 \text{ cm}^3} \quad m = 74 \text{ g}$$

$$d = \frac{m}{V}$$

$$1 \text{ g/cm}^3 = \frac{74 \text{ g}}{V}$$

$$V = 74 \text{ cm}^3$$

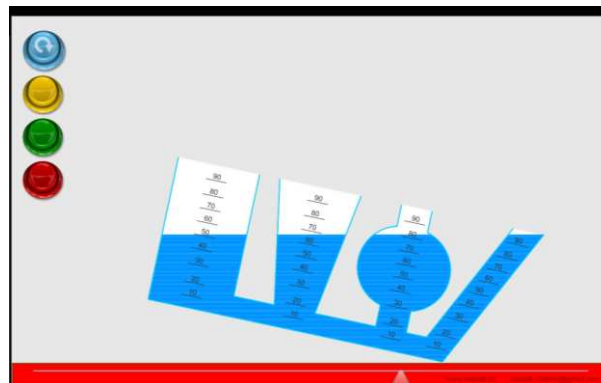
→ Volume de líquido deslocado

Fonte: Autora (2020)

6.4.2 Simulador Vasos Comunicantes

Este simulador é mais simples mas não menos importante, nele os alunos puderam observar o fenômeno dos vasos comunicantes onde um deles apontou que seu pai certa vez fez uso de mangueiras contendo água para medir o nível de um terreno. Conforme a Figura 25.

Figura 25 - Simulador vasos comunicantes



Fonte: <https://www.vasck.cz/data/android/physicsatschool>

A lei de Stevin pode ser usada para determinar a pressão exercida pela água sobre o ponto P qualquer, representado na equação 10:

$$P = P_{atm} + \rho \cdot g \cdot h \quad (10)$$

Por Stevin percebe-se que a pressão exercida por um líquido não depende do formato ou do volume do recipiente no qual ele se encontra e sim que pontos de mesma altura possuem mesma pressão. Aplicando a lei de Stevin para dois líquidos de densidades diferentes e sabendo que pontos de mesma altura possuem mesma pressão, conforme a equação 11:

$$P_1 = P_2 \quad (11)$$

$$P_{atm} + \rho_1 \cdot g \cdot h_1 = P_{atm} + \rho_2 \cdot g \cdot h_2$$

$$\rho_1 \cdot h_1 = \rho_2 \cdot h_2$$

P_{atm} : pressão atmosférica (atm)

ρ : densidade (Kg/m^3)

g : aceleração da gravidade (m/s^2)

h_1 : altura da coluna de líquido no ponto 1 (m)

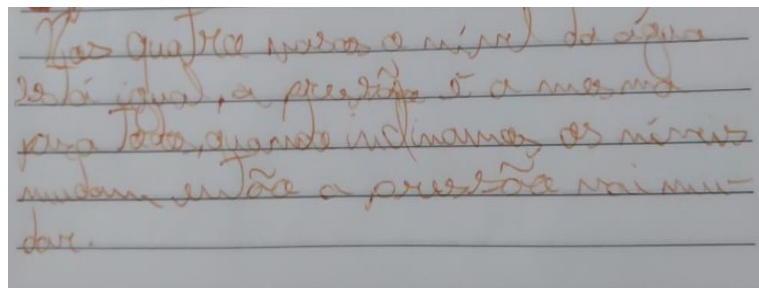
h_2 : altura da coluna de líquido no ponto 2 (m)

Questão proposta:

- 1- O que você percebeu no nível da água entre os quatro recipientes que estão conectados?

O Aluno X, enfatizou que para todos os recipientes, se a água está no mesmo nível a pressão é a mesma para todos. Conforme a Figura 26.

Figura 26 – Resposta aluno X

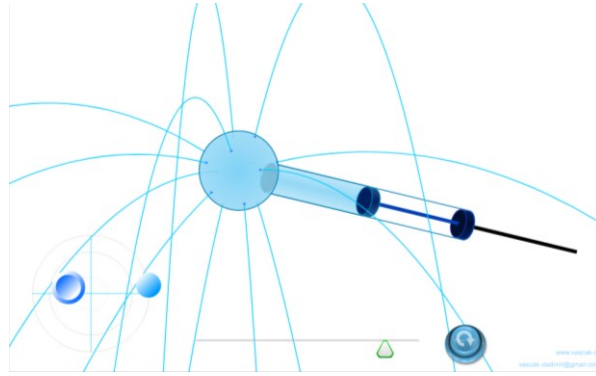


Fonte: Autora (2020).

6.4.3 Simulador Princípio de Pascal

Este simulador representa muito bem o princípio de Pascal percebe-se que ao comprimir-se o êmbolo da seringa, o fluido contido dentro da bexiga furada fica sujeito ao aumento de pressão de forma homogênea. Conforme a Figura 27.

Figura 27 – Princípio de Pascal



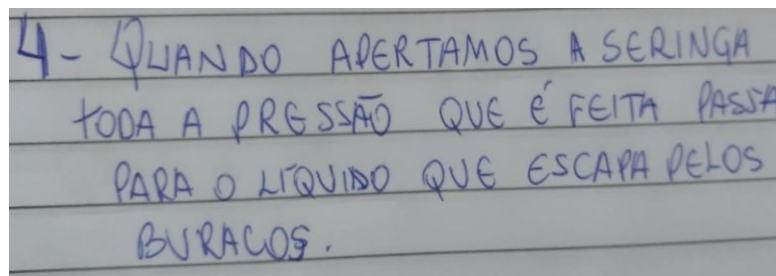
Fonte: <https://www.vasck.cz/physicsanimations.php?l=pt>

Questão proposta:

- 2- Manipulando em 3 D o dispositivo cilíndrico o iniciando o experimento o que você percebe no comportamento da água?

O Aluno Y comentou que: “toda a força que fizemos para empurrar, se espalha para todo o objeto onde a água está presa, a água consegue escapar pelos buracinhos na ponta do balão de vidro”. Conforme a Figura 28.

Figura 28 – Resposta aluno T

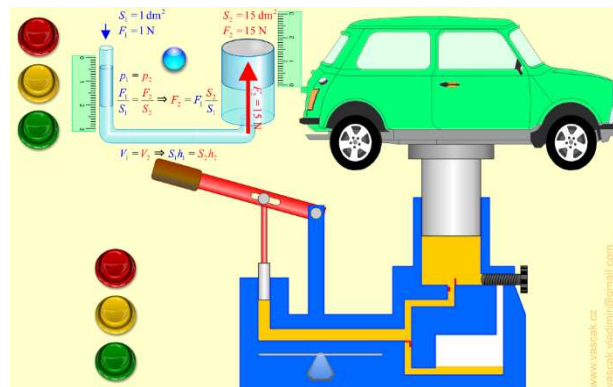


Fonte: Autora (2020)

6.4.4 Simulador elevador hidráulico

Nesta simulação é possível compreender o funcionamento das máquinas hidráulicas, por meio de vários comandos o usuário pode controlar a pressão sobre o líquido. Conforme a Figura 29.

Figura 29 – Simulador elevador hidráulico



Fonte: <https://www.vascek.cz/physicsanimations.php?l=pt>

Ao manipular este simulador o aluno Y declarou: __ Acredito que esta máquina é duplicadora de forças, professora! Dá até para ver a fórmula de Pascal que confirma a experiência!

Neste comentário percebe-se que o aluno entendeu e apropriou-se do fundamento físico do princípio das máquinas hidráulicas.

Questão proposta:

- 3- Usando a fórmula da pressão, explique ou demonstre o funcionamento do elevador hidráulico:

Nesta questão, o aluno utilizou a fórmula da densidade para desenvolver sua resposta e afirmou que a máquina hidráulica multiplica a força. Sua resposta pode ser verificada na Figura 30.

Figura 30 – Resposta do aluno X

$$P_1 = P_2 \rightarrow \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \rightarrow F_2 = F_1 \cdot \frac{A_2}{A_1}$$

$$V_1 = V_2 = A_1 \cdot H_1 = A_2 \cdot H_2$$

A força aumentou 15 vezes.

Fonte: Autora (2020)

Nesta última etapa, nesta prática foram enfatizados as propriedades físicas como densidade e pressão dentro e fora da água. Objetivando que os alunos sejam capazes de: Entender e descrever o peso real e peso aparente, como a pressão varia no ar e na água em

função da profundidade; descrever quais variáveis afetam a pressão; trabalhar com a fórmula do volume, entender a relação dos vasos comunicantes e compreender o princípio de Pascal. Conforme comentários e resultados das questões proposta verificamos que estes objetivos foram alcançados e segundo os alunos, eles se sentiram motivados e confiantes no manuseio desta ferramenta e demonstraram compreender os aspectos à serem explorados: Para melhor entendimento da participação e comentários dos 10 alunos identificando-os com as letras (Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, e Z)

Aluno Z: ___ Os comandos são simples e de fácil entendimento;

Aluno W: ___ Gostei do gráfico, colorido e de ótima resolução;

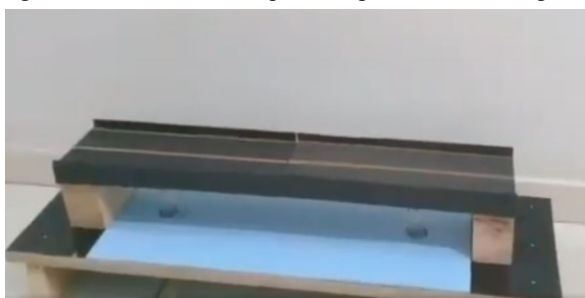
Aluno X: ___ Que legal! Podemos trocar os valores da gravidade e até as formas dos objetos!

Constatamos pelas respostas dos alunos que compreenderam e se apropriaram dos conceitos abordados no estudo da hidrostática, principalmente densidade e pressão, e sentiram-se muito estimulados com abordagem histórica onde participaram ativamente. É importante ressaltar que não trabalhamos fortemente a “matematização” devido ao nível escolar da turma, apesar disso os alunos surpreenderam apresentando todos os registros no caderno das deduções apresentadas pelos grupos.

6.4.5 Apresentação de exemplo de aplicação do Princípio de Pascal

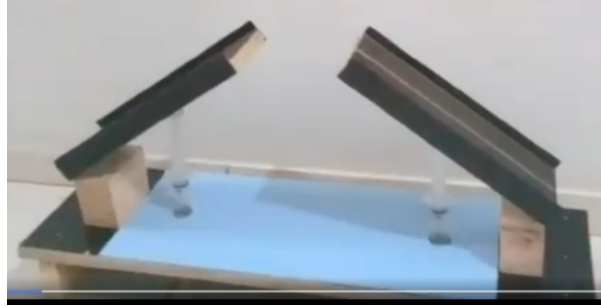
Para finalizar esta etapa a professora compartilhou um vídeo de sua maquete de ponte hidráulica de seringas, de acordo com a Figura 32, representando um exemplo do princípio de Pascal.

Figura 31 – Vídeo da maquete de ponte hidráulica parte 1



Fonte: Arquivos da autora (ALMEIDA, P. F.,2020)

Figura 32 – Vídeo da maquete de ponte hidráulica parte 2



Fonte: Arquivos da autora (ALMEIDA, P. F., 2020)

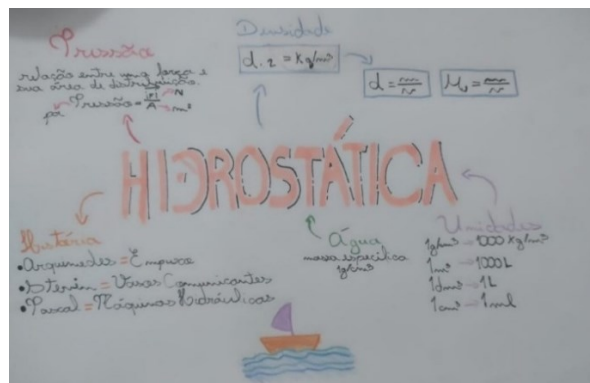
6.4.6 Mapas Conceituais de hidrostática

Ainda nesta última aula os alunos realizaram a confecção de mapas conceituais de hidrostática no caderno e no *Jamboard*.

Constatamos pelas respostas de acordo com a Figura 33 e Figura 34 dos alunos que compreenderam e se apropriaram dos conceitos abordados no estudo da hidrostática, principalmente densidade e pressão, e sentiram-se muito estimulados com abordagem histórica onde participaram ativamente. É importante ressaltar que não trabalhamos fortemente a “matematização” devido ao nível escolar da turma.

Observou-se que palavras, conceitos, fórmulas e os personagens de hidrostática foram bem representados através da construção dos mapas conceituais feitos pelos alunos. É preciso ressaltar que tiveram apenas 15 minutos finais da aula para realizar esta atividade.

Figura 33 - Mapa conceitual do Aluno U



Fonte: arquivos da autora

Quatro dos alunos da turma conseguiram fazer o mapa conceitual no *Jamboard*:

Figura 34 - Mapa conceitual do Aluno Q feito no *Jamboard*

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta proposta, buscou-se motivar os alunos com ferramentas lúdicas para verificar seus conhecimentos prévios, despertando o interesse, o senso investigativo, participativo e crítico através das diversas ferramentas e atividades práticas com os simuladores, desenvolvendo e aprimorando as capacidades e habilidades cognitivas e lógicas através do teatro, promovendo uma construção de conhecimentos favorecendo assim, uma assimilação e configuração ampla sobre o tema estudado.

Na situação atual que enfrentamos (Covid-19), faz-se necessário uma reflexão sobre o ensino e de que maneira nós professores poderemos contribuir com o aprendizado de nossos alunos, como também, da capacitação de nossos colegas por meio de troca de experiências e divulgações. Diante das dificuldades apresentadas nesse momento emergencial, as ferramentas tecnológicas digitais da informação e comunicação proporcionaram oportunidades incríveis de aprender e de ensinar, de maneira mais diversificada e lúdica, o que pôde ser observado durante esta proposta de ensino (podendo ser aplicada também na modalidade presencial), na qual “provocou” e motivou os alunos que demonstraram curiosidade sobre o tema e animação ao assistir aos vídeos ao ver a atuação do P.P e participaram das atividades propostas como protagonistas, onde trouxe ao grupo maior interação e intimidade com a história da hidrostática e compreensão dos fenômenos e suas aplicações o que pôde ser verificado durante as *meetings*, resolução do formulário, *quizzes* e aulas práticas com os simuladores, indicando assim, que a esta proposta foi bem planejada e assim atingiu seus objetivos.

Em relação à divulgação das ciências, o canal no *YouTube* chamado de “Física de Boa”, criado durante a proposta de ensino, para disponibilizar os vídeos aos alunos, como também para outros, já teve, em um curto intervalo de tempo, mais 200 acessos aos vídeos e os *quizzes*, foram jogados por mais de 20 jogadores externos à turma, indicando que, os alunos não só participaram, como também compartilharam e contribuem também para a divulgação da Ciência.

REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma perspectiva Cognitiva**, 1ª Ed, Lisboa: Paralelo. LTDA, 2003.
- BARROS, R. O.; CAMARGO, R. C. de; ROSA, M. M. **Vigotsky e o teatro: descobertas, relações e revelações**, Psicologia em Estudo, Maringá, v. 16, n. 2, p. 229-240, abr./jun. 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pe/v16n2/a06v16n2.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2020.
- BARROS, E. R. O, **Entre linguagens e pensamentos: Vigotsky e o teatro**, Universidade Federal de Goiás, Trabalho de Conclusão de Curso em Artes Cênicas, Goiânia, 2011. Disponível em: http://ufg.academia.edu/RobsonCamargo/Papers/1237468/Entre_Linguagens_e_Pensamento_Vigotsky_e_o_teatro. Acesso em: 10 de abr. 2021.
- BATISTA, C. M.; FUSINATO, A.P.; BATISTA. R. R. D; **Sequências Didáticas: Contribuições para o Ensino de Ciências e Matemática**, 1ª Ed. Massoni, 2019.
- BOHM, D; PEAT F. D - **Ciência Ordem e Criatividade**, 1ª edição. Gradiva, 1989.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, 2002.
- CANDAU, V. M. F. **Cotidiano escola e práticas interculturais**. Cadernos de Pesquisa v.46 n.161 p.802-820 jul./set. 2016.
- EVANGELISTA, LUIZ ROBERTO. **Perspectivas em História da Física**. Ciência moderna Ltda. VOL. 1 – Dos Babilônicos à Síntese Newtoniana, Rio de Janeiro, 2011.
- FAZENDA, I. **Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa**. 4 ed. Campinas: Papirus, 1999.
- FAZENDA, I. C. A. (Org.) **Práticas Interdisciplinares na Escola**. São Paulo: Cortez, 1991.
- FONTES, A. et al: **Formação Continuada sobre TDCs em época de pandemia: algumas reflexões**. Revista metodista, 2021. Disponível em: <https://www.metodista.br/revistas-izabela/index.php/fdc/article/view/2215/1189>. Acesso em: 05 jun. 2021.
- GASPAR, ALBERTO. **Física**. Ática V. único 1ª edição – São Paulo: 2008.
- GONÇALVES, F. R.; HUSSEIN, S. O papel do teatro científico na formação inicial de professores de química no sertão nordestino. *In: Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Águas de Lindóia – SP, 10 a 14 de novembro, 2013. Disponível em: <http://abrapecnet.org.br/wordpress/pt/enpecs-antiores/#ix>. Acesso em: 03 mai. 2021.
- GUERRA, A.; REIS, J. C.; BRAGA, M. **Uma abordagem histórico-filosófica para o eletromagnetismo no ensino médio**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 21, n. 2, p. 224-248, 2004.

HALLIDAY D.; RESNICK R. e WALKER J. **Fundamentos de Física: gravitação, ondas e termodinâmica**. Volume 2. 5ª edição. Editora LTC, 2007.

INSTITUTO BLAISE PASCAL: **Tecnologia e Educação**. Disponível em: <http://www.institutopascal.org.br/visao/institucional/blaise-pascal.php>. Acesso em: 05 nov. 2020.

JAPIASSU, H. **Interdisciplinaridade e patologia do saber**. Rio de Janeiro: Imago, 1976.

KAZURITO & FUKU. **Física para o ensino médio**. Volume 1. 3ª edição. Editora Saraiva, São Paulo, 2013.

KENSKI, V. M. **Educação e tecnologias: O novo ritmo da informação**. Campinas: Papirus, 2007.

LÉVY, P. **As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática**. São Paulo: Editora 34, 2008.

MATTHEWS, M. R. **História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação**. Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.

MEC – Ministério da Educação – Secretaria de Educação Fundamental - **PCN's Parâmetros Curriculares Nacionais (1998)**. Brasília: MEC/SEF. PARANÁ. Secretaria de estado da Educação do Paraná. Superintendência da educação. Diretrizes Curriculares de Ciências para o Ensino Fundamental. Paraná, 2008.

MELO, D. T., **TICs na educação: Um estudo de caso**. Mococa-SP: Ed. Do Autor, 2013.

MERCADO, L. P. L. **Didática e ensino de informática**. 2001. Universidade Federal de Alagoas. Maceió AL. Brasil. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/niee/eventos/RIBIE/1996/018.htm>. Acesso em: 29 out. 2020.

MERCADO, L. P. L. (Org.). **Novas tecnologias na educação: Reflexões sobre a prática**. Maceió: EDUFAL, 2002.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1999.

MORIN, J. M. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 6. ed. Campinas: Papirus, 2000.

MORIN, J. M. **Ensino e aprendizagem inovadores com tecnologias audiovisuais e telemáticas. Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 3 ed. Campinas: Papirus, 2001.

MONTENEGRO, B.; FEITAS, A. L. P.; MAGALÃES, P. J. C.; SANTOS A. A. dos; VALE, M. R. O papel do teatro na divulgação científica: A experiência da Seara da Ciência. Revista **Ciência e Cultura**, vol.57, no.4, São Paulo, Oct./Dec. 2005.

MOURA, D. A.; TEIXEIRA, R. R. P. **O teatro científico e o ensino de física – análise de uma experiência didática**. Revista ciência e tecnologia. v. 11, n. 18. Universidade Salesiano de São Paulo, p. 1-17, 2008.

NUSSENZVEIG, H. MOYSÉS. **Curso de Física Básica**, v. 2: Fluidos, Oscilações e Ondas e Calor (Editora Edgard Blücher Ltda., São Paulo, 1996), 3a ed.

OLIVEIRA, A. S. **Inclusão Digital**. In: MERCADO, Luís Paulo Leopoldo (Org.). **Experiências com tecnologias de informação e comunicação na educação**. Maceió: EDUFAL, 2006.

POPPER, K. **El desarrollo del conocimiento científico: conjeturas v refutaciones**. Buenos Aires: Paidós, 1983.

PORFÍRIO, F. "**Blaise Pascal**"; *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/biografia/blaise-pascal.htm>. Acesso em 05 abr. 2021.

REVERBEL, O. **Um caminho do teatro na escola**. São Paulo: Scipione, 1997.

RESENDE, M. L. M. **Vygotsky: um olhar sociointeracionista do desenvolvimento da língua escrita**, 2009. Disponível em: <http://www.profala.com/artpsico108.htm>. Acesso em: 09 ago. 2019.

RESNICK, R. **Física**, v. 2. / Robert Resnick, David Halliday, Kenneth S. Krane; tradução Pedro Manuel Calas Pacheco ... [et al.]. – 5ª ed. – Rio de Janeiro: LTC, 2007

RIOS, T. A. **Compreender e ensinar- por uma docência de melhor qualidade**. São Paulo: Cortez, 2006.

ROBILOTTA, M. R. **O cinza, o branco e o preto – da relevância da história da ciência no ensino da física**. Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 5, n. especial, p. 7-22, 1988.

SANTIAGO, D. G. **Novas tecnologias e o ensino superior: repensando a formação docente**. Disponível em: http://www.bibliotecadigital.puc-campinas.edu.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=88. Acesso em: 15 nov. 2020.

SERAFIM, M. L.; SOUSA, R. P. **Multimídia na Educação**: o vídeo digital integrado ao contexto escolar. In: SOUSA, Robson P.; MOITA, Filomena M.; CARVALHO, Ana B. (Orgs.) **Tecnologias digitais na educação**. Campina Grande: Eduepb, 2011.

SILVA, P. Arte e Ciência: **Duas irmãs no caminho da reconciliação**. Disponível em: <http://www.uesb.br/labtece/artigos/Arte%20e%20Ci%C3%Aancia%20>. Acesso em: 15 mai. 2021.

SILVEIRA, H. B. **O professor e os seus personagens em sala de aula**. TCC Ciências Biológicas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/60564> Acesso em: 19 nov. 2020.

SOARES, M. C.; LANES, K. G.; LANES, D. V. C.; LARA, S.; COPETTI, J.; FOLMER, V.; PUNTEL, R. L. **O ensino de ciências por meio da ludicidade: alternativas pedagógicas para uma prática interdisciplinar.** Revista Ciências&Ideias VOL. 5, N.1. JAN/ABR -2014.

SOUZA JUNIOR, de F. S.; SOUZA, L. D.; OLIVEIRA, de O. A.; GONÇALVES, F. R.; HUSSEIN, S. **A influência do Teatro Científico Aliado a Experimentação na Aprendizagem de Conceitos Químicos.** In: Atas do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Águas de Lindóia – SP, 24 a 27 de novembro, 2015. Disponível em: <http://abrapecnet.org.br/wordpress/pt/enpecs-antiores/#x>. Acesso em 14 fev. 2021.

SOUZA, R. de; FEITOSA, A.S.; TINTORER, O. D. **O Teatro Científico como Estímulo Cognitivo: Perspectivas e Possibilidades no ensino de Física.** In: Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Águas de Lindóia – SP, 10 a 14 de novembro, 2013. Disponível em: <http://abrapecnet.org.br/wordpress/pt/enpecs-antiores/#ix>. Acesso em 05 jun. 2021.

THIESEN, J.S. **A interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino-aprendizagem.** Rev. Bras. Educ. Rio de Janeiro, v. 13, n. 39, Dec. 2008.

VIDOR, Heloise Baurich. **O professor assume um papel e traz, por que não, um personagem para a sala de aula: desdobramentos do procedimento teacher in role no processo de drama.** Urdimento – Revista de Estudos em Artes Cênicas, v.1, 10, 2008, p. 9-17.

VIDOR, Heloise Baurich. **Drama e teatralidade: o ensino do teatro na escola.** Porto Alegre: mediação, 2010.

VYGOTSKY, L. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores.** São Paulo: Martins Fontes, 1998.

VYGOTSKI, L. S. (1987), **Pensamento e Linguagem.** São Paulo: Livraria Martins Fontes Editora.

VIRTUOUS, **Tecnologia da Informação,** 1998-2021. Disponível em: <https://www.somatematica.com.br/biograf/stevin.php>. Acesso em 05 abr. 2021.

YOUNG, H. FREEDMAN, R. **Física I –Mecânica...,** 2ª EDIÇÃO, Editora Pearson, 2003.

APÊNDICE – Produto educacional

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

PRISCILLA FISCHER ALMEIDA

**UMA PROPOSTA DE ENSINO DE HIDROSTÁTICA UTILIZANDO A TÉCNICA
DO PROFESSOR-PERSONAGEM (P.P)**

CAMPO MOURÃO

2021

PRISCILLA FISCHER ALMEIDA

**UMA PROPOSTA DE ENSINO DE HIDROSTÁTICA UTILIZANDO A TÉCNICA
DO PROFESSOR-PERSONAGEM (P.P)**

Proposal for teaching hydrostatics using the teacher-character technique (P.P)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física – Polo 32, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador(a): Dr. Adriana da Silva Fontes
Coorientador(a): Dr. Roseli Constantino Schwerz

CAMPO MOURÃO

2021



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

1. INTRODUÇÃO

Trata-se de uma proposta que reúne uma gama de estratégias e recursos de ensino já existentes, mas que apresenta características lúdicas interdisciplinares, o conteúdo é trabalhado por meio das TDICs: como vídeos, slides, animações e simuladores. Busca seguir as ideias da teoria do ensino significativo, conforme Ausubel afirma: Novos significados são adquiridos quando símbolos, conceitos e proposições são relacionados e incorporados à estrutura cognitiva de uma forma não arbitrária e substantiva. Desde que a estrutura cognitiva tende a ser hierarquicamente organizada com respeito ao nível de abstração, generalidade e inclusividade, aparecimento de novos significados reflete a "subsunção" de um material potencialmente significativo por um conteúdo mais inclusivo. Por outro lado, pode existir também uma situação na qual o novo material que é apreendido é uma extensão, elaboração ou qualificação de conceitos previamente aprendidos (Ausubel, 1965). Com base nisso, preparamos esta prática planejando a aplicação destes materiais de maneira que o aprendizado faça sentido, levando em conta que nossos alunos já apresentam habilidades em algumas tecnologias digitais. Para que possamos elucidar esta prática de ensino, faz-se necessário um breve resumo de todos os elementos e instrumentos didáticos que a compõe: o teatro, resgate histórico e interdisciplinar e as tecnologias digitais usadas nesta proposta.

2. O TEATRO COMO RECURSO NO ENSINO DE FÍSICA

Abordar conteúdos de por meio do teatro promove não somente motivação, mas apresenta uma série de vantagens ao aprendiz como: desenvolvimentos das expressões corporais, vocabulário, interação, desenvolve a produção de textos, emocional, autoconfiança, ética e autoconhecimento. Quando a criança brinca de faz de conta está representando, a dramatização é necessária para o desenvolvimento humano e traz oportunidade para o indivíduo compreender a arte como construção humana. Para (Montenegro, 2005) o teatro atua:

Como um veículo transmissor de conceitos científicos, através do qual a aprendizagem é feita de uma forma simples, lúdica e agradável. (...) além disso, o teatro, (...) possibilita o desenvolvimento pessoal, permite ampliar o espírito crítico e o exercício da cidadania. (MONTENEGRO et al, 2005, p.31 e 32)

Trabalhar o mundo da imaginação através do teatro, vivenciando o aprendizado do conteúdo de forma que o estudante possa dramatizar as histórias e situações da época,

oportuniza novas descobertas de suas habilidades. Segundo os cientistas (Bohm e Peat, 1989) a imaginação têm seu papel no aprendizado:

Literalmente, imaginação significa „capacidade de construir imagens mentais“, imitativas das formas de objetos reais. Porém os poderes da imaginação vão de facto muito além, incluindo a concepção de novas formas, até então desconhecidas e que são sentidas não somente como imagens visuais, mas também como sensações tácteis e cinestéticas, e ainda por outras vias que desafiam a descrição. [...] A imaginação é, assim, o início da penetração criativa no domínio do manifesto. (BOHM; PEAT, 1989, p. 342-343 apud SILVA, 2010, p.3)

O teatro faz parte da cultura humana, mas não é apenas manifestação cultural, oferece prazer, diversão e motivação, por meio dele podemos representar nossas alegrias, tristezas e angústias. Segundo os PCNs o teatro desenvolve capacidades de noção temporal e linguagem verbal e corporal. Já era usado como instrumento educacional e literário na época de Platão e Aristóteles. De acordo com Reverbel: “O teatro tem a função de divertir instruindo é uma verdade que ninguém pode contestar, pois seria negar-lhe a própria história” (REVERBEL, 1989). Diante disso, concordamos que o teatro “casado” com a história e com os conteúdos científicos, é uma união interdisciplinar de sucesso, estas ferramentas juntas interagindo, torna-se ais potencializadas oportunizando u aprendizado com significado.

Nesta prática de ensino consideramos o teatro como estratégia de ensino eficaz, além de todas as vantagens citadas acima, concordamos com Moreira e Vigotsky que o teatro é um grande “subsunçor”, ou seja, ferramenta de linguagem responsável por desenvolver vários aspectos motores e cognitivos. Conforme a afirmação de Moreira (2011) : é o cognitivo que estimula o conhecimento, e a aprendizagem, está relacionado ao processo de informação, de como o indivíduo conhece, assim, falar de aprendizagem é falar de cognição. Ainda nessa ideia de que o teatro é uma ferramenta de ensino, entendemos como afirma (Barros, 2011) “Considerando a linguagem como instrumento simbólico fundamental, Vygotsky afirma que é ela que organiza os signos em estruturas complexas, desempenha assim um papel determinante na formação das características psicológicas humanas. As funções comunicativas e cognitivas da linguagem são a base dos processos superiores, é quem expressa e organiza o pensamento do sujeito, e é também, um dos principais instrumentos utilizados nas artes cênicas.” (BARROS, 2011). Também corroboram com essa óptica (Feitosa e Tintorer, 2013) que afirmam: “elaborar um roteiro ou encenar uma peça de teatro exige organização de ideias, planejamento de ações, leituras e pesquisas que fundamentem o conteúdo a ser trabalhado, o sujeito envolvido logo se vê em face de algo novo, que o desafia

e lhe desperta capacidades que estão vinculadas ao desenvolvimento cognitivo” (FEITOSA e TINTORER, 2013, p.6).

Em nosso produto educacional, o teatro científico é usado objetivando aprendizado nos conteúdos de hidrostática, por meio da ludicidade e motivação, promovendo assim, um resgate histórico, onde o professor e posteriormente os alunos apresentam caracterizados as biografias e feitos científicos do tema à ser estudado. Segundo Souza (2015) “o teatro científico oferece motivação para a construção do pensamento conceitual, (...) e a internalização dos conceitos científicos. (...) além de permitir que os professores ampliem seus conhecimentos sobre novas metodologias de ensino e suas capacidades pessoais” (SOUZA JUNIOR et al, 2015, p.7).

3. A INTERDISCIPLINARIDADE E A IMPORTÂNCIA DO RESGATE HISTÓRICO NO ENSINO DE FÍSICA

Para professores engajados, que estão sempre buscando renovar e evoluir no processo de educação, quando surge a palavra interdisciplinar logo ocorre a ideia de “juntar” os conhecimentos, ou seja, que para gerenciar os saberes, seria necessário trabalhar os conceitos e conteúdos abordando –os sobre os a ótica de cada uma das áreas de conhecimento (científicos e humanos) sempre que possível relacionando-as, como por exemplo, qual o momento histórico e social ocorreu durante uma descoberta científica e quem a descobriu. Segundo (Batista, Fusinato, Rocha Batista, 2019) interdisciplinaridade é:”utilizar os conhecimentos das diferentes áreas para se compreender um assunto ou fenômeno sob diferes perspectivas.” (Batista, Fusinato, Rocha Batista 2019, p. 17).

Para (Japiassú, 1976) “O prefixo “inter”, dentre várias conotações que podemos lhe atribuir, tem o significado de troca, reciprocidade e disciplina, de ensino, instrução, ciência. Logo a interdisciplinaridade pode ser compreendida como um ato de troca, de reciprocidade entre as disciplinas ou ciências - ou melhor, de áreas do conhecimento” (JAPIASSÚ, 1976, p.23).

A importância da interdisciplinaridade no ensino é unânime entre os estudiosos, percebe-se que ainda que os conteúdos são trabalhados fragmentados, divididos por área, e não estão relacionados com a realidade dos alunos. A interdisciplinaridade é uma ferramenta didática significativa, porque oportuniza uma humanização no ensino, valoriza a identidade dos indivíduos, é capaz de relacionar e realizar analogias com o cotidiano. Para Batista, Fusinato, Rocha Batista (2019), a interdisciplinaridade amplia os conhecimentos e traz

significado, ele afirma que: “A prática interdisciplinar indispensável para superar uma visão restrita de mundo e que promova uma melhor concepção da realidade, deve necessariamente romper com as barreiras e divisões estabelecidas entre os conteúdos das disciplinas escolares. Só assim, trabalhando de forma colaborativa, compartilhando informações de forma coordenada, formando uma rede de conhecimentos, será possível formar um cidadão pleno capaz de conviver e sociedade. (Batista, Fusinato, Rocha Batista, 2019, p.15)

4. REFLEXÕES SOBRE O RESGATE HISTÓRICO NO ENSINO DE FÍSICA

Na disciplina de física, em particular no ensino de conceitos científicos percebe-se que existe uma certa barreira referente à abordagem filosófica e histórica, tanto nos livros didáticos quanto no planejamento dos professores, ainda entende-se que o ensino é dividido por disciplinas e que o professor de uma área de conhecimento não deve relacionar o assunto estudado em sua disciplina de maneira interdisciplinar, ou seja, o professor de história só trabalha história, de física a física. Isso acontece devido à vários fatores, dentre eles: por insegurança quanto ao tempo com preocupação em atender a ementa de sua disciplina, ou por falta de capacitação que traga a importância da interdisciplinaridade, O plano político escolar os professores não realizam seus planejamentos em conjunto para relacionar as diferentes áreas que tem em comum sobre um conhecimento sua disciplina. Iniciar o ensino de um conceito científico pelo viés histórico, não só localiza ao aprendiz na linha do tempo dos acontecimentos, quanto as ocasiões e situação social humana em que a descoberta estava inserida. Concordamos com (Rabilotta, p. 17) que afirma:

Existem tarefas urgentes que precisam ser enfrentadas para que o ensino da Física possa ser melhorado. Entre elas, e ao nosso alcance, está a necessidade de se recuperar a noção de que a Física é um processo onde o confronto de ideias está sempre presente. É nesse sentido que o estudo da história da Física e da sua epistemologia são mais do que presentes; no estudo combinado dessas duas disciplinas repousa a possibilidade de se compreender o processo de construção do conhecimento. (Rabilotta, 1988, p. 17).

Abordar história das ciências é um grande desafio para os educadores, requer um aprimoramento nos conteúdos onde os livros didáticos, bem como também a graduação muitas vezes não a trata com a devida importância, o que pode ser um dos fatores de resistência. Deve ser entendido que o ensino não ocorre de maneira fragmentada, visto que a

essa geração “conectada” recebe uma grande quantidade de informações que ainda por muitas vezes é vazia e distorcida, cabe ao educador oferecer suporte, apoio e orientações corretas aproveitando as capacidades e habilidades que os educandos apresentam naturalmente. Oportunizar uma atmosfera rica em abordagem histórica não caracteriza apenas a interdisciplinaridade como também apresenta as ciências como fruto da criação humana que pertence à todos, estudos e descobertas que foram realizados por pessoas comuns. De acordo com isso, Guerra, Reis e Braga (2004, p. 225) declaram que: “Para que a história da ciência cumpra o papel destacado [pelas pesquisas], é necessário que, ao enfocá-la, seja ultrapassada a história factual, baseada apenas em curtas biografias dos autores das leis e das teorias atualmente aceitas.” (GUERRA, REIS e BRAGA, 2004, p. 225) Ainda corroborando com esta reflexão Matthews (1995, p. 177) afirma que:

Na pedagogia, como na maioria das coisas, muitas vezes a matéria tem que ser simplificada. E isto é tão verdadeiro para a história da ciência quanto o é para a economia, ou para a própria ciência. Porém o fato de que a história da ciência seja simplificada não se toma um argumento decisivo contra ela. A tarefa da pedagogia é, então, a de produzir uma história simplificada que lance uma luz sobre a matéria, mas que não seja uma mera caricatura do processo histórico. A simplificação deve levar em consideração a faixa etária dos alunos e todo o currículo a ser desenvolvido. História e ciência podem tornar-se mais e mais complexas à medida que assim o exija a situação educacional. Lida-se melhor com o problema das distorções grosseiras quando se apresenta a HFC de forma mais adequada nos treinamentos de futuros profissionais e de profissionais já atuantes: as boas intenções levam às distorções. O problema hermenêutico de interpretação na história da ciência, longe de dificultar ou impedir o uso da história, pode tornar-se uma boa ocasião para que os alunos sejam apresentados a importantes questões de como lemos textos e interpretamos os fatos, isto é, ao complexo problema do significado: a partir de seu dia a dia, os alunos sabem que as pessoas veem as coisas de formas diferentes; portanto, a história da ciência constitui-se num veículo natural para se demonstrar como esta subjetividade afeta a própria ciência.

Com base nisso, que buscamos nesta prática de ensino de hidrostática, buscar valorizar a história das pessoas que contribuíram para deste ramo, afim de verificar a eficácia de um ensino interdisciplinar.

5. AS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO USADAS NESTE PRODUTO

Bem antes da pandemia do Covid-19, já era “gritante” o apelo pelo uso das TDICs no ensino, visto que a geração dos estudantes “nativos digitais” ou “geração polegar” (que apresentam habilidades em jogos) vieram inseridos neste mundo globalizado e integrado da

internet onde em um “clique” tem-se a informação que se busca e forma de vídeos, textos e imagens. É crescente a evolução de tecnologias da informação e comunicação, nos últimos anos foram criados novos hardwares, softwares, aplicativos e programas. Para Lévy (2008) “novas maneiras de pensar e de conviver estão sendo elaboradas no mundo das telecomunicações e da informática. As relações entre os homens, o trabalho, as próprias inteligências dependem, na verdade, da metamorfose incessante de dispositivos informacionais de todos os tipos. Escrita, leitura, visão, audição, criação, aprendizagem são capturados por uma informática cada vez mais avançada. (LÉVY, 2008, p.7) Corroboramos com Kenski (2007), quando ele diz: “Essas novas tecnologias ampliaram de forma considerável a velocidade e a potência da capacidade de registrar, estocar e representar a informação escrita, sonora e visual”. (KENSKI, 2007, p. 34)

A escola precisa acompanhar esta evolução, primeiramente com infraestrutura e suportes e acesso à rede, preparo e curso de atualização e formação continuada para professores. De acordo com Santiago “O processo de formação continuada permite condições para o professor construir conhecimento sobre as novas tecnologias, entender por que e como integrar estas na sua prática pedagógica e ser capaz de superar entraves administrativos e pedagógicos”. A tecnologia na educação requer novas estratégias, metodologias e atitudes que superem o trabalho educativo tradicional. Uma aula mal estruturada, mesmo com o uso da tecnologia, pode tornar-se tradicionalíssima, tendo apenas incorporado um recurso como um modo diferente de exposição, sem nenhuma interferência pedagógica relevante. (SANTIAGO, 2006, p.10-11) corroborando com isso Zanella (2014) afirma: Com os avanços tecnológicos vivenciados pela humanidade nas últimas décadas, devido às Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), a centralidade da escola como lócus de acesso ao conhecimento científico está sendo questionado, visto que, as diversas possibilidades de difusão de informações estão a apenas a um toque de um mouse (ZANELLA, 2014). Com o distanciamento social decretado no mundo todo devido à pandemia, os professores foram “obrigados” a se adaptar à situação que exigiu o domínio das tecnologias, o papel do professor neste “admirável mundo novo” seria apresentar, mediar e orientar o uso responsável de tais tecnologias. De acordo com Fontes, et.al (2021):

Pode-se dizer que um fator positivo dessa pandemia foi a possibilidade (imposta pela realidade, por que não?) de os professores buscarem formação nessa área, e assim poderem trazer inovações às suas práticas profissionais. Em diversas áreas notou-se um

incontável número de cursos voltados às metodologias ativas e uso de mídias para as aulas remotas.

Ainda conforme Mercado (2002):

Com as novas tecnologias, novas formas de aprender, novas competências são exigidas, novas formas de se realizar o trabalho pedagógico são necessárias e fundamentalmente é necessário formar continuamente o novo professor para atuar neste ambiente telemático em que a tecnologia serve como mediador do processo ensino-aprendizagem. (MERCADO, 2002, p. 15)

Com base nestas reflexões, planejamos e aplicamos na proposta de ensino de hidrostática algumas das tecnologias da informação e comunicação como vídeos do *Youtube*, ferramentas do *google*, *quizzes* no *Kahoot*, e site de animações de física-simuladores. Para que conseguisse aplicar corretamente estas ferramentas foi necessário a participação da professora em alguns cursos de formação no ano de 2020 que serviram de suporte para seus estudos.

A ferramenta youtube

O *YouTube* é um canal de comunicação onde qualquer pessoa que queira compartilhar um conteúdo pode abrir. Segundo o canaltech O *YouTube* foi fundado por Chad Hurley, Steve Chen e Jawed Karim em fevereiro de 2005, nos Estados Unidos. Comprado pela Google em 2006, o site permite que os usuários compartilhem vídeos e interajam com seus autores através de comentários. Atualmente, o *YouTube* conta com mais de 1 bilhão de usuários, o que representa quase um terço da internet. Além disso, a plataforma está presente em 88 países e disponível em 76 idiomas diferentes. Por dia, são assistidas um bihão de horas de vídeos no site, número que atrai empresas para a realização de campanhas publicitárias. De acordo com a companhia, a missão do *YouTube* é "dar a todos uma voz e revelar o mundo". Seus valores se baseiam na liberdade de expressão, direito à informação, direito à oportunidade e liberdade para pertencer. O *YouTube* chegou ao Brasil em junho de 2007, com a versão em português da plataforma. Na mesma época, o *YouTube* também expandiu seus negócios para a Europa e Japão.

Tendo esta ferramenta à disposição, mesmo ainda que não estávamos nos sentindo preparados, achamos interessante a ideia de abrir um canal Física de Boa e disponibilizar o conteúdo de empuxo para os alunos, pois ainda na escola onde foi aplicado o produto não estava definido se iríamos usar as meetings nas aulas remotas, então compartilhar o conteúdo

via *YouTube* seria uma forma de transmitir as aulas até aquele momento. No Física de Boa (Figura 1) estão disponíveis o vídeo 1 e 2 que abordam o conteúdo de Empuxo e da história de Arquimedes cuja metodologia está descrita neste trabalho. Para a gravação dos vídeos foram usados um *Smartphone* S10 e a técnica de edição de vídeos *chroma key* a qual é necessário gravar os vídeos com um pano de fundo verde para que seja possível editá-los posteriormente.

Figura 1: Logo criado para o canal Física de Boa



Fonte: Autora (2020).

O editor de vídeos escolhido foi o *Kine Master* o qual possui alguns comandos para colocar figuras e textos e imagens em movimento onde anteriormente foi o fundo verde. Concordamos que nos dias de hoje, agora mais preparados, os vídeos e as edições estariam melhores.

Ferramentas Google

São diversas as ferramentas educacionais oferecidas pela empresa Google, algumas delas são disponibilizadas de forma gratuita, o usuário precisa apenas abrir uma conta para que possa acessar ao drive. Neste trabalho utilizamos o Google *meeting* (Figura 2) para a transmissão das aulas síncronas, usando os recursos de compartilhamento de tela, chat, microfone e lousa virtual.

Figura 2: P.P Arquimedes na *meeting*



Fonte: autora (2020).

No drive o usuário tem disponível o acesso a planilhas, apresentação e slides, formulários, dentre outras, os formulários apresentam inúmeras possibilidades de construção de questionários onde pode-se programar o gabarito e a data da postagem. Neste trabalho aplicamos um questionário (disponível em procedimentos metodológicos) que serviu para verificação do aprendizado. A lousa virtual Jamboard apresenta muitas possibilidades em seus comandos como fundos, caixa de texto e notas adesivas. Neste trabalho orientamos aos alunos quanto ao uso o que possibilitou a realização da confecção de mapas conceituais de hidrostática. As questões do quizzes estão disponíveis discussão dos resultados e anexos deste trabalho, o *Kahoot* é um serviço gratuito para PC, celulares [Android](#) e [iPhones](#) que permite estudar a partir de testes de pergunta e resposta. O app possui um formato parecido com jogos de quizzes, em que as questões corretas valem pontos. É possível responder testes de conhecimentos gerais criados pela comunidade ou produzir perguntas específicas sobre um assunto para compartilhar com os seus alunos a última ferramenta utilizada foram utilizados quatro simuladores que estão descritos nas discussões dos resultados, eles apresentam uma possibilidade prática para o entendimento dos fenômenos.

6. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E RELATO DE EXPERIÊNCIA

Inicialmente, a proposta de ensino de hidrostática foi projetada para ser desenvolvida com os alunos de forma presencial, em sala de aula regular. No entanto, devido à pandemia COVID-19 e, conseqüentemente a paralização das aulas presenciais a partir de março de 2020, fez-se necessária mudanças nas instituições de ensino para, emergencialmente retomar as aulas e por isso houve a necessidade de alterar a forma como o conteúdo seria abordado. Diante da urgência em retomar as aulas de forma remota, e da falta de experiência e conhecimento das diversas tecnologias que dão suporte ao ensino, foi elaborada uma proposta para ser trabalhada de forma assíncrona e síncrona, com a produção dos materiais em forma de compartilhamento, ou seja, seleção e produção de vídeos sobre o assunto, das tecnologias utilizadas para a aplicação das atividades (*Google meet, Kahoot, Google Forms*, animações de física na forma simuladores, vídeos do *youtube* e slides produzidos pelos alunos), durante as aulas da disciplina de ciências, a qual foi transmitida simultaneamente aos alunos da turma do 9º ano do Ensino Fundamental II, contendo 10 alunos (as), em uma escola privada na cidade de Campo Mourão – PR, durante o segundo semestre de 2020. A comunicação com alunos foi feita através do *Google meet* onde os vídeos, apresentação de slides, *quizzes*, animações-

simuladores e questionário foram compartilhados e trabalhados durante 9 aulas síncronas de 40-45 min cada e 2 assíncronas. O *Google Meet* é um serviço de comunicação por vídeo desenvolvido pelo Google.

A hidrostática foi escolhido como conteúdo dando ênfase as duas propriedades da matéria como a densidade e pressão. Esta prática tem como característica um resgate histórico relacionado as personalidades científicas que descobriram os fenômenos hidrostáticos. Pela necessidade do ensino remoto, esse conteúdo foi trabalhado por meio de diversas TDICs, tanto para expor o conteúdo, por meio de vídeos, quanto para atividades práticas, por meio de questionário, animações - simuladores e *Quizzes* online.

A aplicação foi dividida em quatro etapas, no total de 8 aulas, nas quais sempre que possível ofertava organizadores prévios que serviram de “gatilho” para possibilitar que o aluno amplie e reconfigure seus saberes sobre o tema explorado. Conforme Vygotsky, (1998) "Uma criança aprende a palavra flor, e logo depois a palavra rosa; durante muito tempo o conceito flor, embora de aplicação mais ampla do que rosa, não pode ser considerado o mais geral para a criança. Não inclui e não subordina a si a palavra rosa- os dois são intercambiáveis e justapostos. Quando flor se generaliza, a relação entre flore rosa, assim como entre flore outros conceitos subordinados, também se modifica na mente da criança. Um sistema está se configurando". (VYGOTSKY, 1998 p. 80)

Com base nisso, nesta prática, concordamos com Vygostky e levamos em conta a importância da linguagem e comunicação verbal, corporal, auditiva e visual. Para todas as finalidades práticas, a aquisição de conhecimento na matéria de ensino depende da aprendizagem verbal e de outras formas de aprendizagem simbólica. “De fato, é em grande parte devido à linguagem e à simbolização que a maioria das formas complexas de funcionamento cognitivo se torna possível.” (AUSUBEL, 1968 p.79)

Na etapa 1, a qual teve a duração de 4 horas-aula, foi abordado o tema Empuxo pela professora-personagem, sem elucidar ou contextualizar, utilizando inicialmente imagens (como a apresentada na figura 1) e levantando questões que foram respondidas posteriormente pelos alunos durante o meeting (microfone e chat) com o intuito de promover interação e nas verificações de aprendizado.

As aulas foram transmitidas com o uso do Google meet e duas aulas ficaram gravadas e disponibilizadas em um canal criado no You tube- Física de Boa, a fim de ficar disponível para o aluno consultar a qualquer momento, se necessário. Durante todo o processo foi utilizado o grupo wattssap com a finalidade de suporte de troca de informações,

tira dúvidas, orientações e recados. Na vídeo aula 17 produzida pela professora, a qual posteriormente apresentou-se caracterizada de um determinado personagem a fim de provocar a curiosidade e despertar o interesse dos alunos pelo assunto. Este personagem, até então não identificado, lançou aos alunos questões sobre suas descobertas históricas. Na aula seguinte, foi trabalhado um Quiz, por meio do software Kahoot, o qual abordou sobre questões apresentadas no vídeo, as quais os alunos respondiam por meio de dispositivos móveis (smartphone, tablet e notebooks). Esta técnica valoriza a biografia e eventos históricos da época por meio do teatro, oportunizando assim uma compreensão da verdadeira ciência, mutável e que é construída por homens comuns que tentavam compreender e explicar as leis da natureza.

Para Moreira e Teixeira (2008) o teatro não só pode abordar a história das ciências, mas também apresentar o método científico e aproximar as ciências de todos:

Muitos alunos têm a falsa ilusão de que os cientistas famosos, como Newton e Einstein, eram verdadeiros semideuses, intocáveis, com inteligência sobre humana e infalíveis. Alguns chegam a imaginar que nunca poderão aprender as teorias produzidas por estes cientistas. É necessário superar esta imagem, mostrando ao educando que a ciência está em constante mutação e que se desenvolve de acordo com o contexto histórico que a influencia. (MOURA e TEIXEIRA, 2008, p. 4).

Na segunda etapa desta proposta de ensino, que ocorreu na semana seguinte, foi novamente utilizado o Google *meet* para compartilhar a vídeo aula 2⁸, a qual a professora novamente caracterizada de Arquimedes, abordava sobre a história do mesmo, ora questionando, ora elucidando as questões e desta forma foi apresentando o conteúdo e as fórmulas, na sequência, foi realizado um experimento que dá ênfase à densidade dos materiais (alimentos) colocados em um vidro com água. Posteriormente após comentários descontraídos é aplicado um Quis aos alunos, com o uso do software *Kahoot* com questões que serviram para trabalhar mais aspectos históricos de suas descobertas e verificar o conhecimento até então dos alunos sobre o assunto. Na aula seguinte foi aplicado um questionário, por meio do Google *forms*, o qual teve por objetivo verificar as percepções e entendimentos dos alunos sobre a demonstração prática experimental realizada na segunda vídeo aula.

Dando continuidade ao conteúdo, na terceira etapa, da qual o conteúdo tratado foi o teorema de Simon Stevin, dando ênfase à pressão em qualquer ponto de um fluido, os alunos foram os protagonistas da apresentação da história da personalidade científica e seus e

⁷

Vídeo aula 1 – Qual é o fenômeno?: https://youtu.be/hxu_wMjv7Mw

⁸

Vídeo aula 2 – Empuxo: <https://youtu.be/W3Jnxndv0J0>

seus feitos, onde a professora anteriormente à esta aula havia separado a turma em dois grupos (A e B) orientado (também via grupo do *watssap*) de para que cada grupo realizasse uma pesquisa sobre Steven e Pascal, para uma apresentação teatral que seria realizado pela turma posteriormente. Esta atividade proposta buscou objetivar a motivação, senso investigativo, desenvolvimento da autonomia e autoconfiança. O grupo A com cinco alunos realizaram uma bela apresentação em slides contendo a história demonstração de seu teorema, com entusiasmo utilizaram elementos de caracterização como chapéu, bigodes, gola sanfonada e entonação da voz durante a leitura da biografia de Stevin, demonstraram o teorema (com auxílio de um vídeo do *youtube*, figura) e suporte da professora, apresentaram um exemplo da aplicação do teorema, aplicaram um exercício para que todos resolvessem durante a aula, responderam aos questionamentos e por fim a correção do mesmo via *word* com tela compartilhada (figura x exercício dos alunos no *word*) e gratificadamente não saíram do personagem. Na terceira aula desta terceira etapa o grupo B, outros cinco alunos restantes, apresentaram a biografia de Blaise Pascal, por meio de slides enfatizaram suas ideias através de suas frases, e o Aluno Y que “contou” sua história estava caracterizado com uma peruca, em seguida outro colega apresentou os feitos científicos de Pascal e o seguinte aluno apresentou o teorema por meio de um vídeo do *youtube* compartilhando, o quarto aluno apresentou a aplicação do teorema em nosso cotidiano apresentando imagens de máquinas hidráulicas.

Na aula um e dois (80 min) da quarta e última etapa desta proposta, os alunos foram apresentados ao site das animações de física e de acordo com as orientações da professora foram explorando e “brincando” com as quatro animações: **Lei de Arquimedes**, **Vasos comunicantes**, **Princípio de Pascal** e por fim o **Elevador hidráulico**. Com o objetivo de explorar o comportamento dos fluidos e as propriedades da matéria como a densidade e pressão e principalmente as aplicação prática no cotidiano destes fenômenos hidrostáticos. Para verificar a eficácia desta tecnologia lúdica a qual representa muito bem os fenômenos científicos na prática, aplicamos um pequeno questionário com perguntas onde o aluno deveria escrever no caderno ou também se possível durante a *meeting* com a finalidade de tirar dúvidas da manipulação dos simuladores ou até mesmo conclusões sobre o fenômeno explorado, oportunizando também uma participação interativa por meio de debate e constatações. Na terceira aula desta etapa final, os alunos leram (via *meeting*) e entregaram as respostas do questionário aplicado anteriormente da aula via fotos no grupo do *watssap*. Na sequência foi apresentado o funcionamento de uma ponte hidráulica, maquete em madeira feita com seringas, e por fim de acordo com as orientações os alunos realizaram de maneira

individual a construção de mapas mentais de hidráulica feitos no caderno e *Jamboard*. A Tabela 1, apresenta como a proposta foi trabalhada.

Tabela 1: Aplicação da proposta de ensino de hidrostática

Atividades propostas	Recursos e instrumentos utilizados	Duração h/aula 40-45 min
Etapa 1: Conteúdos abordados: Densidade e empuxo	<ul style="list-style-type: none"> • Teatro: Professor caracterizado de Arquimedes; • Vídeo² aula 1 disponibilizado no canal Física de Boa do <i>Youtube</i> criado para esta proposta; • Análise de figuras do vídeo² que envolvem empuxo. • Breve debate sobre questionamentos do Vídeo² • Atividade de verificação do aprendizado: <i>Quiz</i> de questões no <i>software Kahoot</i>. 	1 Aula assíncrona 2 aulas síncronas
Etapa 2: Conteúdos abordados: Empuxo: História das descobertas de Arquimedes	<ul style="list-style-type: none"> • Teatro: Professor caracterizado para representar Arquimedes; • Vídeos disponíveis no <i>Youtube</i>⁹; • Demonstração de experimento densidade dos materiais (alimentos), conforme figura 5. • Atividades de verificação do aprendizado: <i>Quiz</i> do <i>Kahoot</i> • Questionário múltipla escolha do Google Forms. 	1 Aula assíncrona 2 Aulas síncronas

⁹ Vídeos trabalhados, disponíveis no you tube:
 Animação de Arquimedes – coroa: <https://www.youtube.com/watch?v=X8c3AdgMi9w>
 História de Arquimedes: <https://www.youtube.com/watch?v=9W3ehUmgxvk>
 Biografia de Arquimedes: <https://www.youtube.com/watch?v=LfMHt2KkSVc>.

<p>Etapa 3:</p> <p>Conteúdos abordados: biografia dos cientistas;</p> <p>Pressão, teorema de Stevin e Teorema de pascal e suas aplicações.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Teatro: Alunos caracterizados para apresentar as biografias de Stevin, Pascal; • Slides apresentados pelos alunos. • <i>Word</i> como compartilhamento de tela para exemplos e resolução de exercícios apresentados pelos alunos; • Correções de exercícios via chat e registros no caderno; 	<p>2 aulas síncronas</p>
<p>Etapa 4:</p> <p>Conteúdos abordados:</p> <p>Densidade, pressão, teorema de Pascal e suas aplicações, teorema de Stevin, Princípio de Arquimedes e suas aplicações.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aulas 1 e 2 : Animações de física: Lei de Arquimedes, Vasos Comunicantes, Princípio de Pascal, elevador hidráulico. <p>Verificação do aprendizado: debate via meeting e uma questões proposta para cada simulador, apresentadas no Jamboard de forma compartilhada. .</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aula 3 : Apresentação e demonstração do funcionamento de uma ponte hidráulica (maquete feita com seringas). • Confeção individual do mapa mental de hidrostática no Jamboard e folha A4. 	<p>3 aulas síncronas</p>

Fonte: Autora

A fim de disponibilizar os vídeos para consulta dos alunos, foi criado no *You Tube* um canal intitulado de “Física de Boa”, onde todo o material o qual foi trabalhado empuxo ficou disponível de modo público.

Neste primeiro encontro foram apresentadas algumas imagens e orientações para que os alunos observem com atenção, imagens como um navio em alto mar, objetos flutuando e afundando e uma pessoa levantando uma pedra dentro e fora da água. O vídeo inicia com a

professora convidando a turma para embarcar e uma viagem de descobertas e para isso ela chama uma figura importante dos tempos antigos – Arquimedes – (P.P). Ele pede ajuda aos alunos para decifrarem qual fenômeno à ser entendido. Naturalmente deve-se dar um tempo para as discussões para responderem aos questionamentos feitos de acordo com as imagens (figuras 3, 4 , 5 respectivamente). P.P questiona: Qual é fenômeno a ser explorado? Como um navio pode flutuar? Quais as grandezas físicas envolvidas?

Figura 3: navio em alto mar

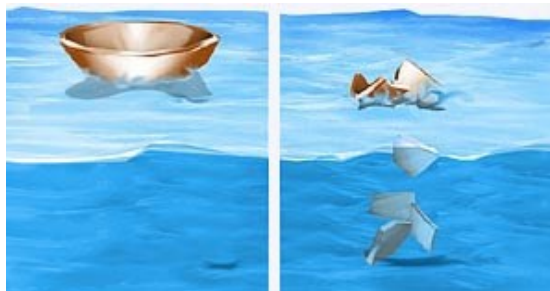


Fonte: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/empuxo.htm>

Na figura 4 da tigela de cerâmica o que você percebe na situação 1 (tigela flutuando inteira!) e na situação 2 (mesma tigela quebrada com seus pedaços afundando)? Segundo Nussenzveig, (1996) a afirmação de Arquimedes sobre empuxo é:

Todo corpo mergulhado num fluido fica submetido a uma força de baixo para cima igual ao peso do volume de fluido deslocado pelo corpo e cuja direção passa pelo ponto onde se encontrava o centro de gravidade do fluido deslocado. (NUSSENZVEIG, v. 2, p. 21, 1996)

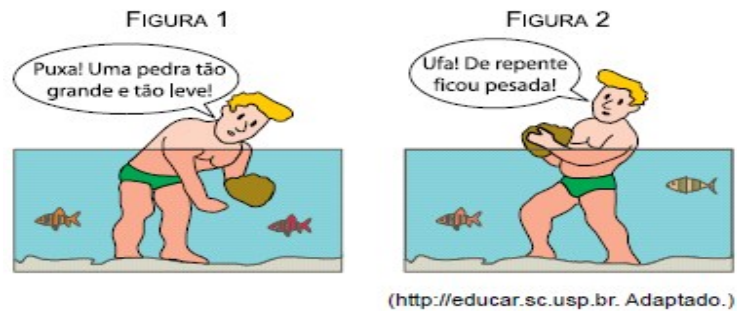
Figura 4: tigela flutuando e tigela quebrada



Fonte: <http://fisicotidiano.blogspot.com/2012/10/um-pouco-sobre-empuxo.html>

- 1- Qual ramo da física estuda o fenômeno representado na imagem? (Figura 4)
- 2- Quais as grandezas físicas representadas na tirinha abaixo: sobre a análise da tirinha (Figura 5).

Figura 5: Desenho comparando a dificuldade de levantar a pedra dentro e fora da água.



Fonte: [www.educar.sc.usp.br](http://educar.sc.usp.br)

Na questão 3 - **Quem sou eu?** sobre a identificação do personagem trajado (Figura 5) que aparece nos vídeos 1 e 2, explicando sobre o comportamento dos corpos no meio líquido.

Figura 6: Professora caracterizada de Arquimedes.



Fonte: Acervo da professora (ALMEIDA, P. F.,2020)

Na segunda etapa, abordou-se a propriedade da densidade de materiais, a história de Arquimedes representada pela professora-personagem (P.P) e demonstração de experimento onde os alimentos (batata, tomate, tomatinho e mexerica) foram colocados em um vidro contendo água para que pudesse ser observado o empuxo, foi aplicado para verificação do aprendizado um *Quiz* com o uso do software *Kahoot* e um questionário por meio do *Google forms* que tiveram como objetivo ampliar os conhecimentos sobre o tema.

Questões do formulário Google:

1- Antes de assistir nossas vídeo aulas você já conhecia o fenômeno do Empuxo?



2- Antes de assistir nossas vídeo aulas você já conhecia Arquimedes?



3- Durante sua trajetória escolar você já estudou sobre densidade?

4- Um objeto constituído de um único material tem um volume de 200 cm³ e massa de 2,1 Kg. Determine a densidade volumétrica do objeto.

$$d = \frac{m}{v}$$

5- Calcule a densidade volumétrica média da mistura de dois líquidos (1 e 2) , de massas respectivas iguais a 800 g e 1700 g . O volume total é de 3, 125 L.

6- Do experimento com alimentos de nossa segunda vídeo aula, qual deles é menos denso que a água? (Figura 7)

Tomate

Batata

Tangerina/mexerica

Tomatinho

7- Do experimento com alimentos, qual ou quais são mais densos que a água?

Tomate

Tomate e tomatinho

Batata, tomate e tomatinho

Batata e mexerica

Tomate, tomatinho e mexerica

Batata

Responda Verdadeiro ou Falso para a seguinte afirmação. O tomate e tomatinho apresentam a mesma densidade? (Figura 7)

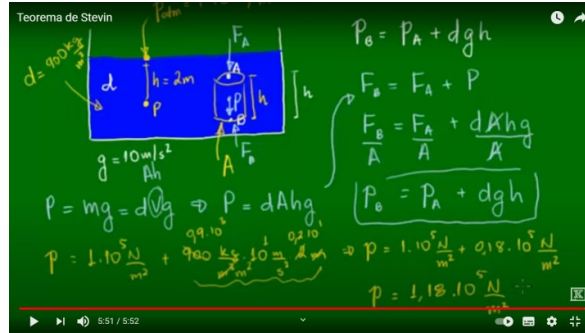
Figura 7: Demonstração da densidade de alguns alimentos



Fonte: Vídeo autora (ALMEIDA, P. F., 2020) Disponível online em: <https://youtu.be/W3Jnxndv0J0>

Na terceira etapa a turma foi dividida em duas, grupos A e B, onde os alunos foram orientados anteriormente para realizarem pesquisas e livros e sites (propostos) sobre o teorema de Simon Stevin e sua biografia, aplicações e exemplos de exercícios. Conforme as figuras 8 e 9.

Figura 8: Teorema de Simon Stevin



Fonte: <https://youtu.be/-9dMn9Hdwr4>

Figura 9: Exercício do teorema de Stevin proposto pelo grupo A

Um tubo de ensaio posicionado na vertical contém óleo, cuja densidade é de 800 kg/m^3 . Dado $g = 10 \text{ m/s}^2$, calcule:

- a) a pressão efetiva do óleo a 5 cm de profundidade;
- b) a variação da pressão entre os dois pontos situados a profundidades de 3 cm e 7 cm.

a) densidade $= 800 \text{ kg/m}^3$
 5 cm = 0,05 m

Pressão = densidade . altura . aceleração g

$$P = 800 \times 0,05 \cdot 10 = 400 \text{ N/m}^2$$

b) 3 cm = 0,03 m e 7 cm = 0,07 m

$$\Delta p = d \cdot g \cdot (h_f - h_i)$$

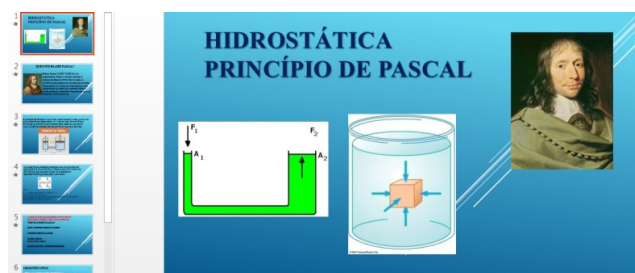
$$\Delta p = 800 \cdot 10 \cdot (0,07 - 0,03)$$

$$\Delta p = 320 \text{ N/m}^2$$

Fonte: alunos do grupo A

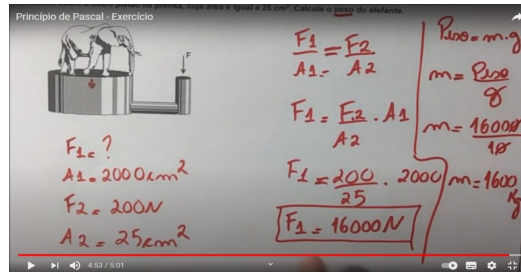
O grupo B ficou responsável pelo o teorema de Pascal e sua biografia (Figuras 10 e 11), para posteriormente de maneira assíncrona apresentarem com auxílio de slides, se possível caracterizados, as biografias as aplicações e exemplos dos fenômenos hidrostáticos.

Figura 10: Slide da biografia de Pascal e aplicações do princípio de Pascal grupo B:



Fonte: Alunos grupo B

Figura 11: Exercício do princípio de Pascal



Fonte: <https://youtu.be/XENdErOwu-M>

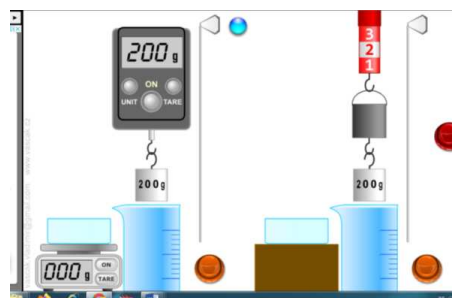
7. PRÁTICA COM OS SIMULADORES

Na quarta etapa, com o objetivo de oportunizar uma aula prática referente aos fenômenos da hidrostática, bem como suas aplicações no cotidiano a professora apresentou um site de **animações de física** onde convidou os alunos para explorarem durante duas aulas: **Lei de Arquimedes, vasos comunicantes, princípio de Pascal e elevador hidráulico**. Foi disponibilizado uma pergunta à ser respondida de cada um dos experimentos virtuais com a finalidade de verificar o aprendizado.

Simulador da Lei de Arquimedes:

Este simulador (Figura 12) representa perfeitamente a Lei de Arquimedes, nele pode-se observar bem a relação entre peso real e peso aparente.

Figura 12: simulador lei de Arquimedes



Fonte: <https://www.vacak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?>

Questão proposta:

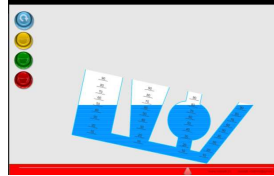
4- Encontre o volume deslocado para que o bloco de alumínio quando está

completamente submerso. Dados: 1g/cm^3 a uma densidade de $d = m/v$.

- 5- O que você pode perceber com a massa do bloco de alumínio após estar completamente submerso?

Simulador Vasos Comunicantes

Figura 13: Simulador vasos comunicantes



Fonte: <https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool>

A lei de Stevin pode ser usada para determinar a pressão exercida pela água sobre o ponto P qualquer.

$$P = P_{atm} + \rho \cdot g \cdot h \quad (1)$$

P_{atm} : pressão atmosférica (atm)

ρ : densidade (Kg/m^3)

g : aceleração da gravidade (m/s^2)

h : altura da coluna de líquido no ponto à ser analisado (m)

Por Stevin percebe-se que a **pressão exercida por um líquido não depende do formato ou do volume do recipiente no qual ele se encontra e sim que pontos de mesma altura possuem mesma pressão**. Aplicando a lei de Stevin para dois líquidos de densidades diferentes e sabendo que pontos de mesma altura possuem mesma pressão, teremos:

$$P_1 = P_2 \quad (2)$$

$$P_{atm} + \rho_1 \cdot g \cdot h_1 = P_{atm} + \rho_2 \cdot g \cdot h_2$$

$$\rho_1 \cdot h_1 = \rho_2 \cdot h_2$$

P_{atm} : pressão atmosférica (atm)

ρ : densidade (Kg/m^3)

g : aceleração da gravidade (m/s^2)

h_1 : altura da coluna de líquido no ponto 1 (m)

h_2 : altura da coluna de líquido no ponto 2 (m)

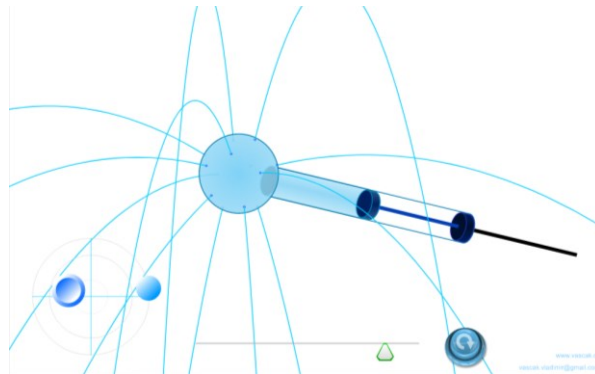
Questão proposta:

- 6- O que você percebeu no nível da água entre os quatro recipientes que estão conectados?

Simulador Princípio de Pascal

Este simulador (Figura 14) representa muito bem o princípio de Pascal percebe-se que ao comprimir-se o êmbolo da seringa, o fluido contido dentro da bexiga furada fica sujeito ao aumento de pressão de forma homogênea.

Figura 14: Princípio de Pascal



Fonte: <https://www.vascak.cz/physicsanimations.php?l=pt>

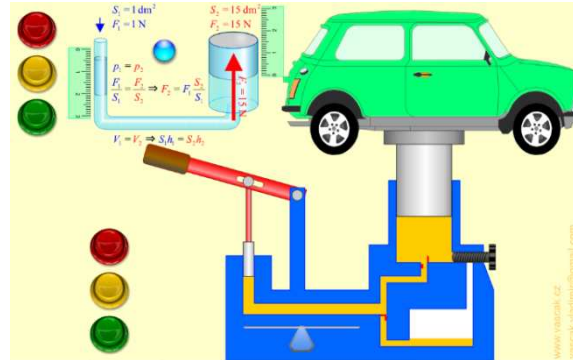
Questão proposta:

- 7- Manipulando em 3 D o dispositivo cilíndrico o iniciando o experimento o que você percebe no comportamento da água?

Simulador elevador hidráulico

Neste simulador (Figura 15) podemos entender o funcionamento das máquinas hidráulicas.

Figura 15: Simulador elevador hidráulico



Fonte: <https://www.vascak.cz/physicsanimations.php?l=pt>

Princípio de Pascal, onde P = pressão; F = força e A= área:

$$\Delta P1 = \Delta P2 \quad (3)$$

Substituindo, $P = \frac{F}{A}$; *temos:*

$$\frac{F1}{A1} = \frac{F2}{A2} \quad (4)$$

Questão proposta:

- 8- Usando a fórmula da pressão, explique ou demonstre o funcionamento do elevador hidráulico.

Nesta última etapa, nesta prática foram enfatizados as propriedades físicas como densidade e pressão dentro e fora da água. Objetivando que os alunos sejam capazes de: Entender e descrever o peso real e peso aparente, como a pressão varia no ar e na água em função da profundidade; descrever quais variáveis afetam a pressão; trabalhar com a fórmula do volume, entender a relação dos vasos comunicantes e compreender o princípio de Pascal.

Para finalizar esta etapa a professora compartilhou um vídeo de sua maquete de ponte hidráulica de seringas (Figuras 16 e17), representando um exemplo do princípio de

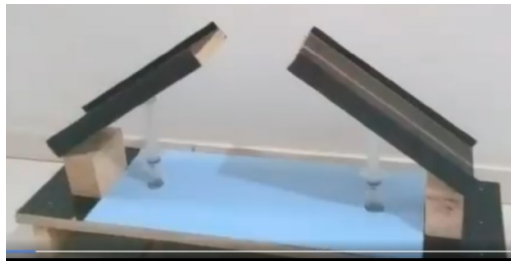
Pascal.

Figura 16: vídeo da maquete de ponte hidráulica parte1



Fonte: Arquivos da autora (ALMEIDA, P. F.,2020)

Figura 17: Vídeo da maquete de ponte hidráulica parte 2



Fonte: Arquivos da autora (ALMEIDA, P. F. 2020)

Ainda nesta última, nos 15 minutos finais, os alunos realizaram a confecção de mapas conceituais de hidrostática no caderno e no *Jamboard* (Figura18).

Figura 18: mapa conceitual do Aluno Q feito no *Jamboard*



Fonte: Autora (2020)

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta proposta, buscou-se relacionar o conteúdo com o dia a dia do aluno, para verificar seus conhecimentos prévios, despertando o interesse, o senso investigativo, participativo e crítico através das diversas ferramentas e atividades práticas com os simuladores, desenvolvendo e aprimorando as capacidades e habilidades cognitivas e lógicas através do teatro, promovendo uma construção de conhecimentos favorecendo assim, uma assimilação e configuração ampla sobre o tema estudado. Verificou-se através das aulas meetings e dos dados coletados a motivação e relação à abordagem histórica, o bom desempenho e dedicação dos alunos na resolução das atividades propostas, ou seja, a participação ativa durante todo o processo, confirmando assim que os objetivos da proposta foram alcançados.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma perspectiva Cognitiva**, 1ª Ed, Lisboa: Paralelo. LTDA, 2003.

BARROS, R. O.; CAMARGO, R. C. de; ROSA, M. M. **Vigotsky e o teatro: descobertas, relações e revelações**, Psicologia em Estudo, Maringá, v. 16, n. 2, p. 229-240, abr./jun. 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pe/v16n2/a06v16n2.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2020.

BARROS, E. R. O, **Entre linguagens e pensamentos: Vigotsky e o teatro**, Universidade Federal de Goiás, Trabalho de Conclusão de Curso em Artes Cênicas, Goiânia, 2011.

Disponível em:

http://ufg.academia.edu/RobsonCamargo/Papers/1237468/Entre_Linguagens_e_Pensamentos_Vigotsky_e_o_teatro. Acesso em: 15 fev. 2021.

BATISTA, C. M.; FUSINATO, A.P.; BATISTA.R.R.D; **Sequências Didáticas: Contribuições para o Ensino de Ciências e Matemática**, 1ª Ed. Massoni, 2019.

BOHM, D; PEAT F. D - **Ciência Ordem e Criatividade**, 1ª edição. Gradiva, 1989.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, 2002.

FONTES, A. et al. **Formação Continuada sobre TDCs em época de pandemia: algumas reflexões**. Revista metodista, 2021. Disponível em: <https://www.metodista.br/revistas-izabela/index.php/fdc/article/view/2215/1189>. Acesso em: 05 jun. 2021.

JAPIASSU, H. **Interdisciplinaridade e patologia do saber**. Rio de Janeiro: Imago, 1976.

KENSKI, V. M. **Educação e tecnologias: O novo ritmo da informação**. Campinas: Papirus, 2007.

LÉVY, P. **As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática**. São Paulo: Editora 34, 2008.

MATTHEWS, M. R. **História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação**. Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.

MEC – Ministério da Educação – Secretaria de Educação Fundamental - **PCN's Parâmetros Curriculares Nacionais** (1998). Brasília: MEC/SEF. PARANÁ. Secretaria de estado da Educação do Paraná. Superintendência da educação. Diretrizes Curriculares de Ciências para o Ensino Fundamental. Paraná, 2008.

MERCADO, L. P. L. **Didática e ensino de informática**. 2001. Universidade Federal de Alagoas. Maceió AL. Brasil. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/niee/eventos/RIBIE/1996/018.htm>. Acesso em: 29 out. 2020.

MERCADO, L. P. L. (Org.). **Novas tecnologias na educação: Reflexões sobre a prática**. Maceió: EDUFAL, 2002.

MOREIRA, M. A. ,1942. **Teorias de Aprendizagem** / Marco Antônio Moreira - São Paulo: EPU, 1999.

MONTENEGRO, B.; FEITAS, A. L. P.; MAGALÃES, P. J. C.; SANTOS A. A. dos; VALE, M. R. O papel do teatro na divulgação científica: A experiência da Seara da Ciência. *Revista Ciência e Cultura*, vol.57, no.4, São Paulo, Oct./Dec. 2005.

MOURA, D. A; TEIXEIRA, R. R. P. **O teatro científico e o ensino de física – análise de uma experiência didática**. *Revista ciência e tecnologia*. v. 11, n. 18. Universidade Salesiano de São Paulo, p. 1-17, 2008.

NUSSENZVEIG, H. Moysés, **Curso de Física Básica**, v. 2: Fluidos, Oscilações e Ondas e Calor (Editora Edgard Blücher Ltda., São Paulo, 1996), 3a ed.

OLIVEIRA, A. S. **Inclusão Digital**. In: MERCADO, Luís Paulo Leopoldo (Org.). **Experiências com tecnologias de informação e comunicação na educação**. Maceió: EDUFAL, 2006.

POPPER, K. **El desarrollo del conocimiento científico: conjeturas v refutaciones**. Buenos Aires: Paidós, 1983.

REVERBEL, O. **Um caminho do teatro na escola**. São Paulo: Scipione, 1997.

SANTIAGO, D. G. **Novas tecnologias e o ensino superior: repensando a formação docente**. Disponível em: http://www.bibliotecadigital.puc-campinas.edu.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=88. Acesso em: 15 nov. 2020.

SOUZA JUNIOR, de F. S.; SOUZA, L. D.; OLIVEIRA, de O. A.; GONÇALVES, F. R.; HUSSEIN, S. **A influência do Teatro Científico Aliado a Experimentação na Aprendizagem de Conceitos Químicos**. In: Atas do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Águas de Lindóia – SP, 24 a 27 de novembro, 2015. Disponível em: <http://abrapecnet.org.br/wordpress/pt/enpecs-antiores/#x>. Acesso em 14 fev. 2021.

VYGOTSKY, L. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. São Paulo: Martins Fontes, 1998.