

## Aplicação da estratégia PODS auxiliada por um simulador para aprendizagem de Física: uma proposta de metodologias ativas de aprendizagem

### Application of PODS strategy aided by a simulator for Physics learning: a proposal of active learning methodologies

Manuel Joaquim Silva de Oliveira<sup>1</sup>  
José Valdeni de Lima<sup>2</sup>

#### Resumo

O objetivo deste estudo foi desenvolver e avaliar um simulador de física como uma ferramenta de aprendizagem, utilizando a abordagem PODS (Predição, Observação, Discussão e Síntese), com o intuito de avaliar o impacto da intervenção proposta na aprendizagem dos alunos do segundo ano do ensino médio. Os alunos foram divididos em grupos experimental e de controle com base em resultados de pré-testes para equilibrar conhecimentos iniciais. O grupo experimental seguiu a estratégia PODS com orientação, enquanto o grupo de controle teve uma abordagem mais autônoma. A análise quantitativa dos resultados foi realizada, destacando a diferença nas pontuações pós-intervenção por meio de um Teste-t para avaliar o impacto da estratégia PODS no aprendizado do Princípio Fundamental da Hidrostática. Os resultados obtidos indicam que a estratégia PODS com o auxílio do simulador foi eficaz na promoção da aprendizagem do conteúdo proposto, com o grupo experimental apresentando um ganho considerável em relação ao grupo de controle.

**Palavras-chaves:** Estratégia PODS; Simulador; Aprendizagem de física; Metodologias ativas de aprendizagem.

#### Abstract

The objective of this study was to develop and evaluate a physics simulator as a learning tool, using the PODS approach (Prediction, Observation, Discussion, and Synthesis), with the purpose of measuring how this resource, aided by the intervention, impacts the learning process of second-year high school students. Students were divided into experimental and control groups based on pre-test results to balance initial knowledge. The experimental group followed the PODS strategy with guidance, while the control group had a more autonomous approach. Quantitative analysis of the results was conducted, highlighting the difference in post-intervention scores through a T-test to assess the impact of the PODS strategy on the learning of the Fundamental Principle of Hydrostatics. The results obtained indicate that the PODS strategy with the assistance of the simulator was effective in promoting the learning of the proposed content, with the experimental group showing a significant gain compared to the control group.

**Keywords:** PODS strategy; Simulator; Physics learning; Active learning methodologies.

<sup>1</sup> Doutorando em Informática na Educação na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Professor na Universidade Pedagógica de Moçambique (UP). E-mail: jocasiloliveira@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Doutor em Informática pela Université Joseph Fourier (Grenoble/França). Professor Permanente no Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (PPGIE/UFRGS). Professor Titular Aposentado pela UFRGS. E-mail: valdeni@inf.ufrgs.br

## 1. Introdução

Vários estudos têm revelado que um grande número de estudantes do ensino médio tem dificuldade em aprender e aplicar os conceitos de Física no cotidiano (MORAES, 2009; MARQUES, 2011; HOFFMANN, 2017). Essas dificuldades podem ser atribuídas aos métodos tradicionais de ensino, que se concentram em exposições verbais e textuais, além de experimentos prontos e acabados (ARAÚJO, 2021).

Segundo Costa Júnior (2017) para superar esse cenário insatisfatório, é necessário analisar várias questões e desafios que os profissionais da educação enfrentam constantemente. Eles devem buscar novas soluções para despertar a curiosidade e o interesse dos alunos pela disciplina. Nesse sentido, as metodologias ativas de aprendizagem, com foco na experimentação, são uma alternativa promissora.

Hodson, (1994) e Barbosa et al. (2017) enfatizam a necessidade de diferentes abordagens no ensino de Física para uma aprendizagem significativa, destacando a importância do trabalho experimental para estimular a criatividade e a cultura científica dos alunos.

Por outro lado, Moreira (2021) observa que o ensino de Física frequentemente carece de atividades experimentais, optando por um modelo expositivo, muitas vezes devido à falta de laboratórios, mesmo quando eles estão disponíveis. Para solucionar essa questão, Moreira recomenda a utilização de laboratórios virtuais acessíveis por dispositivos móveis, ressaltando o papel crucial da tecnologia em diversas facetas do ensino.

Fiasca (2021) acrescenta que as escolas, por sua vez, carecem de investimentos em tecnologias e metodologias que estimulem um aprendizado significativo.

Assim, o objetivo deste estudo é propor um simulador como recurso de aprendizagem de Física usando a estratégia PODS (Predição, Observação, Discussão e Síntese) para aferir seu impacto na aprendizagem dos alunos do ensino médio. A estratégia PODS foi escolhida por sua abordagem ativa e participativa que propicia aos alunos um maior envolvimento na atividade, além de promover a colaboração e a reflexão. Dessa forma, as metodologias ativas podem ser uma alternativa para a aprendizagem significativa dos conceitos complexos de Física.

## 2. Metodologias ativas de aprendizagem

As metodologias ativas de aprendizagem são abordagens pedagógicas que priorizam o envolvimento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem, com o professor atuando como facilitador ou mediador desse processo. De acordo com Meyers e Jones (1993), a pesquisa em ciência cognitiva destaca a insuficiência da mera audição passiva para uma aprendizagem eficaz. Para promover o engajamento ativo dos alunos, é essencial que eles participem de atividades como leitura, escrita, questionamento, discussão e resolução de problemas. Além disso, são necessárias atividades mentais que envolvem análise, síntese e avaliação. Conforme indicado por Bonwell e Eison (1991) e Silberman (1996), estratégias que fomentam a aprendizagem ativa são aquelas que incentivam os alunos a realizar ações práticas e, ao mesmo tempo, a refletir sobre o que estão fazendo.

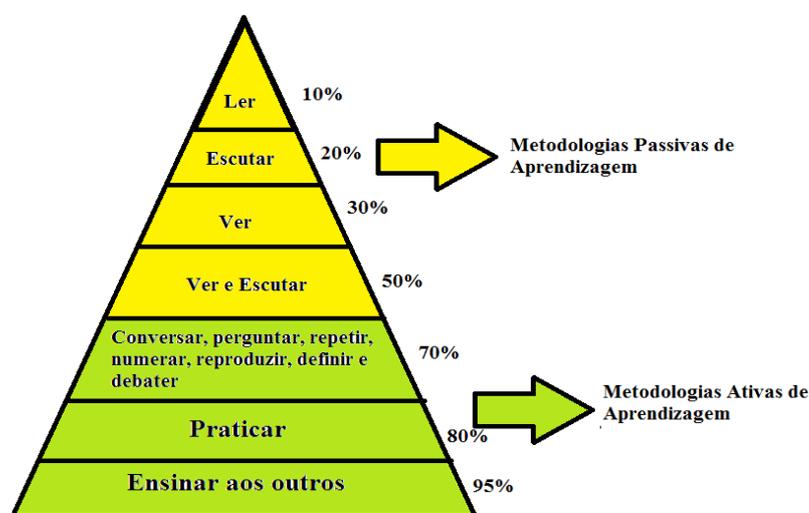
Estudos evidenciam a eficácia da aprendizagem ativa em comparação com métodos de ensino tradicionais, como a aula expositiva, independentemente da área de estudo (SILBERMAN, 1996). As Metodologias Ativas conferem ao aluno um papel central em seu próprio processo de aprendizagem, incentivando a pesquisa, investigação e aprofundamento nos conteúdos, o que culmina em um aumento da autonomia do estudante (BARBOSA; MOURA, 2013). Conforme esses mesmos autores, os alunos que participam de abordagens ativas desenvolvem maior autoconfiança em suas decisões, aprimoram suas habilidades interpessoais, a capacidade de expressão e cultivam o gosto pela resolução de problemas, ao se depararem com situações que exigem tomadas de decisões independentes.

Conforme Masters (2013), a literatura enfatiza amplamente que os alunos lembram apenas 10% do que ouvem e 20% do que leem. No entanto, eles são capazes de reter até 90% do conteúdo quando estão envolvidos em atividades práticas, como ensinar os outros, fazer simulações e participar de discussões. As metodologias ativas de aprendizagem, que enfatizam a participação ativa do aluno no processo de aprendizagem, são uma maneira eficaz de promover essa retenção de conhecimento e ajudar os alunos desenvolver habilidades práticas e pensamento crítico. Silberman (1996) interpretou qualitativamente os métodos ativos de aprendizagem, concluindo que as pessoas aprendem melhor quando estão ativamente envolvidas no processo de aprendizagem. Esse princípio é enfatizado por Leite (2018, p. 585), que cita Silberman: "o que eu ouço, eu esqueço; o que eu ouço

e vejo, eu me lembro; o que eu ouço, vejo e pergunto ou discuto, eu começo a compreender; o que eu ouço, vejo, discuto e faço, eu aprendo desenvolvendo conhecimento e habilidade; o que eu ensino para alguém, eu domino com maestria".

A maneira como os alunos aprendem pode ser representada visualmente na pirâmide da aprendizagem, que é atribuída ao National Training Laboratories (NTL) e a Edgar Dale (Figura 1).

**Figura 1** - Pirâmide da Aprendizagem



Fonte: adaptado de Dale (1969)

De acordo com Leite (2018, p. 586), as metodologias ativas enfatizam que os alunos devem ser incentivados a buscar o conhecimento, pesquisar e encontrar soluções para os problemas que encontram, a fim de aprender a selecionar suas respostas. O professor deve desempenhar o papel de mediador nesse processo, ajudando o aluno a decidir a direção de sua aprendizagem e escolher entre diversas opções para aprender os conceitos necessários.

Ostermann e Cavalcanti (2011) destacam a importância do papel do professor na promoção da aprendizagem significativa. Eles identificam quatro tarefas essenciais para o professor no ensino da Física, que envolvem a organização dos conceitos hierarquicamente, a identificação dos subsunçores relevantes, a determinação dos subsunçores disponíveis na estrutura cognitiva do aluno e o ensino utilizando recursos e princípios que facilitem a assimilação da estrutura da matéria de ensino pelo aluno.

Segundo Ausubel, os conceitos já existentes na estrutura cognitiva do aluno são chamados de subsunçores. Esses conceitos são usados como âncoras para os novos conceitos, permitindo a ligação, modificação e associação entre eles,

resultando em uma aprendizagem significativa (OLIVEIRA, 2016, p. 45). Os organizadores prévios, que são materiais introdutórios usados para facilitar a aprendizagem subsequente, são uma forma importante de despertar a motivação dos alunos para aprender e ajudá-los a focar em pontos que poderiam passar despercebidos (TIRONI, 2013, p. 4).

Por fim, Leite (2018) destaca que a abordagem centrada no aluno provoca uma ação do aluno, o incentiva a construir conhecimento sobre os conteúdos envolvidos nas atividades que está realizando e a pensar de forma crítica e reflexiva sobre sua ação. Além disso, permite a interação com o professor e colegas, bem como a exploração de atitudes e valores sociais e pessoais.

### **3. Simulador baseado em teoria de aprendizagem multimídia de Richard Mayer**

A Teoria da Aprendizagem Multimídia de Richard Mayer tem trazido importantes contribuições para responder à pergunta sobre como criar recursos multimídia que possam melhorar os conteúdos abordados em sala de aula e que estejam alinhados com as teorias da cognição e da aprendizagem. A principal preocupação da teoria é a maneira como a informação é apresentada, com foco especial em como utilizar palavras e imagens para explicar conceitos científicos e matemáticos e facilitar o entendimento das pessoas.

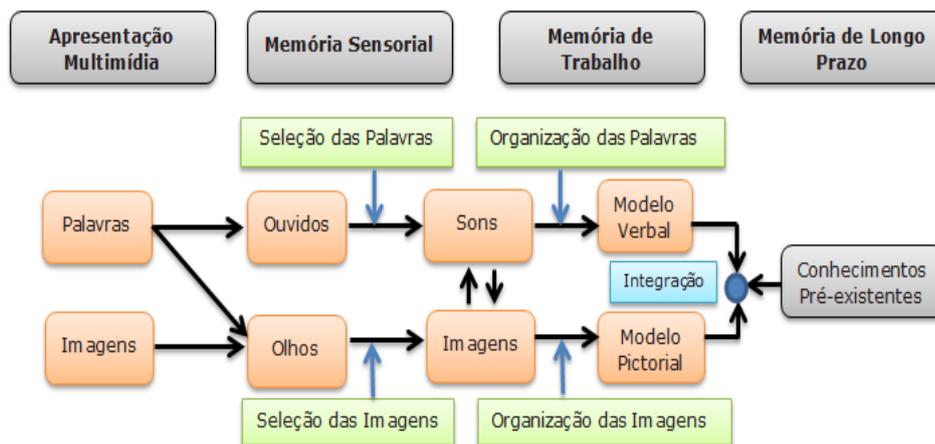
A Teoria da Aprendizagem Multimídia, desenvolvida por Richard Mayer, tem fornecido contribuições significativas para solucionar a questão de como desenvolver recursos multimídia que possam aprimorar o aprendizado em sala de aula, levando em conta as teorias da cognição e da aprendizagem. O principal objetivo da teoria é investigar a forma como a informação é apresentada, com especial atenção para a combinação de palavras e imagens no ensino de conceitos científicos e matemáticos, visando facilitar a compreensão dos alunos.

De acordo com Mayer (2001), a cognição humana, é baseada em dois pressupostos: o do canal duplo, que indica a existência de dois sistemas não-equivalentes de processamento de informação: verbal/auditivo e visual/pictórico; e o da capacidade cognitiva, que indica que a quantidade de informação processada simultaneamente em cada canal é limitada.

A Figura 2 apresenta um modelo cognitivo da aprendizagem multimídia que permite ilustrar o sistema humano de processamento da informação. As caixas

representam os “armazéns” de memória: memória sensorial, memória de trabalho e memória de longo prazo.

**Figura 2** - Modelo cognitivo da aprendizagem multimídia de Richard Mayer



Fonte: adaptado de Mayer (2001)

De acordo com Mayer (2001), a aprendizagem multimídia ocorre por meio de animação e narração, sendo processada em três tipos de memória: sensorial, de trabalho e de longo prazo. As informações são captadas pelos olhos e ouvidos e processadas no canal auditivo. Em seguida, há a seleção das palavras e imagens, que são organizadas na memória de curto prazo, formando os modelos pictóricos e verbais, denominados por Mayer como memória de trabalho. Por fim, ocorre a integração das informações e, juntamente com o conhecimento prévio, são armazenadas na memória de longo prazo. Dessa forma, os alunos adquirem informações e constroem ideias que são guardadas e utilizadas em seu contexto real.

De acordo com Mayer (2001), baseado em amplas pesquisas experimentais, os princípios do design multimídia podem promover a aprendizagem e contribuir no processo cognitivo do aluno. Esses princípios podem orientar a elaboração de ambientes online bem projetados. A seguir apresenta-se os princípios utilizados no desenvolvimento deste simulador:

Sobre o princípio multimídia, Mayer (2001) argumenta que os alunos aprendem melhor quando se combina palavras e imagens do que apenas palavras.

O princípio da proximidade espacial afirma que os alunos aprendem melhor quando as palavras e imagens correspondentes estão mais próximas do que distanciadas, por exemplo, na mesma tela (MAYER, 2001).

O princípio da proximidade temporal afirma que os alunos aprendem melhor quando palavras e imagens são apresentadas simultaneamente ao invés de sucessivamente (MAYER, 2001).

Sobre o princípio da coerência, Mayer (2001) afirma que os alunos aprendem melhor quando palavras, imagens ou sons não relevantes ao assunto são excluídos, por exemplo, é necessário evitar colocar na ambiente informação desnecessária, de acúmulo.

Segundo Mayer (2001), no princípio de sinalização os alunos aprendem mais quando as informações importantes dos conteúdos são destacadas e quando a multimídia apresentada possui uma estrutura organizada com os elementos mais relevantes.

O princípio da voz afirma que os alunos aprendem melhor quando a narração em aulas multimídia é falada em voz humana amigável em vez de voz máquina (MAYER, 1999).

Todos estes princípios apresentados acima podem facilmente ser encontrados presentes no simulador exposto a seguir.

O simulador apresenta três níveis para os usuários. No primeiro nível, é possível acessar um texto explicativo da Lei de Stevin ou um áudio que explica o mesmo princípio. Além disso, os usuários podem relacionar a pressão hidrostática com a profundidade. Para visualizar esse fenômeno, basta clicar nos botões abaixo da orientação "abrir buraco" - todos, alto, médio e baixo - conforme ilustrado na Figura 3. A seta localizada no lado direito do simulador aponta para a esquerda e permite acessar essas opções.

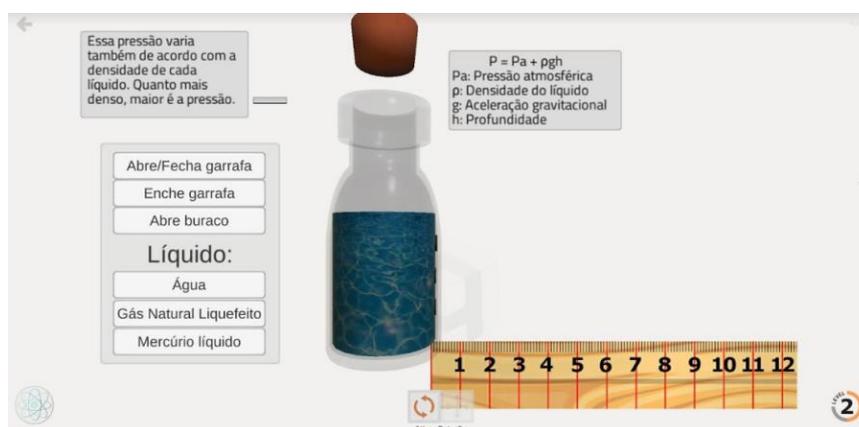
**Figura 3** – Nível 1 do simulador do Princípio Fundamental da Hidrostática



Fonte: captura de tela realizada pelo autor (2023)

No segundo nível, ilustrado na Figura 4, o usuário pode compreender a relação entre a pressão hidrostática e a densidade do líquido, simplesmente alterando o líquido e, portanto, a sua densidade, por meio dos botões "água", "gás natural liquefeito" e "mercúrio líquido". Em todos os casos, a régua é utilizada para exibir o jato gerado pela pressão do líquido. Neste nível, assim como em todos os outros, o aluno pode abrir ou fechar a tampa da garrafa para observar o efeito produzido na pressão hidrostática com a presença ou ausência da pressão atmosférica, respectivamente.

**Figura 4** – Nível 2 do simulador do Princípio Fundamental da Hidrostática



Fonte: captura de tela realizada pelo autor (2023).

O terceiro nível, conforme a Figura 5, é uma combinação dos níveis anteriores, permitindo que o aluno verifique a pressão exercida por diferentes líquidos em diferentes profundidades, experimentando com ou sem a presença da pressão atmosférica.

**Figura 5** - Nível 3 do simulador do PFH



Fonte: captura de tela realizada pelo autor (2023).

## 4. Metodologia

O estudo buscou a implementação do uso de um simulador para facilitar a aprendizagem do Princípio Fundamental da Hidrostática, tendo como público-alvo uma turma do segundo ano do ensino médio em uma instituição de ensino privada. Esse processo ocorreu no contexto do segundo semestre de 2020, durante o qual as aulas foram conduzidas de forma remota devido à pandemia da COVID-19.

Os critérios de seleção adotados para este estudo se concentraram na identificação de alunos que estavam prontos para participar ativamente das aulas remotas, sejam elas síncronas ou assíncronas. Esses critérios incluíram a disponibilidade de recursos tecnológicos digitais, como dispositivos eletrônicos, e o acesso confiável à internet. Ao selecionar estudantes com base nesses critérios, o estudo buscou assegurar que os participantes estivessem em posição de aproveitar ao máximo o ambiente de aprendizado online, permitindo uma investigação mais aprofundada sobre o impacto das tecnologias digitais no processo educacional.

Os participantes da pesquisa e os seus responsáveis forneceram o consentimento para participar do estudo a partir da assinatura do termo de consentimento livre para menores e para maiores de idade.

A estratégia adotada, conhecida como PODS, teve como principal objetivo orientar os alunos na realização do registro e acesso ao simulador, avaliar seu impacto no processo de ensino-aprendizagem do Princípio Fundamental da Hidrostática (PFH) e experimentar a planificação da aula, integrando o simulador.

A turma em questão foi dividida em dois grupos distintos: o grupo experimental, composto por 9 alunos, e o grupo de controle, com 10 alunos.

A seleção tanto do grupo experimental quanto do grupo de controle foi cuidadosamente estabelecida com base nos resultados do pré-teste, assegurando, assim, a distribuição equilibrada dos alunos em ambos os grupos de acordo com seus conhecimentos iniciais.

Enquanto o grupo experimental foi exposto a uma intervenção que envolveu o uso direcionado do simulador, o grupo de controle interagiu com o simulador sem orientação específica. As avaliações em relação à variável dependente foram realizadas tanto antes quanto após a intervenção. A diferença observada entre os resultados dos grupos permitiu determinar a relação entre as variáveis dependentes

e independentes, lançando luz sobre o impacto da estratégia PODS na aprendizagem do PFH.

**Quadro 1** - Desenho de experimento verdadeiro

Grupo	Avaliação	Intervenção	Avaliação
<b>Experimental</b>	Pré-teste	Estratégia PODS auxiliada com simulador	Pós-teste
<b>Controle</b>	Pré-teste	Uso do simulador sem roteiro de atividades	Pós-teste

Fonte: elaborado pelos autores (2023).

Ambos os grupos foram submetidos a um pré-teste online destinado a avaliar o conhecimento dos alunos antes da intervenção. Esse pré-teste foi cuidadosamente elaborado para garantir que fosse relevante e apropriado ao nível de escolaridade dos participantes da pesquisa. Composto por 10 questões de múltipla escolha, o questionário abordou conceitos cruciais relacionados à pressão hidrostática, incluindo sua relação com a profundidade, densidade do fluido e a influência da pressão atmosférica sobre a pressão hidrostática. Após a conclusão do pré-teste, a intervenção proposta no Quadro 1 foi implementada.

Segundo Sokoloff (2004), na estratégia de aprendizagem PODS, os alunos são levados a construir seu conhecimento dos conceitos de Física por observação direta do mundo físico. É feito o uso de um ciclo de aprendizagem incluindo previsões, discussões em pequenos grupos, observações e comparações de resultados observados com as previsões.

O ciclo PODS resume-se nas etapas seguintes:

- Faz-se perguntas prévias para que pequenas equipas de alunos pudessem trabalhá-las, ou seja, durante o estágio anterior a observação dos fenômenos.
- São utilizadas ferramentas tecnológicas, como o uso de vídeos, software de simulação. E assim se confronta os resultados esperados ou “Predições” dos alunos, com os resultados da experiência (ou simulação).
- São fornecidas perguntas de um teste para a avaliação de conhecimentos adquiridos (pós-teste).

O Quadro 2 apresenta oito passos da Aula de Demonstração Interativa (ADI) realizada com os alunos.

**Quadro 2 – Metodologia ADI em oito passos**

<b>Introdução</b>	A temática foi apresentada aos alunos por meio de uma descrição detalhada do experimento de demonstração, sem efetivamente realizar o experimento, e também apresentando a situação problema, que incluía as perguntas que nortearam a atividade apresetadas a seguir: qual é a relação entre a pressão hidrostática e a profundidade? Qual é a relação entre a pressão hidrostática e a densidade do fluido? E qual é a influência da pressão atmosférica sobre a pressão hidrostática?
<b>Registros das previsões iniciais</b>	Para cada uma das questões, os alunos registraram suas previsões individualmente em uma ficha de previsão. Os alunos registraram suas previsões individualmente em uma ficha de previsão.
<b>Discussão em grupo</b>	Divididos em dois grupos (um composto por 5 alunos e outro por 4 alunos), os alunos compararam suas diferentes previsões sobre o experimento a ser realizado.
<b>Socialização</b>	As previsões dos alunos foram apresentadas brevemente para a turma, sem interferir no raciocínio dos estudantes.
<b>Registro final</b>	Após a apresentação das diferentes previsões dos alunos em sala, eles registraram suas previsões finais em uma nova ficha de previsão, com base na discussão realizada.
<b>Demonstração</b>	O orientador do processo realizou a demonstração detalhando as relações entre as grandezas envolvidas, e os alunos repetiram a demonstração de forma individual e coletiva utilizando seus próprios celulares para elucidar os diferentes aspectos da questão.
<b>Discussão dos resultados</b>	Após a demonstração realizada pelo orientador do processo, os alunos foram convidados a descrever o que foi observado e analisado durante a atividade. Em seguida, eles discutiram os resultados obtidos no contexto do experimento realizado. Para registrar as suas observações e conclusões, os alunos preencheram uma ficha de resultado de demonstração.
<b>Aplicação</b>	Finalmente o orientador presentou situações semelhantes e aplicações da demonstração realizada em diferentes configurações experimentais e contextos de aplicação do PFH.

Fonte: adaptado do Sokoloff (2012)

No decorrer do estudo, o grupo experimental foi submetido à estratégia PODS para a aprendizagem do Princípio Fundamental da Hidrostática, enquanto o grupo de controle seguiu um roteiro de aprendizado mais livre e autônomo. Essa distinção na abordagem pedagógica permitiu uma análise comparativa das duas metodologias. O grupo experimental teve um guia estruturado para o uso do simulador, enquanto o grupo de controle explorou o simulador sem orientação específica. Essa diferenciação na instrução proporcionou uma oportunidade valiosa para avaliar como a estratégia PODS influenciou o aprendizado em relação a uma abordagem mais independente. A intenção desta proposta foi de esclarecer a eficácia da estratégia PODS no contexto do Princípio Fundamental da Hidrostática.

Em seguida ambos os grupos realizaram um teste pós-intervenção com o mesmo propósito das questões presentes no pré-teste, com o intuito de avaliar o

conhecimento adquirido após a intervenção. É importante destacar que os testes pré e pós-intervenção foram cuidadosamente equiparados em termos de complexidade e conteúdo.

Seguindo a abordagem quantitativa, a análise dos resultados foi realizada, conforme descrito por Wainer (2007). Essa abordagem é caracterizada pela medição, geralmente numérica, de poucas variáveis objetivas, com foco na comparação de resultados e uso intensivo de técnicas estatísticas. Essa abordagem pode ser fundamentada por procedimentos experimentais, que, de acordo com LoBiondo-Wood (2002), Shadish (2002) e Burns (2005), examinam as relações causa-efeito entre variáveis independentes (preditoras) e dependentes (resultado) sob condições altamente controladas.

A análise dos resultados da pesquisa empregou técnicas de estatística descritiva para examinar as respostas dos testes aplicados a ambos os grupos. Para a avaliação da diferença entre os grupos experimental e de controle, realizou-se um Teste-t nas pontuações obtidas nas duas amostras. Isso permitiu uma análise comparativa rigorosa das performances, revelando as variações significativas entre os grupos e contribuindo para uma compreensão mais profunda do impacto da intervenção.

## **5. Apresentação e discussão dos resultados**

Durante a implementação da estratégia PODS com o auxílio de simulador, foi possível notar o engajamento dos alunos nas atividades, como o registro das previsões iniciais, a interação e colaboração nas discussões em grupo, a atenção na demonstração e o envolvimento tanto na interação individual e coletiva com o simulador quanto na discussão dos resultados.

Com o objetivo de verificar se houve diferença significativa entre os alunos que utilizaram a estratégia PODS com auxílio do simulador e os alunos que utilizaram o simulador de forma autônoma, foi realizado o teste t de Student para comparar as médias dos dois grupos, com as seguintes hipóteses para o pré-teste e pós-teste:

- H0: Não há diferença significativa entre as médias dos dois grupos.
- H1: Existe diferença significativa entre as médias dos dois grupos.

No caso do pré-teste, como se tratavam de dois grupos diferentes, as observações foram independentes, e foi necessário verificar se as variâncias eram iguais ou diferentes. Para isso, foi realizado o teste F, obtendo-se um valor de 0,429559, maior do que o nível de significância considerado (0,05). Concluiu-se que não há diferença significativa entre as médias, ou seja, as duas amostras têm variâncias equivalentes. Essa informação permitiu realizar o teste t com duas amostras presumindo variâncias equivalentes (Tabela 1).

Os resultados do teste t não permitem rejeitar a hipótese nula ( $H_0$ ), ou seja, o valor de P unicaudal = 0,472268625 é maior que o nível de significância, indicando que não há diferença significativa entre as médias dos dois grupos em relação ao pré-teste. Isso significa que os grupos têm níveis equivalentes de conhecimento inicial.

**Tabela 1** - Teste-t com duas amostras presumindo variâncias equivalentes para o pré-teste

	Pré-Teste	Pré-Teste
Média	0,509	0,5
Variância	0,057232222	0,099175
Observações	10	9
Variância agrupada	0,07697	
Hipótese da diferença de média	0	
Gl	17	
Stat t	0,070603498	
P(T<=t) uni-caudal	0,472268625	
t crítico uni-caudal	1,739606726	
P(T<=t) bi-caudal	0,944537251	
t crítico bi-caudal	2,109815578	

Fonte: elaborado pelos autores (2023).

## 5.1 Caso do pós-teste

Para analisar os resultados do pós-teste, foi necessário realizar o teste F para verificar se as variâncias eram iguais ou diferentes entre os dois grupos. O resultado obtido foi de 0,044422, que é menor que o nível de significância de 0,05, o que significa que há diferença significativa entre as médias dos grupos e que as variâncias são diferentes. Com base nessa informação, foi realizado o Teste-t com duas amostras assumindo variâncias diferentes (Tabela 2). Os resultados do Teste-t mostraram que há diferença significativa entre as médias dos dois grupos no pós-teste, com um valor de P uni-caudal de 0,014000368, que é menor que o nível de significância. Isso indica que os alunos que usaram a estratégia PODS com o auxílio

do simulador tiveram melhores resultados do que o grupo de controle, com uma diferença significativa.

**Tabela 2** - Teste-t com duas amostras presumindo variâncias diferentes para o pós-teste

	Pós-Teste	Pós-Teste
Média	0,62	0,87
Variância	0,0521	0,010736111
Observações	7	9
Hipótese da diferença de média	0	
gl	8	
Stat t	2,678275618	
P(T<=t) uni-caudal	0,014000368	
t crítico uni-caudal	1,859548038	
P(T<=t) bi-caudal	0,028000736	
t crítico bi-caudal	2,306004135	

Fonte: elaborado pelos autores (2023).

## 6. Considerações finais

Em resumo, os resultados destacam a eficácia da estratégia PODS, com apoio de um simulador, na promoção da compreensão do Princípio Fundamental da Hidrostática entre os alunos, proporcionando uma experiência envolvente e participativa na aprendizagem. A combinação da simulação com a estratégia PODS mostrou-se mais eficiente do que a simulação isolada. Como enfatizado por Gonçalves (2020), a utilização desses recursos experimentais pode contribuir de maneira significativa para o ensino de Ciências, embora ainda seja necessário difundir amplamente seus benefícios entre os professores.

Os alunos foram estimulados a colaborar e debater em grupo, a refletir sobre suas respostas e a aprimorar habilidades de argumentação e redação. Além disso, o simulador permitiu que os alunos compreendessem conceitos relacionados à pressão atmosférica, profundidade e densidade do fluido em relação à pressão hidrostática de maneira mais abrangente.

Importante ressaltar que, apesar da amostra limitada, os resultados indicam que essa estratégia pode ser uma alternativa promissora para aplicação em sala de aula, podendo ser adaptada e refinada de acordo com as necessidades e particularidades de cada contexto educacional específico.

## Referências

- ARAÚJO, E.S., et al. O uso de simuladores virtuais educacionais e as possibilidades do PhET para a aprendizagem de Física no Ensino Fundamental. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 12, n. 3, p. 1-25, 2021.
- BARBOSA, C., et al. **O uso de simuladores via smartphone no ensino de ciência como ferramenta pedagógica na abordagem de conteúdos contextualizados de física**. Scientia Plena, v. 13, n. 1, 2017.
- BARBOSA, E. F.; MOURA, D. G. **Metodologias ativas da aprendizagem na Educação Profissional e Tecnológica**. B.Tec Senac, Rio de Janeiro, v.39, n.2, p.48-67, 2013.
- BONWELL, C. C.; EISON, J. A. **Active learning: creating excitement in the classroom**. Washington, DC: Eric Digests, 1991.
- BURNS N.; GROVE S.K. **The practice of nursing research: conduct, critique, and utilization**. 5th ed. St Louis: Elsevier; 2005.
- COSTA JUNIOR, E., et al. **Um estudo estatístico sobre o aproveitamento em Física de alunos de ensino médio e seus desempenhos em outras disciplinas**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 39, n. 1, 2017.
- DALE, E. **Audiovisual methods in teaching**. 3ª Ed. New York: Holt, Reinhart & Winston, 1969.
- FIASCA, A., et al. A Utilização de Metodologias Ativas no Ensino de Física: uma possibilidade para o ensino de Relatividade Restrita na Educação Básica. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 2, p. 367-383, 2021.
- GONÇALVES, J. **Laboratórios de simulação e experimentação remota no ensino de ciências: uma análise do potencial técnico e pedagógico**. 2020.
- HODSON, D. **Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio**. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, v. 12, n. 3, p. 299-313, 1994.
- HOFFMANN, J. **O panorama de uso da experimentação no Ensino da Física em municípios da região Oeste do Paraná: uma análise dos desafios e das possibilidades**. 2017. 198 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2017.
- LEITE, B. **Aprendizagem tecnológica ativa**. Revista Internacional de Educação Superior, v. 4, n. 3, p. 580-609, 2018.
- LOBIONDO-WOOD, G.; HABER, J. **Nursing Research: Methods and Critical Appraisal for Evidence-Based Practice**, 8e. Appraisal and Utilization. 5. Edition. St. Louis: Mosby, 2002.
- MARQUES, Evaldo Cunha. **As dificuldades na aprendizagem da física no primeiro ano do ensino médio da Escola Estadual de ensino fundamental e médio Osvaldo Cruz**. Monografia, UVA, Sobral, CE, 2011.
- MASTERS, K. **Edgar Dale's Pyramid of Learning in medical education: A literature review**. Medical teacher, v. 35, n. 11, p. e1584-e1593, 2013.
- MAYER, R. **Multimedia learning**. New York: Cambridge University Press, 2001.
- MAYER, R. **Based principles for the design of instructional messages: The case of multimedia explanations**. *Document design*, 1999, 1.1: 7-19.
- MEYERS, C.; JONES, T. B. **Promoting active learning**. San Francisco: Jossey Bass, 1993.

MORAES, J. **A visão dos alunos sobre o ensino de física: um estudo de caso.** Scientia Plena, v. 5, n. 11, 2009.

MOREIRA, M. Desafios no ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, 2021.

OLIVEIRA, A. **Fundamentos metodológicos para a medida de carga cognitiva e do conhecimento prévio num contexto de ensino de cinemática com o auxílio de uma hipermídia.** 2016. 166 f. (Tese de Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2016.

OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. **Teorias da Aprendizagem.** Porto Alegre: Evangraf, 2011.

SILBERMAN, M. **Active learning: 101 strategies to teach any subject.** Massachusetts: Ed. Allyn and Bacon, 1996.

TIRONI, C., et al. **A Aprendizagem Significativa no Ensino de Física Moderna e Contemporânea.** Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisas em Educação em Ciências, Água de Lindóia, 2013.

WAINER, J., et al. **Métodos de pesquisa quantitativa e qualitativa para a Ciência da Computação.** Atualização em informática, v. 1, p. 221-262, 2007.