



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA
(ENCIMA)

ANTÔNIO VILEMAR BEZERRA LIMA

A HIDRODINÂMICA PARA O ENSINO MÉDIO NA PERSPECTIVA DA
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

FORTALEZA

2019

ANTÔNIO VILEMAR BEZERRA LIMA

A HIDRODINÂMICA PARA O ENSINO MÉDIO NA PERSPECTIVA DA
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (ENCIMA), da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática. Área de concentração: Ensino de Ciências e Matemática.

Orientadora: Prof.^a Dra. Eloneid Felipe Nobre.

FORTALEZA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

L696h Lima, Antônio Vilemar Bezerra.
A Hidrodinâmica para o ensino médio na perspectiva da aprendizagem significativa / Antônio Vilemar Bezerra Lima. – 2019.
75 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Fortaleza, 2019.
Orientação: Prof. Dr. Eloneid Felipe Nobre.

1. Física (Ensino Médio). 2. Hidrodinâmica. 3. Saneamento. I. Título.

CDD 372

ANTÔNIO VILEMAR BEZERRA LIMA

A HIDRODINÂMICA PARA O ENSINO MÉDIO NA PERSPECTIVA DA
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (ENCIMA), da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática. Área de concentração: Ensino de Ciências e Matemática.

Aprovada em: ____ / ____ / ____.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dra. Eloneid Felipe Nobre
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Francisco Herbert Lima Vasconcelos
Universidade Federal do Ceará (UFC) – Examinador interno

Prof.^a Dra. Maria do Socorro de Assis Braun
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – Examinador externo

AGRADECIMENTOS

A Deus, antes de tudo, que conduz o leme do meu caminho, pois todos os dias sinto a sua presença guiando todos os passos da minha vida.

Agradeço especialmente a minha orientadora, Professora Eloneid, pois eu não poderia estar em melhores mãos, acredito que ela foi um anjo enviado por Deus para me ajudar e iluminar o meu caminho, pois foi isso que ela fez, me trouxe muita luz, para que esse trabalho tivesse uma melhor qualidade, então lhe serei eternamente grato, professora! Obrigado de coração!

A minha família pelo apoio e incentivos diários.

A todos os meus alunos, que são a grande motivação para que eu me qualifique ainda mais, para poder melhor servi-los.

Aos colegas dessa maravilhosa turma de mestrado, que são profissionais comprometidos e dedicados com a arte de educar.

Aos gestores da escola Hermino Barroso, onde leciono, o diretor Vasconcelos e os coordenadores Laudelina, Romualdo Júnior e Wallyson pelo apoio e pela compreensão nos momentos que tive que me ausentar para atender aos compromissos do curso de mestrado.

À coordenação do ENCIMA, destacando aqui a atenção da secretária Joyce, sempre disposta a ajudar.

À Secretaria da Educação do Estado do Ceará (SEDUC), por esta iniciativa de valorização dos seus docentes, através do financiamento deste curso de mestrado.

“Se tiveres que tratar com água, consulta primeiro a experiência e depois a razão!”
(LEONARDO DA VINCI).

RESUMO

O objetivo deste trabalho, foi ensinar o conteúdo de Hidrodinâmica contextualizado em um sistema padrão de saneamento básico, para alunos do 1º ano do ensino médio. A ideia fundamental que norteou este trabalho, foi a necessidade de se preencher esta lacuna existente no ensino médio, inserindo o tema Hidrodinâmica e, enfatizando a sua relevância no contexto geral dos assuntos da mecânica e, principalmente no cotidiano dos estudantes, dentro de um cenário no ensino de Física que não prioriza esse tema. Está fundamentado na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. Antes de se iniciar a pesquisa com os alunos, foi aplicado um questionário com 30 professores de Física com a finalidade de descobrir se o conteúdo de Hidrodinâmica é abordado por eles nas suas salas de aula. A pesquisa com os alunos, iniciou-se com a apresentação do conteúdo e aplicação de um questionário prévio que teve como objetivo, identificar os conhecimentos prévios dos alunos relativos à Hidrodinâmica. Em seguida realizou-se uma sequência didática composta de seis momentos pedagógicos constando de aulas expositivas com recursos audiovisuais, onde, além dos conhecimentos básicos de Hidrodinâmica, descreveu-se o ciclo hidrológico na natureza, as etapas de um sistema padrão de saneamento básico, divididas em duas partes: o abastecimento de água e o esgotamento sanitário, em algumas etapas foram desenvolvidos experimentos realizados com materiais de baixo custo. Dando continuidade aos momentos pedagógicos da pesquisa, foram exibidos dois vídeos sobre Hidrodinâmica e aplicado um questionário sobre os vídeos. Para finalizar os momentos com os alunos aplicou-se um novo questionário. Após a sequência pedagógica descrita, procedeu-se a coleta, a classificação e a análise dos resultados obtidos diante das respostas dos alunos aos questionários de pesquisa. Para finalizar este trabalho, apresentou-se uma proposta de produto educacional para ser aplicado nas escolas de ensino médio.

Palavras-chave: Ensino de Física. Hidrodinâmica. Saneamento.

ABSTRACT

The objective of this work was to teach the content of hydrodynamics contextualized in a standard system of basic sanitation, for students of the 1st year of high school. The fundamental idea that governed this work was the need to fill this gap in secondary education by inserting the hydrodynamic theme and emphasizing its relevance in the general context of the subjects of mechanics and, especially in the daily life of students, within a scenario in the teaching of Physics that does not prioritize this theme. It is based on Ausubel's meaningful learning theory. Before starting the research with the students, a questionnaire was applied with 30 Physics teachers in order to find out if the content of Hydrodynamics is approached by them in their classrooms. The research with the students began with the presentation of the content and application of a previous questionnaire that had as objective, to identify the previous knowledge of the students related to Hydrodynamics. Next, a didactic sequence was composed of six pedagogical moments consisting of lectures with audio-visual resources, where, in addition to the basic knowledge of hydrodynamics, the hydrological cycle in nature was described, the steps of a standard system of basic sanitation, divided into two parts: water supply and sanitary sewage, in some stages were developed experiments with low-cost materials. Continuing the pedagogical moments of the research, two videos on Hydrodynamics were presented and a questionnaire on videos was applied. To finalize the moments with the students, a new questionnaire was applied. After the pedagogical sequence described, we collected, classified and analyzed the results obtained from the students' answers to the research questionnaires. To finalize this work, a proposal was presented for an educational product to be applied in secondary schools.

Keywords: Physics Teaching. Hydrodynamics. Sanitation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa Conceitual – Aprendizagem Significativa	15
Figura 2 – Experimento de Reynolds	19
Figura 3 – Evolução da cobertura de água e esgoto no Brasil	21
Figura 4 – 1º Momento pedagógico	35
Figura 5 – Resposta às questões da aula de vídeo do aluno n.º 3	46
Figura 6 – Resposta às questões da aula de vídeo do aluno n.º 27	47
Figura 7 – Fluxograma da sequência didática	56

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Hidrostática na escola pública	41
Gráfico 2- Hidrostática na escola particular	42
Gráfico 3- Hidrodinâmica na escola pública	42
Gráfico 4- Hidrodinâmica na escola particular	43
Gráfico 5- Classificação das notas	51
Gráfico 6- Número de acertos	51

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Relação dos trabalhos selecionados no google acadêmico	23
Quadro 2 - Detalhes dos trabalhos selecionados (google)	24
Quadro 3 - Relação dos trabalhos selecionados no portal CAPES	26
Quadro 4 - Detalhes dos trabalhos selecionados no portal CAPES	27
Quadro 5 - Relação dos trabalhos selecionados no repositório da UFC	29
Quadro 6 - Pesquisa realizada com professores de Física em atividade	32
Quadro 7 - Momentos pedagógicos	34
Quadro 8 - Descrição dos vídeos	36
Quadro 9 - Questionário sobre os vídeos	37
Quadro 10 - Pesquisa realizada com professores de Física em atividade (respostas).....	39
Quadro 11 - Conteúdo de Hidrostática	40
Quadro 12 - Conteúdo de Hidrodinâmica	41
Quadro 13 - Resposta à questão 1 do vídeo.....	47
Quadro 14 - Resposta à questão 2 do vídeo	48
Quadro 15 - Resposta à questão 3 do vídeo	48
Quadro 16 - Resposta à questão 4 do vídeo.....	49
Quadro 17 - Resumo das notas	50

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1	Teorias da educação	15
2.2	Um pouco de história da Hidrodinâmica	17
2.3	O saneamento básico no Brasil	20
3	TRABALHOS RELACIONADOS AO ENSINO DE HIDRODINÂMICA	22
3.1	Pesquisando na plataforma do google acadêmico	22
3.2	Explorando a plataforma Scientific Electronic Library Online (SCIELO)	25
3.3	Explorando o banco de dados do portal da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)	25
3.4	Explorando o repositório de trabalhos acadêmicos da Universidade Federal do Ceará (UFC)	28
4	METODOLOGIA	32
4.1	Conversando com professores de Física	32
4.2	Descobrimo os conhecimentos prévios dos alunos	34
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	39
5.1	O que disseram os professores de Física	39
5.2	Os conhecimentos prévios dos alunos	43
5.3	Sobre a aula de vídeos	46
5.4	Análise qualitativa e quantitativa do questionário final da pesquisa	50
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
7	PRODUTO EDUCACIONAL	56
	REFERÊNCIAS	57
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO PRÉVIO	61
	APÊNDICE B – RESPOSTAS DOS ALUNOS AO QUESTIONÁRIO PRÉVIO..	64
	APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO FINAL DE PESQUISA	68
	APÊNDICE D - PLANO DE AULA DE VÍDEO	70
	APÊNDICE E - QUESTIONÁRIO FINAL DE PESQUISA (RESOLVIDO)	74

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Física como disciplina curricular do ensino médio, sujeita-se às peculiaridades inerentes à natureza dos conteúdos propostos em virtude de suas dificuldades abstrativas. Por causa disso percebe-se o baixo rendimento dos alunos, detectado através do acompanhamento das avaliações, estigmatizando equivocadamente a referida disciplina como sendo de difícil aprendizado e compreensão.

O conteúdo de Hidrodinâmica é um tema importante no estudo da mecânica e claramente presente no cotidiano, pois o simples fato de abrir ou fechar uma torneira é uma prática comum, no entanto, poucos se interessam em compreender todo o processo para se obter água em uma residência, para tanto é necessário entender esse processo, desde o ciclo hidrológico na natureza, passando pelas nascentes, os mananciais, a captação, a adução, o bombeamento, o tratamento, a reservação e a distribuição nas residências. Assim como é importante também entender o fluxo inverso do caminho das águas, ou seja, o ciclo do esgotamento sanitário, desde as ligações prediais, passando pelos coletores públicos, os sistemas de tratamento e a devolução dos efluentes para os cursos naturais de água. Todas essas ações que envolvem o uso da água, estão relacionadas com os conceitos abordados na Hidrodinâmica.

Nas escolas públicas estaduais trabalha-se os assuntos referentes à Hidrostática com noções introdutórias de densidade e pressão de fluidos, tensão superficial, pressão atmosférica, e ainda os teoremas de Stevin e Pascal que também abordam conceitos básicos de densidade e pressão e o teorema de Arquimedes que trata das forças de empuxo característica dos fluidos. Além disso, questões sobre Hidrostática estão presentes no Exame Nacional do Ensino Médio (Enem), que procura trabalhar as competências e habilidades referentes ao tema.

Por outro lado, a Hidrodinâmica, que abrange situações comuns vivenciadas por todos no cotidiano, é negligenciada nas escolas públicas, e pouco exigida nas avaliações do Enem. Essa situação gera a necessidade de se explorar os conceitos básicos na prática da atividade pedagógica que envolve o tema desta dissertação, como por exemplo, vazão e escoamento de líquidos, priorizando o estudo da água, alertando os estudantes para a preservação e conservação deste recurso indispensável à vida no planeta.

A motivação desse projeto é trabalhar com Hidrodinâmica, tema ainda pouco explorado no ensino de Física das escolas públicas de nível médio, uma iniciativa que visa contestar tal situação e apresenta alternativas que possam amenizar essa lacuna existente no ensino médio.

A pesquisa desenvolvida no projeto foi baseada na hipótese de que alunos do primeiro ano do ensino médio, entendam o mecanismo de funcionamento de um sistema de saneamento básico de uma cidade, após serem trabalhadas noções contextualizadas de Hidrodinâmica, tornando-os capazes de desenvolver as competências e habilidades associadas aos conceitos e definições referentes ao estudo desse tema.

A resposta afirmativa a essa hipótese foi uma das metas desse projeto, que pretendeu também que os alunos adquirissem o interesse e as habilidades para resolverem problemas domésticos que causam transtornos e prejuízos aos usuários do sistema de saneamento básico. Algumas situações consideradas problemas podem ser citadas, por exemplo: o desperdício de água em consequência de vazamentos nas tubulações, registros e válvulas; problemas relacionados à vazão e pressão na rede de distribuição; problemas de escoamento, bombeamento, entre outros.

O principal objetivo deste trabalho é inserir o conhecimento de Hidrodinâmica no ensino médio e despertar os alunos para a importância de preservar água na sua cidade. Como objetivos específicos, espera-se que os alunos sejam capazes de interpretar situações do cotidiano que envolvam o saneamento. Almeja-se também que os alunos associem às situações identificadas, grandezas como: temperatura, pressão, volume, densidade e vazão, que os condicione a interpretá-las por meio de um raciocínio que envolva os conhecimentos de Física.

O trabalho está dividido em sete capítulos: no primeiro são apresentados a motivação e as justificativas da escolha do tema, inserido na problematização e hipóteses pertinentes aos assuntos que envolvem o tema, além da descrição dos objetivos que se pretende alcançar.

O Capítulo 2 aborda e fundamenta as ideias propostas dentro da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, traz também um resumo cronológico da evolução da história da Hidrodinâmica. Além disso apresenta-se um panorama atual da situação do saneamento básico no Brasil.

O Capítulo 3 detalha o estado da questão, informando os procedimentos adotados na busca por trabalhos acadêmicos em diversas plataformas eletrônicas, relacionados ao ensino de Hidrodinâmica sob a luz da aprendizagem significativa de Ausubel.

O Capítulo 4 detalha a metodologia aplicada, todos os passos e procedimentos utilizados durante toda a pesquisa. Apresenta também os dados coletados em uma pesquisa auxiliar realizada com 30 professores de Física do ensino médio referentes aos conteúdos de Hidrostática e Hidrodinâmica por eles abordados em sala de aula nas suas práticas pedagógicas.

No Capítulo 5 analisa-se quantitativamente e qualitativamente os resultados da pesquisa, provenientes da aplicação com os alunos.

O Capítulo 6 é destinado às conclusões e considerações finais da aplicação da pesquisa. No último capítulo foi feita uma descrição sucinta do produto educacional proposto.

O produto educacional, fruto dessa pesquisa, é uma sequência didática preparada com o intuito de servir de material de apoio para professores que pretendam trabalhar o tema com suas turmas de primeiro ano. Está idealizado para se tornar uma ferramenta para o ensino de Hidrodinâmica, com assuntos cuidadosamente escolhidos que possam ser adequados às metodologias de cada professor. Pretende-se que seja um material que proporcione uma aprendizagem significativa para todos os alunos e que tenha eficácia em sua aplicação.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Teorias da educação

A busca de estratégias e metodologias eficientes e eficazes visando a otimização na aprendizagem do ensino de Física, direcionou esse trabalho para a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, a qual, se encaixa com os objetivos e as diretrizes propostas nesta pesquisa que buscou valorizar os conhecimentos prévios dos alunos.

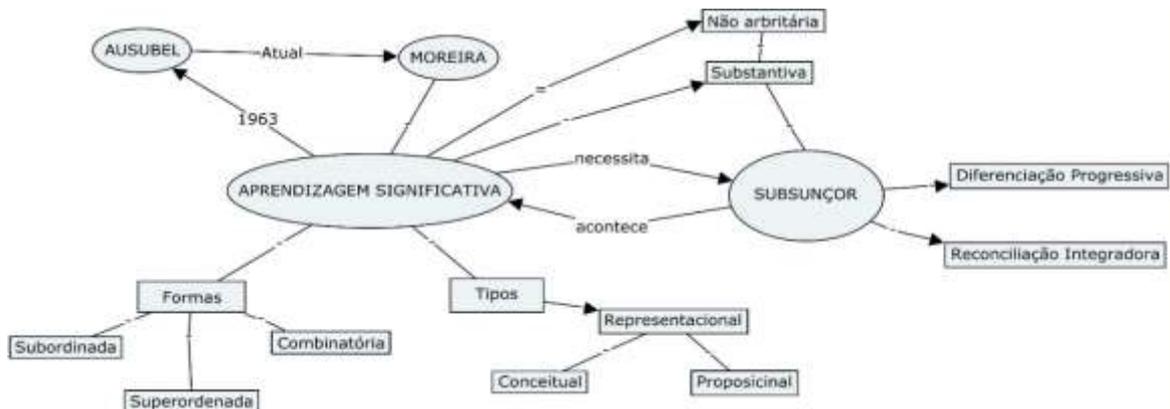
Essa teoria foi apresentada originalmente no ano de 1963, pelo pesquisador norte-americano David Paul Ausubel (1918-2008). E no decurso desses anos vem sendo utilizada largamente em propostas de trabalhos acadêmicos, mas de acordo com Moreira (2012) “[...] houve uma apropriação superficial, polissêmica, do conceito de aprendizagem significativa, de modo que qualquer estratégia de ensino passou a ter a aprendizagem significativa como objetivo.” Diante disso, antes de executar as ideias, deve-se primeiramente conhecê-las na sua originalidade, afim de que se tenha êxito na sua aplicação.

De acordo com Moreira, em seu artigo intitulado: O que é afinal aprendizagem significativa (2012), originado a partir da obra de Ausubel:

Aprendizagem significativa é aquela em que idéias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva quer dizer não-literal, não ao pé-da-letra, e não-arbitrária significa que a interação não é com qualquer idéia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende (Moreira – 2012).

Essa definição norteia os rumos da pesquisa e sinaliza as intenções que se pretende alcançar na aprendizagem dos alunos, mas é preciso aprofundar um pouco mais sobre a teoria proposta. O mapa conceitual da Figura 1 apresenta informações gerais hierarquizadas da teoria.

Figura 1 – Mapa Conceitual – Aprendizagem Significativa



Fonte: elaborado pelo autor (2018)

Como está definido por Ausubel, a meta é a aprendizagem significativa valorizando o que o aprendiz já conhece. Caracteriza-se por dois processos cognitivos que o autor denomina de “diferenciação progressiva e reconciliação integradora.” O primeiro acontece quando o aluno relaciona os novos conteúdos aos conhecimentos prévios, denominados por Ausubel de sub-sunçores, enquanto que o segundo é verificado na consolidação dos significados associados aos conhecimentos prévios explorados.

Então para que a aprendizagem significativa realmente ocorra são necessárias, segundo Moreira (2012), duas condições: “o material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo e o aprendiz deve apresentar uma predisposição para aprender.”

Ainda se referindo à definição da teoria, Ausubel (1963) cita três formas:

A aprendizagem significativa é dita subordinada quando os novos conhecimentos potencialmente significativos adquirem significados, para o sujeito que aprende, por um processo de ancoragem cognitiva, interativa, em conhecimentos prévios relevantes mais gerais e inclusivos já existentes na sua estrutura cognitiva.

A aprendizagem superordenada envolve, então, processos de abstração, indução, síntese, que levam a novos conhecimentos que passam a subordinar aqueles que lhes deram origem. É um mecanismo fundamental para a aquisição de conceitos.

Aprendizagem combinatória é, então, uma forma de aprendizagem significativa em que a atribuição de significados a um novo conhecimento implica interação com vários outros conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva, mas não é nem mais inclusiva nem mais específica do que os conhecimentos originais. Tem alguns atributos criteriosais, alguns significados comuns a eles, mas não os subordina nem superordena.

Quanto aos tipos de aprendizagem significativa Ausubel, classifica em três, sendo o principal deles a aprendizagem representacional, os outros dois são decorrentes dele, sendo o segundo a aprendizagem conceitual e o terceiro a aprendizagem proposicional. As palavras de Moreira (2012) que definem esses tipos são as seguintes:

Aprendizagem representacional é a que ocorre quando símbolos arbitrários passam a representar, em significado, determinados objetos ou eventos em uma relação unívoca, quer dizer, o símbolo significa apenas o referente que representa.

A aprendizagem conceitual ocorre quando o sujeito percebe regularidades em eventos ou objetos, passa a representá-los por determinado símbolo e não mais depende de um referente concreto do evento ou objeto para dar significado a esse símbolo. Trata-se, então, de uma aprendizagem representacional de alto nível.

A aprendizagem proposicional, implica dar significado a novas idéias expressas na forma de uma proposição.

Para se aplicar as ideias explicadas na teoria, é preciso conhecer os alunos e suas concepções prévias, então, esse é o momento apropriado para o professor intervir através de sua didática e metodologias que facilitem esse elo cognitivo entre os novos conteúdos e os conhecimentos prévios de seus alunos. O professor não deve subestimar seus alunos, julgando-os desprovidos de conhecimento prévio ou de alguma representação mental sobre o conteúdo

proposto. Caso haja alguma dificuldade para o professor nessa tarefa, ele pode recorrer ao que Ausubel chamou de “organizadores prévios” que servem de pontes cognitivas entre o que o aprendiz já sabe e aquilo que se pretende que ele aprenda significativamente. Organizadores prévios podem ser textos, jogos, filmes, questionamentos, discussões ou debates sobre o tema proposto que, de alguma forma, desperte o aluno a buscar ou relacionar o que ele tem na mente e, associar ou comparar com o novo conhecimento.

2.2 Um pouco de história da Hidrodinâmica

Aponta-se como fator primordial para o desenvolvimento da Hidrodinâmica, a organização do homem em sociedade, a necessidade de fornecimento e distribuição de água para a população, assim como a devolução das águas servidas para o meio ambiente. Desde a antiguidade, com os povos egípcios e gregos, atingindo seu apogeu com os romanos, com o desenvolvimento urbano e o crescimento das cidades. O progresso científico-tecnológico continuou com a construção de poços, rodas d’água, bombas a vácuo, injetoras e centrífugas, aquedutos e outras invenções.

Outro fato importante para o avanço da Hidrodinâmica foi a revolução industrial que despontou na Inglaterra na segunda metade do século XVIII e foi seguida por outros países como Alemanha, Itália e Holanda nos séculos seguintes. Essa revolução substituiu os métodos de produção artesanal por processos mecânicos. Houve progresso na Química com a descoberta de novos produtos e na Física com a invenção de máquinas e uso de novas fontes de energia como a água, o vapor e o carvão mineral. Essa série de acontecimentos históricos contribuiu de forma significativa para o aumento da poluição dos cursos d’água e da atmosfera que deixou de ser um problema local e se tornou global. Atualmente cientistas em todo o mundo mobilizam-se para minimizar os impactos ambientais oriundos desse cenário descrito.

A seguir, é apresentado um resumo cronológico dos cientistas e suas contribuições para o avanço da Hidrostática e Hidrodinâmica, estudadas na mecânica dos fluidos, a fim de se contextualizar os novos conhecimentos adquiridos pelos alunos no decorrer desta pesquisa.

Arquimedes (287 a.C – 212 a.C) – Lei do Empuxo, que afirma que os fluidos aplicam forças contrárias em corpos imersos, com intensidade igual ao peso do fluido deslocado pelo corpo.

Leonardo da Vinci (1452 - 1519) – Manuscritos onde constam observações sobre o movimento da água, ondas e turbilhões.

Galileu Galilei (1564 - 1642) – Precursor da mecânica newtoniana. Desenvolveu a balança hidrostática, cujo funcionamento baseia-se na lei do Empuxo de Arquimedes.

Simon Stevin (1548 - 1620) – Teorema de Stevin, também conhecido por Lei Fundamental da Hidrostática, que relaciona a diferença de pressão entre pontos de um líquido sob a ação da gravidade, com o desnível entre os pontos considerados.

Evangelista Torricelli (1608 - 1647) – Experimentos para medir a pressão atmosférica e desenvolvimento da equação que descreve a velocidade e o alcance de fluidos ejetados.

Edmé Mariotte (1620 - 1684) – Experimentou e escreveu sobre as fases da hidráulica, as forças de movimento em um fluido em estado estacionário e sua elasticidade.

Blaise Pascal (1623 - 1662) – Elaborou o Princípio de Pascal sobre a variação de pressão em fluidos em equilíbrio, além de trabalhos com pressão atmosférica;

Isaac Newton (1642 - 1716) – Divulga trabalhos sobre o movimento dos corpos em meios resistivos (fluidos).

Daniel Bernoulli (1700 - 1782) – Teorema de Bernoulli, que relaciona inversamente as grandezas pressão e velocidade durante o escoamento de um líquido ideal.

Leonard Euler (1707 - 1783) – Em Hidrodinâmica estudou os fluidos ideais incompressíveis, detalhando as equações diferenciais de Euler da Hidrodinâmica.

Jean-Baptiste Le Rond d'Alembert (1717 - 1783) – Em 1744 e 1752 publicou dois tratados que apresentavam a dinâmica para um fluido em movimento e descreveu o paradoxo da falta de resistência ao movimento de um sólido imerso em um fluido perfeito.

Em 1768, d'Alembert afirma “a teoria dos fluidos deve necessariamente ser construída pela experiência”. Ele se referia às contradições quanto ao comportamento de um fluido ideal¹ em relação a um fluido real, pois de acordo com os seus trabalhos um fluido ideal não aplicaria forças num corpo imerso, fato que não se aplica a um fluido real. Esta divergência entre teoria e prática ficou conhecida como o “paradoxo de d'Alembert”.

As conclusões de d'Alembert criaram duas vertentes para o estudo do comportamento dos fluidos em movimento: a Hidrodinâmica e a Hidráulica. A primeira considera os aspectos já comentados da mecânica dos fluidos e os estudos dos cientistas citados nesta seção. A Hidráulica prioriza resultados empíricos que são aplicados como fatores de correção na teoria Hidrodinâmica, visando corrigir os erros nas medições de comportamento entre os fluidos ideais e reais. Alguns nomes importantes na Hidráulica e suas contribuições são citados a seguir:

¹Fluido ideal: também chamado de fluido perfeito, é um modelo idealizado de comportamento para os fluidos. Suas principais características são: ausência de forças de cisalhamento, viscosidade, ou condução de calor.

Jean Louis Marie Poiseuille (1797-1869) – Lei de Poiseuille, que relaciona a vazão de um líquido viscoso com a pressão exercida pelo líquido, a área e o comprimento da tubulação na qual o líquido escoar.

Henry Philibert Gaspard Darcy (1803 - 1858) – Lei de Darcy (1856), resultados de experimentos sobre fluxos de água através de meios porosos.

Henri-Emile Bazin (1829-1917) – Expressão de Bazin (1897) para cálculos de perda de carga (pressão) em escoamentos livres.

Osborne Reynolds (1842-1912), desenvolveu o experimento sobre o regime de escoamento de um fluido sobre uma superfície. Esse experimento foi apresentado em 1883, com o objetivo de demonstrar os regimes de escoamento: laminar, transitório e turbulento. Para a demonstração desses regimes de escoamento foi utilizado um tubo transparente, no qual a água escoar, partindo de um reservatório onde a água se encontra em repouso. Um filete de tinta é injetado na corrente de água permitindo a visualização do escoamento através do comportamento deste filete. Ao escoar de forma retilínea ao longo da tubulação, sem ocorrer uma mistura efetiva com a água, então o escoamento é dito laminar. Caso haja uma mistura rápida com a água, resultando no desaparecimento do filete, o escoamento atinge o regime turbulento.

O Número de Reynolds (Re) que define se um escoamento é laminar ou turbulento, é definido pelo produto entre a massa específica do fluido (ρ), a velocidade média na tubulação (v) e o diâmetro interno da tubulação (D), dividido pela viscosidade absoluta do fluido (μ), como mostrado pela equação 1.

$$Re = \rho v D / \mu \quad (1)$$

O Número de Reynolds (Re) é adimensional. Em tubulações, admite-se que o escoamento seja laminar para $Re < 2300$, transitório para $2300 < Re < 4000$. Para $Re > 4000$, o escoamento atinge o regime turbulento. A Figura 2 mostra o aparato usado na execução do experimento.

Figura 2 – Experimento de Reynolds



Lord Rayleigh (1842-1919), desenvolveu trabalhos sobre a sustentação de corpos mais pesados que o ar, Hidrodinâmica da cavitação, fluxo laminar.

George Gabriel Stokes (1819-1903) – Em 1851, Stokes publicou a sua lei da viscosidade, conhecida como “lei de Stokes”, que descreve a velocidade de uma pequena esfera através de um líquido viscoso.

No século XX, o empirismo é substituído gradativamente por modelos matemáticos mais precisos, modernizando os estudos da Hidrodinâmica e reaproximando as duas vertentes já comentadas nos estudos do comportamento dos fluidos, que são a Hidrodinâmica e a Hidráulica. Entre os nomes mais importantes desse período, destacam-se os trabalhos de:

William F. Durand (1859-1958) – Trabalhos no campo da aeronáutica, como por exemplo no desenvolvimento de hélices para aeronaves.

Thomas Edward Stanton (1865-1931) – Exímio pesquisador na Hidráulica experimental, notadamente no campo da resistência ao escoamento em tubos (1902-1907), também contribuiu em muitos outros aspectos da mecânica dos fluidos experimental, inclusive na transmissão de calor e em estudos sobre deslocamentos supersônicos (1908-1920).

Theodore Von Kármán (1881-1963) – Chamado de “pai da era supersônica”, desenvolveu pesquisas de foguetes, foi um dos primeiros a construir helicópteros operáveis e editou livros sobre aerodinâmica.

Richard Heinrich Blasius (1883-1970) – Demonstrou em 1911 que a resistência ao escoamento através de tubos lisos pode ser expressa em função do número de Reynolds para escoamentos laminares e turbulentos.

Geoffrey Ingram Taylor (1886-1975) – Desenvolveu trabalhos sobre a turbulência na atmosfera, tema esse que inspirou a publicação de seu trabalho intitulado “no movimento turbulento de fluido”.

A cronologia apresentada insere os conteúdos de Hidrodinâmica dentro de um cenário histórico evolutivo, situando os assuntos trabalhados neste tema, dentro de uma perspectiva geral, na evolução e contextualização de cada assunto, fortalecendo ainda mais o embasamento teórico da escolha do tema.

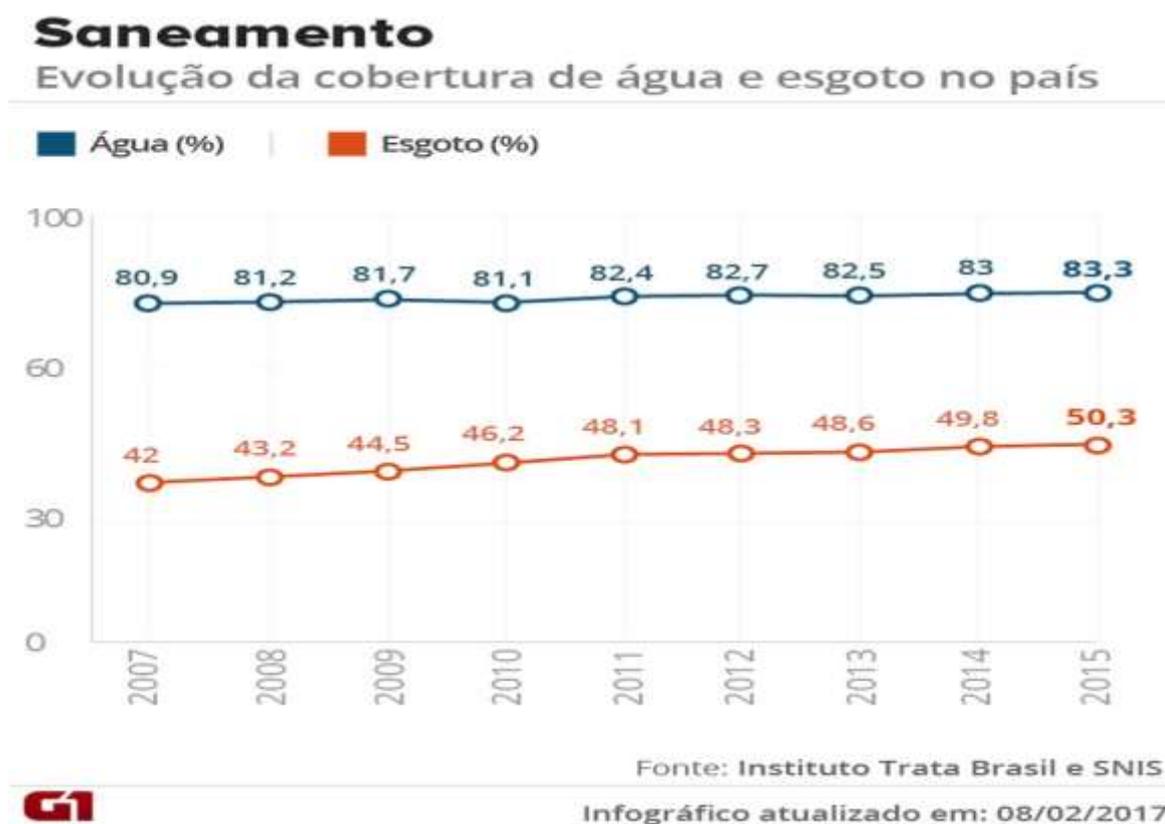
2.3 O Saneamento Básico no Brasil

Nesta pesquisa, que propõe a contextualização do conteúdo de Hidrodinâmica a um sistema de saneamento, é oportuno apresentar, mesmo que de forma sucinta, o panorama atual do saneamento básico no Brasil, com informações atuais e com o objetivo de despertar interesse

pela cidadania, procurando mostrar mais uma vez que os assuntos trabalhados em sala de aula, estão intimamente conectados ao contexto social e político em que todos os atores da educação estão inseridos.

A Figura 3 mostra o gráfico, no qual se visualiza os percentuais no período compreendido entre os anos de 2007 a 2015, da situação de abastecimento de água (azul) e do esgotamento sanitário (vermelho) do Brasil.

Figura 3 – Evolução da cobertura de água e esgoto no Brasil



Fonte: http://www.secovipr.com.br/dbimages/5423_img.jpg

Nota-se claramente um progresso, ainda que lento, na evolução desses serviços básicos à população brasileira. A cobertura dos serviços de abastecimento de água é superior à dos serviços de esgotamento sanitário, mas considerando-se as dimensões continentais do território brasileiro, os números apresentados na Figura 3 ainda estão longe do ideal, pois existem disparidades regionais no fornecimento desses serviços, além disso prioriza-se mais fortemente as áreas urbanas do que as rurais.

Muitas ações ainda devem ser pensadas e executadas para um avanço maior na oferta desses serviços que se traduzam numa melhor qualidade de vida para a população. Entre tais ações, pode-se sugerir o investimento da educação básica, conscientizando toda população, ação essa que deve ser iniciada nas escolas, como sugere este projeto.

3 TRABALHOS RELACIONADOS AO ENSINO DE HIDRODINÂMICA

No intuito de embasar e enriquecer as ideias propostas nesta pesquisa foi feito um levantamento de trabalhos acadêmicos como, artigos, periódicos, Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC), dissertações de mestrado e teses de doutorado que inspiraram e contribuíram efetivamente para o desenvolvimento desta pesquisa.

Os endereços eletrônicos relacionados abaixo, utilizados na busca dos trabalhos, foram escolhidos pelo fato de terem sido trabalhados no decorrer do curso de mestrado:

- a) <https://scholar.google.com.br>;
- b) <https://www.scielo.br>;
- c) <https://bancodeteses.capes.gov.br>;
- d) <https://www.repositorio.ufc.br>.

3.1 Pesquisando na plataforma do google acadêmico

A primeira busca por trabalhos foi realizada no endereço <https://scholar.google.com.br> citado na alínea a. O tema escolhido foi Hidrodinâmica no ensino médio. Para qualificar a busca e direcioná-la para trabalhos pertinentes ao tema foram escolhidos alguns filtros de pesquisa sugeridos na própria página eletrônica. O idioma foi o Português, o período compreende os anos de 2015 a 2018. Tais procedimentos resultaram num total de 409 trabalhos. Como filtro para seleção dos trabalhos mais relevantes para a pesquisa foram estabelecidos os critérios descritos nos quatro itens abaixo:

- 1) relação com o tema;
- 2) fundamentação teórica;
- 3) metodologias aplicadas;
- 4) contextualização dos assuntos.

Dentre os 409 trabalhos encontrados foram selecionados sete trabalhos que correspondem aos critérios adotados. Estes trabalhos estão listados no Quadro 1, onde são mostrados o título de cada trabalho e os seus respectivos autores.

Quadro 1- Relação dos trabalhos selecionados no google acadêmico

Trabalho	Título	Autor (es)
1	O USO DE JOGOS E SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL COMO INSTRUMENTO DE APRENDIZAGEM: CAMPEONATO DE AVIÕES DE PAPEL E O ENSINO DE HIDRODINÂMICA	ERICARLA DE JESUS SOUZA
2	TÚNEL DE VENTO: UM PRODUTO EDUCACIONAL ACESSÍVEL	ARTUR MOREIRA ALMEIDA
3	AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO HIDRODINÂMICO EM WETLAND HORIZONTAL DE FLUXO UBSUPERFICIAL	AUGUSTO FREDERICO JUNQUEIRA SCHMIDT
4	ENSINO DE HIDROSTÁTICA VOLTADA PARA IRRIGAÇÃO DE FRUTOS E HORTALIÇAS, ATRAVÉS DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	LUIZ PAULO FERNANDES LIMA
5	A FÍSICA DA IRRIGAÇÃO	LUIZ PAULO FERNANDES LIMA
6	O ESTUDO DE HIRODINÂMICA DOS FLUIDOS COM O APLICATIVO WIND TUNNEL: ANALISANDO O VÔO DE UM AVIÃO	FRANCISCO ADEIL GOMES DE ARAÚJO / MEIRIVÂNI MENESES DE OLIVEIRA / ELONEID FELIPE NOBRE / ALEXANDRE GONÇALVES PINHEIRO / MARCONY SILVA CUNHA
7	A HISTÓRIA DA FÍSICA EM ANIMAÇÕES: TORRICELLI E O MOVIMENTO DAS ÁGUAS	JOÃO LUÍS SAMPAIO/ ANA PAULA B. DA SILVA

Fonte: elaborado pelo autor (2018)

Ao analisar os trabalhos selecionados no Quadro 1 quanto às instituições e aos programas de pós-graduação, necessitou-se agrupá-los da maneira exposta no Quadro 2. São três trabalhos do Mestrado Nacional Profissional do Ensino de Física (MNPEF), um trabalho do

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIMA), um Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), um artigo de revista e um trabalho de seminário.

Quadro 2- Detalhes dos trabalhos selecionados

Trabalho	Instituição	Tipo	Cidade / UF	Programa
1	UFS – Universidade Federal de Sergipe	Dissertação	São Cristóvão - SE	PPGECIMA
2	UFPE – Universidade Federal de Pernambuco	Dissertação	Caruaru - PE	MNPEF
3	UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná	TCC	Curitiba- PR	
4	UFC – Universidade Federal do Ceará	Dissertação	Fortaleza - CE	MNPEF
5	UFC – Universidade Federal do Ceará	Produto Educacional	Fortaleza - CE	MNPEF
6	Revista do Professor de Física	Artigo	Brasília – DF	
7	15º Seminário Nacional da História da Ciência e da Tecnologia	Anais eletrônicos	Florianópolis - SC	

Fonte: elaborado pelo autor (2018)

O trabalho 1 aborda os conceitos de Hidrodinâmica aplicada em voos de avião, utilizando o software Modellus como técnica de ensino-aprendizagem dos conteúdos envolvidos no tema.

No trabalho 2 foi desenvolvido um experimento com materiais e baixo custo denominado Túnel de Vento, com a finalidade de estudar fenômenos aerodinâmicos aplicando as equações de Bernoulli e da continuidade.

O trabalho 3 analisa o comportamento hidrodinâmico e as características do escoamento de fluidos de fluxo horizontal através de um reator químico utilizado para tratamento de esgotos.

Os trabalhos do autor Luiz Paulo Fernandes Lima (4 e 5) têm uma conotação especial, pois contextualizam os temas Hidrostática e Hidrodinâmica com a irrigação, uma atividade historicamente fundamental no desenvolvimento humano.

O trabalho 6 trata-se de um artigo publicado na Revista do Professor de Física (v. 1, n.2-2017) que tem como objetivo fornecer aos estudantes a fundamentação teórica e as orientações práticas para que eles respondam à seguinte pergunta: como os aviões conseguem voar?

No trabalho 7, os autores buscaram na história das ciências, assuntos de Hidrodinâmica e criaram animações sobre o tema para motivar o ensino de Física.

3.2 Explorando a plataforma Scientific Electronic Library Online (SCIELO)

Essa plataforma oferece uma coleção ampla de artigos e periódicos científicos brasileiros. No entanto, para o tema Hidrodinâmica e ensino médio, não foram encontrados trabalhos relevantes à pesquisa.

3.3 Explorando o banco de dados do portal da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)

Essa busca começou pelo acesso ao endereço eletrônico <https://bancodeteses.capes.gov.br> usando o mesmo título das buscas anteriores: Hidrodinâmica no ensino médio. Foram encontrados 973958 trabalhos.

Em virtude da grande quantidade de trabalhos encontrados, foi realizada uma busca mais refinada para selecionar os trabalhos com relação mais direta com esta pesquisa, ou seja aqueles trabalhos abordando a Hidrodinâmica no ensino médio, considerando também a fundamentação teórica, as metodologias adotadas e a contextualização dos conteúdos.

O período escolhido foi entre os anos de 2016 e 2018 e no tópico grande área de conhecimento foi escolhida a opção multidisciplinar, resultando ainda em 16763 resultados, o que ainda é um número grande que precisou de mais refinamento.

Selecionando mais alguns filtros como área de conhecimento na opção ensino de ciências e matemática, área de avaliação com a opção de ensino, obteve-se um total de 1684 trabalhos e, finalmente, usando o filtro área de concentração na opção ensino de ciências e matemática obteve-se um resultado de 411 trabalhos para serem analisados.

A análise contribuiu para uma escolha de nove trabalhos relevantes à pesquisa a partir dos critérios já estabelecidos anteriormente.

O Quadro 3 apresenta a relação dos nove trabalhos selecionados na busca, aproveitando a sequência do próprio endereço eletrônico. Neste Quadro são mostrados o título de cada trabalho com os seus respectivos autores.

Quadro 3 - Relação dos trabalhos selecionados no portal CAPES

Trab.	Título	Autor (es)
1	ANÁLISE DO CONTEÚDO NO CURRÍCULO DE FÍSICA PARA O ENSINO MÉDIO	SUELI APARECIDA IBANES
2	O TEMA UNIVERSO, TERRA E VIDA NO ENSINO DE FÍSICA: UMA ANÁLISE DO DISCURSO OFICIAL NO DISCURSO DO PROFESSOR QUE LECIONA FÍSICA	NATHAN MOREIRA ULLOFFO
3	A DIMENSÃO AMBIENTAL DA TEMÁTICA ÁGUA NO EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO	JOANA EVELYN NASCIMENTO
4	DESENVOLVIMENTO DO CONHECIMENTO FÍSICO COM A APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS: Análise das interações discentes	VANDO KLEBER SANTOS SOARES
5	A CONTEXTUALIZAÇÃO NOS ITENS DE FÍSICA DO ENEM: POSSIBILIDADES E LIMITES	RICARDO YAGUTI
6	APRENDIZAGEM DE CONCEITOS FÍSICOS EM SALA DE AULA E O PROCESSO DE AQUISIÇÃO DO CONCEITO DE FORÇA INERCIAL EM ALUNOS DO 1º ANO DO ENSINO MÉDIO	GLEBSON MOISÉS ESPÍNDOLA DA SILVA
7	ANÁLISE DO CONCEITO DE FORÇA NOS LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA DO ENSINO MÉDIO SOB À LUZ DE BACHELARD	RENATA DA SILVA TRINTIN
8	SIMULAÇÕES E MODELAGEM COMO ESTRATÉGIA PARA A MELHORIA DO PROCESSO DE ENSINO APRENDIZAGEM DE FÍSICA	MARIA ELCIENE LOPES SIMAS
9	A FORMAÇÃO DE CONCEITOS CIENTÍFICOS EM FÍSICA: UMA PROPOSTA DE ENSINO DELINEADA PELA TEORIA DAS AÇÕES MENTAIS UTILIZANDO REALIDADE AUMENTADA	BRENO MÁRIO SILVA PERRONE

Fonte: elaborado pelo autor (2018)

Analisando os trabalhos selecionados em relação às instituições e aos programas de pós-graduação, foi preciso agrupá-los conforme mostra o Quadro 4. Todos os trabalhos selecionados são dissertações de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIMA) enquadrados nos quatro critérios estabelecidos para relevância da pesquisa.

Quadro 4 - Detalhes dos trabalhos selecionados

Trabalho	Instituição	Tipo	Cidade / UF	Programa
1	UEM – Universidade Estadual de Maringá	Dissertação	Maringá - PR	PPGECIMA
2	UNESP – Universidade Estadual Paulista	Dissertação	Baurú - SP	
3	UFRPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco	Dissertação	Recife - PE	PPGECIMA
4	UFS – Universidade Federal de Sergipe	Dissertação	São Cristóvão-SE	PPGECIMA
5	UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas	Dissertação	Campinas - SP	
6	UFAM – Universidade Federal do Amazonas	Dissertação	Manaus - AM	PPGECIMA
7	UEM – Universidade Estadual de Maringá	Dissertação	Maringá - PR	PPGECIMA
8	UFAM – Universidade Federal do Amazonas	Dissertação	Manaus - AM	PPGECIMA
9	UFAM – Universidade Federal do Amazonas	Dissertação	Manaus - AM	PPGECIMA

Fonte: elaborado pelo autor (2018)

O trabalho 1 apresentou uma discussão sobre quais conteúdos de Física relativos ao primeiro ano do ensino médio, os professores, baseados teoricamente em autores que discutem o currículo de Física e em documentos oficiais, selecionam para trabalhar com os alunos.

O trabalho 2 usa o tema Universo, para tratar os assuntos de Física e procura estabelecer as contradições e semelhanças entre o conhecimento científico e o conhecimento praticado pelos professores no cotidiano da sala de aula.

No trabalho 3 realizou-se uma investigação das questões do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) entre os anos de 2009 à 2015 que abordam a temática da água envolvendo assuntos como a poluição, desperdícios e saneamento básico.

O trabalho 4 investigou a interação entre os alunos de uma turma de Física do terceiro ano do ensino médio, ao ser adotada a metodologia de aprendizagem baseada em problemas, na qual foram construídas e aplicadas situações-problema envolvendo conteúdos de Física.

O trabalho 5 investigou se a contextualização proposta nas questões de Física do Enem cumprem o propósito de verificar as competências e habilidades dos alunos no processo de evolução dos saberes no ensino de Física.

Os trabalhos 6 e 7 são valiosos no critério que leva em conta a fundamentação teórica, pois trazem as ideias construtivistas de Piaget e as contribuições da epistemologia construtivista e histórica de Bachelard para serem aplicadas no ensino médio na disciplina de Física.

O trabalho 8 traz simulações computacionais e modelagens experimentais e virtuais para o ensino e aprendizagem de Física.

No trabalho 9 aplicou-se uma sequência didática de ensino de Física utilizando a realidade aumentada, software instalado em celulares, com intuito de proporcionar aos alunos a visualização de problemas de mecânica, priorizando o estudo dos conceitos científicos.

3.4 Explorando o repositório de trabalhos acadêmicos da Universidade Federal do Ceará (UFC)

Essa busca foi realizada no endereço eletrônico <https://www.repositorio.ufc.br> também com o título: Hidrodinâmica no ensino médio. Os resultados iniciais obtidos foram 7279 trabalhos. Utilizando-se a busca facetada sugerida na página e filtros de pesquisa relacionados ao ensino de Física, obteve-se um total de onze trabalhos selecionados relevantes à pesquisa, conforme mostra o Quadro 5.

Quadro 5 - Relação dos trabalhos selecionados no repositório da UFC

Trab.	Título	Autor (es)
1	A HISTÓRIA DA FÍSICA E O ENSINO DE FÍSICA: UMA PROPOSTA DE ENSINO CONTEXTUALIZADO	TATIANA GUEDES NOBRE
2	USO DE SOFTWARES EDUCACIONAIS NO ENSINO DE FÍSICA	ANTÔNIO DIEGO DO NASCIMENTO
3	PROPOSTA DE UMA NOVA PRÁTICA PARA O LABORATÓRIO NA DISCIPLINA DE FÍSICA 2 - HIDRODINÂMICA: TUBO DE VENTURI	AESLEY SOARES NOBRE
4	AS DIFICULDADES DOS ALUNOS DO 1º ANO DO ENSINO MÉDIO EM RELAÇÃO À FÍSICA	MARCIANO XAVIER DA SILVA
5	CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS FÍSICOS A PARTIR DOS SABERES POPULARES: UMA EXPERIÊNCIA COM O FENÔMENO DA CHUVA	MARIA VALDENIA DOS SANTOS
6	O RENDIMENTO EM FÍSICA É AFETADO PELA MATEMÁTICA? UM ESTUDO DE CASO	ALEX ABREU SILVA
7	FLUIDOS E CONTEXTUALIZAÇÃO NO ENSINO MÉDIO	MATEUS ALCÂNTARA DE CASTRO BORGES
8	MOTIVAÇÃO INTRÍNSECA E EXTRÍNSECA APLICADA AO ENSINO DE FÍSICA: UM ESTUDO DE CASO	ANDRÉ CHAVES DE BRITO
9	UTILIZAÇÃO DE UM EXPERIMENTO HIDRÁULICO EM ANALOGIA COM UM CIRCUITO ELÉTRICO, PARA MELHORAR A APRENDIZAGEM EM ELETRICIDADE	FRANCISCO CLÉCIO SOUSA SANTIAGO
10	UMA ANÁLISE DAS OPINIÕES DE ALUNOS E PROFESSORES SOBRE AS METODOLOGIAS DE ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO	ERMANDO ALENCAR DA SILVA
11	O USO DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS COM MATERIAIS ALTERNATIVOS NO ENSINO DE FÍSICA: UM ESTUDO DE CASO COM ALUNOS DO MUNICÍPIO DE ARACATI	CLÁUDIA SOARES FEITOSA

Fonte: elaborado pelo autor (2018)

Apenas o trabalho 8 é uma dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação em ensino de Ciências e matemática (ENCIMA), todos os outros, são TCCs do curso de Licenciatura em Física. Classificando-os conforme os critérios de seleção de relevância à pesquisa, tem-se para o critério 1 que estabelece a relação com o tema Hidrodinâmica, os trabalhos 3, 7 e 9. Para o critério 2 que considera a fundamentação teórica, os trabalhos 4 e 11. No critério 3 que atenta para as metodologias de ensino, os trabalhos escolhidos foram 2, 6, 8, 9 e 10. E finalmente, para o critério 4 que considera a contextualização dos conteúdos, os trabalhos foram 1, 5 e 7.

O trabalho 1 incluiu a história da Física no ensino da disciplina a fim de proporcionar ao aluno maior motivação na aprendizagem, além de trabalhar a disciplina de forma contextualizada e interdisciplinar.

O trabalho 2 fez uso do software de modelagem computacional chamado Modellus com 60 alunos do primeiro ano do ensino médio para o estudo dos movimentos verticais, incluindo a queda livre dos corpos.

No trabalho 3, o autor sugeriu um experimento para ser aplicado no laboratório de Física, utilizando o Tubo de Venturi, que é uma aplicação prática do Princípio de Bernoulli.

No trabalho 4, o autor investigou as dificuldades encontradas pelos alunos do primeiro ano, em relação ao ensino de Física, ao ingressar no ensino médio, alicerçado na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel.

O trabalho 5 abordou o fenômeno da chuva contextualizado com os conhecimentos populares, com alunos do primeiro ano do ensino médio, dando ênfase à construção de experimentos em sala de aula.

No trabalho 6, o autor fez uma abordagem do conteúdo de Física comparando o rendimento dos alunos em questões conceituais e questões de cálculo.

O trabalho 7 merece um destaque especial, pois foi selecionado por se enquadrar em dois critérios (1 e 4). Neste trabalho que teve como foco a contextualização do assunto de fluidos, foram revisados alguns conceitos importantes de algumas teorias da aprendizagem. Foi sugerida uma ementa que aborda assuntos fundamentais de fluidos para o ensino médio com aplicações relacionadas ao cotidiano como por exemplo, na aferição da pressão arterial, na utilização do elevador hidráulico, na calibração de pneus, como também, as aplicações tecnológicas.

No trabalho 8, o autor observou a motivação de uma turma de alunos do segundo ano, diante da proposta de inserção no decorrer das aulas de vídeos de curta duração, que relacionam conhecimentos científicos e saberes populares.

No trabalho 9, o autor adotou uma metodologia pouco comum, através de analogias entre um circuito hidráulico e um circuito elétrico, ambos construídos com materiais de baixo custo, procurando estimular nos alunos a aprendizagem dos conteúdos envolvidos.

O trabalho 10 traz uma investigação por parte do autor, sobre as diversas metodologias utilizadas pelos professores de Física do ensino médio no exercício de suas docências.

No trabalho 11, o autor defendeu a ideia de que as atividades experimentais são as melhores ferramentas para se estudar os conceitos de Física no ensino médio, ancorando-se nas ideias construtivistas de Piaget e Vygotsky para estimular a evolução cognitiva dos alunos na aprendizagem de Física.

4 METODOLOGIA

Esta pesquisa foi executada em duas etapas: a primeira teve a participação de 30 professores de Física da região metropolitana de Fortaleza, sendo 20 da escola pública e 10 da escola particular, enquanto a segunda foi realizada com 40 alunos do primeiro ano do ensino médio de uma escola pública de tempo integral do município de Fortaleza.

Tendo como referência a classificação de Gil (2002) para os tipos de pesquisa, pode-se dizer que esta, foi uma pesquisa exploratória e bibliográfica, pois buscou a investigação do tema em obras já publicadas na literatura científica como: artigos, periódicos e dissertações. Quanto ao método, baseando-se na classificação de Lakatos e Marconi (1995), pode-se considerar que a pesquisa teve uma abordagem hipotético-dedutiva na qual se procurou verificar a abrangência das hipóteses propostas no Capítulo 1. A coleta de dados foi feita por meio de questionários para cada etapa da pesquisa, e a análise e interpretação dos dados foi feita tanto de maneira qualitativa como quantitativa, como pode ser verificado no Capítulo 5.

4.1 Conversando com Professores de Física

A Física é tida como um dos vilões da aprendizagem, principalmente nas turmas de primeiro ano que pouco, ou nada, estudam da disciplina no ensino fundamental, além disso é uma das matérias que mais apresentam baixos índices de proficiência entre os alunos. A classe docente é consciente dessa situação geral que enfrenta, mas busca alternativas criativas e metodologias diversas para reverter essa situação desconfortável.

O fato relatado no parágrafo anterior expõe uma situação vivenciada pelos professores na sua rotina de trabalho. Para se obter dados concretos sobre o ensino de Física relativo à Hidrodinâmica, assunto principal desta pesquisa, foi aplicado um questionário com 30 professores de Física em atividade de regência, sendo 20 da escola pública e 10 da escola particular. O Quadro 6 abaixo, mostra os questionamentos feitos aos professores. A questão 1 aborda o tema Hidrostática porque é um pré-requisito para se estudar Hidrodinâmica.

Quadro 6 - Pesquisa realizada com professores de Física em atividade

Questão 1. O tema Hidrostática é abordado na escola em que você leciona?				
a) Sim	() 25%	() 50%	() 75%	() 100%
b) Não	()			
Questão 2. E o Tema Hidrodinâmica é abordado na escola em que você leciona?				
a) Sim	() 25%	() 50%	() 75%	() 100%
b) Não	()			

Fonte – Elaborado pelo autor (2018)

A enquete com os professores teve como objetivo levantar dados para suporte da pesquisa e, conhecer mais de perto a realidade do trabalho docente local, haja vista que todos os professores entrevistados atuam na região metropolitana de Fortaleza.

Dentro do tema Hidrostática, os tópicos apresentados aos professores foram os seguintes:

- Três teoremas fundamentais: Stevin, Pascal e Arquimedes.
- Massa específica ou densidade absoluta [μ]
- Peso específico [ρ]
- Densidade de um corpo[d]
- Densidade relativa
- O conceito de pressão
- Pressão exercida por uma coluna líquida
- Forças exercidas nas paredes do recipiente por um líquido em equilíbrio
- O Teorema de Stevin
- Consequências do Teorema de Stevin
- A pressão atmosférica e o experimento de Torricelli
- O Teorema de Pascal
- Consequência do Teorema de Pascal
- Pressão absoluta e pressão efetiva
- Vasos comunicantes
- Prensa hidráulica
- O Teorema de Arquimedes
- Verificação da lei do empuxo

Para o tema Hidrodinâmica, os tópicos apresentados aos professores foram os seguintes:

- Preliminares: líquidos ideais
- Vazão (Z)
- Equação da continuidade
- Teorema de Bernoulli
- Demonstração do Teorema de Bernoulli
- Equação de Torricelli

4.2 Descobrimos os Conhecimentos Prévios dos Alunos

Conforme foi dito na seção 2.1, esta pesquisa buscou valorizar os conhecimentos prévios dos alunos. Então, aplicando as ideias de Ausubel, também detalhadas nesta mesma seção, a atitude inicial foi investigar tais conhecimentos, num momento pedagógico inicial. As ferramentas utilizadas para isso foram a apresentação inicial das palavras Hidrodinâmica e Saneamento, escritas no quadro branco e a solicitação feita aos alunos que explicassem o significado de cada uma delas. Em seguida, foi aplicado um questionário de dez questões, mostrado no Apêndice A, explorando o tema Hidrodinâmica e Saneamento Básico de maneira contextualizada com situações do cotidiano.

A pesquisa foi realizada com 40 alunos do primeiro ano do ensino médio de uma escola pública de tempo integral do município de Fortaleza, durante os meses de maio e junho de 2018. Todos os alunos são provenientes da escola pública da rede municipal e a faixa etária varia dos 13 aos 17 anos. Os momentos da pesquisa realizada com a participação dos alunos, sobre a intervenção do professor, estão detalhados no Quadro 7.

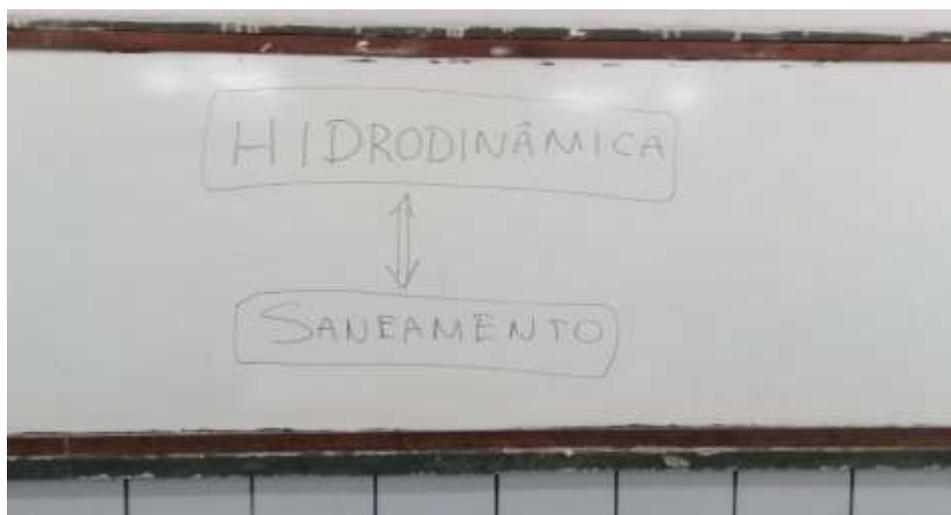
Quadro 7 – Momentos Pedagógicos

	Atividades	Tempo
1º Momento	Apresentação e discussão dos temas: Hidrodinâmica e Saneamento. Aplicação do questionário prévio (mostrado no Apêndice A).	50 min
2º Momento	Aula contextualizada sobre Hidrodinâmica e Saneamento, utilizando-se recursos audiovisuais, e também, execução de experimentos com materiais de baixo custo.	100 min
3º Momento	Exibição de dois vídeos sobre Hidrodinâmica:(Turma 1 - 20 alunos) 1) O Agulhão Negro em perseguição a um cardume. 2) Simulador Hidrodinâmica – PHET COLORADO. Resolução das questões referentes aos vídeos 1 e 2.	50 min
4º momento	Repetição do 3º momento para os outros 20 alunos.	50 min
5º momento	Repetição do 2º momento, exceto a execução dos experimentos.	50 min
6º momento	Aplicação do Questionário Final da Pesquisa	50 min
	Total	350 min

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

O primeiro momento foi desenvolvido com o propósito de investigar os conhecimentos prévios dos alunos. A apresentação do tema proposto para discussão em sala, foi estimulada pelo professor para despertar as ideias e concepções de cada aluno, proporcionando a oportunidade de expor seus comentários sobre os temas que foram escritos no quadro branco. A Figura 4 ilustra esse momento. Para completar, foi reservada a metade do tempo da aula (25 minutos) para os alunos responderem ao questionário apresentado no Apêndice A.

Figura 4 – 1º Momento Pedagógico



Fonte: Foto autor (2018)

No segundo momento pedagógico, foi ministrada pelo professor, uma aula de 100 minutos sobre o tema da pesquisa. A aula teve todo um aparato tecnológico de recursos audiovisuais, mesclada com 2 experimentos utilizando materiais de baixo custo: o experimento 1 aborda a pressão atmosférica, o experimento 2 aborda a velocidade e o alcance de jatos de água ejetados de furos em um recipiente, sob a ação da pressão atmosférica. Esse momento teve como prioridade embasar teoricamente o aluno dentro do conteúdo da Hidrodinâmica, caracterizado pela função do professor em facilitar a aprendizagem dos alunos. Os tópicos da aula foram os seguintes:

- O que estuda a hidrodinâmica?
- Conceitos fundamentais: Tensão Superficial, Pressão Atmosférica, Vazão.
- Equação da Continuidade.
- Efeito Bernoulli.
- Equação de Torricelli.
- Ciclo Hidrológico
- Sistema de Saneamento Básico: Água e Esgoto

O terceiro momento foi preparado intencionalmente como uma função lúdica da aprendizagem, através de dois vídeos curtos que procuraram despertar e sensibilizar os alunos para a importância dos conteúdos, mas de uma maneira divertida e com a participação colaborativa de todos. O Quadro 8, descreve os vídeos e os conteúdos de Hidrodinâmica trabalhados, em função dos conceitos e fenômenos observados e explorados em cada vídeo.

Quadro 8 – Descrição dos Vídeos

Vídeo	Descrição	Duração	Conceitos Físicos Observados
1	O Agulhão Negro em perseguição a um cardume. O endereço eletrônico é: https://youtu.be/_b01PRZjNtQ	1:10 s	Velocidade de corpos submersos
2	Simulador de Hidrodinâmica - PHET COLORADO. O endereço eletrônico é: https://youtu.be/4uhLCEUKUHk	10:07 S	<ul style="list-style-type: none"> • Fluxo • Vazão • Pressão • Velocidade • Densidade

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

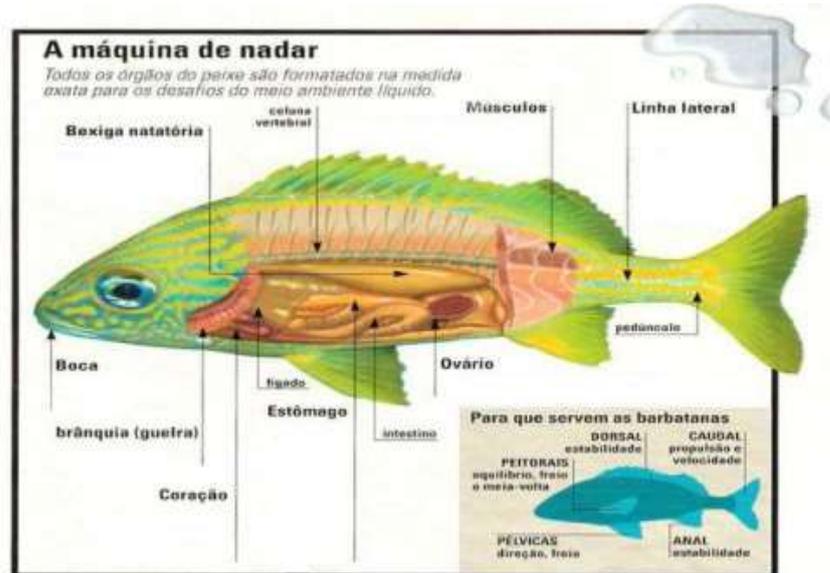
Após a exibição de cada vídeo, foi destinado um tempo de 30 minutos para discussão entre os grupos de quatro alunos cada, e na sequência, a resolução do questionário apresentado no Quadro 9.

Quadro 9 – Questionário sobre os Vídeos

Questionário

Vídeo 1

1. O Agulhão Negro é considerado o peixe mais veloz dos oceanos, podendo atingir uma velocidade de 129 km/h. Esse peixe, na idade adulta, pode alcançar o comprimento de 4 m e uma massa de 750 kg. Observe a Figura abaixo e explique como o formato hidrodinâmico dos peixes em geral, auxilia a sua locomoção nas águas.



http://4.bp.blogspot.com/-H_IylZ1-IHo/UBs8G7IKCGI/AAAAAAAAAAo/119IL_jBCS0/s1600/peixe-por-dentro2.jpg

Vídeo 2

2. O que ocorre com a pressão e velocidade do fluido quando é aumentada a área da tubulação?
3. Explique o que é vazão volumétrica de fluidos.
4. Qual a diferença entre escoamento laminar e turbulento?
5. De acordo com o vídeo 2, a Equação de Torricelli ($v^2=2gh$), é usada para calcular a velocidade alcançada pela água durante seu esvaziamento de um tanque, onde ocorre a transformação da energia potencial gravitacional em energia cinética.

() sim

() não

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

O quarto momento pedagógico foi a repetição do momento anterior, pois a turma inicial de 40 alunos, foi dividida em duas turmas menores de 20 alunos, a fim de permitir um melhor desempenho na execução desses dois momentos pedagógicos. Essa medida proporcionou uma melhor eficácia no desenvolvimento da aula, como já comentado

anteriormente. A metodologia usada nesses dois momentos, foi o debate entre grupos de 4 alunos e uma discussão geral sobre o tema Hidrodinâmica e saneamento, além da resolução do questionário do Quadro 9.

O quinto momento pedagógico foi a repetição da aula desenvolvida no 2º momento, mas dessa vez sem a execução dos experimentos. A finalidade dessa ação foi fortalecer ainda mais o conteúdo, para que os alunos avançassem na aprendizagem e consolidassem ou modificassem os seus conhecimentos prévios, o que Ausubel chama de “diferenciação progressiva e reconciliação integradora.”

O sexto momento pedagógico dessa sequência didática foi a aplicação de um questionário final, elaborado com o intuito de comprovar a evolução da aprendizagem dos alunos. O Apêndice C mostra as questões trabalhadas pelos alunos nesse momento pedagógico.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste Capítulo, é apresentada uma análise qualitativa e quantitativa dos dados coletados durante toda a pesquisa. A seção 5.1 mostra os detalhes da enquete realizada com os 30 professores de Física, enquanto que nas seções 5.2, 5.3 e 5.4 analisam-se os dados levantados na pesquisa realizada com os 40 alunos do primeiro ano durante todos os passos da pesquisa.

5.1 O que disseram os Professores de Física

As respostas dos professores à pesquisa, detalhada no Capítulo 3, revelou que 60% dos professores da escola pública não trabalham os assuntos de Hidrodinâmica, enquanto na escola particular esse percentual se reduz à metade, ou seja, apenas 30% não trabalham a Hidrodinâmica em suas aulas.

Quanto à Hidrostática, que é pré-requisito para se estudar Hidrodinâmica, na escola pública, 90% trabalham os conteúdos e apenas 10% responderam que não trabalham. Por sua vez, todos os professores das escolas particulares (100%), informaram que trabalham os assuntos referentes à Hidrostática.

No Quadro 10 é possível visualizar os quantitativos das respostas dos professores, tanto da escola pública (20 professores), quanto da escola particular (10 professores).

Quadro 10 - Pesquisa realizada com professores de Física em atividade (respostas)

Questão 1. O tema Hidrostática é abordado na escola em que você leciona?									
a) Sim () 25% () 50% () 75% () 100%									
b) Não ()									
Questão 2. E o tema Hidrodinâmica é abordado na escola em que você leciona?									
a) Sim () 25% () 50% () 75% () 100%									
b) Não ()									
Resposta dos professores (Escola Pública)									
	Sim				Total Sim	% Sim	Total Não	% Não	NP
	25% cont	50% cont	75% cont	100% cont					
Q1	8	3	6	1	18	90%	2	10%	20
Q2	5	1	2		8	40%	12	60%	20
Resposta dos professores (Escola Particular)									
	Sim				Total Sim	% Sim	Total Não	% Não	NP
	25% cont	50% cont	75% cont.	100% cont					
Q1		2	3	5	10	100%	0	0%	10
Q2		2	3	2	7	70%	3	30%	10

Fonte: elaborado pelo autor (março/2018)

Legenda: Q1- refere-se a questão 1, Q2 – refere-se a questão 2, NP – Número de professores

O Quadro 10 mostra os números referentes a todos os percentuais de conteúdos trabalhados. Por exemplo, de um total de 20 professores entrevistados da escola pública, 8 professores trabalham apenas 25% do conteúdo, 3 professores trabalham 50%, 6 trabalham 75% do conteúdo e apenas 1 professor consegue trabalhar todo o conteúdo (100%) da questão 1, resultando num total de 18 professores que trabalham os assuntos da Hidrostática, e apenas 2 professores, não trabalham nada sobre o assunto.

Os números explicados no parágrafo anterior devem ser usados para interpretar todas as informações contidas no Quadro 10, tanto para os professores da escola pública como da escola particular. No referido quadro, apresenta-se uma legenda para explicar algumas palavras abreviadas, por exemplo, NP significa Número de Professores.

Os percentuais dos conteúdos sugeridos aos professores na pesquisa são mostrados nos Quadros 11 e 12 a seguir.

Quadro 11 – Conteúdo de Hidrostática

1.Três teoremas fundamentais: Stevin, Pascal e Arquimedes.	25 % CONTEÚDO
2.Massa específica ou densidade absoluta [μ]	
3.Peso específico [ρ]	
4.Densidade de um corpo[d]	
5.Densidade relativa	
6.O conceito de pressão	50% CONTEÚDO
7.Pressão exercida por uma coluna líquida	
8.Forças exercidas nas paredes do recipiente por um líquido em equilíbrio	
9.O Teorema de Stevin	
10.Consequências do Teorema de Stevin	
11.A pressão atmosférica e o experimento de Torricelli	75% CONTEÚDO
12.O Teorema de Pascal	
13.Consequência do Teorema de Pascal	
14.Pressão absoluta e pressão efetiva	
15.Vasos comunicantes	100 % CONTEÚDO
16.Prensa hidráulica	
17.O Teorema de Arquimedes	
18.Uma verificação da lei do empuxo	

Fonte – Elaborado pelo autor (2018)

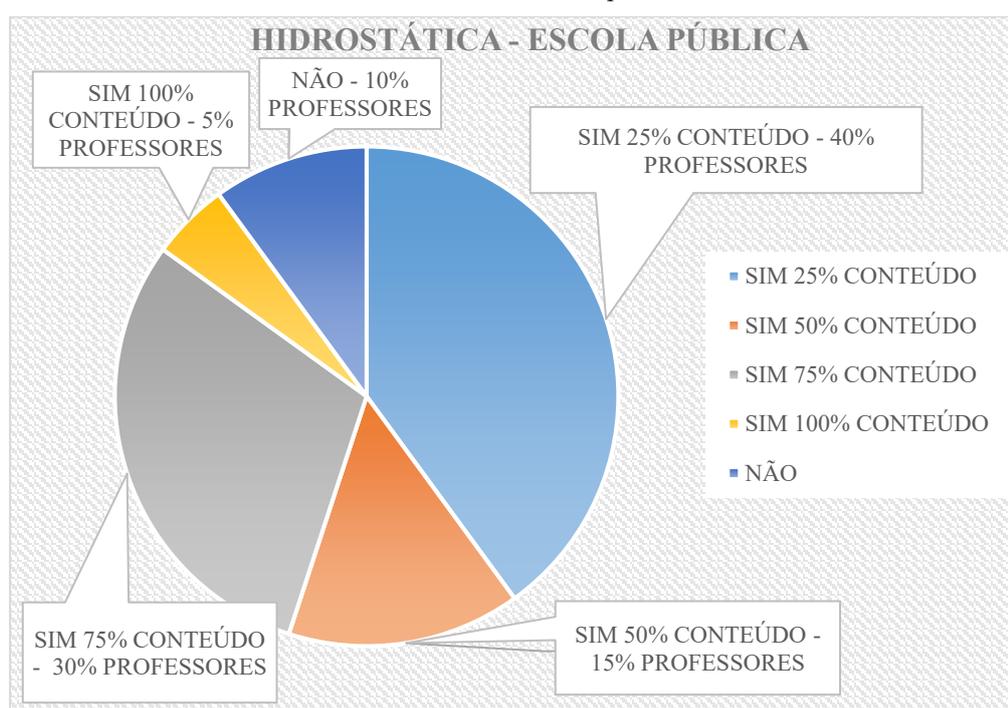
Quadro 12 – Conteúdo de Hidrodinâmica

1.Preliminares:líquidos ideais.	25 % CONTEÚDO
2.Vazão (Z)	
3.Equação da continuidade	50 % CONTEÚDO
4.Teorema de Bernoulli	75 % CONTEÚDO
5.Demonstração do Teorema de Bernoulli	
6.Equação de Torricelli	100 % CONTEÚDO

Fonte – Elaborado pelo autor (2018)

Para facilitar a interpretação das respostas dos professores, foram elaborados 4 gráficos que se seguem. No Gráfico 1 destacam-se os dados relativos a questão 1 da pesquisa que aborda o tema Hidrostática com os professores da escola pública, onde visualizam-se os percentuais de todas as respostas, associadas cada uma delas a uma cor no gráfico.

Gráfico 1- Hidrostática na escola pública

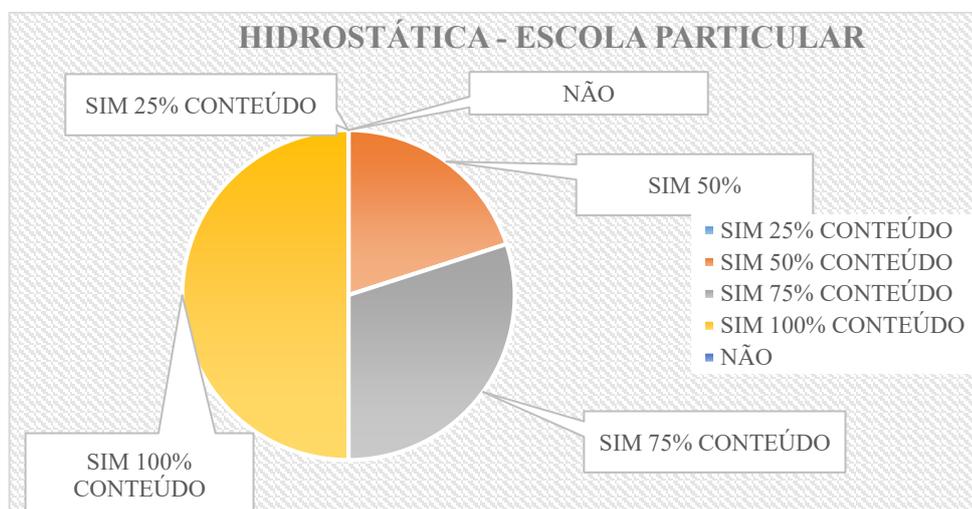


Fonte: elaborado pelo autor (2018)

Observa-se no Gráfico 1 que 90% dos professores entrevistados da escola pública, responderam que trabalham os conteúdos de Hidrostática apresentados no Quadro 6, mas na seguinte proporção: 40% trabalham 25% do conteúdo, 15% trabalham 50% do conteúdo, 30% trabalham 75% do conteúdo e 5% dos professores responderam que conseguem trabalhar 100% do conteúdo de Hidrostática. Em relação aos professores que não trabalham o conteúdo, o percentual foi de 10%.

O Gráfico 2 apresenta os dados da mesma questão 1 sobre Hidrostática para os professores da escola Particular. Os percentuais de cada resposta correspondem a uma cor do gráfico.

Gráfico 2- Hidrostática na escola particular

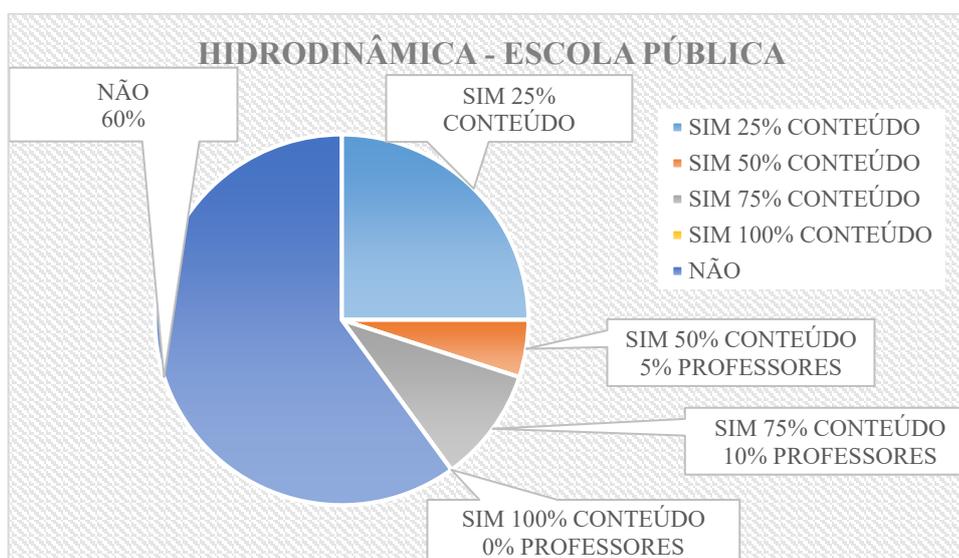


Fonte: elaborado pelo autor (2018)

De acordo com o Gráfico 2 que leva em conta as respostas dos professores da escola particular, 100% trabalham os conteúdos de Hidrostática apresentados no Quadro 6, mas na seguinte proporção: 20% trabalham 50% do conteúdo, 30% trabalham 75% do conteúdo e 50% dos professores trabalham 100% do conteúdo.

O Gráfico 3 apresenta os dados levantados na questão 2 sobre Hidrodinâmica para os professores da escola pública, cada cor está associada a uma porcentagem de respostas dos professores.

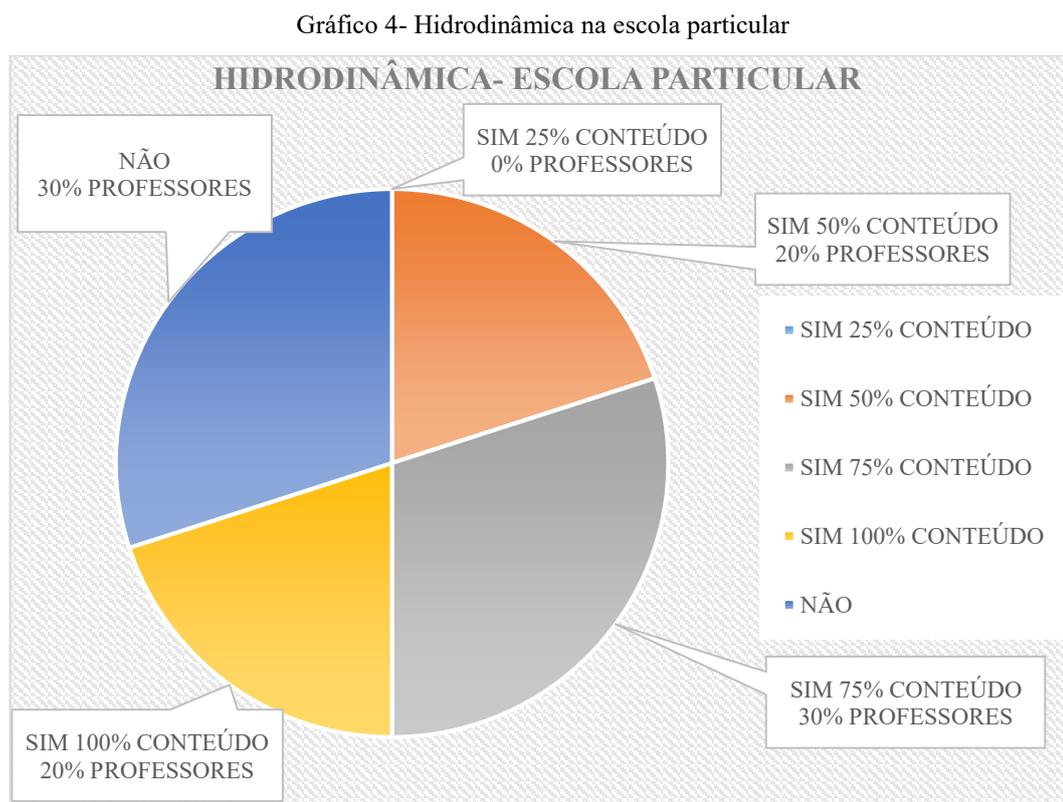
Gráfico 3- Hidrodinâmica na escola pública



Fonte: elaborado pelo autor (2018)

De acordo com o Gráfico 3 que se refere aos conteúdos de Hidrodinâmica apresentados no Quadro 7 para os professores da escola pública, observa-se que 60% não trabalham os conteúdos. Entre os 40% que trabalham, a proporção é a seguinte: 25% trabalham 25% do conteúdo, 5% trabalham 50% do conteúdo e 10% dos professores trabalham 75% do conteúdo.

No Gráfico 4, tem-se os dados da questão 2 que aborda Hidrodinâmica para os professores da escola particular, onde pode-se visualizar os percentuais para cada resposta.



Fonte: elaborado pelo autor (2018)

Observa-se no Gráfico 4 que 70% dos professores da escola particular responderam que trabalham os conteúdos de Hidrodinâmica apresentados no Quadro 7, mas na seguinte proporção: 20% trabalham 50% do conteúdo, 30% trabalham 75% do conteúdo e 20% responderam que conseguem trabalhar 100% do conteúdo de Hidrodinâmica. Em relação aos professores que não trabalham o conteúdo, o percentual foi de 30%.

5.2 Os Conhecimentos Prévios dos Alunos

Respeitando e explorando os subsunçores dos alunos com relação ao tema da pesquisa, que envolveu Hidrodinâmica e saneamento básico, mesmo sem ter sido ainda trabalhado

objetivamente nas aulas de Física, admitiu-se que os conhecimentos sobre o tema foram apropriados pelas experiências individuais dos alunos e organizados aleatoriamente, ou não, em suas construções mentais.

A investigação desses conhecimentos foi feita, conforme relatado no Capítulo 4, seção 4.2. A interpretação das respostas ao questionário prévio apresentado no Apêndice A, está detalhada para cada questão nos parágrafos seguintes. Entretanto, antes de ler a análise de cada questão, é importante que se leia o Apêndice B que apresenta uma coletânea de todas as respostas dos quarenta alunos investigados.

A questão 1 abordou o conceito fundamental da Hidrodinâmica, que trata do estudo dos fluidos em movimento (líquidos e gases). A resposta correta é a opção “d”, que apresentou o seguinte resultado:

- a) 15 alunos (37,5%);
- b) 2 alunos (5%);
- c) 3 alunos (7,5 %);
- d) 20 alunos (50 %).

As respostas dos alunos revelaram que a metade deles já conheciam previamente o tema da pesquisa.

A questão 2 que procurou investigar os conhecimentos dos alunos sobre conceitos básicos como Força, Pressão, Densidade e Vazão, fazendo que eles procurassem relacionar cada conceito a sua respectiva descrição. Três alunos relacionaram corretamente cada conceito a seu respectivo significado o que corresponde a um percentual de apenas 7,5 %. A grande maioria (92,5%) mostrou que os conceitos abordados ainda não estão claramente definidos em suas concepções prévias.

A questão 3 inseriu na pesquisa o saneamento básico, na tentativa de que os alunos relacionassem esse assunto com a Hidrodinâmica e percebessem essa relação de forma contextualizada. 31 alunos (77,5%) sinalizaram de forma positiva, concordando com o enunciado proposto na questão.

A questão 4 trabalhou a pressão atmosférica, um importante conceito da Hidrodinâmica, muito utilizado nos sistemas de saneamento básico. Apenas doze alunos, 30% do total investigado, mostraram em suas respostas que compreendem bem a significância desse conceito para um sistema de saneamento, concordando com o enunciado da questão.

A questão 5 que trata da tensão superficial da água, comprovou que a maioria dos alunos (57,5%) conhece o fenômeno pesquisado.

A questão de número 6 foi inserida no questionário a fim de saber se os alunos conhecem o equipamento de medição (hidrômetro) que faz parte da rede de abastecimento de água, sendo encontrado no ponto de entrada d'água das residências, prédios de condomínios e indústrias. Dez alunos (25%) responderam que serve para medir a pressão da água que chega às residências. Apenas 1 aluno (2,5%) respondeu que não sabia qual a utilidade do equipamento. Entretanto, 29 alunos (72,5%) responderam corretamente marcando a opção medir o volume mensal de água.

A questão 7 que envolveu um pouco de conhecimentos matemáticos relativos às transformações de unidades de tempo e volume. Essa questão foi inserida no intuito de descobrir as habilidades dos alunos em efetuar cálculos simples sem a necessidade do uso de calculadoras. O texto da questão relatou uma situação corriqueira do cotidiano, abordando o conceito de vazão de uma maneira pragmática e elementar.

Trinta e dois alunos (80%) confirmaram que os cálculos estariam corretos, mas nenhum deles resolveu efetuar os cálculos para comprovação do resultado. Seis alunos (15%) responderam que os cálculos da questão não estavam corretos, mas também estes, não refizeram os cálculos para confirmação dos resultados. Um aluno (2,5%) respondeu que não concordava com os cálculos, refez os cálculos, mas não encontrou os mesmos resultados. Um aluno ignorou a questão e não respondeu nada.

A questão 8 tratou do Princípio de Bernoulli que relaciona inversamente as grandezas pressão e velocidade para fluidos em movimento. As respostas obtidas foram:

seção 1 – 15 alunos (37,5%);

seção 2 – 25 alunos (62,5%).

A leitura das respostas indicou que a maioria dos alunos não conhecia o Princípio de Bernoulli abordado na questão.

A questão 9 descreveu a pressão arterial humana e buscou fazer uma analogia a um sistema Hidrodinâmico, como por exemplo o bombeamento de água dentro de uma tubulação pressurizada. A ideia da questão foi trabalhar também uma unidade de medida de pressão bastante usual que é o milímetro de mercúrio (mm Hg). As respostas dos alunos foram:

a) 120 mm Hg x 80 mm Hg - 13 alunos (32,5%);

b) 120 cm Hg x 80 cm Hg - 9 alunos (22,5%);

c) 80 mm Hg x 120 mm Hg - 13 alunos (32,5%);

d) 80 cm Hg x 120 cm Hg - 5 alunos (12,5%).

Outra vez as respostas indicaram que a maioria dos alunos não tinha os conhecimentos prévios exigidos na questão, pois o item correto (a), obteve apenas 32,5% das opções de resposta dos alunos.

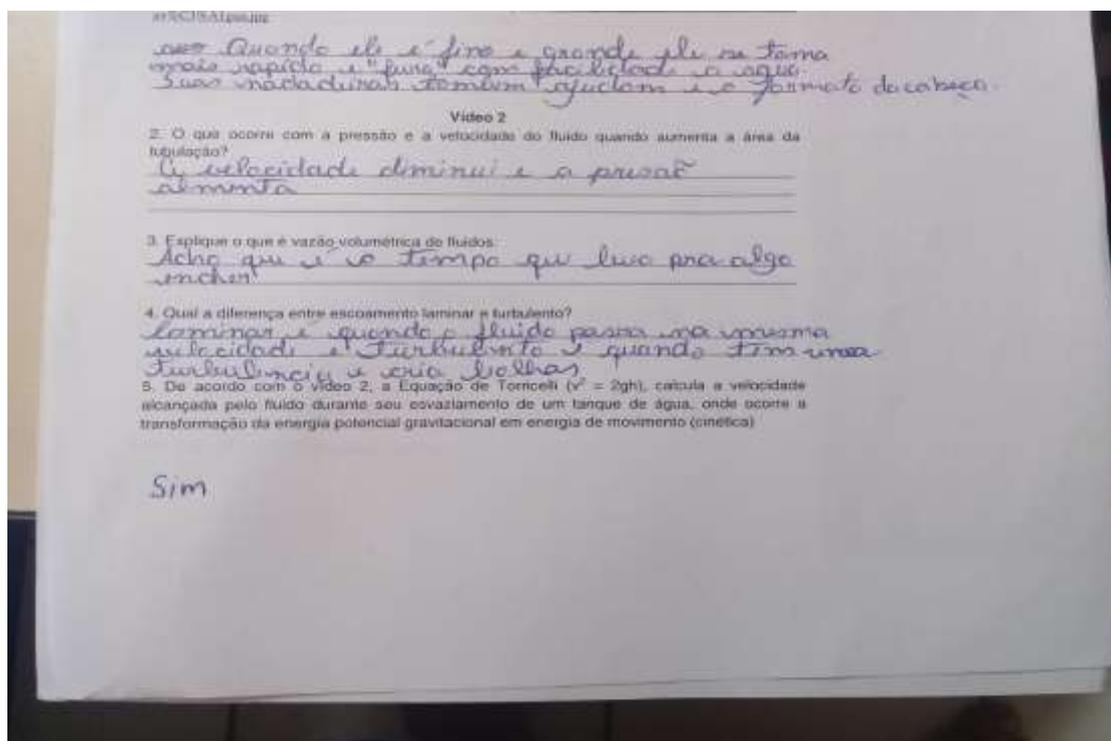
A questão 10 teve o objetivo de relacionar a altura com a pressão exercida pela coluna do líquido no fundo de um recipiente, e fazer analogia ao que ocorre dentro de um reservatório de água de um sistema de saneamento básico. Vinte e dois alunos (55%) perceberam a relação correta entre a altura e a pressão no fundo do recipiente escolhendo a opção II que corresponde a de maior altura.

5.3 Sobre a Aula de Vídeos

Como foi descrito na seção 4.3, a aula de vídeos foi executada durante os 3º e 4º momentos pedagógicos com a turma de 40 alunos divididos em dois grupos de 20. Foram os momentos lúdicos da Pesquisa, pois houve uma participação colaborativa dos alunos durante todo o tempo da aula. O plano de aula detalhado utilizado, encontra-se no Apêndice D.

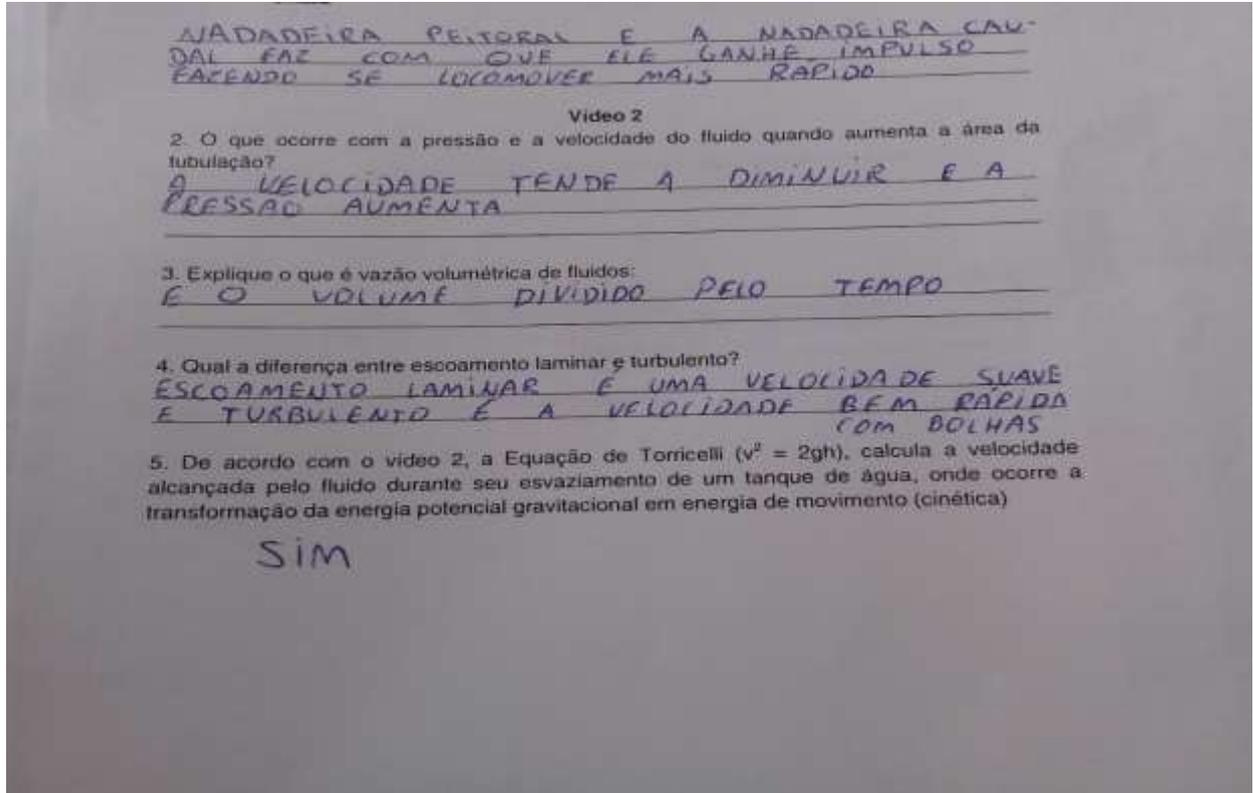
As respostas dos alunos ao questionário aplicado apresentaram algumas semelhanças. A Figura 5 mostra as respostas do aluno 3 que representa a primeira turma de 20 alunos.

Figura 5 – Resposta às Questões da Aula de Vídeo do Aluno N.º 3



A Figura 6 mostra as respostas do aluno 27 que representa a segunda turma de 20 alunos.

Figura 6 – Resposta às Questões da Aula de Vídeo do Aluno N.º 27



Fonte: Foto do Autor (2018)

Todas as questões estão vinculadas aos vídeos e relacionadas com os assuntos da Hidrodinâmica. A questão número 1 que tratou do formato hidrodinâmico dos peixes e a sua facilidade de locomoção na água, foi respondida por todos os alunos, porém o Quadro 13 destaca a resposta de três alunos a esse questionamento:

Quadro 13 – Resposta à questão 1 do vídeo

Aluno	Resposta
5	“pelo o fato de ter mais impulso e ser mais fino”
10	“as nadadeiras é o formato hidrodinâmico”
21	“sim diminui a resistência na água”

Fonte: elaborado pelo autor (2018)

As respostas a esta questão, apesar de mal redigidas, foram pertinentes com a pergunta. Percebe-se que os alunos e 5 e 21 relacionaram as suas respostas a conceito físicos que

estão associados ao movimento dos peixes na água. O aluno 5 referiu-se ao impulso e o aluno 21 à resistência do líquido. A resposta do aluno 10 está confusa e conceitualmente errada, pois não explica o fenômeno abordado.

A questão número 2 abordou o Princípio de Bernoulli que relaciona inversamente as grandezas velocidade e pressão num regime de escoamento de fluidos. As respostas dos mesmos alunos citados na questão anterior e mostradas no Quadro 14 foram:

Quadro 14 – Resposta à questão 2 do vídeo

Aluno	Resposta
5	<i>“Velocidade diminui e a pressão aumenta”</i>
10	<i>“a pressão diminui e a velocidade também diminui o volume aumenta”</i>
21	<i>“A velocidade aumenta a pressão diminui”</i>

Fonte: elaborado pelo autor (2018)

Apenas o aluno 21 relacionou corretamente as grandezas. O aluno 5 inverteu a relação e o aluno 10 incluiu o volume na relação de maneira equivocada, pois esta última grandeza não fazia parte do parâmetro de comparação da questão.

A questão número 3 procurou investigar o que os alunos conheciam sobre o conceito de vazão volumétrica. As respostas obtidas dos três alunos selecionados, são bem representativas para todo o grupo dos 40. E estão descritas no Quadro 15 a seguir:

Quadro 15 – Resposta à questão 3 do vídeo

Aluno	Resposta
5	<i>“é a divisão entre o tempo e o volume”</i>
10	<i>“É o volume em massa de determinado fluido. Vazão da rapidez com qual um volume ou massa esco”</i>
21	<i>“um volume medido pelo tempo”</i>

Fonte: elaborado pelo autor (2018)

Analisando-se as respostas para esse questionamento, conclui-se, as frases estão mal elaboradas, além disso, a relação entre as grandezas volume e tempo estão incorretas. O Aluno 5 inverteu a relação, o Aluno 10, apesar de formular frases e orações confusas, mostra

que entendeu o conceito, embora não tenha sabido se expressar corretamente. A resposta do aluno 21 poderia estar correta, caso a frase fosse refeita, trocando-se o termo “pelo tempo” por “no tempo” ou melhor ainda “no decorrer do tempo”.

A questão 4 procurou investigar se os alunos haviam compreendido as diferenças entre os regimes de escoamento de fluidos laminar e turbulento, como foi mostrado no vídeo do software educativo Phet Colorado utilizado conforme foi detalhado no Apêndice D. As respostas obtidas estão no Quadro 16 abaixo:

Quadro 16 – Resposta à questão 4 do vídeo

Aluno	Resposta
5	<i>“laminar – é menor e turbulento é maior”</i>
10	<i>“laminar: ocorre quando as partículas de um fluido movem-se ao longo de trajetórias bem definidas”</i> <i>Turbulento: é quando as partículas de um fluido não se movem ao longo da trajetória”</i>
21	<i>“o escoamento laminar é devagar e o turbulento é rápido fazendo borbulhações”</i>

Fonte: elaborado pelo autor (2018)

A resposta do aluno 21 é a que mais faz sentido e se aproxima do conceito trabalhado durante a aula e mostrado no vídeo já citado. Embora não faça nenhuma alusão ao número de Reynolds que serve de parâmetro pra definição dos tipos de regimes de escoamento de fluidos, como também foi mostrado no vídeo.

A questão de número 5 solicitou dos alunos, apenas uma confirmação ou negação da aplicação da equação de Torricelli, durante o esvaziamento de um tanque de água, onde ocorre a transformação de energia potencial em energia cinética. 90 % dos alunos concordaram com o contexto da questão e optaram corretamente pela opção “sim”.

5.4 Análise Qualitativa e Quantitativa do Questionário Final da Pesquisa

O questionário final é apresentado resolvido no Apêndice E. Foi elaborado com o intuito de avaliar e comprovar a evolução da aprendizagem dos alunos durante todos os passos da pesquisa.

Adotando-se o critério de 1,0 ponto para o acerto de cada questão, observa-se no Quadro 18 que a maior nota obtida neste questionário foi um 9,0 do aluno 38 que acertou 9 das 10 questões propostas. A menor nota foi um 3,0 obtida pelos alunos 6, 14 e 27. No Quadro 17 também pode-se ler que 12 alunos obtiveram as notas entre 0 e 4,0 (notas vermelhas), 13 alunos obtiveram nota 5,0 (notas verdes) e 15 alunos (notas azuis) obtiveram notas maiores ou iguais a 6,0.

Quadro 17 – Resumo das Notas

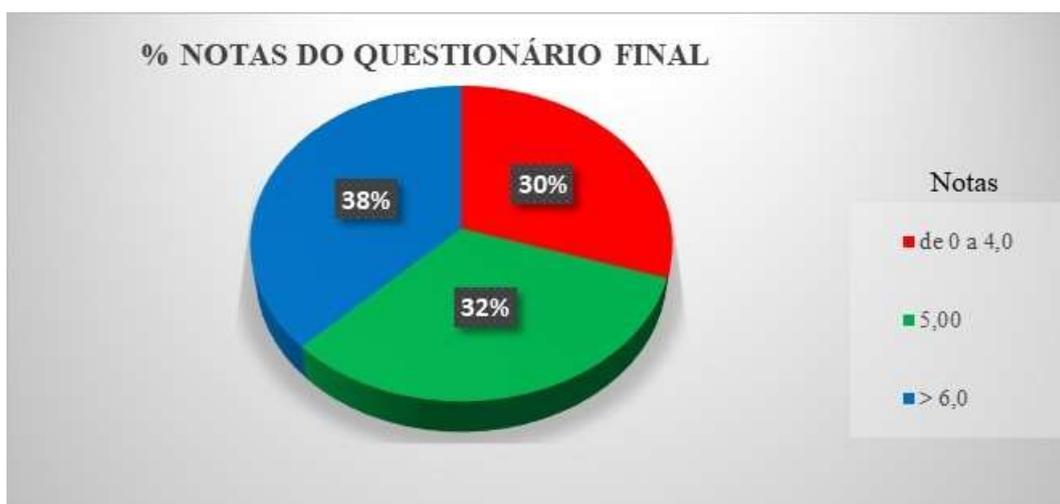
QUADRO DE NOTAS							
Aluno	Nota	Aluno	Nota	Aluno	Nota	Aluno	Nota
1	6,0	11	4,0	21	4,0	31	5,0
2	5,0	12	5,0	22	6,0	32	4,0
3	6,0	13	7,0	23	5,0	33	5,0
4	4,0	14	3,0	24	7,0	34	4,0
5	5,0	15	5,0	25	4,0	35	4,0
6	3,0	16	6,0	26	4,0	36	5,0
7	5,0	17	8,0	27	3,0	37	7,0
8	5,0	18	6,0	28	6,0	38	9,0
9	4,0	19	6,0	29	5,0	39	7,0
10	7,0	20	5,0	30	5,0	40	8,0

Fonte: Elaborado pelo Autor (2018)

A questão 6 do questionário final, retomou os conceitos físicos de pressão, densidade e vazão, identificados no questionário prévio como conceitos não compreendidos pela maioria dos alunos. No entanto, no questionário final, obteve-se um maior número de acertos (72,5%), mostrando uma grande evolução na aprendizagem dos alunos na compreensão desses conceitos fundamentais da Hidrodinâmica, cujo índice de acerto subiu de 7,5% no questionário prévio para 72,5% no questionário final.

No Gráfico 5 a seguir, apresenta-se as mesmas notas relacionadas no Quadro 17, classificadas em 3 grupos distintos, onde cada cor representa uma faixa de notas: a cor vermelha compreende as notas que vão de 0,0 a 4,0. O verde representa as notas 5,0 e o azul para notas maiores ou iguais a 6,0.

Gráfico 5 – Classificação das Notas

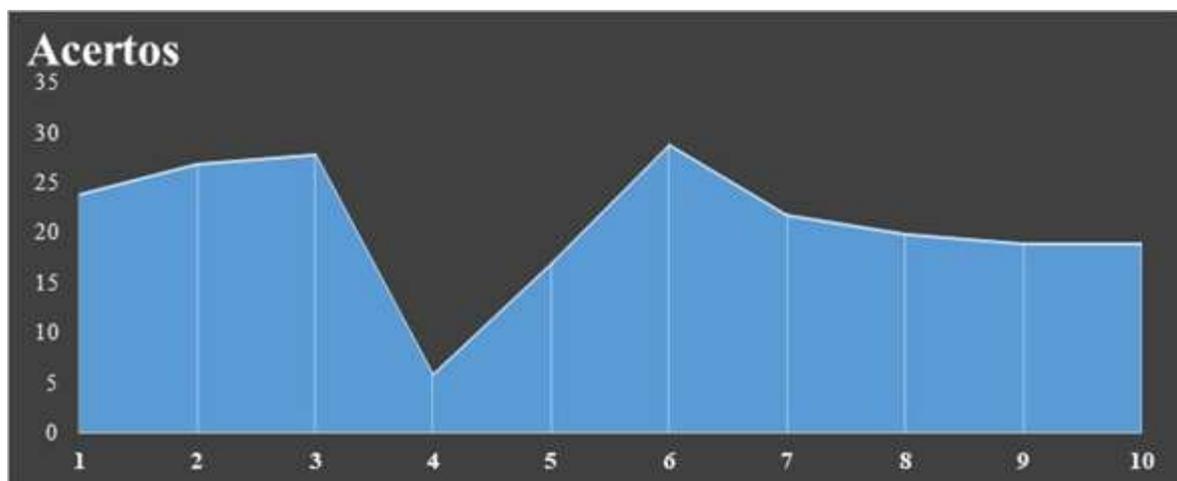


Fonte: Elaborado pelo Autor (2018)

Considerando-se que a nota 5,0 represente um índice satisfatório para se medir o grau de aprendizagem dos alunos, como acontece em algumas escolas da rede pública de ensino, sugere-se então, que essa nota represente uma evolução cognitiva dos conhecimentos prévios testados anteriormente durante a pesquisa, pode se observar no Gráfico 5 que 70% dos alunos estariam nesse perfil de uma aprendizagem significativa. Entretanto, se adotarmos a nota 6,0 que é a média padrão de aprovação utilizada no regimento da maioria das escolas públicas de ensino médio, esse índice de satisfação de uma aprendizagem significativa cairia para 32%.

A questão 6 obteve o maior número de acertos, 29 entre os 40 alunos responderam corretamente, ou seja uma porcentagem de 72,5% de acertos nesta questão. A questão 4 foi a que obteve o menor número de acertos, apenas 6 alunos, que corresponde a uma porcentagem de 15% do total de alunos. O Gráfico 6, apresentado a seguir, fornece a quantidade de acertos para as 10 questões aplicadas.

Gráfico 6 – Número de Acertos



Fonte: Elaborado pelo Autor (2018)

Além das questões 4 e 6 comentadas no parágrafo anterior, percebe-se também no Gráfico 6 que a questão 5 que explora o Princípio de Bernoulli, obteve um percentual de acerto abaixo de 50%, pois apenas 17 alunos responderam corretamente. Entretanto há de se destacar que nas questões 1,2,3,7,8, 9 e 10, o índice de acerto dos alunos em cada uma delas foi superior a 50%, o que comprova mais uma vez que houve uma evolução na aprendizagem dos alunos em relação ao questionário prévio.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo tem a finalidade de apresentar as conclusões dos resultados obtidos diante dos objetivos propostos, oferecer sugestões que possam ser desenvolvidas nas escolas de ensino médio para o ensino de Física, especular sobre as perspectivas futuras de aplicação dos assuntos e ideias trabalhadas durante toda a pesquisa realizada e descrita nesta dissertação.

Retomando os resultados e discussões do capítulo 5, referentes à pesquisa feita com os 30 professores de Física do ensino médio, percebeu-se que o tema Hidrodinâmica não é trabalhado numa intensidade que garanta uma boa qualidade na aprendizagem dos alunos.

É preciso mais ousadia dos professores, além de uma dose de insubordinação e rebeldia, mostrando um pouco de autonomia do professor na liberdade de escolha dos conteúdos a serem trabalhados em sala de aula, ainda que a maioria dos livros didáticos não apresentem o conteúdo de Hidrodinâmica, mas esse fato não deve ser um empecilho, pois existe uma imensa variedade de fontes que exploram o tema. A aceitação dos alunos é garantida, como foi confirmado neste trabalho, e este fato sim, é de grande relevância, pois os alunos devem ser a meta e o alvo do trabalho docente.

A metodologia dos professores, descrita no parágrafo anterior, deve ser o primeiro passo de uma caminhada rumo a uma trajetória que vise reduzir os índices de 60% dos professores da escola pública e 30% da escola particular que não trabalham os assuntos de Hidrodinâmica, de acordo com os dados dessa pesquisa.

Na seção 5.2 foram apresentadas e discutidas as respostas dos alunos à investigação dos seus conhecimentos prévios, o que mostrou que eles não são uma tábula rasa, pois todos trazem alguns conhecimentos prévios, estimulados na pesquisa, muito embora tratem-se de concepções equivocadas, desestruturadas e expostas sem clareza em textos mal redigidos, devido ao parco domínio da linguagem escrita que é bastante característico a todos eles.

A identificação dos conhecimentos prévios foi de grande valia para a pesquisa, pois proporcionou uma mudança de estratégia na elaboração das etapas seguintes que tiveram como prioridade uma atenção maior nas características conceituais do conteúdo.

O terceiro e o quarto momentos pedagógicos foram muito prazerosos, motivados pela utilização dos vídeos educativos que estimularam a participação colaborativa de todos os alunos durante todo o período de aula.

As respostas aos questionamentos durante estes momentos, foram muito interativas, mas revelaram, mais uma vez, a grande dificuldade dos alunos em expor suas concepções, quando se trata de questões abertas, principalmente pelos erros cometidos na escrita, que

mesmo para aqueles que mostraram compreender os conceitos, não conseguem transmitir claramente os seus conhecimentos e as suas ideias.

De uma maneira geral, o exercício da docência tem facilitado a percepção de que os alunos, principalmente os dos primeiros anos, não conseguem entender a relação de proporcionalidade entre grandezas, como ocorreu nas questões 2 e 3 do questionário sobre os vídeos. Mesmo para os que responderam corretamente, ainda permanece a impressão de que essa relação de proporcionalidade não foi bem esclarecida e compreendida. A maioria dos alunos atrapalharam-se nas respostas e inverteram a relação, ou relacionaram outras grandezas que não são aquelas que devem ser corretamente comparadas.

Deve-se ressaltar nesta pesquisa, que as questões fechadas ofereceram maiores recursos de texto, contendo ilustrações como gráficos, fotografias ou figuras, para ilustrar fenômenos ou conceitos físicos, foram melhores entendidas pelos alunos, como na questão 5 sobre o vídeo, que obteve um índice de 90% de acerto.

O questionário final foi desenvolvido procurando aproveitar os conhecimentos prévios dos alunos, mas apostando também, na evolução da aprendizagem deles durante todos os momentos da pesquisa. Retomando as considerações feitas relativas ao questionário final, pode-se destacar que as questões que exploram a Matemática, ainda são desprestigiadas pelos alunos, como na questão 4, que obteve o menor número de acertos (15%).

Diante de tudo que foi exposto nesta pesquisa, voltando aos objetivos traçados no início, que é ensinar Hidrodinâmica nas escolas públicas de ensino médio enfatizando a importância do tema no cotidiano das pessoas, considerando a participação e a aprendizagem dos alunos, as análises e conclusões feitas, pode-se acreditar na viabilidade deste projeto.

Outra conclusão que pode ser feita que aponte para uma melhora na aprendizagem dos alunos, está no uso de metodologias alternativas que fujam do tradicional, como foi feito no uso do aplicativo Phet Colorado. É preciso cada vez mais buscar novas alternativas criativas de ensino e aplicar com os alunos, pois realmente funcionam, principalmente no quesito da participação colaborativa de todos.

Há um longo caminho a ser percorrido para melhorar o ensino de Física, pois é preciso que os alunos desenvolvam uma melhor leitura para conseguirem expor com mais clareza as suas concepções prévias. No vislumbre de melhores expectativas para uma otimização da qualidade do ensino de Física, espera-se que essa dissertação contribua da melhor maneira para outros profissionais da área que queiram explorar a temática em suas aulas. Nesse sentido

foi preparado um produto educacional composto de uma sequência didática que explora o tema Hidrodinâmica.

7 PRODUTO EDUCACIONAL

Trata-se de uma sequência didática, cujo objetivo é oferecer aos professores de Física uma ferramenta para o ensino de Hidrodinâmica para ser aplicada nas turmas do primeiro ano do ensino médio.

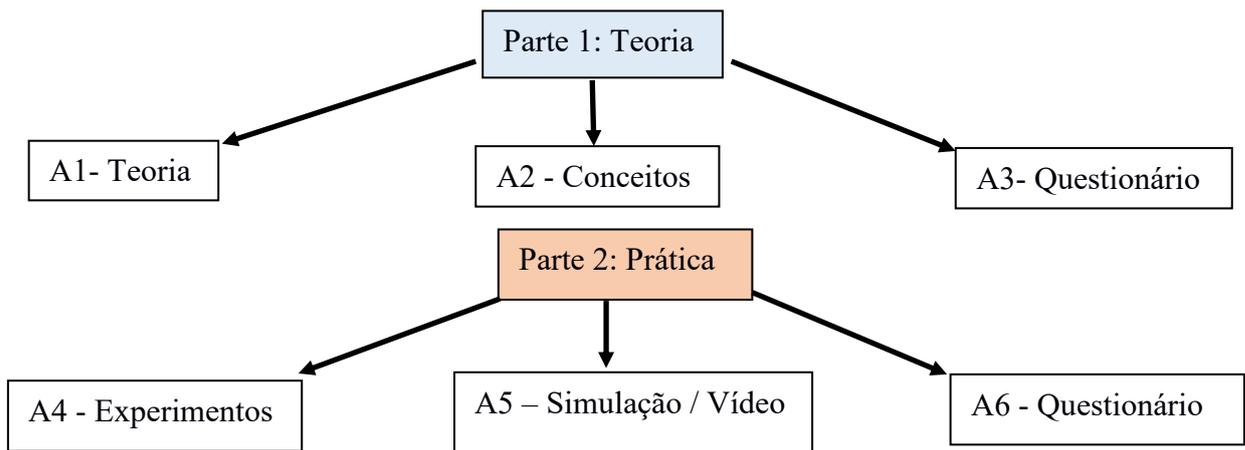
Corresponde a seis aulas integradas de 50 minutos cada, que necessita de três semanas de aplicação, pelo fato de serem disponibilizadas apenas duas aulas semanais de Física nas escolas da rede pública. Faz parte também do produto, uma revisão teórica abrangendo os assuntos fundamentais da Hidrodinâmica.

A sequência de aulas se divide em duas partes: a parte 1 envolve a teoria, composta de três aulas de 50 minutos (A1, A2 E A3), que visam trabalhar os conhecimentos prévios dos alunos e integrar a tais conhecimentos, os valores conceituais corretos da Física envolvida nos assuntos abordados.

A parte 2 explora o lado experimental da disciplina, trabalhada com experimentos, simulações e vídeos, também dividida em três aulas de 50 minutos (A4, A5 e A6). O produto completo é apresentado em um relatório à parte, vinculado à esta dissertação.

A Figura 7 apresenta um fluxograma que é uma síntese da sequência, ilustrando o que foi dito nos parágrafos anteriores.

Figura 7 – Fluxograma da sequência didática



Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A.M. **Túnel de Vento**: um produto educacional. Caruaru. 2017. 102 p. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2017.

ARAÚJO, F. A. G.; OLIVEIRA, M. M.; NOBRE, E. F.; PINHEIRO, A. G.; CUNHA, M. S. O estudo de dinâmica dos fluidos com o aplicativo Wind Tunnel: analisando o voo de um avião. **Revista do Professor de Física**. Brasília: UNB, v. 1, n. 2, 2017.

AUGUSTO, Fernando. **Experimento de Reynolds**. 2015. (4min25seg). Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Hidrodinamica>>. Acesso em 08 de Outubro de 2017.

AUSUBEL, David Paul. **Educational psychology**: A Cognitive View. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.

BRITO, A. C. **Motivação intrínseca e extrínseca aplicada ao ensino de Física**: um estudo de caso. Fortaleza. 2016. 101 p. Dissertação (Programa de Pós- Graduação em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

CASTRO BORGES, M. A. de. **Fluidos e contextualização no ensino médio**. 2018. 49 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018. [Orientadora: Profa. Dra. Carla Maria Salgado Vidal Silva].

DAVID AUSUBEL (n.d.). in: Wikipédia. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/David_Ausubel>. Acesso em 10 de abril de 2018.

DIAS, Fabiana. **Hidrodinâmica**. Guia Estudo (site). Disponível em: <<https://www.guiaestudo.com.br/hidrodinamica>>. Acesso em 20 de maio de 2019.

DOCA, Ricardo Helou; BISCOLOLA, José Gualter; BÔAS, Newton Villas. **Tópicos de física**. 21 ed. São Paulo: Saraiva, 2012. v.1.

EXPERIMENTO DE REYNOLDS. **Fotografia**. Google imagens. Disponível em: <<https://image.slidesharecdn.com/hidrostatica-131007173829-phpapp02/95/hidrostatica-25-638.jpg?cb=1381167696>>. Acesso em 02 de abril de 2018.

FEITOSA, C. S. **O uso de atividades experimentais com materiais alternativos no ensino de Física: um estudo de caso com alunos no município de Aracati**. 2012. 137 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) - Universidade Federal do Ceará, Aracati, 2012.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl; **Fundamentos de física**: Gravitação, Ondas e Termodinâmica. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016. v. 2.

HEWITT, Paul G. **Física conceitual** 12^a ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

HIDRÁULICA (n.d.). in.: Wikipédia. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Hidraulica>>. Acesso em 16 de outubro de 2017.

HIDRODINÂMICA (n.d.). in.: Wikipédia. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Hidrodinamica>>. Acesso em 08 de outubro de 2017.

IBANÊS, S. A. **Análise do conteúdo no currículo de física para o ensino médio**. Maringá. 2016. 95 p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2016.

INSTITUTO TRATA BRASIL, Facebook: @InstitutoTrataBrasil. Disponível em: <<https://www.facebook.com/InstitutoTrataBrasil/photos/a.109072919137776/2340366109341768/?type=3&theater>>. Acesso em 15 de janeiro de 2018.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo: Atlas, 1995.

LIMA, Antônio Vilemar Bezerra. **Ensino de hidrodinâmica contextualizado: o funcionamento de um sistema de abastecimento de água de uma cidade**. 57 f. Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Especialização em Ensino de Física, Fortaleza, 2014.

LIMA, L.P.F. **Ensino de Hidrostática voltada para irrigação de frutos e hortaliças, através da aprendizagem significativa**. Fortaleza. 2016. 79 p. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

MEDEIROS, Victor. **Experimento de Reynolds** - IF Goiano. 2015 (7min41seg). Disponível em: <<https://youtu.be/C3bMXsQ70sU>>. Acesso em 20 de abril de 2019.

MOREIRA, Marco Antônio; MASINI, E. F. A. **Aprendizagem significativa; a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes. 1982, 112 p.

MOREIRA, Marco Antônio. ¿Al final qué es aprendizaje significativo? **Revista Currículum**. Porto Alegre: UFRGS. n. 25, 2012. 29-56 p.

NASCIMENTO, A. D. **Uso de softwares educacionais no ensino de Física**. 2014. 44 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física Semipresencial) - Universidade Federal do Ceará, Piquet Carneiro, 2014.

NASCIMENTO, J. E. A. **A dimensão ambiental da temática água no exame nacional do ensino médio**. Recife. 2016. 132 p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2016.

NOBRE, A.S. **Proposta de uma nova prática para o laboratório na disciplina de Física 2 – Hidrodinâmica: Tubo de Venturi**. 2013. 47 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.

NOBRE, T. G. **A história da Física e o ensino de Física: uma proposta de ensino contextualizado**. 2014. 32 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física Semipresencial) - Universidade Federal do Ceará, Caucaia, 2014.

NOVAK, J. D. **Learning, creating, and using knowledge: concept maps™ as facilitative tools in schools and corporations.** New York: Lawrence Erlbaum Associates, 1998.

NUSSENZVEIG, H. Moysés. **Curso de física básica: fluidos, oscilações e ondas, calor.** 5ª ed. São Paulo -SP: Editora Edgard Blücher, 2013. v. 2.

PLAUSKA, G. C. **Experimento e aprendizagem: uma aula introdutória à mecânica dos fluidos.** Rio de Janeiro: UFRJ/IF, 2013.

PERRONE, B. M. S. **A formação de conceitos científicos em Física: uma proposta de ensino delineada pela teoria das ações mentais utilizando realidade aumentada.** Manaus. 2018. 117 p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2018.

ROBORTELLA, José Luís de Campos; AVELINO, Alves Filho; OLIVEIRA, Edson Ferreira. **Física do ensino médio: estática, hidrostática e gravitação.** São Paulo: Editora Ática, 1985. v. 3.

SAMPAIO, José Luiz, CALÇADA, Caio Sérgio. **Universo da física: hidrostática, termologia, óptica.** 2ª ed. São Paulo: Atual, 2005. v. 2.

Sampaio JL, Silva APB. **A história da física em animações: Torricelli e o movimento das águas.** Anais eletrônicos do 15º Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia - Florianópolis, nov. 2016. Disponível em: <https://www.15snhct.sbhct.org.br/recursos/anais/12/1472991497_ARQUIVO_SAMPAIO_ahistoriadafisicaemanimacoestextocompleto.pdf>. Acesso em 20 de abril de 2019.

SANTIAGO, F. C. S. **Utilização de um experimento hidráulico em analogia com circuito elétrico, para melhorar a aprendizagem em eletricidade.** 2016. 66 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

SANTOS, M. V. dos. **Construção de conceitos físicos a partir dos saberes populares: uma experiência com o fenômeno da chuva.** 2014. 32 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física Semipresencial) - Universidade Federal do Ceará, Barbalha, 2014.

SCHMIDT, A. F. J. **Avaliação do comportamento hidrodinâmico em wetland horizontal de fluxo subsuperficial.** 2018. 58 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal Tecnológica do Paraná, Curitiba, 2018.

SILVA, A. A. dos. **O rendimento em Física é afetado pela matemática? Um estudo de caso.** 2016. 41 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

SILVA, E. A. da. **Uma análise das opiniões de alunos e professores sobre as metodologias de ensino de Física no ensino médio.** 2018. 35 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

SILVA, G. M. E. da. **Aprendizagem de conceitos físicos em sala de aula e o processo de aquisição do conceito de força inercial em alunos do 1º ano do ensino médio.** Manaus.

2018. 176 p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2018.

SILVA, M. X. **As dificuldades dos alunos do 1º ano do ensino médio em relação ao ensino de Física**. 2014. 50 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) - Universidade Federal do Ceará, Instituto UFC virtual, Russas, 2014.

SIMAS, M. E. L. **Simulações e modelagem como estratégia para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem de Física**. Manaus. 2018. 215 p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2018.

SOARES, V. K. S. **Desenvolvimento do conhecimento físico com a aprendizagem baseada em problemas: análise das interações discentes**. São Cristóvão. 2017. 144 p. Dissertação (Programa de Pós- Graduação em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2017.

SOUZA, E. J. **O uso de jogos e simulação computacional como instrumento de aprendizagem: campeonato de aviões de papel e o ensino de hidrodinâmica**. São Cristóvão. 2015. 146 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Sergipe, Sergipe, 2015.

TRINTIN, R. da S. **Análise do conceito de força nos livros didáticos de física do ensino médio sob à luz de Bachelard**. Maringá. 2018. 143 p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática) – Universidade Estadual de Maringá, 2018.

ULLOFFO, N. M. **O tema universo, terra e vida no ensino de física: uma análise do discurso oficial no discurso do professor que ensina física**. Bauru. 2018. 305 p. Dissertação (Programa de Pós- Graduação em Ensino de Ciências) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2018.

YAGUTI, R. **A contextualização nos itens de física no ENEM: possibilidades e limites**. Campinas. 2016. 177 p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Estadual de campinas, Instituto de Física Gleb Wataghin, Campinas, 2016.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO PRÉVIO

Aluno:

Turma:

Professor: Vilemar

Disciplina: Física

1. Marque a opção correta: Hidrodinâmica é a parte da Física que estuda:

- a) Sólidos e líquidos
- b) Sólidos e gases
- c) Líquidos e gases em repouso
- d) Líquidos e gases em movimento

2. Enumere a segunda coluna de acordo com a primeira:

(1) Relação entre volume e tempo	() Pressão
(2) Razão entre força e área	() Densidade
(3) Razão entre massa e volume	() Vazão
(4) Grandezas inversamente proporcionais	() Pressão e área
(5) Grandezas diretamente proporcionais	() Força e Pressão

3. Um sistema de saneamento básico é composto principalmente por dois sistemas principais: Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário.

- () Concordo
- () Discordo
- () Concordo Parcialmente

4. Um sistema de bombeamento de água só se torna possível por causa da pressão atmosférica?

- () Concordo
- () Discordo
- () Concordo parcialmente

5. Alguns insetos conseguem caminhar sobre a superfície das águas sem afundar. Qual das grandezas físicas abaixo explica esse fenômeno?

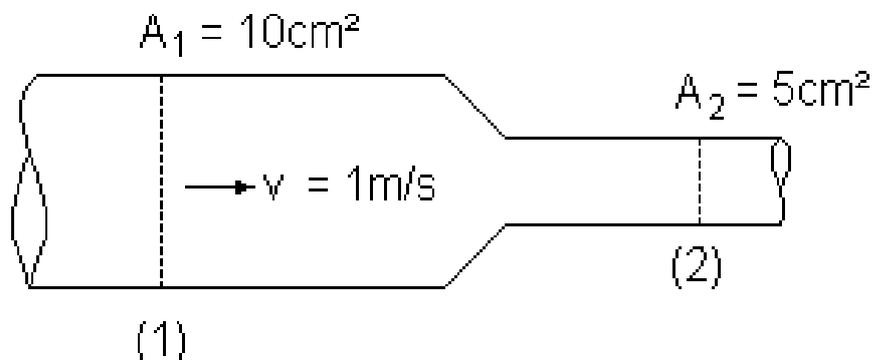
- () Densidade
- () Pressão
- () Tensão superficial

6. O hidrômetro instalado na entrada de água dos domicílios serve para:



Fonte: Foto do autor (2018)

- () Medir a pressão da água
 () Medir o volume mensal de água consumido
 () Não sei
7. A torneira de uma pia de cozinha está com defeito. Ela pinga 40 gotas a cada minuto. Considere que 20 gotas correspondem a 1 ml. Nessas condições, em 1 minuto a torneira desperdiça 2 ml, em 1 hora 120 ml e num dia o desperdício de água é 2.880 ml, ou seja, praticamente 3 L de água. Você concorda com esses números?
- () Sim
 () Não
 () Caso sua resposta seja um não. Quais seriam os valores corretos?
8. A figura abaixo representa uma tubulação com diâmetros diferentes. Suponha que exista um fluxo de água. Em qual das duas seções a pressão interna na tubulação é maior?
- () Seção (1)
 () Seção (2)

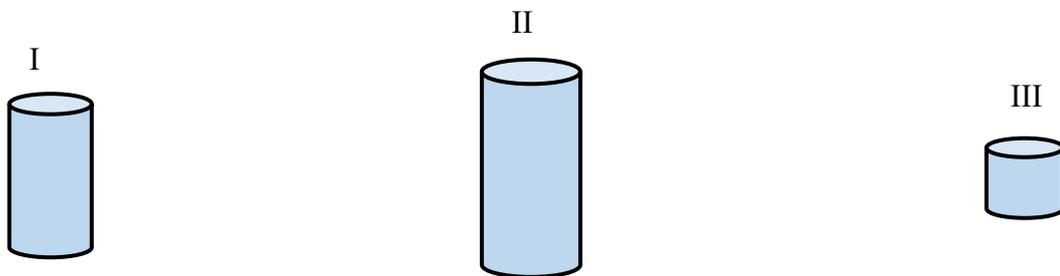


Fonte: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAZKUAH/exercicios-vazao> (2018)

9. A pressão arterial humana pode ser aferida em dois momentos: o primeiro ocorre na contração dos músculos do coração, chamada sístole, que corresponde a pressão alta. O segundo ocorre na dilatação chamada de diástole, que corresponde a pressão baixa. Para uma pessoa saudável com os níveis de pressão considerados normais, quais os valores da pressão alta e baixa, respectivamente?

- a) 120 mm Hg x 80 mm Hg
- b) 120 cm Hg x 80 cm Hg
- c) 80 mm Hg x 120 mm Hg
- d) 80 cm Hg x 120 cm Hg

10. Considere três recipientes cheios de um mesmo líquido. Eles têm mesmo diâmetro, mas alturas diferentes, conforme ilustração abaixo.



Em qual deles a pressão exercida pelo líquido no fundo de cada recipiente é maior?

- () I
- () II
- () III

APÊNDICE B – RESPOSTAS DOS ALUNOS AO QUESTIONÁRIO PRÉVIO

GABARITO									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
d	2-3-1-4-5	concordo	concordo	tensão	volume	sim	1	a	II

(Continua)

QUESTÕES										
Aluno	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	d	3-1-4-2-5	concordo parcialmente	discordo	densidade	medir o volume mensal	sim	seção 2	c	II
2	d	1-5-3-4-2	concordo	discordo	tensão su- perficial	medir o volume mensal	sim	seção 1	a	III
3	b	1-4-5-3-2	concordo	concordo	densidade	medir o volume mensal	sim	seção 1	a	III
4	d	3-5-4-2-1	concordo	concordo	tensão su- perficial	medir o volume mensal	sim	seção 2	a	II
5	b	3-4-5-2-1	concordo	discordo	densidade	medir a pressão da água	sim	seção 1	a	II
6	a	2-1-5-4-3	concordo	discordo	densidade	medir a pressão da água	sim	seção 2	b	III
7	d	5-3-4-2-1	concordo	discordo	densidade	medir o volume mensal	sim	seção 2	c	III
8	d	4-3-1-5-2	concordo	concordo	densidade	medir o volume mensal	não	seção 1	b	II
9	c	1-3-4-2-5	concordo	concordo parcialmente	tensão su- perficial	medir o volume mensal	sim	seção 1	a	II
10	d	4-3-2-1-5	concordo	discordo	tensão su- perficial	medir o volume mensal	sim	seção 2	c	II

GABARITO									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
d	2-3-1-4-5	concordo	concordo	tensão	volume	sim	1	a	II

(Continuação)

QUESTÕES										
Aluno	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	d	4-3-2-1-5	concordo	discordo	tensão superficial	medir o volume mensal	sim	seção 2	c	II
12	d	não respondeu	concordo	discordo	tensão superficial	medir o volume mensal	sim	seção 2	c	I
13	d	1-5-4-2-3	concordo parcialmente	concordo	tensão superficial	medir o volume mensal	sim	seção 2	b	III
14	c	3-5-4-2-1	concordo parcialmente	concordo	tensão superficial	medir a pressão da água	sim	seção 1	a	II
15	a	4-5-1-2-3	concordo	discordo	tensão superficial	medir o volume mensal	não	seção 2	b	II
16	a	4-5-1-2-3	concordo	discordo	tensão superficial	medir o volume mensal	sim	seção 2	b	II
17	c	2-1-3-5-4	concordo parcialmente	discordo	tensão superficial	medir o volume mensal	sim	seção 1	a	III
18	a	3-2-1-4-5	concordo	concordo parcialmente	tensão superficial	medir a pressão da água	não	seção 2	b	II
19	a	4-3-5-1-2	concordo	concordo	densidade	medir o volume mensal	sim	seção 2	c	III
20	a	5-3-4-2-1	concordo	concordo parcialmente	tensão superficial	medir o volume mensal	sim	seção 1	d	II

GABARITO									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
d	2-3-1-4-5	concordo	concordo	tensão	volume	sim	1	a	II

(Continuação)

QUESTÕES										
Aluno	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
21	d	2-3-5-1-4	concordo parcialmente	discordo	tensão superficial	não sei	sim	seção 2	a	I
22	a	5-1-3-2-4	concordo	discordo	tensão superficial	medir o volume mensal	não	seção 2	a	II
23	d	2-4-1-3-5	concordo	concordo	tensão superficial	medir o volume mensal	sim	seção 2	a	III
24	d	2-3-1-4-5	concordo parcialmente	discordo	tensão superficial	medir o volume mensal	sim	seção 2	d	III
25	d	3-4-1-5-2	concordo	concordo parcialmente	tensão superficial	medir o volume mensal	sim	seção 2	c	III
26	d	3-4-5-2-1	concordo	concordo parcialmente	tensão superficial	medir a pressão da água	sim	seção 2	c	III
27	a	5-3-4-1-2	concordo	discordo	densidade	medir o volume mensal	sim	seção 1	d	III
28	a	3-1-4-2-5	concordo	concordo parcialmente	densidade	medir a pressão da água	sim	seção 2	c	II
29	d	3-2-4-5-1	concordo	concordo	densidade	medir o volume mensal	sim	seção 2	a	II
30	d	2-3-1-4-5	concordo parcialmente	concordo parcialmente	tensão superficial	medir o volume mensal	não, re-fez os cálculos	seção 2	a	III

GABARITO									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
d	2-3-1-4-5	concordo	concordo	tensão	volume	sim	1	a	II

(Conclusão)

QUESTÕES										
Aluno	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
31	a	5-3-1-2-4	concordo	discordo	densidade	medir a pressão da água	sim	seção 1	b	II
32	a	2-1-3-4-5	concordo	concordo	densidade	medir a pressão da água	sim	seção 1	c	II
33	a	3-2-1-4-5	concordo	concordo	densidade	medir a pressão da água	não	seção 2	d	II
34	a	2-1-3-4-5	concordo	concordo	tensão superficial	medir o volume mensal	sim	seção 1	b	II
35	a	2-3-1-4-5	concordo	discordo	pressão	medir o volume mensal	sim	seção 1	b	II
36	d	não respondeu	concordo	discordo	tensão superficial	medir o volume mensal	não respondeu	seção 2	a	I
37	d	3-1-4-5-2	discordo	discordo	densidade	medir o volume mensal	sim	seção 1	c	III
38	a	4-5-1-2-3	concordo parcialmente	discordo	densidade	medir o volume mensal	sim	seção 1	c	II
39	d	2-3-1-5-4	concordo parcialmente	discordo	tensão superficial	medir a pressão da água	sim	seção 2	c	III
40	d	2-3-4-1-5	concordo	concordo	densidade	medir o volume mensal	não	seção 2	d	II

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO FINAL DE PESQUISA
Assunto: Hidrodinâmica

Aluno:

N.º:

Turma:

1. Dentre as características citadas abaixo, marque com um x no parêntese, qual delas se refere a fluidos.

- substâncias que apresentam forma definida
 podem ser divididos em sólidos e gases
 podem ser divididos em líquidos e gases

2. Um sistema de bombeamento de água só se torna possível por causa da pressão atmosférica?

- sim não

3. A circulação sanguínea do corpo humano pode ser considerada um sistema hidrodinâmico?

- sim não

4. O filtro cerâmico mostrado na foto abaixo, tem a capacidade de armazenar 12 litros e está completamente cheio. Uma dona de casa pretende transferir esse volume para recipientes de plásticos e colocar no freezer de sua cozinha. Ao abrir a torneira, ela mediu o tempo que o filtro secou totalmente e observou que foi de 2,5 minutos. Então, pode-se afirmar que a vazão que saiu pela torneira desse filtro foi de:

- a) 0,52 l/s b) 0,78 l/s c) 1,00 l/s d) 0,24 l/s e) 0,48 l/s



https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQaYN8Up7yOWX9pYpWs-Fjtm_zp1qs8SrONWt39LFSg-q4Gg-V1u

5. Julgue o enunciado abaixo:

“Durante o escoamento de água dentro de uma mangueira de jardim, ao apertar a ponta, a água flui mais rapidamente e a pressão na mangueira diminui”.

- certo errado

6. Leia o enunciado que está entre aspas e marque a opção que descreve a grandeza física que melhor explica o fenômeno descrito.

“Corpos enormes como navios e balsas conseguem flutuar sobre as águas, mas corpos pequenos como uma esfera de aço, afundam quando colocados na água”.

- pressão vazão densidade

7.A equação $Z = A.v$ (Z -vazão, A - Área da secção, v – velocidade do fluido), é também conhecida como:

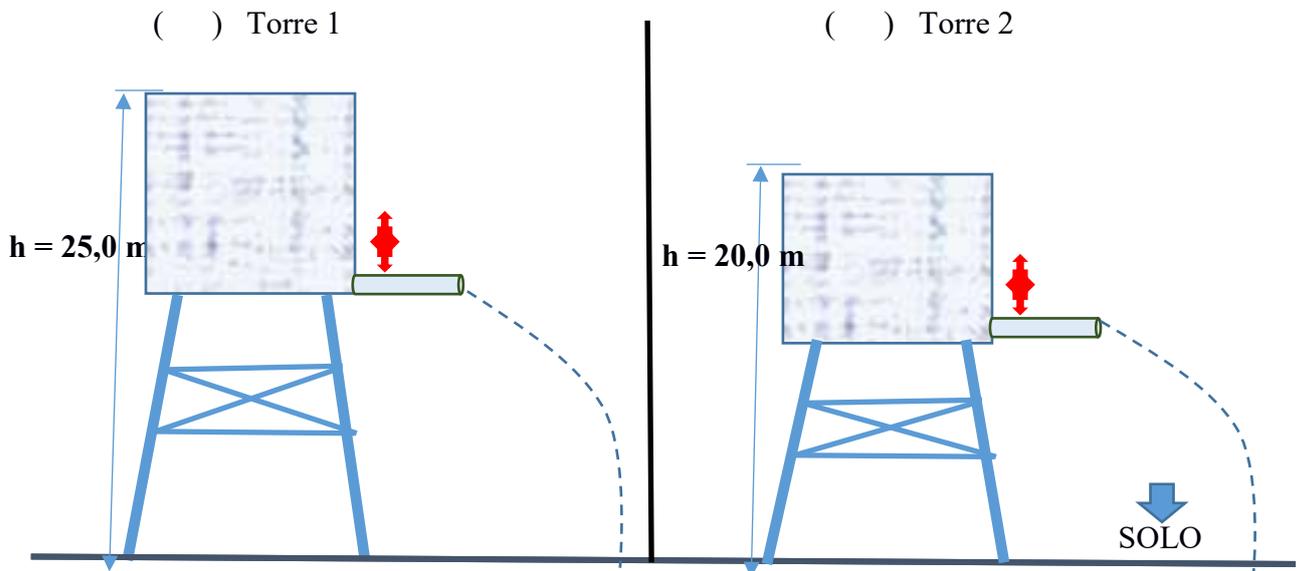
- Equação da continuidade Equação de Bernoulli Equação de Torricelli

8.Tipo de Escoamento de fluidos a baixas velocidades e onde não ocorre a formação de bolhas de ar.

Marque com o x o tipo de escoamento a que se refere o enunciado prévio da questão.

- laminar turbulento

9.A equação $v^2 = 2gh$, também conhecida como equação de Torricelli, pode ser usada para calcular a velocidade de fluidos que caem de uma torre de água, como ilustrado nas duas situações abaixo. Em qual das duas torres a água chegará ao solo com maior velocidade. Considere $g=10 \text{ m/s}^2$ e despreze a resistência do ar.



Fonte : elaborado pelo autor (2018)

10.Como a densidade dos fluidos pode influenciar na velocidade de seu escoamento dentro de uma tubulação. Marque a opção correta:

- Fluidos mais densos atingem maiores velocidades.
 Fluidos menos densos atingem maiores velocidades.
 Nada influenciam, pois essas duas grandezas não se relacionam.

APÊNDICE D - PLANO DE AULA DE VÍDEO

I. Título da aula: Vídeos Educativos de Hidrodinâmica

II. Dados de Identificação:

II.1 Professor: Antônio Vilemar Bezerra Lima

II.2 Alunos:

II.3 Data da aula: /maio /2018

III. Tema / Assunto

III.1 Tema geral: Hidrodinâmica

III.2 Conceitos fundamentais:

Força	Velocidade
Densidade	Vazão
Pressão	

III.3 Nível: Médio

III.4 Série: 1º ano

IV. Objetivos:

IV.1 Compreender a relação entre pressão e velocidade durante o escoamento de fluidos;

IV.2 Entender conceitos de fluxo, vazão e densidade;

V. Conteúdo:

HIDRODINÂMICA	
Equação da continuidade ($Z = A \cdot v$)	Equação de Torricelli $v^2 = 2gh$
Princípio de Bernoulli	Densidade ($d = m/v$)

VI. Metodologia: Aprendizagem colaborativa (grupos)

VII. Vídeo-aula: Vídeo-motivador

VIII. Vídeo-função: Investigativa e lúdica.

IX. Desenvolvimento do tema: O quadro abaixo detalha os momentos previstos para o desenvolvimento da aula (uma aula de 50 min). O Quadro 2 fornece as informações de cada vídeo.

Sequência	Atividade	Duração
1º momento	Acolhimento dos alunos e apresentação do plano da aula	5 min
2º momento	Divisão da turma em grupos de 4 componentes, organização do layout da sala para início das atividades na própria sala, com o uso do monitor de TV.	5 min
3º momento	Assistir ao Vídeo 1 e responder a questão 1.	10 min
4º momento	Assistir ao Vídeo 2 e responder as questões 2, 3, 4 e 5.	25 min
5º momento	Devolução das notas de aula ao professor e reorganização do layout da sala.	5 min
	Total	50 min

X. Recursos didáticos:

- Monitor de TV
- Notebook
- Vídeos (ver Quadro 2):Vídeo 1-https://youtu.be/_b01PRZjNtQ / Vídeo 2 - <https://youtu.be/4uhLCEUKUHk>
- Caixa de som
- Nota de aula impressa (1 para cada grupo)
- Papel e caneta

XI. Avaliação: será do tipo formativa, valorizando a participação do aluno durante a aula e também comparativa, para aferir o seu nível de aprendizagem do conteúdo. A avaliação formativa tem um caráter qualitativo que se mostra na observação da desenvoltura do aluno durante as atividades propostas durante a aula, enquanto que a avaliação comparativa, tem um caráter quantitativo que se manifesta nas respostas dos alunos ao questionário.

Vídeo 1

1. O Agulhão Negro é considerado o peixe mais veloz dos oceanos, podendo atingir uma velocidade de 129 km/h. Esse peixe, na idade adulta, pode alcançar o comprimento de 4 m e uma massa de 750 kg. Observe a Figura abaixo e explique como o formato hidrodinâmico dos peixes, em geral, auxilia a sua locomoção nas águas.



<https://slideplayer.com.br/slide/11889095/67/images/4/Peixe+por+fora+Adapta%C3%A7%C3%B5es+a+vida+na+%C3%A1gua.jpg>

Vídeo 2

2. O que ocorre com a pressão e a velocidade do fluido quando aumenta a área da tubulação?

3. Explique o que é vazão volumétrica de fluidos:

4. Qual a diferença entre escoamento laminar e turbulento?

5. De acordo com o vídeo 2, a Equação de Torricelli ($v^2 = 2gh$), calcula a velocidade alcançada pelo fluido durante seu esvaziamento de um tanque de água, onde ocorre a transformação da energia potencial gravitacional em energia de movimento (cinética)

() sim

() não

Quadro 2

Vídeo 1	Descrição	Duração	Conceitos Observados
1	O Agulhão Negro em perseguição a um cardume.	1:10 s	<ul style="list-style-type: none"> • Velocidade de corpos submersos
2	Simulador Hidrodinâmica – PHET COLORADO.	10:07 s	<ul style="list-style-type: none"> • Fluxo • Vazão • Pressão • Velocidade • Densidade
	Tempo total dos vídeos	11:07 s	

APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO FINAL DE PESQUISA (RESOLVIDO)

1. Dentre as características citadas abaixo, marque com um x no parêntese, qual delas se refere a fluidos.

- () substâncias que apresentam forma definida
 () podem ser divididos em sólidos e gases
 (**x**) podem ser divididos em líquidos e gases

2. Um sistema de bombeamento de água só se torna possível por causa da pressão atmosférica?

- (**x**) sim () não

3. A circulação sanguínea do corpo humano pode ser considerada um sistema hidrodinâmico?

- (**x**) sim () não

4. O filtro cerâmico mostrado na foto abaixo, tem a capacidade de armazenar 12 litros e está completamente cheio. Uma dona de casa pretende transferir esse volume para recipientes de plásticos e colocar no freezer de sua cozinha. Ao abrir a torneira, ela mediu o tempo que o filtro secou totalmente e observou que foi de 2,5 minutos. Então, pode-se afirmar que a vazão que saiu pela torneira desse filtro foi de:

- a) 0,52 l/s b) 0,78 l/s c) 1,00 l/s **d) 0,24 l/s** e) 0,48 l/s



https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQaYN8Up7yOWX9pYpWs-Fjtm_zp1qs8SrONWt39LFSg-q4Gg-V1u

5. Julgue o enunciado abaixo:

“Durante o escoamento de água dentro de uma mangueira de jardim, ao apertar a ponta, a água flui mais rapidamente e a pressão na mangueira diminui”.

- (**x**) certo () errado

6. Leia o enunciado que está entre aspas e marque a opção que descreve a grandeza física que melhor explica o fenômeno descrito.

“Corpos enormes como navios e balsas conseguem flutuar sobre as águas, mas corpos pequenos como uma esfera de aço, afundam quando colocados na água”.

- () pressão () vazão (**x**) densidade

7.A equação $Z = A.v$ (Z-vazão, A- Área da secção, v – velocidade do fluido), é também conhecida como:

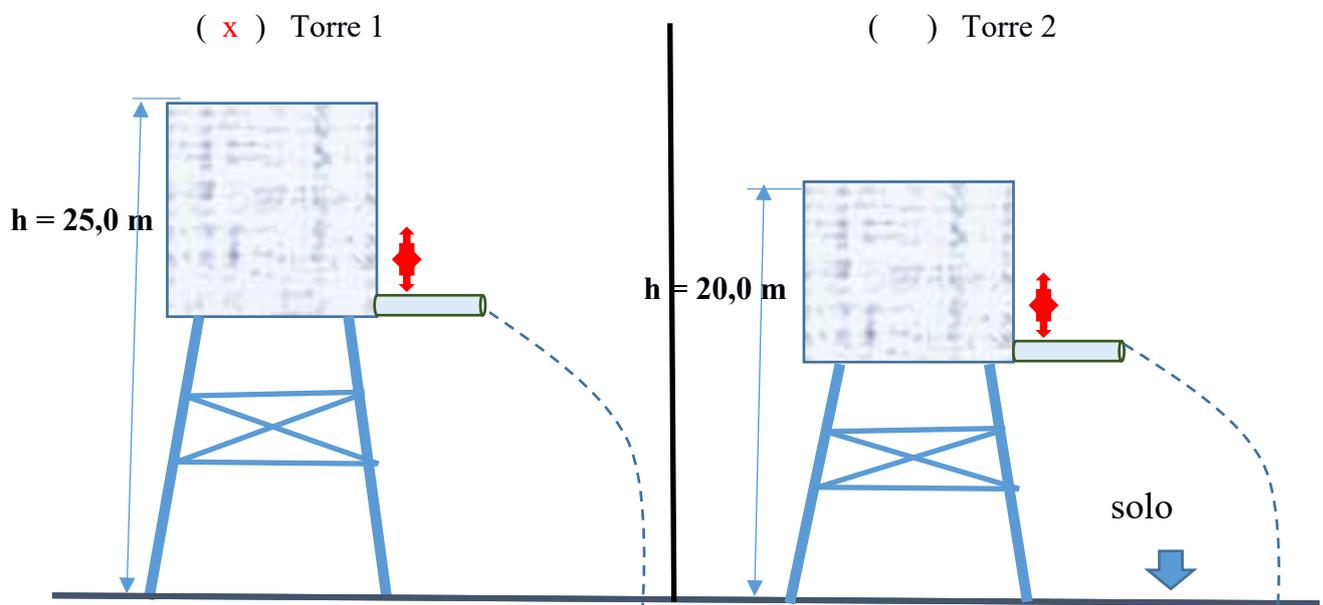
- () Equação da continuidade () Equação de Bernoulli () Equação de Torricelli

8.Tipo de Escoamento de fluidos a baixas velocidades e onde não ocorre a formação de bolhas de ar.

Marque com o x o tipo de escoamento a que se refere o enunciado prévio da questão.

- () laminar () turbulento

9.A equação $v^2 = 2gh$, também conhecida como equação de Torricelli, pode ser usada para calcular a velocidade de fluidos que caem de uma torre de água, como ilustrado nas duas situações abaixo. Em qual das duas torres a água chegará ao solo com maior velocidade. Considere $g=10 \text{ m/s}^2$ e despreze a resistência do ar.



Fonte: elaborado pelo autor (2018)

10.Como a densidade dos fluidos pode influenciar na velocidade de seu escoamento dentro de uma tubulação. Marque a opção correta:

- () Fluidos mais densos atingem maiores velocidades.
 () Fluidos menos densos atingem maiores velocidades.
 () Nada influenciam, pois essas duas grandezas não se relacionam.