REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 16/05/2026 - **Accepted:** 20/06/2026
Vol: 13.13
DOI: 10.66104/nb63jx86
Pages: 1-31

A FÍSICA DO CAMPO COM ÊNFASE NA APRENDIZAGEM NA EDUCAÇÃO NÃO FORMAL COM UTILIZAÇÃO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA

PHYSICS OF THE FIELD WITH EMPHASIS ON LEARNING IN NON-FORMAL EDUCATION USING A DIDACTIC SEQUENCE

LA FÍSICA DEL CAMPO CON ÉNFASIS EN EL APRENDIZAJE EN LA EDUCACIÓN NO FORMAL MEDIANTE EL USO DE UNA SECUENCIA DIDÁCTICA

José Augusto dos Santos Cardoso,
Mestrado Profissional em Ensino de Física pela Universidade Federal do Pará,
Docente em Ciências Naturais da prefeitura de São Sebastião da Boa Vista; Brasil
augustoufpa2020@gmail.com

José Francisco da Silva Costa;
Doutorado em Física pelo Programa de Pós-graduação em Física-PPGF_UFPA
Faculdade de Formação e Desenvolvimento do Campo-FADECAM, Brasil.
jfsc@ufpa.br

Jean Carlos Matos de Sousa;
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – Campus Tucuruí,
Pará, Brasil, jean.sousa@ifpa.edu.br

Barbara Ronara Machado de Lima
; Universidade Federal do Pará (UFPA)- Campus Belém,
barbararonara@gmail.com

Anderson Duarte Monte;
Secretaria de Estado e Educação do Amapá- Avenida FAB, 96 -CEP 68900-073,
Centro Macapá/AP andeduarte@yahoo.com.br

Antonio Maia de Jesus Chaves Neto;
Doutorado em Física pela Universidade Estadual de Campinas
Professor Colaborador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química.
Brasil
amchaves@ufpa.br

José Wilton Serrão Nascimento;
Mestrado em Mestrado em Engenharia de Materiais
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
Secretaria de Estado de Educação-SEDUC, Brasil
Nascimentowilton@yahoo.com.br

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 16/05/2026 - **Accepted:** 20/06/2026
Vol: 13.13
DOI: 10.66104/nb63jx86
Pages: 1-31

Rubens Silva;
Universidade Federal do Pará (UFPA)- Campus Belém
rubsilva@ufpa.br

Resumo

A importância de metodologias inovadoras no ensino de Física torna-se evidente diante das dificuldades históricas enfrentadas pelos estudantes brasileiros, refletidas em baixos índices de aprendizagem e níveis significativos e quantitativos de evasão escolar. Nesse contexto, o ensino em espaços não formais surge como alternativa capaz de promover maior engajamento e compreensão conceitual. Este estudo teve como objetivo compreender a Física do campo, com ênfase na aprendizagem em educação não formal, por meio da aplicação de uma Sequência Didática (SD) baseada na construção e uso dos protótipos CH (CH) **e** Bomba Rosário (BR)**.** Como afirma o texto, "a SD permitiu o educando a vivenciar fenômenos físicos envolvidos no ambiente não formal", favorecendo a aprendizagem significativa. A metodologia adotada seguiu as etapas clássicas de uma SD: aulas expositivas e dialogadas, diagnóstico de conhecimentos prévios, construção dos protótipos, aplicação em campo agrícola e reaplicação dos questionários. A escolha por um ambiente não institucionalizado justifica-se pela possibilidade de relacionar teoria e prática, conforme destacado no documento: "o ensino deve ter além do espaço da sala de aula, um conhecimento prático além dos muros da escola". Os resultados evidenciaram aumento expressivo no número de acertos dos estudantes após a vivência prática, indicando compreensão mais sólida dos conceitos de Hidrostática e Hidrodinâmica, especialmente pressão, vazão, continuidade e funcionamento dos dispositivos hidráulicos. Conclui-se que a utilização de espaços não formais, aliada a protótipos de baixo custo, favorece a aprendizagem significativa e aproxima o ensino de Física das realidades cotidianas dos estudantes, fortalecendo o vínculo entre conhecimento científico e práticas sociais.

Palavras-chave: Ensino de Física, Educação no Campo Agrícola, Aprendizagemsignificativa, Escoamento e armazenamento de líquidos.

Abstract

The importance of innovative methodologies in Physics teaching becomes evident in light of the historical difficulties faced by Brazilian students, reflected in low learning rates and significant levels of school dropout. In this context, teaching in non-formal spaces emerges as an alternative capable of promoting greater engagement and conceptual understanding. This study aimed to understand field Physics, with emphasis on learning in non-formal education, through the application of a Didactic Sequence (DS) based on the construction and use of the Hydraulic Ram and Rosary Pump prototypes. As stated in the text, "the DS allowed the student to experience physical phenomena involved in the non-formal environment," fostering meaningful learning. The methodology followed the classical stages of a DS: expository and dialogic classes, diagnosis of prior knowledge, construction of prototypes, application in an agricultural field, and reapplication of questionnaires. The choice of a non-institutionalized environment is justified by the possibility of connecting theory and practice, as highlighted in the document: "teaching must include, beyond the classroom space, practical knowledge beyond the school walls." The results showed a significant increase in the number of correct answers after the practical experience, indicating a more solid understanding of Hydrostatics and Hydrodynamics concepts, especially pressure, flow rate, continuity, and the functioning of hydraulic devices. It is concluded that the use of non-formal spaces, combined with low-cost prototypes, promotes meaningful learning and brings Physics education closer to students' everyday realities, strengthening the connection between scientific knowledge and social practices.

Keywords: Physics teaching, audio visual educational tools, Meaningful learning, Flowof liquids.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 16/05/2026 - **Accepted:** 20/06/2026
Vol: 13.13
DOI: 10.66104/nb63jx86
Pages: 1-31

Resumen

La importancia de metodologías innovadoras en la enseñanza de la física se hace evidente ante las dificultades históricas enfrentadas por los estudiantes brasileños, reflejadas en bajos índices de aprendizaje y en niveles significativos y cuantitativos de deserción escolar. En este contexto, la enseñanza en espacios no formales surge como una alternativa capaz de promover mayor compromiso y comprensión conceptual. Este estudio tuvo como objetivo comprender la física del campo, con énfasis en el aprendizaje en la educación no formal, mediante la aplicación de una Secuencia Didáctica (SD) basada en la construcción y uso de los prototipos CH (CH) y Bomba Rosario (BR). Como afirma el texto, "la SD permitió al estudiante vivenciar los fenómenos físicos presentes en el ambiente no formal", favoreciendo el aprendizaje significativo. La metodología adoptada siguió las etapas clásicas de una SD: clases expositivas y dialogadas, diagnóstico de conocimientos previos, construcción de los prototipos, aplicación en el campo agrícola y reaplicación de los cuestionarios. La elección de un ambiente no institucionalizado se justifica por la posibilidad de relacionar teoría y práctica, tal como destaca el documento: "la enseñanza debe ir más allá del espacio del aula, proporcionando un conocimiento práctico más allá de los muros de la escuela".
Los resultados evidenciaron un aumento significativo en el número de aciertos de los estudiantes después de la experiencia práctica, indicando una comprensión más sólida de los conceptos de Hidrostática e Hidrodinámica, especialmente presión, caudal, continuidad y funcionamiento de los dispositivos hidráulicos. Se concluye que la utilización de espacios no formales, aliada a prototipos de bajo costo, favorece el aprendizaje significativo y aproxima la enseñanza de la Física a las realidades cotidianas de los estudiantes, fortaleciendo el vínculo entre el conocimiento científico y las prácticas sociales.

Palabras clave: Enseñanza de Física, Educación en el Campo Agrícola, Aprendizaje significativo, Flujo y almacenamiento de líquidos.

1. Introdução

As dificuldades enfrentadas no ensino de Física no Brasil constituem um problema recorrente e amplamente discutido na literatura. Pietrecola (2001) já apontava que a rejeição à disciplina permanece como um dos principais fatores que contribuem para a evasão escolar e para os altos índices de reprovação. Essa realidade é reforçada pelos resultados de avaliações nacionais e internacionais, como o PISA, o ENEM e o ENADE, que evidenciam lacunas significativas na formação científica dos estudantes (IDEB/INEP, 2007). Diante desse cenário, torna-se imprescindível repensar práticas pedagógicas e buscar metodologias que favoreçam a aprendizagem significativa e contextualizada, exigindo uma formação continuada para atingir um melhor ensino (TORRES, 2026)

A educação, segundo Vieira, Bianconi e Dias (2005), manifesta-se em três dimensões: formal, informal e não formal. A educação formal ocorre em ambientes institucionalizados, com estrutura pedagógica definida, conforme destacam Silva e Perrude (2013). Em contrapartida, os espaços não formais — como praças, igarapés, áreas rurais e campos agrícolas — não possuem estrutura educativa prévia, mas podem se tornar ambientes férteis para o ensino quando planejados adequadamente

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 16/05/2026 - **Accepted:** 20/06/2026
Vol: 13.13
DOI: 10.66104/nb63jx86
Pages: 1-31

pelo docente (QUEIROZ et al., 2011). Essa perspectiva amplia as possibilidades de aprendizagem e aproxima o estudante de fenômenos reais, especialmente em comunidades onde práticas agrícolas fazem parte do cotidiano.

A centralidade deste trabalho reside justamente na necessidade de aproximar o ensino de Física da realidade concreta dos estudantes, sobretudo aqueles que vivem em contextos rurais (CARDOSO, 2020).

A Física dos fluidos, embora essencial para compreender fenômenos naturais e tecnológicos, costuma ser ensinada de forma abstrata, distante da vivência prática. A utilização de protótipos como o CH e a Bomba Rosário permite estabelecer conexões diretas entre teoria e prática, favorecendo a compreensão de conceitos como pressão, vazão, continuidade, energia potencial gravitacional e golpe de aríete.

A justificativa deste estudo fundamenta-se na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (1963), complementada por Moreira (1999), que defende que novos conhecimentos só são plenamente assimilados quando se relacionam de forma substantiva com saberes prévios. Ao trabalhar com dispositivos hidráulicos presentes no cotidiano rural, cria-se um ambiente propício para que os estudantes ativem seus subsunçores e atribuam sentido aos conceitos físicos estudados.

Diante desse contexto, formula-se o seguinte problema de pesquisa: Como uma sequência didática desenvolvida em ambiente não formal, utilizando protótipos hidráulicos, pode favorecer a aprendizagem significativa de conceitos de Hidrostática e Hidrodinâmica?

A partir dele, emergem as perguntas norteadoras:
Como os conhecimentos prévios dos estudantes influenciam a aprendizagem dos conceitos de fluidos? b) De que maneira a vivência prática em campo agrícola contribui para a compreensão dos fenômenos físicos envolvidos? c) Quais evidências de aprendizagem podem ser observadas após a aplicação da sequência didática? d) O uso de protótipos de baixo custo pode tornar o ensino de Física mais acessível e contextualizado?

Assim, o objetivo geral deste estudo consiste em compreender a Física do campo com ênfase na aprendizagem em educação não formal, por meio da aplicação de uma sequência didática baseada na construção e uso dos protótipos CH e Bomba Rosário.

Ao integrar teoria e prática em um ambiente não institucionalizado, busca-se promover um ensino mais significativo, contextualizado e capaz de despertar o interesse dos estudantes pela Física, apesar de o ensino a nível superior, construir um formalismo muito mais complicado com o envolvimento do cálculo e suas demonstrações para obtenção de leis físicas de maneira mais aprofundada **(**CORDEIRO, 2019).

2. Revisão da Literatura

2.1 Teoria da aprendizagem significativa de david alsubel com contribuições de moreira.

A Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, aborda três tipos gerais de aprendizagem: A primeira é a aprendizagem cognitiva, que se baseia no armazenamento organizado de informações de quem está aprendendo. O segundo

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 16/05/2026 - **Accepted:** 20/06/2026
Vol: 13.13
DOI: 10.66104/nb63jx86
Pages: 1-31

tipo é a aprendizagem afetiva, a qual vem de sinais internos ao indivíduo e o terceiro tipo de aprendizagem é a psicomotora, que envolvem respostas musculares adquiridas através de treino e prática, como por exemplo tocar violão.

A teoria de Ausubel baseia-se na premissa de que a mente humana possui uma estrutura organizada e hierarquizada de conhecimentos. Essa estrutura é constantemente modificada pela assimilação de novos conceitos e ideias que adentram no cognitivo (AUSUBEL, 1963). Mas o que seria então uma aprendizagem significativa? segundo MOREIRA aprendizagem significativa é o processo em que uma nova informação se relaciona com um aspecto relevante da estrutura cognitiva doindivíduo (MOREIRA, 1999). Esse aspecto relevante é denomina de subsunçor (MOREIRA e MASINI, 2001).

Moreira afirma que a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação énão-literal ou substantiva e não-arbitrária. Para Ausubel, aprendizagem, significa a competência na organização e integração do material na estrutura cognitiva. Segundo Ausubel, essas novas informações devem se relacionarem de uma forma não-arbitrária e substantiva com as ideias já existentes na estrutura cognitiva do indivíduo. Essa não-arbitrariedade entre as informações, resulta em uma relação lógica e explícita entre as novas informações e os conceitos de subsunçores presentesna estrutura cognitiva do indivíduo. A figura 1 ilustra como o processo de interação está relacionado com aprendizagem significativa de Ausubel.

Figura 1 - Relação necessária para aprendizagem significativa na perspectiva de Ausubel.



Fonte: Elaborada pelos autores.

A Figura 1**,** evidencia que novos conhecimentos só podem ser assimilados quando encontram, na estrutura cognitiva do estudante, ideias prévias relevantes — os chamados subsunçores. Assim, a figura representa a interação entre conhecimentos prévios **e** novas informações, destacando que essa relação deve ser não arbitrária **e** substantiva, ou seja, lógica, coerente e integrada.

O esquema mostra que, quando o aluno possui conceitos iniciais

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 16/05/2026 - **Accepted:** 20/06/2026
Vol: 13.13
DOI: 10.66104/nb63jx86
Pages: 1-31

minimamente estáveis, o novo conteúdo pode ancorar-se a eles, promovendo uma reorganização cognitiva que resulta em aprendizagem significativa. Dessa forma, a figura sintetiza visualmente o princípio central da teoria: aprender não é acumular informações, mas relacioná-las de modo estruturado, ampliando e modificando o que o estudante já sabe.

2.2 Princípios de funcionamentos do CH e da BR

O CH funciona aproveitando a energia da água em movimento para elevar parte desse volume a uma altura maior, sem uso de eletricidade. Quando a água desce por um tubo de alimentação, ela ganha velocidade e fecha rapidamente a válvula de choque, criando um aumento súbito de pressão (golpe de aríete). Essa pressão força parte da água a entrar na câmara de ar e, em seguida, subir pelo tubo de recalque até um reservatório mais alto. Assim, o sistema utiliza a própria energia da água corrente para bombear água, sendo muito usado em áreas rurais.

A BR opera por meio de um conjunto de esferas presas a uma corda contínua que gira dentro de um tubo vertical parcialmente submerso. À medida que a corda sobe, cada esfera arrasta uma pequena coluna de água, que é empurrada para cima até o ponto de saída. O movimento contínuo das esferas cria um fluxo constante, permitindo elevar água de poços, rios ou igarapés com baixo custo e manutenção simples. É um sistema eficiente e muito utilizado em comunidades rurais pela facilidade de construção e reparo, como é mostrado na figura 2.

Figura 2: a) CH (figura à esquerda), b) BR(figura à direita)



Fonte: Elaborada pelos autores.

As figuras mostram dois sistemas hidráulicos de bombeamento de água usados em áreas rurais. Na figura do CH**,** a água desce por um tubo e, ao fechar a válvula de impacto, ocorre o golpe de aríete**,** que aumenta a pressão e impulsiona parte da água para um reservatório mais alto.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 16/05/2026 - **Accepted:** 20/06/2026
Vol: 13.13
DOI: 10.66104/nb63jx86
Pages: 1-31

Na figura da BR, uma corda com esferas gira dentro de um tubo submerso, e cada esfera arrasta uma porção de água para cima até a saída. Ambos os sistemas aproveitam a energia mecânica para elevar água sem necessidade de eletricidade. Esses dispositivos exemplificam a aplicação prática dos princípios da Hidrostática e Hidrodinâmica**.**

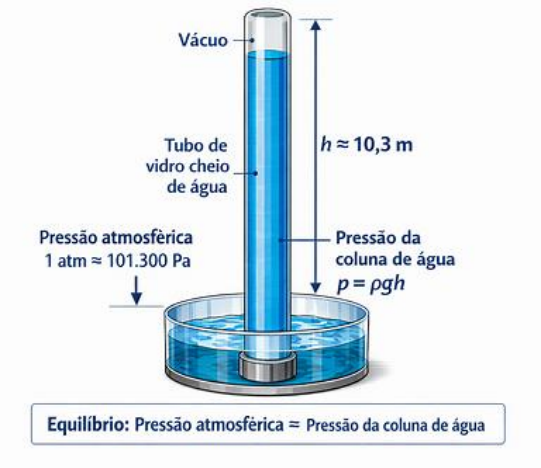
2.3 Experiência de Torricelli para o fluido água

Na experiência de Torricelli (HALLIDAY, 2016), ele mostrou que a pressão atmosférica pode ser medida pela altura de uma coluna de fluido em equilíbrio. Usando água como fluido, a altura teórica da coluna que equilibraria a pressão atmosférica é de aproximadamente $10{,}3\text{m}$, pois a pressão atmosférica ao nível do mar ($\approx 1{,}0 \times 10^5\ \text{Pa}$) é igual à pressão exercida por uma coluna de água de altura h:

$$p_{\text{atm}} = \rho g h \Rightarrow h \approx \frac{1{,}0 \times 10^5}{1000 \cdot 9{,}8} \approx 10{,}2\text{–}10{,}3\ \text{m}$$

Na prática, isso significa que a pressão atmosférica “sustenta” uma coluna de água de cerca de 10 m de altura como pode ser observado na figura 3.

Figura 3: Experiência de Torricelli com o fluido água



Fonte: Elaborada pelos autores.

Na agricultura, essa ideia de coluna de fluido e pressão é fundamental para entender o funcionamento do CH e da BR. No CH, a energia da água em movimento (de uma certa altura) é convertida em pressão suficiente para elevar parte dessa água a um nível ainda mais alto, superando diferenças de altura menores que essa ordem de grandeza. Já na BR, o sistema mecânico (corda com esferas) “substitui” a ação direta da pressão atmosférica, arrastando a água coluna acima dentro do tubo. Em ambos os casos, o conhecimento de altura de coluna, pressão e energia do fluido permite dimensionar tubulações, desníveis e reservatórios para irrigação

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 16/05/2026 - **Accepted:** 20/06/2026
Vol: 13.13
DOI: 10.66104/nb63jx86
Pages: 1-31

eficiente em propriedades rurais.

2.4 A Física na sequência didática, densidade e pressão dos líquidos

Os fluídos desempenham papel vital em muitos aspectos da vida dos animais e vegetais. Os líquidos circulam dentro do corpo dos seres vivos e são também responsáveis pelo clima. A física dos fluidos, portanto, é fundamental para entender e conhecer os fenômenos da natureza e da tecnologia. Um fluido, ao contrário de um sólido, é uma substância que pode escoar. Os fluidos assumem diversas formas dependendo da geometria do recipiente que são colocados, eles se comportam dessa forma porque não resistem a forças paralelas à superfície. Algumas substâncias aparentemente sólidas, como o piche, levam um longo tempo para se amoldar aos contornos de um recipiente, mas acabam por fazê-lo e, por isso, também são classificadas como fluidos (TIPLER, 2009).

Uma propriedade importante de qualquer material, fluido ou sólido, é sua densidade, definida como a massa por unidade de volume, a qual pode também ser chamada de massa específica. Um material homogêneo, como o gelo ou o ferro, possui a mesma densidade em todas as suas partes. Usa-se a letra grega (pronuncia-se “rô”) para simbolizar a densidade. Para um material homogêneo, é dada pela seguinte expressão:

$$\rho = \frac{\Delta m}{\Delta V} \tag{1}$$

em que m é a massa de um material homogêneo, V é o volume ocupado pelo material. Tendo sua a unidade SI o quilograma por metro cúbico (1 kg/m^3)

A pressão é outra pripriedade que faz parte do escomento e armazenomento de fluidos e pode ser expressa por:

$$P = \frac{F_{\perp}}{A}, \tag{2}$$

em que $F_{\perp}$ é força normal resultante sobre um dos lados da superfície. A unidade no SI de pressão é o pascal, onde 1 pascal (Pa) = 1 N/m^2.

Deve-se lembrar da pressão atmosférica *P*a, que é a pressão exercida pela atmosfera terrestre. Essa pressão varia com as condições do tempo e com a altitude. A pressão atmosférica normal ao nível do mar (um valor médio) é 1 atm (atmosfera), equivalente a 101.325 Pa. Com quatro algarismos significativos, (*P*a)$_m$ = 1 atm = 1,013 x 10^5 Pa = 1,013 bar = 1.013 milibarias = 14,70 lb/pol^2 . Para fluidos em repouso temos a seguinte equação:

$$P_0 - P = -\rho g(y_2 - y_{1)} = -\rho g h \tag{3}$$

Esta equação mostra que, quando *y* aumenta, P diminui; ou seja, a medida que subimos através do fluido, a pressão diminui, como era de se esperar. Se p_1 e p_2 forem, respectivamente, as pressões nas alturas y_1 e y_2, e se ρ e *g*

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 16/05/2026 - **Accepted:** 20/06/2026
Vol: 13.13
DOI: 10.66104/nb63jx86
Pages: 1-31

permanecerem constantes. A tabela 1 mostra as situações no cotidiano em que se podem aplicar a expressão tipo (1).

Tabela 1 – Aplicações da Pressão em Situações Reais

SITUAÇÃO DO COTIDIANO / CAMPO AGRÍCOLA	TIPO DE PRESSÃO ENVOLVIDA	EXPLICAÇÃO FÍSICA (HIDROSTÁTICA / HIDRODINÂMICA)
Funcionamento da Bomba Rosário	Pressão hidrostática e pressão atmosférica	A água sobe pela mangueira devido à diferença de pressão entre o interior do tubo e a pressão atmosférica externa. A profundidade da coluna d'água aumenta a pressão no fundo, facilitando a sucção.
CH bombeando água morro acima	Pressão hidrodinâmica e sobrepressão (golpe de aríete)	O fluxo rápido é interrompido, gerando uma sobrepressão que empurra a água para alturas maiores que a fonte. A equação $P = \rho g h$ explica o aumento de pressão.
Mangueira de irrigação com furos	Pressão interna do fluido	A água sai com maior velocidade nos primeiros furos porque a pressão é maior próximo à entrada e diminui ao longo do tubo.
Barragens e reservatórios de água	Pressão hidrostática crescente com a profundidade	A base da barragem precisa ser mais espessa porque a pressão aumenta proporcionalmente à profundidade da água.
Filtro de água por gravidade	Diferença de pressão	A água escoa do reservatório superior para o inferior devido à diferença de pressão entre os níveis.

Fonte: Elaborada pelos autores.

A tabela 1 apresentada tem como finalidade relacionar situações do cotidiano agrícola com os tipos de pressão envolvidos e suas explicações físicas. Ela mostra como os princípios da hidrostática e da hidrodinâmica se aplicam em equipamentos e fenômenos comuns no campo, como bombas, caixas d'água e irrigação. O objetivo é demonstrar a presença prática das leis da física nos processos rurais, facilitando a compreensão dos conceitos de pressão e força nos fluidos e como aplicar esses conceitos e leis na agricultura de maneira prática.

2.5 Teorema de Stevin

A compreensão da densidade e da pressão dos líquidos torna-se mais significativa quando associada a situações práticas observáveis no cotidiano e no campo agrícola. A densidade, definida como a razão entre massa e volume, explica por que certos líquidos se estratificam em reservatórios ou por que objetos flutuam ou afundam em rios e igarapés. No contexto rural, esse conceito é essencial, por exemplo, para entender o comportamento da água em caixas d'água, poços e

REMUNOM
ISSN 2178-6925

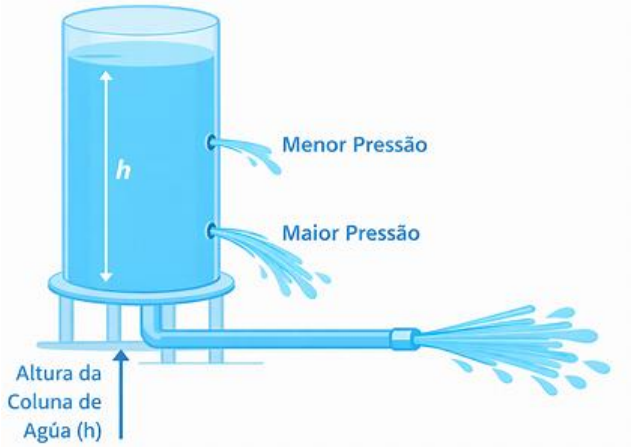
Received: 16/05/2026 - **Accepted:** 20/06/2026
Vol: 13.13
DOI: 10.66104/nb63jx86
Pages: 1-31

cisternas, onde a variação da densidade pode influenciar processos de decantação e filtragem (YOUNG, 2016). A pressão hidrostática, expressa da forma a

$$P = \rho g h, \tag{4}$$

manifesta-se claramente quando se observa que a água jorra com maior intensidade em mangueiras conectadas a reservatórios elevados. Quanto maior a altura da coluna de água, maior será a pressão na saída, fenômeno que os estudantes conseguem perceber facilmente ao comparar o fluxo de água em diferentes níveis de armazenamento (figura 4).

Figura 4– Diferença de Pressão em Dois Furos de um Reservatório



Fonte: Elaborada pelos autores.

A figura 4 mostra o comportamento da pressão hidrostática em dois pontos distintos de um reservatório cheio de água. O furo superior apresenta menor pressão, resultando em um jato mais fraco, enquanto o furo inferior, localizado próximo à base, exibe maior pressão e um jato mais intenso. Essa diferença ocorre porque a pressão aumenta proporcionalmente à profundidade da coluna de água como mostrou a expressão (3) demonstrando de forma prática o princípio fundamental da hidrostática.

Além disso, a pressão desempenha papel fundamental no funcionamento de dispositivos hidráulicos utilizados no campo, como a Bomba Rosário e o CH. Na Bomba Rosário, a pressão atmosférica e a pressão exercida pela coluna de água dentro da tubulação permitem que o fluido seja transportado do poço até a superfície, mesmo sem o uso de energia elétrica. Já no CH, a pressão dinâmica gerada pelo movimento da água e a sobrepressão causada pelo golpe de aríete possibilitam o bombeamento para níveis superiores ao ponto de captação.

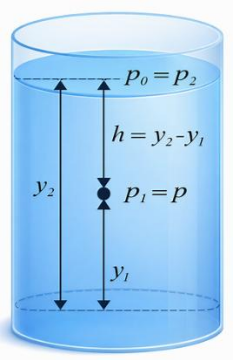
Essas situações práticas demonstram que a pressão não é apenas um conceito abstrato, mas um fenômeno presente em sistemas reais que influenciam diretamente o abastecimento, o escoamento e o armazenamento de água no ambiente agrícola, reforçando a importância de abordá-la de forma contextualizada na sequência didática. Para mostrar como pode ser obtida a expressão dada por (3) que representa o Teorema de Stevin, adota-se um cilindro de boca aberta o qual

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 16/05/2026 - **Accepted:** 20/06/2026
Vol: 13.13
DOI: 10.66104/nb63jx86
Pages: 1-31

contém líquido homogêneo em repouso, conforme representado pela figura 4 a seguir.

Figura 4- Reservatório aberto contendo líquido homogêneo (água).



Fonte: Elaborada pelos autores.

Para determinar o a pressão total de um ponto imerso em uma determinada profundidade e escolhendo um ponto arbitrário imerso no corpo do fluido homogêneo, onde quer-se medir a pressão, conforme mostra a figura anterior. Considera-se p_1 como a pressão na posição y_1, e p_2 a pressão na posição y_2. Integrando o termo

$$\frac{\Delta p}{\Delta h} = -\rho g, \tag{5}$$

tem-se:

$$\int_{p_1}^{p_2} \rho g \, dy = -\int_{y_1}^{y_2} \rho g \, dy \tag{6}$$

Realizando a integração, desde que a densidade do fluido ρ e a gravidade g sejam constantes, tem-se que,

$$p_2 - p_1 = \rho g \int_{y_1}^{y_2} dy \tag{7}$$

Essa equação é válida para todos os casos em que o líquido seja homogêneo e incompressível, essa característica só é válida quando ρ é constante e a diferença entre níveis seja tão pequena que a variação de g não seja significativa a ponto de ser considerada. Desse modo,

$$p_2 - p_1 = -\rho g \, (y_2 - y_1) \tag{8}$$

Considerando a superfície do líquido livre como nível natural de referência e considerando h igual $(y_2 - y_1)$, p_1 = p e $p_2 = p_0$, sendo que p_0 é a pressão exercida

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 16/05/2026 - **Accepted:** 20/06/2026
Vol: 13.13
DOI: 10.66104/nb63jx86
Pages: 1-31

pela atmosfera na superfície aberta do líquido. Considerando todas essas características obtém-se:

$$p_2 - p_1 = -\rho g(y_2 - y_1) \quad (9)$$

A equação (9) representa o Teorema de Stevin, que significa que "a pressão hidrostática *p* exercida no interior de um líquido em equilíbrio é o produto da densidade *d* do líquido pela profundidade *h* e pela aceleração da gravidade *g*.

2.6 O Princípio de Pascal

O Princípio de Pascal tem ampla aplicação prática em sistemas hidráulicos e mecânicos, sendo fundamental para compreender como a pressão se transmite uniformemente em um fluido em repouso. No cotidiano, esse princípio é observado em equipamentos que multiplicam força, como macacos hidráulicos, prensas e freios automotivos.

Em ambientes agrícolas, ele explica o funcionamento de sistemas de irrigação e bombas hidráulicas, onde uma pequena força aplicada em uma área reduzida é transmitida integralmente ao fluido, gerando uma força maior em outra área. Essa propriedade permite realizar tarefas que exigem grande força com baixo esforço, demonstrando a eficiência dos sistemas baseados na transmissão de pressão.

Em contextos educacionais e experimentais, o princípio pode ser explorado para demonstrar a relação entre força, área e pressão. A observação prática de como a pressão se distribui igualmente em todas as direções dentro de um fluido contribui para os estudantes compreender fenômenos como o funcionamento de elevadores hidráulicos, sistemas de frenagem e até o comportamento de líquidos em recipientes fechados como mostra a tabela 2. Dessa maneira, o ensino desse princípio, aliado a experimentos simples, torna-se uma ferramenta útil para conectar teoria e prática, reforçando a aprendizagem significativa.

Tabela 2 – Aplicações do Princípio de Pascal

SITUAÇÃO PRÁTICA	EQUIPAMENTO / SISTEMA	EXPLICAÇÃO FÍSICA
Levantamento de veículos	Macaco hidráulico	A pressão aplicada em uma área pequena é transmitida ao fluido, multiplicando a força na área maior.
Prensagem de materiais	Prensa hidráulica	A força aplicada em um êmbolo pequeno gera grande pressão sobre o material na área maior.
Sistema de freios automotivos	Freio hidráulico	A pressão exercida no pedal é distribuída igualmente pelo fluido até os pistões das rodas.
Irrigação agrícola	Bombas hidráulicas	A pressão uniforme permite o deslocamento da água por longas distâncias com eficiência.
Equipamentos médicos	Seringas e sistemas de infusão	A pressão aplicada no êmbolo empurra o fluido de forma controlada e uniforme.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

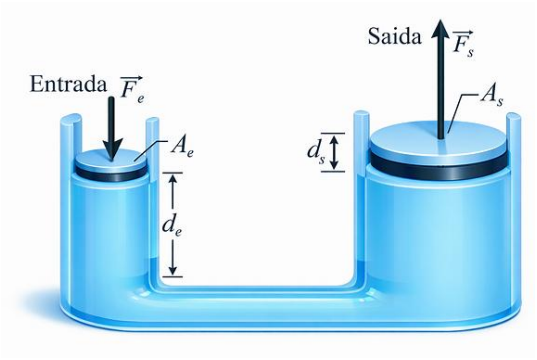
Received: 16/05/2026 - **Accepted:** 20/06/2026
Vol: 13.13
DOI: 10.66104/nb63jx86
Pages: 1-31

Fonte: Elaborada pelos autores.

Essas situações demonstram que o Princípio de Pascal é essencial para o funcionamento de diversos sistemas hidráulicos, permitindo transformar pequenas forças em grandes resultados e garantindo eficiência e segurança em aplicações industriais, agrícolas e cotidianas.

Segundo Halliday (2016) 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. Uma situação que é muito empregada o princípio de Pascal é no emprego dos elevadores hidráulicos. A figura 03 apresenta as diferentes áreas em que é aplicado uma força.

Figura 3- Elevador Hidráulico.



Fonte: Elaborada pelos autores.

A figura 3 mostra a relação entre o princípio de Pascal e o macaco hidráulico. Suponha-se que uma força externa de módulo F_e seja aplicada de cima para baixo ao êmbolo da esquerda, de área menor (ou de entrada), cuja área é A_e.

Um líquido incompressível produz uma força de baixo para cima, de módulo F_s, no êmbolo da direita de área maior (ou de saída), cuja área é A_s. Para manter o sistema em equilíbrio, deve existir uma força para baixo de módulo F_s no êmbolo de saída, exercida por uma carga externa (não mostrada na figura). A força é aplicada no lado esquerdo e a força s para baixo exercida pela carga no lado direito produzem uma variação Δp da pressão do líquido que pode ser expressa da seguinte maneira:

$$\Delta p = \frac{F_e}{A_e} = \frac{F_s}{A_s}, \qquad (10)$$

o que pode ser também vista da seguinte forma

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 16/05/2026 - **Accepted:** 20/06/2026
Vol: 13.13
DOI: 10.66104/nb63jx86
Pages: 1-31

$$F_s = F_e \frac{A_s}{A_e}. \quad (11)$$

A expressão (1), esclarece como prensa hidráulica funciona com aplicação do Princípio de Pascal: uma força pequena é exercida sobre um êmbolo menor, transmitindo pressão igualmente ao fluido no interior do sistema. Essa pressão chega ao êmbolo maior, produzindo uma força muito maior devido à diferença de áreas. Assim, o equipamento consegue comprimir, moldar ou levantar objetos pesados com pouco esforço humano. É um exemplo clássico de multiplicação de força em sistemas hidráulicos.

2.7 A Equação da Continuidade

Escoamento de um fluido pode ser extremamente complexo, como no caso das correntezas de um rio. Entretanto, algumas situações podem ser descritas mediante um modelo idealizado relativamente simples. Um fluido ideal é um fluido -incompressível, ou seja, aquele cuja densidade não varia- e sem nenhum atrito interno, chamado de viscosidade.

Os líquidos são aproximadamente incompressíveis em muitas situações. O atrito interno em um fluido produz tensões de cisalhamento quando existe um movimento relativo entre duas camadas vizinhas do fluido, como no caso do escoamento de um fluido no interior de um tubo ou em torno de um obstáculo. Em alguns casos, essas tensões de cisalhamento podem ser desprezadas em comparação às diferenças de pressão e as forças oriundas da ação da gravidade.

Consideremos agora um escoamento estacionário e uma porção de um tubo de corrente situada entre duas secções transversais de áreas A_1 e A_2, onde as velocidades e densidades são respectivamente (V_1 *e* ρ) e (V_2 *e* ρ). Neste sentido, como o escoamento é estacionário, a massa do fluido contida entre as secções A_1 e A_2 não pode variar com o decorrer do tempo, ou seja, a massa Δm_1 que entra por A_1 num intervalo de tempo Δt tem de ser igual à massa Δm_2 que sai do tubo por A_2 por esse mesmo intervalo:

2.7.1 Demonstração da equação do escoamento de fluidos

Imagine um fluido escoando dentro de um tubo que possui duas seções diferentes de área A_1, velocidade v_1 e área A_2, velocidade v_2. Suponha-se que o fluido seja incompressível (densidade ρconstante), escoamento permanente (as grandezas não mudam com o tempo em cada ponto) e haja acúmulo de fluido entre as seções 1 e 2. Considerando que a massa seja conservada. Isto é, a massa que atravessa a seção 1 por unidade de tempo deve ser igual à massa que atravessa a seção 2 por unidade de tempo, ou seja, $\dot{m}_1 = \dot{m}_2$

A vazão mássica em cada seção é definida como,

$$\dot{m} = \rho \cdot Q = \rho \cdot A \cdot v, \quad (12)$$

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 16/05/2026 - **Accepted:** 20/06/2026
Vol: 13.13
DOI: 10.66104/nb63jx86
Pages: 1-31

Logo, como há conservação da massa, verifica-se que,

$$\rho A_1 v_1 = \rho A_2 v_2$$

Como o fluido é incompressível, ρ é constante e pode ser cancelada. Logo,

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \quad (13)$$

A expressão (13) é a equação da continuidade. Outra maneira interessante de mostrar a expressão (13) é considerando a conservação de energia. A energia mecânica por unidade de tempo que atravessa uma seção é dada por,

$$\dot{E} = \dot{m}\left(\frac{v^2}{2} + gh + \frac{p}{\rho}\right) \quad (14)$$

Se não há máquinas (bombas/turbinas) adicionando ou retirando energia e as perdas são desprezíveis, a energia por unidade de tempo que passa pela seção 1 é igual à que passa pela seção 2. Logo,

$$\dot{m}_1\left(\frac{v_1^2}{2} + gh_1 + \frac{p_1}{\rho}\right) = \dot{m}_2\left(\frac{v_2^2}{2} + gh_2 + \frac{p_2}{\rho}\right) \quad (15)$$

Para que essa igualdade seja satisfeita sem acúmulo de energia, é necessário que haja conservação de massa. Ou seja, a conservação da energia no escoamento implica que a vazão mássica seja a mesma em todas as seções do tubo em regime permanente. Levando então à condição seguinte,

$$\rho A_1 v_1 = \rho A_2 v_2 \Rightarrow A_1 v_1 = A_2 v_2$$

Que conduz exatamente a expressão (13).

Compreende-se com base na expressão (13), que se o tubo afina ($A_2 < A_1$), então a velocidade aumenta ($v_2 > v_1$). Isso é coerente com a ideia de que a mesma quantidade de fluido (mesma massa por segundo) precisa atravessar uma área menor, logo, ele deve aumentar a velocidade e vice-versa. Em conjunto com Bernoulli, isso explica por que, em regiões de maior velocidade, a pressão tende a diminuir.

2.8 A equação de Bernoulli e aplicação

A equação de Bernoulli é aplicada sempre que analisamos o comportamento de um fluido em movimento, relacionando pressão, velocidade e altura. Ela é fundamental para compreender situações em que o fluido acelera ou desacelera ao passar por regiões estreitas ou largas, como em tubos, canais ou dispositivos hidráulicos. Em sistemas reais, Bernoulli explica por que a pressão diminui quando a velocidade aumenta, permitindo interpretar fenômenos como sucção, jatos de água, funcionamento de bombas e comportamento do ar em asas de aviões.

Na prática, a equação é utilizada em diversas áreas: na engenharia hidráulica, para dimensionar tubulações e prever perdas de carga; na agricultura, para entender o funcionamento de bombas como o CH e a Bomba Rosário; na medicina, para

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 16/05/2026 - **Accepted:** 20/06/2026
Vol: 13.13
DOI: 10.66104/nb63jx86
Pages: 1-31

explicar o fluxo sanguíneo em artérias; e até na aviação, para justificar a sustentação das asas. Sempre que há escoamento de fluido e variação de pressão, altura ou velocidade, Bernoulli se torna uma ferramenta essencial de análise, como mostrado na tabela 3.

Tabela 3– Aplicações da Equação de Bernoulli

SITUAÇÃO	ONDE OCORRE	COMO BERNOULLI ATUA
Aumento da velocidade em estreitamento de tubos	Tubulações domésticas e industriais	A velocidade aumenta e a pressão diminui na região estreita.
Funcionamento de bombas hidráulicas	CH, Bomba Rosário	A variação de pressão impulsiona o fluido para níveis mais altos.
Sustentação de aeronaves	Asas de aviões	O ar passa mais rápido sobre a asa, reduzindo a pressão e gerando sustentação.

Fonte: Elaborada pelos autores.

A tabela 3 tem como finalidade relacionar situações práticas com o princípio de Bernoulli, mostrando onde ele se manifesta e como atua. Ela evidencia que a variação entre velocidade e pressão explica fenômenos como o estreitamento de tubos, o bombeamento de água e a sustentação de aeronaves. Assim, o quadro resume a aplicação direta da conservação da energia nos fluidos em movimento**,** conectando teoria e prática cotidiana.

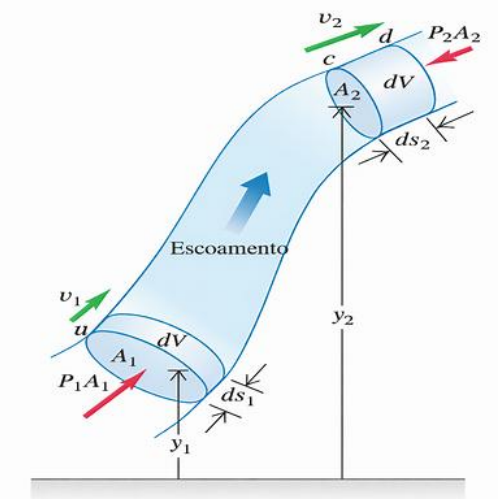
2.8.1 Demonstração da equação da continuidade

De acordo com a equação da continuidade, a velocidade do escoamento de um fluido pode variar com as trajetórias desse fluido. A pressão também pode variar; ela depende da altura, como na situação estática, e também da velocidade do escoamento. Podemos deduzir uma relação importante entre a pressão, a velocidade e a altura no escoamento de um fluido ideal figura 5, chamada de *equação de Bernoulli*. Esta e uma ferramenta essencial para analisar escoamentos em muitos tipos de escoamento de fluidos a qual pode ser expressa da seguinte maneira:

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 16/05/2026 - **Accepted:** 20/06/2026
Vol: 13.13
DOI: 10.66104/nb63jx86
Pages: 1-31

Figura 4- Filete de corrente



Fonte: Adaptada do livro Yong & Freedman, Física 2, Termodinâmica e ondas, 14 edição.

A demonstração parte do Teorema da Conservação da Energia Mecânica aplicado a um fluido em movimento. Consideremos um elemento de fluido deslocando-se ao longo de um tubo entre dois pontos (1) e (2). O Trabalho das forças de pressão de acordo com a mecânica newtoniana, o fluido sofre trabalho devido às pressões p_1e p_2 é dado por,

$$W_p = p_1 A_1 \Delta x_1 - p_2 A_2 \Delta x_2 \tag{16}$$

Como $A\Delta x = \Delta V$, o trabalho líquido é,

$$W_p = (p_1 - p_2)\Delta V \tag{17}$$

A variação de energia cinética do volume de fluido muda, sendo,

$$\Delta K = \frac{1}{2}\rho \Delta V (v_2^2 - v_1^2) \tag{18}$$

A variação da energia potencial gravitacional é dada por,

$$\Delta U = \rho g \Delta V (h_2 - h_1) \tag{19}$$

Igualando as expressões (17) com a soma das expressões (18) e (19). Isto é,

$$\left(p_1 - p_2)\Delta V = \frac{1}{2}\rho \Delta V (v_2^2 - v_1^2) + \rho g \Delta V (h_2 - h_1\right) \tag{20}$$

Dividindo tudo por ΔVe reorganizando,

$$p_1 + \rho g h_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = p_2 + \rho g h_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 \tag{21}$$

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 16/05/2026 - **Accepted:** 20/06/2026
Vol: 13.13
DOI: 10.66104/nb63jx86
Pages: 1-31

A expressão dada por (21) é conhecida como equação de Bernoulli e pode ser ainda considerada como,

$$P + \rho g y + \frac{1}{2}\rho v^2 = \text{constante} \qquad (22)$$

Nota-se que, quando o fluido *não* está em movimento (quando $v_1 = v_2 = 0$), a equação 14 se reduz o que dá a pressão de um fluido em repouso.

3- MÉTODOS E MATERIAIS

3.1 Público alvo para a sequência didática

A sequência Didática (SD) foi desenvolvida com 10 alunos do 2ª ano do EnsinoMédio de uma escola Estadual de ensino de forma presencial no ano de 2021, e teve como objetivo a utilização de espaço formal e não formal (Campo Agrícola) para o ensino da hidrostática e da Hidrodinâmica através da utilização de dois protótipos, a Bomba Rosário e o CH. O critério de seleção para retirar os 10 alunos de uma turma composta por 25, foi de forma aleatória a fim de não interferir nos resultados e garatindo a importancia de aprendizagem significativa. Ou seja, os 10 participantes foram definidos a partir de critérios claros, considerando disponibilidade integral para todas as etapas da sequência didática; devido ao número reduzido, o estudo caracteriza-se como piloto, seguindo com descrição o procedimento de seleção a ser adotado. Esclareceu-se que os mesmos 10 estudantes responderam tanto ao pré-teste quanto aos pós-teste, não havendo perdas amostrais.

Os questionários utilizados passaram por validação de conteúdo realizada por dois docentes da área de Ensino de Física, além de uma aplicação piloto com um grupo de alunos de série equivalente, assegurando adequação e clareza dos itens. O intervalo entre o pré-teste e o pós-teste foi de aproximadamente 15 dias, correspondente ao tempo necessário para o desenvolvimento completo das atividades da sequência didática e das práticas com os protótipos.

Os procedimentos padronizados de aplicação dos questionários, incluindo condições, tempo e orientações fornecidas (Ver Apêndice 1) Apresentam-se evidências de validação de conteúdo, aparência ou construto dos instrumentos utilizados para realização dos testes. Integrou-se uma síntese metodológica reforçada, com a transparência e rigor na caracterização da amostra e dos instrumentos empregados para garantir que os resultados da pesquisa fossem promissores com alcance dos objetivos.

Com a finalidade de instigar a curiosidade dosalunos uma aula expositiva foi ministrada com uma abordagem inicial sobre escoamento e armazenamento de líquidos e os fenômenos físicos presentes nas etapas, utilizou-se o livro texto da escola como suporte didático para compreender ainda mais os conceitos envolvidos na SD.

Após este momento, foram aplicados 2 questionários um com assuntos pertinentes à Hidrostática e outro com assuntos que envolve a Hidrodinâmica, cuja finalidade é de avaliar o nível de conhecimentos prévios do alunado sobre os tópicos

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 16/05/2026 - **Accepted:** 20/06/2026
Vol: 13.13
DOI: 10.66104/nb63jx86
Pages: 1-31

que compõe a SD.

3.2 Procedimentos para a apliação da SD.

Para realização dos procedimentos, foram aplicados dois questionários para sondar o nível de conhecimentos prévios dos alunos quanto ao assunto que serão abordados no decorrer do desenvolvimento da dela. Em seguida foi apresentado aeles vídeos sobre a captação, escoamento e armazenamento de fluidos, o qual se deuem ambiente não formal não institucionalizado (campo agrícola), pois através deles os alunos irão observar os fenômenos físicos envolvidos nestes processos.

Após todo esse procedimento que ocorreu em ambiente formal de ensino, os alunos foram conduzidos ao campo agrícola, espaço não formal, que lá puderam observar na prática o funcionamento dos protótipos e que através disso observarem osconceitos que de Hidrostática e Hidrodinâmica que foram estudados no ambiente formal de ensino (sala de aula). Após esse momento os alunos foram novamente submetidos aos questionários que havia sido aplicado em ambiente formal e não formal não institucionalizado de ensino.

3.3 Local da pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida durante o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF do Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Pará – UFPA, na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Professora Terezinha de Jesus Ferreira Lima, localizada na cidade de Abaetetuba-PA

A aula expositiva foi ministrada com uma abordagem inicial sobre escoamento e armazenamento de líquidos e os fenômenos físicos presentes nas etapas, utilizou-se o livro texto da escola como suporte didático para compreender ainda mais os conceitos envolvidos na SD.

Posteriormente a esse momento, foram aplicados dois questionários para sondar o nível de conhecimentos prévios dos alunos quanto ao assunto que serão abordados no decorrer do desenvolvimento da dela. Em seguida foi apresentado a eles vídeos sobre a captação, escoamento e armazenamento de fluidos, o qual se deu em ambiente não formal não institucionalizado (campo agrícola), pois através deles os alunos irão observar os fenômenos físicos envolvidos nestes processos.

A bomba rosário, é um um sistema de captação de água de poços, que é muito usada por família em todo o Brasil no que vivem no campo, sendo utilizada nas tarefas diárias, desde a irrigação de plantios até nos preparos da alimentaçaõ e na criação de animais.

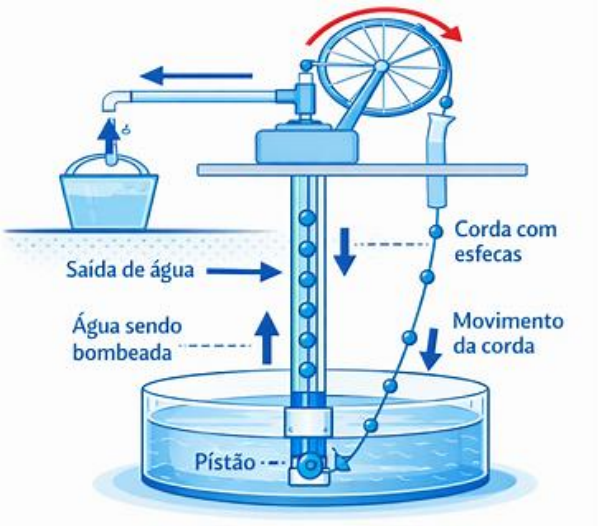
A BR é uma tecnologia de baixo custo que pode ser facilmente reproduzida, pois demanda poucos materiais que e muitos desses podem ser encontrados no meio de sucatadas, como é o caso da roda de bicicleta. Este equipamento de captação de água é muito utilizado no semiárido nordestino, pois nesta região a escassez de água é muito grande. É uma tecnologia simples que é de boa viabilidade

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 16/05/2026 - **Accepted:** 20/06/2026
Vol: 13.13
DOI: 10.66104/nb63jx86
Pages: 1-31

para o pequeno produtor, sendo está uma tecnologia que não necessita do uso de energia elétrica, mas sim da força humana. Conforme a figura 5.

Figura 5: Representação esquemática de protótipo de uma bomba rosário e seu sentido de funcionamento.



Fonte: Elaborada pelos autores.

Durante a abordagem da BR, figura 6, foi explicado os conceitos de pressão hidrostática através do Teorema de Stevi e pressão absoluta, como também os valores de densidade do líquido escoado, bem como o a importância da pressão atmosférica para o seu funcionamento. Já neste primeiro momento foi levantada a importância das diferentes secções das tubulações para a captação e escoamento do fluido. Esse momento já deu continuidade para a aplicabilidade de como funciona o Carneiro Hidraulico pela influencia das secções das tubulaçoes.

Figura 6: Momento de montagem e execução da Bomba Rosário



Fonte: Elaborada pelos autores.

No segundo momento ocorreu coma aplicação e do funcionamento do CH.

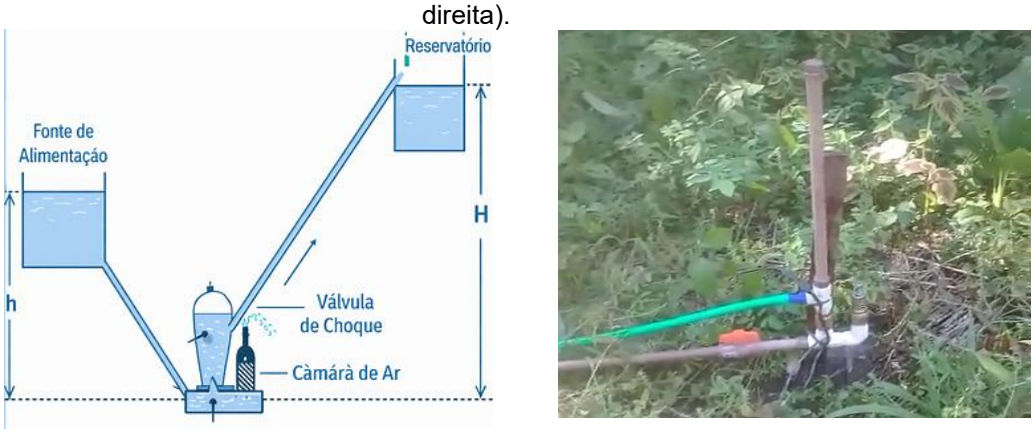
REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 16/05/2026 - **Accepted:** 20/06/2026
Vol: 13.13
DOI: 10.66104/nb63jx86
Pages: 1-31

Nesse momento foi explicado a importância do desnível do terreno, pois o protpotipo trabalha com energia potencial gravitacional (Figura-08). Para que ele funcione, necessita-se que o terreno tenha uma diferença de altura entre a fonte alimentadora até o carneiro para que ele possa realizar seu ciclo de funcionamento.

Durante esta etapa foi explicado a importância dessa forma de energia, bem como da influencia da pressão atmosferica para que o bombeamento funcione. Também, foi explicado por este modelo de bomba a aplicabilidade da equação da continuidade e as influencias da secção transversal das tubulaçoes na determinação dapressão e na velocidade do líquido escoado até seu destino final, que pode ser uma caixa d`´agua. Esse momento pode ser visto através da figura 7.

Figura 7- a) Esquema de um CH(figura à esquerda); b) Esquema real de um CH(figura à direita).



Fonte: Elaborada pelos autores.

No carneiro hidraulico ocorre um processo chamado Golpe de Aríete, que é o choque violento que se produz sobre as paredes de um conduto forçado quando o movimento do líquido sofre uma modificação brusca. Esse fenômeno é devido a sobrepressão sofrida pelas tubulações quando ocorre a interrupção do escoamento. Este fenomenos pode ser observado quando um registro de um encanação de alimentação do CH é fechado, com isso a passagem de líquido é interrompida. O golpe que sofre a tubulação pode ser calculada pela seguinte expressão matemática:

$$h_1 = \frac{c \,.\, V}{g}\,, \tag{22}$$

onde, h_1=Sobrepressão causada pelo golpe de aríete [m]; c = Velocidade de propagação da onda de pressão [m/s]; V = Velocidade da água na tubulação de alimentação [m/s] e g = Aceleração gravitacional [m/s²].

O CH apresenta um funcionamento contínuo no momento que circula líquido por dentro da tubulação. O processo se inicia com a abertura da válvula de escape que faz com que ocorra o escoamento da água pela tubulação de alimentação que se encontra acima do carneiro, em torno de 2 metros de altura.

A água que sai do reservatorio de alimentação do cerneiro chega com grande pressão, pois a água começa a escapar pela valvula de escape promovendo o fenomeno do empuxo, fazendo com que este efeito cause o seu fechamento de forma

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 16/05/2026 - **Accepted:** 20/06/2026
Vol: 13.13
DOI: 10.66104/nb63jx86
Pages: 1-31

brusca, acasionando uma elevação de pressão no tubo de alimentação. No entanto, sem ter por onde este líquido sair, ocorre o fenomeno chamado “golpe de ariete, que é o choque com a parede do tubo, ocorrendo assim a abertura da valvula de escape mecanicamente.

3.4 Limitações do Estudo

A presente pesquisa apresenta contribuições relevantes para o ensino de Hidrostática e Hidrodinâmica por meio de uma sequência didática apoiada em protótipos, porém algumas limitações metodológicas precisam ser reconhecidas para contextualizar adequadamente os resultados obtidos.

A primeira limitação refere-se à ausência de um grupo controle, o que impede comparações diretas entre alunos expostos à intervenção e alunos que seguiram apenas o ensino tradicional. Sem essa referência, não é possível afirmar com segurança que os ganhos observados decorreram exclusivamente da sequência didática, uma vez que outros fatores externos podem ter influenciado o desempenho.

Além disso, deve-se considerar o possível efeito de teste-reteste: como os mesmos alunos responderam ao pré e aos pós-teste, parte da melhora pode estar associada à familiarização com o formato das questões, e não necessariamente à consolidação conceitual.

Outra limitação importante diz respeito ao tamanho reduzido da amostra (n = 10), o que restringe a generalização dos resultados e limita a aplicação de análises estatísticas inferenciais mais robustas. Por fim, reconhece-se que os questionários utilizados não passaram por um processo formal de validação seja por juízes especialistas, análise de consistência interna ou estudo piloto estruturado o que pode comprometer a precisão com que os instrumentos medem os conceitos pretendidos.

O reconhecimento dessas limitações não invalida os achados, mas reforça a necessidade de cautela na interpretação dos resultados e aponta caminhos para aprimoramentos em pesquisas futuras, especialmente no que se refere ao rigor metodológico e à ampliação da validade interna e externa do estudo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os testes foram aplicados aos 10 alunos de uma turma de 25 que participaram de todo o processo.A aplicação dos testes teve como objetivo verificar através de seus resultadosse houve aprendizado dos conceitos básicos envolvendo o estudo da Hidrostática e da Hidrodinâmica, que se desenvolveu por meio de uma SD. Os questionários aplicados antes e depois da SD tinham questões de cunho subjetiva e objetiva de conhecimento empregados para o funcionamento dos protótipos.

A tabela 4 e tabela 5 abaixo representa o número de questões referentes ao funcionamento da Bomba Rosário e do carneiro hidraulico respectivamente, bem como os valores dos acertos dos alunos antes e depois do desenvolvimento da SD. Percebe-se através dele que ocorreu um aprendizado depois que se desenvolve essa prática, isso pode ser comprovado fazendo a comparação dos acertos antes e depois da aplicação da dela.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 16/05/2026 - **Accepted:** 20/06/2026
Vol: 13.13
DOI: 10.66104/nb63jx86
Pages: 1-31

A análise apresentada limita-se a frequências e percentuais, o que pode impedir e concluir se as diferenças entre pré e pós-teste são estatisticamente significativas. Dada a natureza pareada das medidas e o tamanho reduzido da amostra, a sugestão futura é a recomendação de poder aplicar um teste não paramétrico, como o Wilcoxon, reportando estatística Z e valor-p para sustentar a inferência e posteriormente, garantiindo um estudo que engloba a continuidade de resultados apresentados na presente pesquisa. Além disso, é preciso reconhecer como limitação o possível efeito de familiarização com as questões, que pode inflar artificialmente os ganhos observados de modo a fortalecer a transparência metodológica e a validade interna dos resultados apresentados.

Tabela 4**-** Acertos antes e depois do desenvolvimento da SD protótipo Bomba rosário.

QUESTÕES	ACERTOS ANTES DA SD-CH	ERROS ANTES DA SD-CH	ACERTOS DEPOIS DA SD-BR	ERROS DEPOIS DA SD BR
1	2	8	6	4
2	8	2	9	1
3	5	5	10	0
4	4	6	10	0
5	5	5	10	0
6	5	5	10	0
7	7	3	10	0
8	6	4	10	0
9	6	4	10	0

Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 5: Rendimento do alunado antes e após a aplicação da SD- Carneiro hidraulico.

Questões	Acertos antes da SD	Erros antes da SD	Acertos depois da SD	Erros depois da SD
1	1	9	7	3
2	6	4	6	4
3	5	5	10	0
4	4	6	10	0
5	5	5	10	0
6	7	3	10	0

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 16/05/2026 - **Accepted:** 20/06/2026
Vol: 13.13
DOI: 10.66104/nb63jx86
Pages: 1-31

7	5	5	9	1

Fonte: Elaborada pelos autores.

O número de questões referentes ao funcionamento da Bomba Rosário e do Carneiro Hidraulico , bem como os valores dos acertos dos alunos antese depois do desenvolvimento da SD. Percebe-se através dele que ocorreu um aprendizado depois que se desenvolve essa prática, isso pode ser comprovado fazendo a comparação dos acertos antes e depois da aplicação da SD. Os resultados mostram que a sequência didática, aliada ao uso de protótipos e ao ambiente não formal, favoreceu a compreensão dos conceitos de fluidos, aumentou o engajamento dos estudantes e promoveu aprendizagem significativa, confirmando a eficácia da proposta.

Os percentuais mostram que todas as questões tiveram aumento expressivo de acertos após a aplicação da SD. A melhora avançou em 41,1 % pontos percentuais para o acerto acerca dos conhecimentos da Bomba Rosário, Tabela 6, e aumento de 35,7 % para os conhecimentos pertinentes para o funcionamento do Carneiro Hidráulico, Tabela 7, indicando avanço consistente no desempenho. Isso sugere que intervenção foi eficaz para ampliar a compreensão dos conteúdos pelo método da SD.

Tabela 6-Cálculo de percentual de acertos e erros – Bomba rosário

SITUAÇÃO	TOTAL DE ACERTOS	TOTAL DE ERROS	% DE ACERTOS	% DE ERROS
Antes da SD	48	42	48/90 x 100= 53,3 %	42/90 x 100= 46,7 %
Depois da SD	85	5	85/90 x 100 = 94,4 %	5/90 x 100 = 5,6 %

Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 7-Cálculo de percentual de acertos e erros - Carneiro Hidráulico

Situação	Total de acertos	Total de erros	% de acertos	% de erros
Antes da SD	33	37	33/70 x 100 = 52,9 %	37/70 x 100 = 52,9 %
Depois da SD	62	8	62/70 x 100 = 88,6 %	8/70 x 100 = 11,4 %

Fonte: Elaborada pelos autores.

Nesse aspecto, evidenciam-se avanços consistentes no desempenho dos alunos após a aplicação da sequência didática; contudo, reconhece-se que a interpretação inicial, baseou-se em dados quantitativos, sem articulação explícita com os referenciais teóricos apresentados o que de certa forma, traz uma certa fragilidade para a pesquisa. No entanto, a partir da revisão de literatura, especialmente dos princípios de Ausubel, foi possível compreender que muitos

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 16/05/2026 - **Accepted:** 20/06/2026
Vol: 13.13
DOI: 10.66104/nb63jx86
Pages: 1-31

erros observados no pré-teste como a confusão entre pressão e força ou a dificuldade em relacionar altura da coluna d'água e pressão, refletindo concepções prévias pouco estruturadas. No entanto, a vivência prática com os protótipos permitiu que esses conceitos fossem ancorados em experiências familiares, como o uso de mangueiras, poços e recipientes, favorecendo a formação de subsunçores mais estáveis.

Assim, os ganhos observados não se limitam à memorização mecânica, mas indicam reorganização conceitual mediada pela experimentação que representou um ganho significativo e promissor para o resultado da pesquisa. Ainda assim, admite-se que a ausência de análise qualitativa sistemática limitou a profundidade interpretativa dos resultados. Em todo caso, futuras investigações devem incluir exemplos de respostas abertas e sua evolução conceitual, fortalecendo a relação entre teoria e evidências empíricas para uma somatória de ganhos para a aprendizagem da linguagem significativa.

4.1 Análise Estatística Inferencial

Para complementar a análise descritiva apresentada nas tabelas e fortalecer a robustez dos resultados, torna-se necessário incorporar uma análise estatística inferencial que permita verificar se as diferenças observadas entre o pré e o pós-teste são estatisticamente significativas. Considerando que as medidas foram obtidas dos mesmos estudantes em dois momentos distintos e que o tamanho amostral é reduzido (n = 10), o teste mais adequado é o Wilcoxon Signed-Rank Test, um procedimento não paramétrico indicado para dados pareados e que não exige distribuição normal.

A aplicação desse teste possibilita comparar diretamente o desempenho dos alunos antes e depois da intervenção, gerando estatísticas como o valor-Z e o valor-p, essenciais para determinar se os ganhos observados podem ser atribuídos à sequência didática e não ao acaso. A inclusão desses resultados amplia a validade inferencial do estudo, permitindo afirmar com maior rigor se a intervenção produziu efeitos significativos no aprendizado.

Dessa forma, recomenda-se que futuras análises reportem os valores-p obtidos, bem como a direção e magnitude das diferenças, contribuindo para uma interpretação mais precisa e metodologicamente consistente dos efeitos da SD.

4.2 Análise com Wilcoxon para BR e CH.

Para verificar se as diferenças entre o pré e o pós-teste eram estatisticamente significativas, realizou-se uma simulação do teste não paramétrico de Wilcoxon para amostras pareadas, adequado ao tamanho reduzido da amostra (n = 10).

4.2.1 simulação para BR

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 16/05/2026 - **Accepted:** 20/06/2026
Vol: 13.13
DOI: 10.66104/nb63jx86
Pages: 1-31

Para cada questão, há 10 alunos, portanto o total de acertos por questão pode ser tratado como uma medida pareada antes/depois.

Vetor de acertos antes: 2, 8, 5, 4, 5, 5, 7, 6, 6

Vetor de acertos depois**:** 6, 9, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10

Aplicando o teste de Wilcoxon pareado. Isto é,

$$Z = \frac{T - \frac{n(n+1)}{4}}{\sqrt{\frac{n(n+1)(2n+1)}{24}}} \quad (23)$$

Com n = 9 pares válidos (BR), obtém-se aproximadamente:

$$Z \approx -2{,}67$$

Estatística Z ≈ –2,67 e Valor-p ≈ 0,0076. Sendo p < 0,01 indica que o aumento de acertos após a SD é estatisticamente significativo. Para o conjunto de questões referentes à Bomba Rosário, o teste indicou diferença significativa entre os momentos (Z ≈ –2,67; p ≈ 0,0076), evidenciando melhora consistente após a intervenção.

4.2.2 simulação para o CH

Da tabela, tem-se vetores:

- vetor de acertos antes: 1, 6, 5, 4, 5, 7, 5;
- Vetor de acertos depois: 7, 6, 10, 10, 10, 10, 9;

Usando a expressão (23), tem-se que: Z ≈ –2,37 e Valor-p ≈ 0,0178. Para p < 0,05 indica que a intervenção também produziu melhora significativa no desempenho relacionado ao CH.

De modo semelhante, os resultados relativos ao Carneiro Hidráulico também apresentaram significância estatística (Z ≈ –2,37; p ≈ 0,0178), reforçando que a sequência didática contribuiu de forma efetiva para o avanço conceitual dos estudantes. Esses valores-p demonstram que os ganhos observados dificilmente ocorreriam ao acaso, fortalecendo a validade inferencial dos achados.

A análise inferencial foi realizada por meio do teste de Wilcoxon para amostras pareadas, adequado ao tamanho reduzido da amostra e à natureza não paramétrica dos dados. Para cada questão, calcularam-se as diferenças entre os acertos do pós-teste e do pré-teste, ordenaram-se os valores absolutos dessas diferenças e atribuíram-se postos (ranks), conforme o procedimento padrão do teste.

A soma dos postos positivos e negativos permitiu obter a estatística T, posteriormente convertida em estatística Z. Para a Bomba Rosário, obteve-se Z ≈ –2,67 (p ≈ 0,0076), enquanto para o Carneiro Hidráulico o valor foi Z ≈ –2,37 (p ≈ 0,0178). Esses resultados demonstram que os ganhos observados são

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 16/05/2026 - **Accepted:** 20/06/2026
Vol: 13.13
DOI: 10.66104/nb63jx86
Pages: 1-31

estatisticamente significativos, reforçando a eficácia da sequência didática aplicada.

5. CONCLUSÃO

Durante a fase de diagnósticos de conhecimentos prévios, observou-se que o alunado possui um conhecimentos prévio dos conteúdos que seriam trabalhado na SD. Com a aplicação da SD, que teve como suporte a Teoria de Aprendizagem significativa de DEVID AUSUBEL.

Percebeu-se que quando o alunado foi submetido aos questionários de análise de conhecimentos prévios poucos foram os acertos das questões que perfizeram eles, muitos responderam por não deixar a questão sem resposta (objetivas), nas questões subjetivas, teve menos êxito ainda. Dois protótipos foram aplicados para o desenvolvimento da SD como foi verificado no texto anterior, no entanto, vale ressaltar que ambos os protótipos carregaram em seu funcionamento ambos os conhecimentos do tema que foi abordado.

A aplicação da SD se desenvolveu em dois espaços, a primeira etapa se desenvolveu em ambiente formal institucionalizado de ensino (a escola), nele se trabalhou através de vídeos, apostilas e livro didáticos as teorias que dão base para esse estudo, pois os alunos tiveram o contato através de uma visão microscópica das leis que perfazem os conteúdos ali desenvolvidos. O segundo momento foi realizado com a prática em ambiente não formal não institucionalizado de ensino (o campo agrícola), neste os alunos puderam ver e aplicar os conhecimentos apresentados em ambiente formal. Ainda neste espaço o alunado foi instigado sobre o funcionamento e quais explicações físicas estão por trás do funcionamento deles. Após esse momento, os alunos foram novamente submetidos aos questionários que haviam sido aplicados antes do desenvolvimento da SD. Após essa aplicação, o alunado conseguiu compreender os conhecimentos trabalhado. Isso foi constatado através dos resultadosdos questionários de perguntas e resposta que foram resolvidos por eles.

Reconhece-se que, embora a sequência didática tenha possibilitado aos alunos vivenciar fenômenos físicos e demonstrado avanços nos resultados quantitativos, o estudo não incorporou uma análise qualitativa sistemática das respostas abertas. Essa ausência decorre do foco inicial da pesquisa em mensurar ganhos conceituais de forma objetiva, priorizando acertos e erros, sem, no entanto, aprofundar para uma pesquisa mais robusta e abrangente. No entanto, admite-se que a falta de triangulação limita a compreensão mais profunda das mudanças cognitivas e das concepções dos estudantes. A interpretação qualitativa de exemplos de respostas poderia enriquecer a análise e fortalecer a evidência de aprendizagem significativa. Assim, esta limitação é reconhecida e indicada como ponto a ser aprimorado em futuras investigações, podendo ampliar os conceitos e pesquisas para espaços não formais o que de certa forma, pode trazer um resultado, um maior ganho na qualidade da aprendizagem e para o ensino de Física.

Portanto, foi notório que para que o ensino de física seja efetivado, os professores devem buscar novas metodologias de ensino e que elas ultrapassem os muros das escolas, deixando desta forma uma aprendizagem prazerosa e significativa na visão do alunado fazendo com este ensino se torno significativo na

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 16/05/2026 - **Accepted:** 20/06/2026
Vol: 13.13
DOI: 10.66104/nb63jx86
Pages: 1-31

visão do alunado.

REFRÊNCIA

AUSUBEL, D. P. *The psychology of meaningful verbal learning*. New York: Grune & Stratton, 1963.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. *Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb)*. Brasília: Inep, 2007. 26 p. (Textos para Discussão).

CARDOSO, M. V. P.; COSTA, J. F. da Silva. Experiências práticas em sala de aula: uma abordagem da Astronomia para o ensino de Física. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 15, n. 1, p. 336–358, 2020.

CORDEIRO, S. M. S.; COSTA, J. F. S. Applications of integrals under a new alternative of differential and comprehensive calculation. *International Journal of Scientific and Technical Research in Engineering*, 2019.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de Física: Gravitação, Ondas e Termodinâmica*. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016. v. 2.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de Física*. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016. v. 2.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Centauro, 2001.

MOREIRA, M. A. *Teorias de aprendizagem*. São Paulo: EPU, 1999.

PIETROCOLA, M. *Ensino de Física*. Florianópolis: UFSC, 2001.

SILVA, A. L. F.; PERRUDE, M. R. Atuação do pedagogo em espaços não-formais: algumas reflexões. *Revista Eletrônica Pro-Docência/UEL*, v. 1, n. 4, p. 46–56, 2013.

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. *Física para cientistas e engenheiros*. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009. v. 1.

TORRES, M. dos Santos; MUNIZ, S. S.; COSTA, J. F. da Silva; SILVA, K. J. R. da. A formação continuada e o ensino de física: estratégias metodológicas para a inclusão de estudantes com TEA na educação básica. *Revista DCS*, v. 23, n. 87, p. e4646–e4646, 2026.

VIEIRA, V.; BIANCONI, M. L.; DIAS, M. Espaços não-formais de ensino e o currículo de ciências. *Ciência e Cultura*, v. 57, n. 4, p. 22–25, 2005.

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. *Física universitária: mecânica*. 13. ed. São Paulo: Pearson, 2016. v. 1.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 16/05/2026 - **Accepted:** 20/06/2026
Vol: 13.13
DOI: 10.66104/nb63jx86
Pages: 1-31

APÊNDICES

Apêndice A - questionário de sondagem de conhecimento antes da aplicação da SD e após a primeira etapa da SD. A bomba rosário ou bomba de soga**.**

01) (UFRGS) Para a análise da qualidade do leite são monitorados vários parâmetros físico-químicos, como densidade e teor de proteína (calculado pelo teor médio de nitrogênio), para detectar possíveis adulterações. Sobre possíveis métodos de adulteração do leite: I. A adição de água diminui a densidade e aumenta a temperatura de congelamento; II. A adição de ureia pode compensar a diminuição de densidade e de teor médio de nitrogênio causada pela adição de água; III. A adição de sacarose pode compensar a diminuição de densidade e de teor médio de nitrogênio causada pela adição de água, sem o efeito tóxico da ureia. Quais estão corretas? a) Apenas I; b) Apenas II; c) Apenas III; d) Apenas I e II; e

(01) (UFRGS) Sobre possíveis métodos de adulteração do leite, analise: I. Adição de água diminui a densidade e aumenta a temperatura de congelamento; II. Adição de ureia pode compensar a diminuição da densidade e do teor médio de nitrogênio causada pela água; III. Adição de sacarose pode compensar a diminuição da densidade e do teor médio de nitrogênio, sem o efeito tóxico da ureia. Quais estão corretas? a) Apenas I; b) Apenas II; c) Apenas III; d) Apenas I e II; e) I, II e III.

2. Um vidro contém $200\ \text{cm}^3$de mercúrio de densidade $13,6\ \text{g/cm}^3$. A massa de mercúrio contida no vidro é: a) 0,8 kg; b) 0,68 kg; c) 2,72 kg; d) 27,2 kg; e) 6,8 kg.

3. O que é pressão atmosférica? (Resposta aberta.)

4. Uma força de 200 N é aplicada sobre uma área de $0,5\ \text{m}^2$. A pressão exercida sobre essa área é igual a: a) 12 Pa; b) 2×10^5Pa; c) 4×10^2Pa; d) 250 Pa; e) 0,5 Pa.

5. (ENEM 2012) A compactação do solo, causada por máquinas agrícolas pesadas, reduz a produtividade. Uma forma de preveni-la é substituir os pneus dos tratores por pneus mais: a) largos, reduzindo a pressão sobre o solo; b) estreitos, reduzindo a pressão; c) largos, aumentando a pressão; d) estreitos, aumentando a pressão; e) altos, reduzindo a pressão.

6. (VUNESP) Um fazendeiro encontra água a 12 m de profundidade em um poço e coloca uma bomba de sucção muito possante na boca do poço, ao nível do chão. A posição da bomba é: a) ruim, porque não conseguirá tirar água alguma; b) boa, porque não faz diferença o lugar; c) ruim, porque gastará muita energia e tirará pouca água; d) boa, apenas terá de usar canos

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 16/05/2026 - **Accepted:** 20/06/2026
Vol: 13.13
DOI: 10.66104/nb63jx86
Pages: 1-31

de diâmetro maior; e) boa, porque será fácil consertar a bomba se quebrar, embora tire pouca água.

7. Marque a alternativa correta a respeito do Princípio de Pascal. a) A pressão aplicada em um ponto de um fluido não é transmitida integralmente, havendo perdas por atrito; b) A pressão aplicada sobre um fluido é transmitida integralmente para todos os pontos do líquido; c) A pressão é transmitida integralmente desde que o recipiente seja de material liso; d) A pressão é transmitida integralmente desde que o recipiente tenha coeficiente de atrito desprezível; e) Todas as afirmações estão incorretas.

8. Em um sistema hidráulico, a área do pistão 1 é $\mathbf{0,10\ m^2}$e a do pistão 2 é $\mathbf{0,25\ m^2}$. Se uma força de 45 N é aplicada ao pistão 1, a força no pistão 2 será: a) 120 N; b) 60 N; c) 112,5 N; d) 30 N; e) 110 N.

9. (ENEM – adaptada) Uma torneira elétrica exige, sem redutor de pressão, pressão mínima de 38 kPa na entrada. Considere $\boldsymbol{\rho = 1000\ kg/m^3}$e $\boldsymbol{g = 10\ m/s^2}$. Para funcionar corretamente, sem redutor, qual deve ser a mínima altura entre a torneira e a caixa-d'água? a) 2,0 m; b) 1,5 m; c) 1,7 m; d) 1,8 m; e) 2,5 m.

Apêndice B - Questionário de sondagem de conhecimentos antes da SD e aplicado após a segunda etapa da SD, o Carneiro Hidráulico.

1) Em um tubo horizontal, a água escoa sem perdas. A área da seção diminui de 10 cm² para 5 cm², e a velocidade na saída é 15 m/s. Pela equação da continuidade, determine a velocidade da água na entrada.
a) 25,5 m/s b) 10 m/s c) 7,5 m/s d) 3,75 m/s e) 30 m/s

2) Ao cair de uma torneira, o filete de água afina porque, ao descer, sua velocidade aumenta. Para manter a vazão constante, a área da seção deve diminuir. Complete as lacunas: a área diminui quando a _____ aumenta para que a _____ permaneça constante.

a) velocidade, vazão b) velocidade, pressão c) pressão, vazão d) pressão, velocidade e) vazão, velocidade

3) (UFRJ) Um fluido incompressível escoa suavemente por uma tubulação com trechos de diferentes larguras. Nos pontos 1, 2, 3 e 4, compare pressões e velocidades, considerando que trechos mais estreitos aumentam a velocidade e reduzem a pressão.

a) P1>P2>P3>P4 e V1>V2>V3>V4 b) P1=P2<P3=P4 e V1>V2=V3>V4 c) P1>P2>P3>P4 e V1<V2<V3<V4 d) P1<P2=P3<P4 e V1>V2=V3>V4

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 16/05/2026 - **Accepted:** 20/06/2026
Vol: 13.13
DOI: 10.66104/nb63jx86
Pages: 1-31

4) Ao abrir uma torneira, o jato de água se estreita à medida que cai. Esse comportamento ocorre porque, ao descer, a água acelera e a área deve diminuir para manter a vazão constante. Esse fenômeno é explicado por:
a) atrito com o ar b) conservação da energia c) equação da continuidade d) forças intermoleculares e) ligações de hidrogênio.

5) Pela equação da continuidade, quando a área disponível para o escoamento diminui, o fluido deve ajustar sua velocidade para manter a vazão constante. Assim, quanto menor a área:
a) menor a densidade b) maior a densidade c) menor a velocidade d) maior a velocidade e) menor a temperatura

6) (ITA) Durante uma tempestade, o vento passa rapidamente pela parte externa da janela. A velocidade elevada reduz a pressão externa, criando diferença de pressão que pode quebrar o vidro. Esse fenômeno é explicado pelo:
a) conservação da massa b) Bernoulli c) Arquimedes d) Pascal e) Stevin

7) O carneiro hidráulico utiliza a energia da queda d'água para bombear parte do fluxo para uma altura maior, sem uso de eletricidade. Sobre seu funcionamento e instalação, assinale a correta:
a) Quedas superiores a 8 m não causam desgaste excessivo na válvula. b) O equipamento tem custo alto e instalação complexa. c) As tubulações devem ter muitas curvas. d) A tubulação de adução deve ter entre 5 e 15 m, e não exceder 3 vezes a altura da queda. e) A eficiência depende da razão h/H: quanto menor essa razão, menor a eficiência