Universidade Estadual de Londrina

GISELA FRANCISCO MAPATSE

ADOÇÃO DE UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS PARA MECÂNICA DE FLUIDOS CONTEXTUALIZADAS HISTORICAMENTE E COM RELAÇÃO A FENÔMENOS DE CICLONES E CHEIAS

Londrina
2025

GISELA FRANCISCO MAPATSE

ADOÇÃO DE UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS PARA MECÂNICA DE FLUIDOS CONTEXTUALIZADAS HISTORICAMENTE E COM RELAÇÃO A FENÔMENOS DE CICLONES E CHEIAS

Tese apresentada para defesa ao programa de pós-graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática (PECEM), da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor.

Orientadora: Profª. Dra. Irinéa de Lourdes Batista

Londrina
2025

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

M297a Mapatse, Gisela Francisco.

Adoção de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas para Mecânica de Fluidos contextualizadas historicamente e com relação a fenômenos de Ciclones e Cheias / Gisela Francisco Mapatse. - Londrina, 2025.

202 f.: il.

Orientador: Irinéa de Lourdes Batista.

Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, 2025.

Inclui bibliografia.

1. Unidades de Ensino Potencialmente Significativas - Tese. 2. História da Mecânica de Fluidos - Tese. 3. Ciclones e Cheias - Tese. 4. Ensino de Física - Tese. I. Batista, Irinéa de Lourdes. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática. III. Título

CDU 37

GISELA FRANCISCO MAPATSE

ADOÇÃO DE UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS PARA MECÂNICA DE FLUIDOS CONTEXTUALIZADAS HISTORICAMENTE E COM RELAÇÃO A FENÔMENOS DE CICLONES E CHEIAS

Tese apresentada para defesa ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática (PECEM). da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor

BANCA EXAMINADORA

_____

Prof.ª. Dra. Irinéa de Lourdes Batista
Universidade Estadual de Londrina - UEL

_____

Profª. Dra. Gabriela H. Geraldo Issa Mendes
Universidade Estadual do Norte do Paraná - UENP

_____

Prof. Dr. Gustavo Iachel
Universidade Estadual de Londrina - UEL

_____

Prof. Dr. Marcelo Alves de Carvalho
Universidade Estadual de Londrina – UEL

_____

Profª. Dra. Mariana A. B. Soares de Andrade
Universidade Estadual de Londrina – UEL

_____

Londrina, _____de _____de 2025.

AGRADECIMENTOS

Nada se consegue só. E hoje agradeço a cada um por todo apoio imensurável.

À Profa. Dra. Irinéa de Lourdes Batista, minha orientadora e amiga de todas as horas, que acompanhou com dedicação e sabedoria a concretização desta tese.

À banca examinadora, composta por Profa. Dra. Gabriela Helena Geraldo Issa Mendes, Prof. Dr. Gustavo Iachel, Profa. Dra. Mariana A. Bologna Soares de Andrade e Prof. Dr. Marcelo Aves de Carvalho, aminha eterna gratidão, pelos conselhos na análise e enriquecimento do meu trabalho nos exames de qualificação.

A Deus, pela dádiva.

Ao colegiado de professores do PECEM, que contribuíram de maneira significativa para a realização do sonho de formação no doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática.

À Reitoria da Universidade Licungo, pela oportunidade e pelo apoio financeiro concedido para esta formação.

À Reitoria da Universidade Estadual de Londrina, pela possibilidade de realização do Estágio Científico Avançado, que tanto enriqueceu esta trajetória acadêmica.

Em memória do meu colega e irmão do curso de Física da UniLicungo, Tomás Anibal Massicame, cujo incentivo foi essencial para que eu abraçasse o PECEM. Sua importância é indescritível, e a minha gratidão, imensurável.

Aos colegas do grupo de pesquisa IFHIECEM, com destaque especial ao Filipe Cândido companheiro em todos os momentos.

Aos colegas do curso, em especial a Cristina da Costa minha bebê, cota Emílio Alfândega e o meu irmão Nito Mirione, pelo companheirismo constante durante toda a formação.

Aos estudantes do curso de Licenciatura em Ensino de Física da UniLicungo que participaram nesta pesquisa, pela valiosa colaboração e cedência de informações e dados.

Ao Gildo, Macedo, Muluco, Samuel e Timóteo, pelo apoio inestimável no processo de recolha de dados.

Ao Jorge, meu Conselheiro e amigo de todas as jornadas, que, com suas palavras e presença constante, foi um verdadeiro alicerce nesta caminhada acadêmica.

Ao Samuel Souza, meu companheiro da sala de estudos, gratidão por tudo.

Aos meus progenitores, Francisco Alfredo Mapatse e Rosa Amone (em memória), que sempre acreditaram no poder transformador da educação para os seus filhos.

À minha irmã, Maria Verônica Francisco Mapatse, cuja sabedoria e força serviram como fonte de inspiração indescritível.

A toda a minha família, especialmente à família Cumbane, família Biosse, tia Eva e tia Teresa que estiveram presente em todos os momentos, agradeço profundamente o apoio e a compreensão.

Ao meu príncipe, Élvio Massaiete, meu porto seguro em todos os momentos.

E, finalmente, a todos os que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desta tese, meu sincero e caloroso agradecimento.

"A História da Ciência é uma história de transformação da compreensão humana, na qual a curiosidade e o método científico são as forças que nos guiam através do desconhecido."

Stephen Hawking

MAPATSE, Gisela Francisco. A**doção de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas para Mecânica de Fluidos contextualizadas historicamente e com relação a fenômenos de ciclones e cheias.** 2025. 202f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2025

RESUMO

No processo de ensino e de aprendizagem de Física são utilizadas estratégias didáticas diversificadas, sendo que as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas constituem uma possível estratégia para a aprendizagem significativa da Mecânica de Fluidos. Porém, essas abordagens ainda são negligenciadas ou adotadas de forma pouco produtiva nas aulas de Física. Assim, o objetivo geral desta tese foi investigar a adaptação e aplicação de Unidades de Ensino Potencialmente Significativa enriquecidas e articuladas mediante uma contextualização histórica e com fenômenos de ciclones e cheias presentes no cotidiano de Moçambique, na formação inicial de professores de Física. Para a consecução desse objetivo foi desenvolvida uma investigação qualitativa envolvendo estudantes do curso de licenciatura em Ensino de Física, da Universidade Licungo, participantes de uma oficina de pesquisa que apresentou e desenvolveu uma abordagem didática com essas características. Os resultados obtidos revelaram dificuldades conceituais dos futuros professores de Física acerca das Unidades de Ensino Potencialmente Significativas mediante um Contextualização Histórica da Mecânica de Fluidos articulada aos fenômenos naturais, o que pode adiar a concretização desta estratégia metodológica em suas aulas. Constatou-se, ainda, que os futuros professores de Física apresentaram uma certa evolução positiva, com algumas noções a respeito das Unidades de Ensino Potencialmente Significativas, mas ainda poucos deles foram capazes de construir individualmente Mapas Conceituais de acordo com as características esperadas segundo a fundamentação. Esses resultados implicam a necessidade de aperfeiçoar a formação inicial de professores nesta temática e de organizar processos de formação continuada, junto não só aos professores em formação inicial e em serviço, como também aos formadores de professores e de gestores das escolas, com vista a conhecer e valorizar as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas, tanto no componente conceitual, como na componente metodológica e didática. Seria ainda relevante, diante da riqueza de discussões e interesse dentre os participantes da pesquisa, que essa abordagem didática fosse explicitamente conhecida pelos currículos do Ensino Secundário e Superior de Moçambique, de modo a estimular a sua integração nas aulas de Física e a fomentar os diversos tipos de aprendizagens a ela associada.

Palavras-chave: Aprendizagem Significativa; Ciclones e Cheias, Ensino de Física; História da Mecânica de Fluídos; Unidades de Ensino Potencialmente Significativas.

MAPATSE, Gisela Francisco. **Adoption of Potentially Significant Teaching Units for Fluid Mechanics contextualized historically and in relation to cyclone and flood phenomena**. 2025. 202f. Thesis (PhD in Science Teaching and Mathematics Education) - State University of Londrina, Londrina, 2025

ABSTRACT

In the process of teaching and learning Physics, diverse didactic strategies are used, and Potentially Significant Teaching Units constitute a possible strategy for the significant learning of Fluid Mechanics. However, these approaches are still neglected or adopted in an unproductive way in Physics classes. Thus, the general objective of this thesis was to investigate the adaptation and application of Potentially Significant Teaching Units enriched and articulated through a historical contextualization and with cyclone and flood phenomena present in the daily life of Mozambique, in the initial training of Physics teachers. To achieve this objective, a qualitative investigation was developed involving students of the undergraduate course in Physics Teaching, at Licungo University, participants in a research workshop that presented and developed a didactic approach with these characteristics. The results obtained revealed conceptual difficulties of future Physics teachers regarding Potentially Significant Teaching Units through a Historical Contextualization of Fluid Mechanics linked to natural phenomena, which may delay the implementation of this methodological strategy in their classes. It was also found that future Physics teachers showed a certain positive evolution, with some notions regarding Potentially Significant Teaching Units, but still few of them were able to individually construct Conceptual Maps according to the characteristics expected according to the foundation. These results imply the need to improve the initial training of teachers in this subject and to organize continuing education processes, not only with teachers in initial and in-service training, but also with teacher trainers and school managers, with a view to knowing and valuing Potentially Significant Teaching Units, both in the conceptual component and in the methodological and didactic component. It would also be relevant, given the wealth of discussions and interest among the research participants, for this didactic approach to be explicitly known in the curricula of secondary and higher education in Mozambique, in order to encourage its integration into physics classes and foster the various types of learning associated with it.

Keywords: Meaningful Learning; Cyclones and Floods; Physics Teaching; History of Fluid Mechanics; Potentially Meaningful Teaching Units.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Daniel Bernoulli e o seu livro de Hidrodinâmica 36
Figura 2 – População em situação crítica do efeito de ciclone Idai. 39
Figura 3 – Efeitos de ciclone *Idai* na província de Sofala 42
Figura 4 – Cheias na província de Sofala.....43
Figura 5 – Pressão de vento durante os ciclones.....47
Figura 6 – Destelhamento de casas..... 48
Figura 7– Chuvas e retenção.....48
Figura 8 – Mapa conceitual do grupo 1.....122
Figura 9 – Mapa conceitual do grupo 2.....123
Figura 10 – Mapa conceitual do grupo 3..... 124
Figura 11– Contextualização Histórica e evolução de conceitos.....125

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 -Cronologia dos ciclones e cheias nos últimos 5 anos (2019-2023) em Moçambique …….....45

Quadro 02 - Características de estudantes envolvidos no estudo (N=9) ….....63

Quadro 03 - Matriz de questionário …….....64

Quadro 04 - Unidades de Registro para a UC 2.1.....66

Quadro 05 - Unidades de Registro para a UC 2.2 68

Quadro 06 - Unidades de Registro para a UC 2.3 69

Quadro 07 - Unidades de Registro para a UC 2.4..... 70

Quadro 08 - Unidades de Registro para a UC 2.5..... 71

Quadro 09 - Unidades de Registro para a UC 3.1 72

Quadro 10 - Unidades de Registro para a UC 3.2..... 73

Quadro 11 - Unidades de Registro para a UC 3.3 74

Quadro 12 - Síntese de UEPS 75

Quadro 13 - Características de estudantes.....82

Quadro 14 - Noções de interpretação dos fenômenos naturais de dia a dia (UC 2.1) 84

Quadro 15 - Uso de conceitos e leis físicas no ensino dos fenômenos dia a dia da (UC 2.2) 87

Quadro 16 - Noções da Contextualização Histórica da Mecânica de Fluidos na explicação de ciclones e cheias da (UC2.3) 91

Quadro 17 - Contribuição das Leis Físicas da Mecânica de Fluídos na explicação dos ciclones e cheias (UC 2.4) 96

Quadro 18 - Influência do conhecimento histórico na compreensão dos fenômenos naturais (UC 2.5) 100

Quadro 19 - Metodologia de aprendizagem de leis físicas da Mecânica de Fluidos (UC 3.1) 104

Quadro 20 - Integração dos fenômenos naturais na Contextualização Histórica da Mecânica de Fluidos (UC 3.2) 109

Quadro 21 - Atividades no contexto das UEPS (UC 3.3) 113

Quadro 22 - Descrição dos Mapas Conceituais.....121

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APE	Ajuste de Programa de Ensino
ABP	Aprendizagem baseada em problemas
CFD	*Computacional Fluid Dynamics*
CHMF	Contextualização Histórica da Mecânica de Fluídos
ESG	Ensino Secundário Geral
HC	História de Ciência
HFC	História e Filosofia de Ciências
IFHECEM	Investigações em Filosofia e História da Ciência, e Educação Matemática
PESG	Programa de Ensino Secundário Geral
PECEM	Programa de Ensino de Ciência e Educação a Matemática
PCES	Plano Curricular do Ensino Secundário
PEA	Processo de Ensino e Aprendizagem
MF	Mecânica de Fluidos
MINEDH	Ministério de Educação e Desenvolvimento Humano
SNE	Sistema Nacional de Educação
UEL	Universidade Estadual de Londrina
UniLicungo	Universidade Licungo
UEPS	Unidades de Ensino Potencialmente Significativas

SUMÁRIO

	APRESENTAÇÃO	
I	**INTRODUÇÃO**	17
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO	19
1.1.1	Resumo da evolução da Educação Formal em Moçambique	20
1.1.2	Ensino de Mecânica de Fluídos problematizado	23
II	**FUNDAMENTAÇÕES TEÓRICO - METODOLÓGICOS**	29
2.1	HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS	29
2.2	CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA DA MECÂNICA DE FLUIDOS	34
2.2.1	Fenômenos Naturais e Histórico de Ciclones e Cheias (2019-2023)	38
2.2.1.1	*Ciclones*	38
2.2.1.2	*Cheias*	43
2.2.2	Relação da História da Mecânica de Fluidos com Ciclones e Cheias	46
2.2.2.1	*Relação da História da Mecânica de Fluidos com Ciclones*	46
2.2.2.2	*Relação da História da Mecânica de Fluidos com Cheias*	48
2.3	SABERES DOCENTES NA FORMAÇÃO INICIAL	49
2.4	A TEORIA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	51
2.4.1	Metodologias usadas para Aprendizagem Significativa	53
2.5	UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIV~~A~~	55
III	**PROCEDIMENTOS METODOLOGICOS**	61
3.1	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	61
3.2	POPULAÇÃO E AMOSTRA	62
3.3	PROCEDIMENTOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLHA DE DADOS	63
3.4	PROCEDIMENTOS DA ANÁLISE DE DADOS	66
3.5	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DE FORMAÇÃO DE ESTUDANTES EM UEPS	75
IV	**APRESENTAÇÃO, INFERÊNCIAS E INTERPRETAÇÕES QUANTOS AOS RESULTADOS DOS DADOS OBTIDOS PELA**	81

PESQUISA.
4.1 ANÁLISE E DISCUSSÃO DAS RESPOSTAS AOS QUESTIONÁRIOS PRÉVIO E POSTERIOR DE ESTUDANTES PARTICIPANTES DA PESQUISA. 81
4.2 PROCEDIMENTOS E ANÁLISE DE DADOS NO CONTEXTO DA FORMAÇÃO EM UEPS 117
4.2.1 Análise dos Dados de questionário Formativo em UEPS 118

V **CONSIDERAÇÕES FINAIS** 131

REFERÊNCIAS 135

APÊNDICES 141
APÊNDICE A – Apostila que orientou a formação 142
APÊNDICE B – Sequência didática das UEPS 176
APÊNDICE C– Questionário 190
APÊNDICE D – Instrumento que orientou avaliação da formação 194
APÊNDICE E – Modelo de diário de bordo 196
APÊNDICE F – Característica de amostra 198

ANEXOS 199
ANEXO A–Termo de Consentimento e Livre Esclarecido 200
ANEXO B–Credencial 202

APRESENTAÇÃO

Dou início a esta investigação partilhando a minha trajetória académica na vida adulta, a qual sempre foi enriquecida pelo apoio incondicional dos meus pais, familiares e amigos.

Recordo-me vividamente do momento em que tomei a decisão que mudaria a minha vida: "Mãe, pai, estarei ausente por quatro anos, pois decidi retomar os estudos." Em resposta, ouvi a voz serena da minha saudosa mãe: "Filha, vá no meu quarto e escolha também o material escolar." Ao fundo, ressoava a voz da minha mentora, a minha irmã Maria Verônica Francisco Mapatse, cuja sabedoria e força sempre foram uma fonte indescritível de inspiração.

A partir desse instante, assumi o compromisso de honrar e justificar cada recurso investido na minha educação. Com determinação e perseverança, enfrentei desafios e, após quatro anos de dedicação, alcancei a tão almejada licenciatura em Ensino de Física.

Na fase de pós-graduação, concretamente no mestrado em Gestão de Recursos Humanos, motivado pelos serviços que realizava, os desafios aumentaram e as visitas à família tornaram-se escassas. No entanto, as palavras de incentivo nunca faltaram: "Filha, boa sorte!" Apesar das adversidades, concluí o mestrado com sucesso.

Sem experiência na área de ensino, candidatei-me e fui admitida para docência no curso de licenciatura em Ensino de Física na Universidade Pedagógica – Delegação da Beira (atual Universidade Licungo – Extensão da Beira), as mensagens de apoio de amigos e antigos colegas do curso de Física, foram fundamentais: "Força, mana, vais conseguir!" Um conselho essencial marcou-me profundamente: "Prepara bem as aulas." Para isso, tive de abdicar de passeios e visitas, garantindo que entrasse na sala de aula com lição estudada.

Como docente do curso de Física, surgiu um novo desafio que foi de ingressar ao PECEM para o doutorado, a convite do saudoso colega do curso de Física, Tomás Anibal Massicame. Recordo com carinho as palavras encorajadoras "Irmã, vamos estudar! Deixa de reclamar e prepara o teu projeto de pesquisa,

ouviste?" Com respeito e compromisso, aceitei o desafio, preparei o projeto, submeti e fui aprovada.

Assim, iniciei mais uma etapa desafiadora, impulsionada pelo convite recebido. Hoje, ao finalizar esta caminhada, expresso a minha gratidão e digo com emoção: "Descansa em paz, e eu continuarei a esforçar-me!"

Com esse calor humano, termino essa caminhada, dando início a uma nova etapa essencial: a consolidação do conhecimento e da minha trajetória acadêmica.

I INTRODUÇÃO

A Física é uma disciplina que faz parte dos planos curriculares das Escolas e das Universidades de vários países, incluindo Moçambique. A partir dos programas de ensino dessa disciplina nos diferentes níveis, constata-se a integração de conteúdos que se dedicam aos princípios fundamentais da Mecânica de Fluidos (MF) para resolver problemas práticos relacionados a esses princípios e a aplicar esses conhecimentos em diversas situações do mundo real. Isso inclui não apenas o entendimento teórico dos conceitos, mas também a capacidade de analisar e prever o comportamento de fluídos em diferentes contextos, como na atmosfera terrestre, oceanos, sistemas hidráulicos, entre outros.

Esta tese de doutoramento apresenta uma investigação a respeito de uma adaptação e aplicação de abordagem didática com enfoque na Contextualização Histórica da Mecânica de Fluídos (CHMF) e suas relações com fenômenos de naturais ciclones e cheias, recorrendo a uma metodologia de ensino e aprendizagem denominada por Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS).

Devido a localização geográfica, Moçambique possui um clima tropical, permitindo a ocorrência de fenômenos de ciclones e cheias, com impactos significativos, resultando em graves consequências para a população, a economia e o meio ambiente.

Os impactos humanos e sociais desses eventos são devastadores. Milhares de pessoas perderam a vida ou desapareceram, enquanto comunidades inteiras foram desalojadas, resultando em um aumento expressivo do número de deslocados internos. Além disso, ciclones e cheias, frequentemente, destroem sistemas de abastecimento de água e saneamento, criando condições propícias para surtos de doenças como cólera e malária, agravando ainda mais a crise humanitária.

As infraestruturas do país também sofrem danos severos. Casas são destruídas, deixando milhares de famílias sem abrigo, enquanto estradas, pontes e outras vias de transporte ficam intransitáveis, dificultando a chegada de ajuda humanitária. Escolas e unidades sanitárias são afetadas, prejudicando o acesso à educação e aos serviços médicos essenciais para a recuperação da população.

No setor econômico, os prejuízos também são enormes. A destruição de plantações e a perda de gado comprometem a segurança alimentar de muitas comunidades que dependem da agricultura de subsistência. O setor energético também é sistematicamente atingido, com inundações e ventos fortes danificando linhas de transmissão e dificultando o fornecimento de eletricidade em várias regiões. Pequenos negócios e comércios locais sofrem grandes perdas, dificultando a recuperação econômica pós-desastre.

Do ponto de vista ambiental, as cheias e ciclones alteram significativamente a paisagem moçambicana. A erosão e a degradação do solo afetam a fertilidade das terras agrícolas, enquanto a destruição de ecossistemas, como mangais e áreas costeiras, impacta a biodiversidade local. A remoção de barreiras naturais, como florestas e dunas, torna Moçambique ainda mais vulnerável a futuros desastres climáticos.

A Mecânica de Fluídos, como conteúdo de ensino e de aprendizagem, tem suas raízes entrelaçadas com a curiosidade humana em relação aos movimentos dos fluidos que nos cercam, desde os primórdios das civilizações antigas até os desenvolvimentos tecnológicos contemporâneos. Contudo, a relação entre a Mecânica de Fluidos e os fenômenos naturais, como ciclones e cheias, ainda carece de estudos que levem não só a sua compreensão, mas também a sua aplicação significativa para uma mitigação dos efeitos que esses fenômenos ocasionam.

Com efeito, esta tese tem por objetivo investigar a adaptação e aplicação de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) enriquecidas e articuladas ao ensino contextualizado historicamente da Mecânica de Fluidos e sua relação com fenômenos de ciclones e cheias na formação inicial de docentes de Física.

Esse processo busca preencher uma lacuna no entendimento da evolução conceitual da Mecânica de Fluidos, oferecendo aos estudantes uma abordagem que une a teoria à prática e visa a aquisição de conhecimento e o desenvolvimento de habilidades críticas e analíticas.

A relevância desta pesquisa vai além do âmbito acadêmico-científico, incorporando também uma dimensão socioambiental. Ao explorar a CHMF e a sua relação com ciclones e cheias, não só aprofunda o conhecimento teórico e empírico

nesse tema, mas também procura oferecer contribuições aplicáveis para o desenvolvimento de estratégias de mitigação e adaptação. Dessa forma, os resultados poderão apoiar futuros professores na abordagem metodológica desses fenômenos, promovendo uma educação científica mais contextualizada. Para alcançar os objetivos propostos, a tese recorre a uma metodologia qualitativa, a partir de um estudo com estudantes do curso de Licenciatura em Ensino de Física da UniLicungo, futuros implementadores de UEPS no exercício das suas funções docentes futuras.

A estrutura desta tese é constituída por cinco capítulos. No primeiro, faz-se a introdução e a sua contextualização, a problematização, os objetivos e a justificativa ou importância do objeto e estudo.

O segundo capítulo consiste na revisão de literatura, no qual são discutidos aspectos teóricos para a fundamentação da pesquisa, mais concretamente a História da Ciência no Ensino da Ciência, Contextualização Histórica da Mecânica de Fluidos, Os Saberes docentes na formação inicial, Teoria de Aprendizagem Significativa, Unidade de Ensino Potencialmente Significativa e Avaliação de uma unidade didática

No terceiro capítulo são apresentados os procedimentos metodológicos adotados na investigação. Faz-se a classificação da pesquisa, apresenta-se a população e amostra e os procedimentos de obtenção e análise de dados.

O quarto capítulo apresenta inferências e interpretações quanto aos resultados dos dados obtidos pela pesquisa, e no quinto capítulo constam as considerações finais. Finalmente, é listada as referências bibliográficas mencionadas ao longo do texto e apresentados os apêndices, relevantes para uma boa compreensão do texto da tese, e os anexos que fornecem informações complementares.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A seguir faz-se a contextualização e apresentação da investigação relatada nesta Tese. Com efeito, faz-se a contextualização teórica do processo da evolução da Educação Formal em Moçambique e a sua problematização, apresentam-se os

objetivos formulados para a investigação e evidencia-se a justificativa da escolha do tema.

1.1.1 Resumo da Evolução da Educação Formal em Moçambique

A Educação, em sentido amplo, representa tudo aquilo que pode ser feito para desenvolver o ser humano e, no sentido estrito, representa a instrução e o desenvolvimento de competências e habilidades (Vianna, 2006, p. 3).

No contexto de Moçambique, o processo de educação formal e nacional foi marcado com o surgimento da Frente de Libertação de Moçambique.

A liderança desse movimento pelo professor e antropólogo Eduardo Mondlane (1920-1969), proporcionou um grupo ligado a ideais comunistas, tendo como objetivo o desligamento dos laços forçados com os portugueses de forma pacífica.

Com a morte do professor e antropólogo Eduardo Mondlane, as estratégias metodológicas e didática para enfrentar o inimigo foi enfraquecendo. Sucedida pela nomeação e liderança do grupo pelo Samora Moisés Machel, a estratégia de enfrentamento do inimigo passou a ser mais centrada na coragem e bravura e com pouca ciência de combate, razão pela qual Samora Moisés Machel era considerado mais radical do que o líder anterior.

A luta pela aquisição do pensamento crítico permitiu que Moçambique alcançasse a independência no dia 25 de junho de 1975. Portanto, nesse período o processo de educação toma rumo a uma nova fase, designada educação após a independência. E pautava-se nos seguintes objetivos: “a erradicação do analfabetismo; a introdução da escolaridade obrigatória; e a formação de quadros para as necessidades do desenvolvimento econômico e social e da investigação cientifica, tecnológica e cultural” (Moçambique, 1983).

No entanto, paralelamente, decorrem momentos de instabilidade político-social e pela guerra civil de 16 anos, cujos efeitos tinham já começado a fazerem-se sentir na estagnação da produção e na movimentação de bens e pessoas com reflexos na educação, com posterior destruição de infraestruturas e do tecido social, o que resultou em traumas profundos. A rede escolar começa a sofrer uma degradação e redução considerável a tal ponto que em “1991 apenas 33,7% das

crianças com 7 anos de idade conseguiram matricular-se nas nossas instituições do ensino primário do 1º grau (…). A taxa de transição no Ensino Primário do 1º grau ronda os 60% …" (Golias, 1993).

Mesmo com o clima de instabilidade, o setor de educação aprova a lei 4/83 do Sistema Nacional de Educação (SNE) centralizado pelo Estado, mas com o fim de organizar o setor educativo que até então tinha conhecido uma expansão quantitativa significativa com objetivos de formação do "homem novo", aquele que detém uma educação socialista. No entanto, a situação desse momento e todas as transformações que se sucederam levaram à estagnação da educação dada a situação conjuntural que se seguiu por um lado com a guerra e por outro com a liberalização da economia.

Assim, face ao cenário de instabilidade nacional e internacional que levou à queda do bloco leste em 1986, é instituído em 1987 o programa de reestruturação econômica que leva o governo de Moçambique a assinar acordos com o Banco Mundial e FMI, o que viria a modificar a política econômica e relançar a economia. O fato é que a situação da educação comprometia a qualidade desejada no contexto da quantidade, com uma crise no sistema de educação como referem Castiano e Ngoenha (2013) "adoptamos o termo crise geral para classificar a incapacidade do estado de assegurar o acesso de todas as crianças à educação básica e um mínimo de qualidade àquelas que estão na escola".

Esse cenário levou a medidas estruturais significativas, sendo que a escola como aparelho ideológico do Estado foi a que mais se ressentiu desta dinâmica, o que levou a uma nova reforma do sistema educativo com a revogação da Lei 4/83, de 23 de março, designada por Sistema Nacional de Educação (SNE).

Com o fim da guerra civil em 1992, Moçambique iniciou uma nova fase de reconstrução, incluindo a revitalização do sistema educacional, caraterizada pelas reformas estruturais, descritas na Lei n.º 6/92, de 6 de maio que reorganizou o SNE. Nesta nova lei:

> Os objetivos do sistema deixam de ser formulados numa linguagem carregada de ideologia para uma linguagem mais neutra (…), trata de adaptar o sistema de educação às novas condições sociais e económicas (…). Os objetivos da educação são formulados de uma maneira mais pragmática" (Castiano, 2005, p.46).

A educação deixa de ser monopólio exclusivo do Estado, que apesar da centralização administrativa do setor, incentiva a participação ativa de instituições privadas, da comunidade na atividade educativa, bem como abre-se ao financiamento exterior. Decorre uma renovação da educação, não só do ponto de vista de expansão da rede e de infraestruturas como também ao nível da filosofia educacional.

Para efeito, o governo de Moçambique adotou em 1995 a Política Nacional de Educação, um instrumento de operacionalização do SNE, que define educação básica, aquela que compreende o ensino primário da 1ª à 7ª classe, e a alfabetização e educação de adultos como a primeira prioridade, para a formação em massa como estratégia de desenvolvimento do país. Considerou-se esses dois subsistemas fundamentais para a luta contra a pobreza por permitir dotar os cidadãos em conhecimentos que pudessem proporcionar-lhes oportunidades para o emprego e autoemprego e, consequentemente, à subsistência e à participação na reconstrução do país, elevando o seu espírito de cidadania (Salvador, 2003).

Esse movimento, no entanto, realça no plano mais alto que a expansão para garantir o acesso não poderia se circunscrever apenas a oferta de qualquer tipo de educação, ou seja, essa expansão deveria ser acompanhada pela qualidade, que só se alcança:

> Através de instrumentos escolhidos tais como investindo na formação e na competência os professores, na oferta de mais material didático, no aumento do tempo de permanência dos alunos na escola (…) na reforma curricular (…) no investimento para melhor gestão das escolas (Castiano; Ngoenha, 2013, p.126).

Ora, essas condições que se impuseram à “nova escola” revelam que a qualidade deve contemplar o ponto de vista pedagógico e, também, a um conjunto de aspectos administrativos e axiológicos que constituem a “máquina” da educação, cujos resultados devem efetivamente contribuir para o desenvolvimento do país. Essas imposições foram, gradualmente, transferidas para outros subsistemas de educação no contexto da Lei 6/92 do SNE, mais concretamente para os do ensino secundário, superior, técnico profissional e de formação de professores.

1.1.2 Ensino da Mecânica de Fluídos problematizado

A Física é a Ciência que estuda a natureza e seus fenômenos em seus aspectos mais essenciais e gerais, seus fundamentos interagem diariamente com a sociedade, mostrando importância para que possamos compreender esses fenômenos. Para tal envolve observar, questionar e analisar os eventos que ocorrem ao nosso redor, utilizando o conhecimento científico, especialmente os princípios da Física.

Esse entendimento é possível por meio de métodos como experimentação, formulação de hipóteses, testes e a aplicação de leis físicas que explicam como e por que os fenômenos acontecem.

Pode-se traçar a história da Física a partir do momento em que a humanidade começou a ver e analisar os fenômenos de modo racional, abandonando explicações místicas ou divinas. As primeiras tentativas racionais de explicação da natureza vieram dos gregos antigos. Antes disso, fenômenos naturais e suas consequências eram explicados por deuses e deusas, como no exemplo representado por Apolo, em sua carruagem, que carregava a esfera brilhante, o Sol, de leste a oeste, todos os dias (Dieguez, 2009).

No final do século XIX, pensava-se que todos os fenômenos físicos poderiam ser explicados pelas teorias correntes aceitas. Foi nesse período que se tornou relevante a identificação de temas a lecionar, a partir dos resultados até então alcançados pela Ciência, e de metodologias a adotar para seu ensino e a consequente necessidade de professores.

O ensino e a aprendizagem de Física na escola como disciplina começou a ser sistematicamente introduzida nos currículos educacionais. Desde então, a Física tem sido uma das disciplinas fundamentais no ensino de Ciências, proporcionando aos estudantes uma compreensão mais profunda do mundo que os rodeia e dos princípios fundamentais que regem a natureza.

Em Moçambique, o Plano Curricular do Ensino Secundário (PCES), compõe dois ciclos, sendo o 1º ciclo (7ª, 8ª e 9ª classe) e 2º ciclo (10ª, 11 e 12ª classe). A disciplina de Física é lecionada a partir da 8ª classe do Ensino Secundário, mas alguns conteúdos são introduzidos no segundo ciclo do Ensino Primário (4ª, 5ª e 6ª

classes), na disciplina de Ciências Naturais, que integram também conteúdos de Química e Biologia.

O Ensino de Física é orientado para desenvolver nos estudantes capacidades, habilidades e atitudes como:

> a) solucionar problemas, envolvendo diferentes dados de natureza física; b) identificar, no problema, a situação física e interpretar os resultados das experiências ou dos cálculos; c) articular o conhecimento físico com conhecimentos de outras áreas do saber científico; d) desenvolver habilidades práticas de manipulação de instrumentos disponíveis durante a realização de experiências; e) desenvolver hábitos de higiene e segurança na realização de trabalhos experimentais; f) usar modelos físicos para analisar e explicar fenômenos naturais e situações do dia-a-dia; g) examinar e ilustrar modelos físicos, usando tecnologias de informação e comunicação; h) usar conhecimentos da Física para executar e avaliar intervenções práticas em situações específicas no seu dia-a-dia,(PCES, 2022, p.28).

É uma área de saber que contribui para impulsionar o desenvolvimento tecnológico e socioeconômico do país. Esta tese aborda a Mecânica de Fluídos no Ensino Secundário, com conteúdo previstos para a 12ª classe (Ajustes de Programa de Ensino- APE- 10ª e 12ª, 2020) como Unidade IV – Mecânica de Fluídos – Hidrodinâmica, contendo conteúdos de: vazão volumétrica (caudal), viscosidade, fluído ideal, Princípio de Continuidade, Princípio de Bernoulli. Essa previsão no currículo busca preparar estudantes a tomar decisões em relação à proteção do meio ambiente, a problemática do lixo tóxico, fontes de energias renováveis, transferência de energias sustentáveis, água, entre outros.

Para o sucesso de ensino no geral e de Física, em particular, é relevante enaltecer o processo educativo, que deve ser orientado por metodologias, permitindo atender aos objetivos propostos pelos programas de ensino. E porque paralelamente ocorrem mudanças impulsionadas pelo uso das tecnologias, decorrem também desafios, sobretudo aos professores, de inserção de novas formas e meios para adequar as “novas” estratégias de ensino.

Reconhecendo que as mudanças metodológicas são lentas, mesmo depois de incluídas nos planos curriculares e nos livros escolares, os professores tendem a permanecer dependentes de modelos de pensamento e de práticas que adotaram durante a formação inicial e no estágio curricular (Kaivola; Rikkinen, 2007). O ensino da Física por inserir conteúdos que exigem abstração, gera algumas dificuldades para uma aprendizagem significativa (Araújo; Abid, 2003).

Constata-se que há, ainda, fragilidades no Processo de Ensino e de Aprendizagem (PEA) de Física associadas ao insucesso escolar, ao recurso de metodologias inadequadas, falta de laboratórios, à formação de professores, desafios com conceitos complexos de forma significativa e envolvente, e em específico, a falta da CHMF e sua relação com fenômenos de Ciclones e Cheias.

Na perspectiva de Ausubel, Novak e Hanesian (1989), a Aprendizagem Significativa envolve, entre outros aspectos, o diagnóstico das experiências e noções prévias dos participantes. Esta tese utiliza as Unidades de Ensino Potencialmente Significativa como um instrumento metodológico, com o objetivo de criar um ambiente propício à aprendizagem significativa. Esse processo busca explicar a relação entre a teoria física, a história da Mecânica de Fluidos e a aplicação conceitual e experimental nos fenômenos naturais, especificamente ciclones e cheias.

A UEPS é a unidade de ensino projetada para engajar os estudantes em aprendizagem significativa e profunda. Elas são construídas em torno de conceitos fundamentais que têm aplicação prática e relevância para a vida dos estudantes. Ao projetar o ensino em torno das UEPS, os educadores buscam criar um ambiente de aprendizado no qual os estudantes possam fazer conexões significativas entre o novo conteúdo e o que já sabem (Moreira,2011).

As sugestões metodológicas indicadas pelo programa do ensino de Física da 12ª Classe (MINEDH, 2010, p.21) para a Unidade IV Mecânica de Fluídos-Hidrodinâmica, são:

> À realização de experiências simples o professor poderá elucidar o Princípio Fundamental da Hidrostática; o conceito de vazão volumétrica ou caudal($Q = A.v$),pode ser introduzido a partir duma experiência, por exemplo, os estudantes vão determinar o tempo necessário para encher um copo de água deitando lentamente e rapidamente água; a dedução de equação de Continuidade ($v_1.A_1=v_2.A_2$) poderá ser através da realização de experiências; o Princípio de Bernoulli pode ser mostrado experimentalmente suspendendo uma bola de ténis de mesa um pedaço de papel ou cartolina através do ar que sai de um balão através de um funil ou soprando entre duas folhas de papel ou mesmo soprando por baixo de um túnel feito de papel; a equação que traduz o Princípio de Bernoulli($p_1 + 1/2\ \rho v^2 + \rho g h_1 = p_2 + 1/2\ \rho v^2{}_2 + \rho g h_2$) pode ser deduzida através da conjugação da Lei de Conservação de Energia Mecânica e os conceitos de trabalho, pressão e energia cinética(MINEDH, 2010, p.21).

Apesar das abordagens pedagógicas existentes, há uma lacuna no entendimento da HMF no concernente à explicação da sua relação com os

fenômenos de ciclones e cheias na criação de "Unidades de Ensino Potencialmente Significativas", objeto desta pesquisa, que proporcionem não apenas ensinar conceitos teóricos, mas também, que conectem efetivamente com a experiência e a compreensão cotidiana de estudantes.

Assim, o tema de pesquisa que sustenta esta tese é: Adoção de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) para a Mecânica de Fluidos contextualizadas historicamente e com relação a fenômenos de ciclones e cheias.

Em face a essa temática, enunciamos o seguinte problema: a adoção das UEPS e da contextualização histórica e cotidiana de fenômenos de ciclones e cheias no processo de formação inicial de professores de Física potencializa a aprendizagem significativa de estudantes de Licenciatura em Ensino de Física, da UniLicungo, em Mecânica de Fluídos?

Desse problema surgem as seguintes questões de pesquisa: 1) Quais noções apresentam futuros professores de Física quanto às potencialidades das UEPS na explicação da relação entre a contextualização histórica da Mecânica de Fluídos com os fenômenos de ciclones e cheias? 2) Os futuros professores são capazes de fazer a adaptação didática, para o contexto de práticas pedagógicas/estágio, das aprendizagens adquiridas no processo de formação a respeito da utilização das UEPS na explicação da relação entre a CHMF articulada com os fenômenos de ciclones e cheias?

Dessa forma, a proposta dessa intervenção tem como objetivo investigar a adaptação e aplicação de uma UEPS articulada ao ensino contextualizado historicamente da Mecânica de Fluidos e sua relação com fenômenos de ciclones e cheias na formação inicial de docentes de Física. Esse procedimento metodológico buscou alcançar os seguintes objetivos específicos:

a) diagnosticar as dificuldades de futuros professores de Física na utilização e exploração das Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS);
b) descrever as noções de futuros professores de Física a respeito da adoção e relevância da exploração das Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS);
c) averiguar a evolução das noções dos futuros professores na adoção e relevância da exploração das Unidades de Ensino Potencialmente

Significativas (UEPS) com contextualização Histórica da Mecânicade Fluidos, interligada à exploração de fenômenos ligados a ciclones e cheias, antes e depois da oficina de pesquisa; e

d) detectar indícios de evidências de aprendizagem significativa dos conteúdos e das abordagens metodológicas.

A escolha do tema: Adoção de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) para Mecânica de Fluidos Contextualizadas Historicamente e com relação a fenômenos de ciclones e cheias para a tese de doutoramento, emerge da necessidade de preencher uma lacuna identificada ao longo da experiência profissional, no processo de estágio e práticas pedagógicas, relacionada ao entendimento e à abordagem educacional no ensino de Ciência, que favoreçam uma compreensão contextualizada e historicamente embasada, especialmente no segundo ciclo do Ensino Secundário.

Ciclones e cheias são fenômenos que impactam diretamente a vida de milhões de pessoas em todo o mundo e em Moçambique suas ocorrências têm sido recorrentes e devastadoras nos últimos anos. Esses eventos deixam o país em uma situação econômica e social extrema, causando grandes danos materiais, perdas humanas, além de surtos de malária e cólera, o que agrava ainda mais as complicações nos esforços de recuperação e desenvolvimento. Assim, esta tese busca, também, proporcionar uma contribuição tangível para enfrentar desafios contemporâneos ligados às mudanças climáticas e seus efeitos, olhando para a CHMF na realidade educacional.

O outro fato reside na observância de uma carência na abordagem educacional que una a teoria complexa da Mecânica de Fluidos com a aplicação prática em eventos climáticos extremos. As Unidades de Ensino Potencialmente Significativas oferecem uma abordagem inovadora, inserindo os estudantes em uma jornada educacional que não apenas transmite conhecimento, mas também promove a compreensão profunda e significativa dos fenômenos naturais (Parisoto, 2015).

A CHMF permite trazer o rico e complexo desenvolvimento conceitual e experimental, permeado por novos entendimentos e desafios que moldaram nosso entendimento atual. Essa contextualização tem o potencial de enriquecer a compreensão dos estudantes. Portanto, a tese justifica a necessidade de uma

abordagem que contextualize os desenvolvimentos históricos nesse campo da Física, por proporcionar aos estudantes uma visão abrangente da evolução desse conhecimento.

As Unidades de Ensino propostas não apenas abordam lacunas práticas, mas também contribuem para a pedagogia científica. Ao fornecer uma estrutura educacional inovadora, a pesquisa busca ser um modelo adaptável para outras disciplinas, destacando a importância de uma educação que seja ao mesmo tempo rica em conteúdo e significativa para os estudantes (Batista, 2016).

Portanto, é essencial promover uma abordagem que incentive estudantes a serem mais participativos e motivados, ao mesmo tempo em que percebam uma conexão entre os conteúdos trabalhados em sala de aula e suas realidades. Isso contribui para o desenvolvimento de diversas habilidades por meio de atividades variadas, além de utilizar processos avaliativos que também favoreçam a aprendizagem, superando a aprendizagem mecânica mediante atividades diversificadas. Nesse cenário, estudantes podem abandonar a postura de passividade, superando a reproduçãodo conhecimento de forma automática, como destaca (Ausubel, 2003).

Para que isso ocorra, é necessário criar um ambiente de aprendizagem que valorize o conhecimento prévio de aprendizes eque os engajem em situações significativas. Isso possibilita, aos aprendizes, uma construção do próprio saber de forma ativa e consciente, promovendo uma aprendizagem significativa, conforme propõe Ausubel (2003).

II FUNDAMENTAÇÕES TEÓRICO-METODOLÓGICAS

Neste capítulo faz-se uma revisão de literatura que visa apresentar os fundamentos teóricos: História da Ciência (HC) no Ensino da Ciência; Contextualização Histórica da Mecânica de Fluidos, Os Saberes Docentes na formação inicial, Teoria de Aprendizagem Significativa, Unidade de Ensino Potencialmente Significativa e Avaliação de uma unidade didática aplicada.

2.1 HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Neste item serão discutidas pesquisas que exploram o papel da História da Ciência no Ensino de Ciências. a História da Ciência pode contribuir significativamente para a compreensão de determinados temas, ao evidenciar que os resultados científicos aceitos hoje, são fruto de um longo processo de desenvolvimento, reflexão e debate.

A História da Ciência é vista como um recurso capaz de contribuir para a superação de desafios no Ensino de Ciências, proporcionando uma melhor compreensão do processo de construção do conhecimento (Robilotta, 1988; Batista, 2016).

Do ponto de vista didático, a História da Ciência pode ser utilizada para equilibrar os aspectos técnicos de uma aula, enriquecendo-os com elementos conceituais, sociais, humanos e culturais. O ensino do processo histórico contribui para a compreensão dos processos e resultados científicos e de seus impactos em várias dimensões na humanidade. Sem a reconstrução de sua trajetória, não é possível compreender e ensinar a base da Ciência, que se apoia em fatos observados e em argumentos formulados e debatidos em diferentes épocas (Martins, 1990).

Peduzzi (2001), ao analisar pesquisas quanto ao uso de materiais históricos de qualidade em sala de aula, argumenta que esses materiais podem: contribuir para uma aprendizagem de Ciências mais significativa, aproveitando as concepções alternativas dos estudantes; ajudar os estudantes a compreenderem que o pensamento científico evolui ao longo do tempo, com as teorias científicas estando

sujeitas a constantes revisões; oferecer uma metodologia diferenciada para o ensino de Ciências; e conectar o desenvolvimento científico aos avanços tecnológicos da sociedade, destacando seus benefícios e desafios, o que contribui para a formação crítica dos estudantes.

Ferreira e Ferreira (2010) também defendem a introdução da História da Ciência nos cursos de formação de professores, argumentando que ela ajuda futuros educadores a compreenderemcomo o conhecimento científico é construído. Eles destacam que a aceitação de uma ideia científica não se dá exclusivamente por seu valor intrínseco, mas também é influenciada por fatores externos como contextos sociais, políticos e culturais.

A História e Filosofia da Ciência (HFC) desempenham um papel fundamental na compreensão da natureza da ciência, pois permite que os estudantes não só adquiram conhecimento científico, mas também desenvolvam uma visão crítica a respeito de como esse conhecimento é construído, validado e evolui ao longo do tempo.

Allchin (2013) defende que a abordagem da História e Filosofia da Ciência, ajuda os estudantes a perceberem que a ciência não é apenas um conjunto de fatos imutáveis, mas um processo dinâmico, sujeito a erros, correções e influências sociais. Assim, os estudantes tornam-se mais preparados para avaliar informações científicas, distinguir entre ciência e pseudociência e compreender o impacto da ciência na sociedade.

A HFC oferece várias vantagens no ensino da ciência ajudando os estudantes a perceberem a ciência como um processo dinâmico, no qual o conhecimento é constantemente revisto e aprimorado.

Batista (2016) reforça a importância de uma abordagem histórico-filosófica no Ensino de Ciências, destacando que ela pode ser um instrumento potencialmente poderoso na transformação da prática docente. Segundo a autora, ao integrar essa perspectiva, os educadores não apenas ampliam sua compreensão quanto ao processo de construção do conhecimento científico, mas também contribuem para a construção de conhecimento docente e escolar. A História da Ciência, nesse contexto, não se limita a aspectos teóricos ou técnicos, mas envolve um

entendimento mais amplo, incluindo os aspectos sociais, humanos e culturais que permeiam aCiência.

A busca por meios de se contextualizar o ensino e apresentar o processo de desenvolvimento da Ciência tem evidenciado a HFC como uma estratégia que traz benefícios em vários níveis de ensino, como retratado em pesquisas nacionais e internacionais, conforme Batista eAraman (2009), Teixeira, Grega e Freire (2009) e outros.

Do ponto de vista ontológico e epistêmico, segundo Batista (2007), a História e Filosofia da Ciência podem contribuir para: conhecer a evolução das ideias, dos problemas e de suas soluções na Ciência; compreender que o objetivo da Ciência é entender a capacidade de resolver problemas e de identificá-los, de criar inovações e, ainda, entender quais são os domínios e os objetos de estudo de cada Ciência. Assim, trata-se de aprender que uma conceituação teórica está inserida em um contexto epistêmico e histórico, sujeita a tradições de pesquisa, e de conhecer caminhos metodológicos adotados nas pesquisas de uma determinada área de conhecimento.

Olhando as implicações da HFC no ensino, torna-se clara a necessidade de aportes teóricos e filosóficos na formação dos professores, contribuindo para evitar as noções distorcidas a respeito do desenvolvimento do conhecimento científico, além de permitir intervenções mais qualificadas em sala de aula (Lederman, 1992; Matthews, 1995; Pérez *et al*, 2001; Adúriz-Bravo; Izquierdo; Duarte, 2004; Batista 2016).

Matthews (1995), ressalta a necessidade de um professor com conhecimentos de HFC, pois permite auxiliar os estudantes a entenderem as idealizações adotadas nas ciências, evitando que os estudantes renunciem seu mundo por ser uma fantasia, ou renunciem o mundo da Ciência pelo mesmo motivo.

Portanto, a História da Ciência pode ser uma ferramenta valiosa para desmistificar a Ciência, mostrando sua natureza complexa e em constante evolução. Essa abordagem ajuda os estudantes a desenvolverem uma visão mais crítica e contextualizada a respeito do conhecimento científico, o que é fundamental tanto para a formação de futuros educadores quanto para a formação de pesquisadores.

No entanto, Martins (1990) ressalva que é fundamental ter cuidado na abordagem da História da Ciência no ensino, e descreve três exemplos negativos do uso da HC no ensino para evitar distorções e abordagens superficiais que podem prejudicar a compreensão crítica dos estudantes quantoao conhecimento científico, nomeadamente:

1**.** Cronologia: A simples enumeração de datas, nomes de cientistas e seus feitos não contribui significativamente para o entendimento dos conceitos científicos. Embora ofereça uma visão geral das épocas e sequências dos estudos, essa abordagem não facilita a compreensão profunda da Ciência e de como ela se desenvolve. Em vez de se concentrar em uma linha do tempo superficial, o ensino deve explorar como as realizações científicas ocorreram e se desenvolveram, considerando o contexto histórico e as questões que motivaram as/os cientistas.

2. Anedotas**:** A utilização de histórias curtas ou curiosidades, sejam reais ou inventadas, pode distorcer a visão dos estudantes em relação à Ciência e a cientistas. Embora possam parecer interessantes ou atrativas, essas anedotas frequentemente omitem o rigor e os processos intelectuais envolvidos na prática científica, apresentando uma imagem simplificada e até romantizada da Ciência. Esse tipo de abordagem pode prejudicar o entendimento de como a Ciência realmente funciona e se constrói.

3. Persuasão e intimidação: utilizar a "autoridade" de um cientista famoso, como Newton ou Einstein, para impor conceitos e reprimir dúvidas, invertendo a natureza do pensamento científico, é um uso incorreto da História da Ciência. A Ciência deve ser baseada em fatos e argumentos racionais, não em autoridade. A frase "a lei da gravitação universal é verdadeira porque Newton a provou" exemplifica essa falácia. A verdadeira natureza da Ciência é discutir, questionar e revisar, e não aceitar verdades absolutas sem crítica.

Para se tornar eficaz, a História da Ciência precisa ser integrada ao processo de ensino de maneira que ajude os estudantes a compreenderem a Ciência como um processo dinâmico, sujeito a questionamentos e revisões, em vez de apresentá-la como um conjunto de verdades imutáveis e definitivas.

Batista (2004) também enfatiza o papel importante que a História e a Filosofia da Física podem desempenhar como apoio para a melhoria do ensino de Física:

> [...] pela relação que esses domínios de conhecimento possuem e demonstram com as estruturas cognitivas de conhecimento e com as concepções prévias, como fonte de exemplares históricos analiticamente estudados que mostram a estrutura e a dinâmica da construção de uma teoria, como também fonte de concepções alternativas (que podem ser competidoras ou não) de explicações e conceitos (Batista, 2004, p.144)

Assim, o desenvolvimento didático de um conteúdo de Física deve considerar a história desse conteúdo e os problemas de interesse epistemológico (problemas geradores). A incorporação desses aspectos em um trabalho didático pode promover uma compreensão mais profunda do processo de criação do conhecimento físico, destacando a relevância da epistemologia histórica da Física. Além disso, uma abordagem histórico-filosófica permite compreender a origem dos problemas associados ao desenvolvimento de um conceito científico, bem como os desafios conceituais e empíricos superados até a formulação consensual desse conceito pela comunidade científica (Batista, 2004).

Ao integrar a História da Ciência ao ensino e uma proposta de uma unidade didática que a utiliza, essa abordagem permite aos estudantes não só aprender os conceitos científicos de maneira mais envolvente e significativa, mas também cultivar uma visão mais crítica e contextualizada da Ciência. Assim eles não estudam a Física apenas como um conjunto de leis e fórmulas, mas como um campo do saber que evoluiu ao longo de décadas ou até séculos, influenciado por diversas correntes filosóficas, sociais e tecnológicas (Batista, 2004).

Essa abordagem contribui, também, para a formação de futuros professores que, ao entenderem a História da Ciência, podem propiciar um ensino integrado e crítico aos seus estudantes, oferecendo uma visão mais completa da Ciência como um campo em constante evolução e reinterpretação (Batista, 2004).

Portanto, adotar a contextualização histórica como metodologia para o ensino de Mecânica de Fluídos, com enfoque em fenômenos naturais (ciclones e cheias), não só facilita a compreensão dos conteúdos científicos, mas também contribui para a formação crítica dos futuros professores e cidadãos, incentivando-os a refletir a

respeito da Ciência não apenas como um conjunto de conhecimentos estabelecidos, mas como um processo dinâmico e historicamente situado.

Em processos de produção de uma contextualização histórica, temos também como exemplificação as composições históricas, definidas por Batista (2011; 2016). O objetivo do processo metodológico de composição é obter uma construção histórico-epistemológica que explicite o entendimento de um fenômeno ao longo de episódios históricos, demonstrando os elementos conceituais que vão compondo a explicação encontrada, ao mesmo tempo em que conduzimos uma análise comparada problematizadora com a explicação aceita contemporânea e cientificamente para um dado fenômeno, problema ou conceito na História da Ciência (Batista, 2016)

2.2 CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA DA MECÂNICA DE FLUIDOS E HISTÓRICO DE CICLONES E CHEIAS EM MOÇAMBIQUE

A exploração inicial dos fluídos remonta a civilizações antigas, notadamente a egípcia, a grega e a romana. Filósofos, como Tales de Mileto, dedicaram esforços à compreensão das propriedades de líquidos e gases. Contudo, a compreensão específica da dinâmica dos fluidos era elusiva nesse estágio inicial.

Encontramos a História da Mecânica de Fluidos e os seus princípios publicados em obras de Cengel e Cimbala (2008), Munson e Young (2004), White (2019), Oliveira e Mors (2019), Rosa (2007), e outros que ressaltam a relevância da sua exploração nas ciências. Nelas se destaca que no século IV a.C., Aristóteles (384 - 322), um dos mais proeminentes filósofos gregos, contribuiu substancialmente para o entendimento dos fluidos. Suas observações a respeito do comportamento de fluidos foram registradas em obras como "Meteorologia" e "De Caelo". Aristóteles delineou princípios quanto à natureza dos elementos componentes dos corpos e as características fundamentais dos fluidos.

Apesar das contribuições notáveis, as civilizações antigas enfrentavam limitações significativas. A falta de instrumentos precisos e métodos científicos sistemáticos impedia uma exploração mais profunda dos fenômenos de fluido dinâmicos complexos. Esse período inicial estabeleceu os alicerces, mas a evolução

científica da Mecânica de Fluidos estava reservada para os períodos seguintes, quando avanços substanciais moldariam essa disciplina de maneira mais definitiva.

Foi somente durante o século XVII que ocorreram desenvolvimentos algebrizados fundamentais na compreensão da hidrodinâmica, e Blaise Pascal (1623 - 1662), emergiu como uma figura central nesse contexto. O físico e matemático francês deixou uma marca significativa ao explorar as bases que fundamentam o comportamento dos fluidos, especialmente quando estão em repouso.

Pascal introduziu o conceito de pressão, uma medida crucial na hidrodinâmica. Sua investigação esclareceu os efeitos da pressão em fluidos, o que levou à formulação do chamado Princípio de Pascal, em que se estabelece que alterações na pressão de um fluido incompressível são transmitidas igualmente em todas as direções. Esse entendimento foi essencial para definir como os fluidos se comportam sob diferentes condições e desencadeou uma nova era na hidrodinâmica.

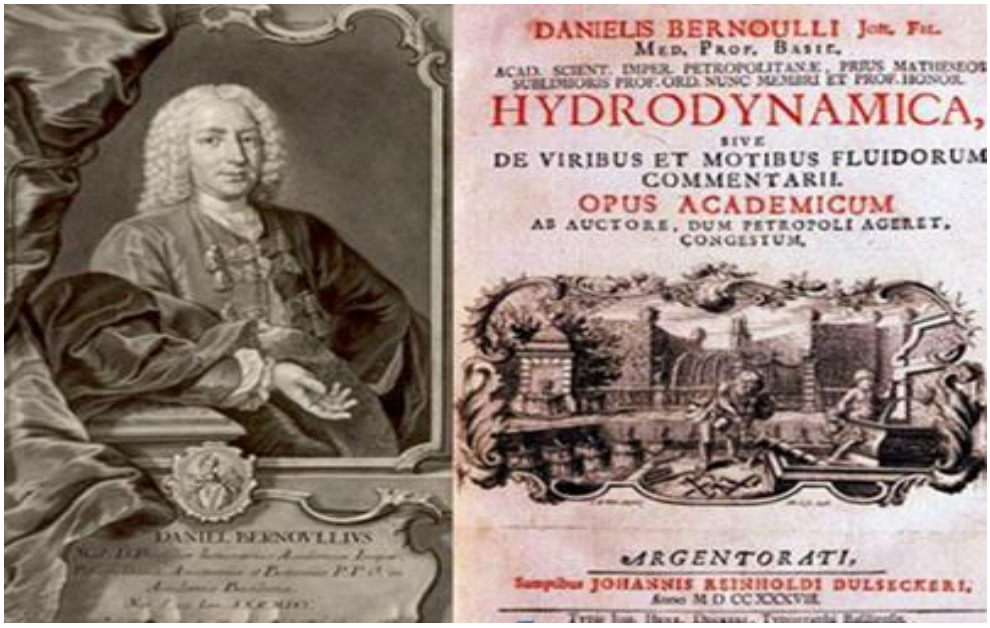
Outro investigador dessa época a desenvolver estudos em fluidos foi Daniel Bernoulli (1700-1782). Na principal obra de Bernoulli, hidrodinâmica, publicada em 1738, ficam evidentes as influências de Demócrito e Arquimedes. Nessa obra, Daniel Bernoulli faz um estudo macroscópico dos fluidos (que pode ser experimentado e avaliado por instrumentos e pelos sentidos), mas também lança mão de uma teoria bem fundamentada das propriedades elementares dos fluidos. O material produzido por Bernoulli sintetiza reúne pela primeira vez um estudo sistemático dos fluidos em movimento, e mostra que muitas das constatações levantadas por Pascal, Stevin e Torricelli são casos específicos da Hidrodinâmica. Esta obra também apresenta um prelúdio relativo à teoria cinética dos gases, que seria, mais de um século depois, estudada por outros cientistas.

Daniel nasceu numa família de grande prestígio na Ciência, os Bernoulli. Mais de dez membros dessa família contribuíram para a evolução de muitas ideias da Física e da Matemática nos séculos XVII e XVIII. Sobrinho de Jacques Bernoulli (criador dos números de Bernoulli) e filho de Johann (médico e professor na Universidade de Basiléia), Daniel nasceu na Holanda em 1700. Aos treze anos iniciou seus estudos de Filosofia e aprendeu Matemática com seu irmão mais velho.

Posteriormente, formou-se em Medicina e mudou-se para Veneza, onde publicou sua primeira obra científica, discutindo, por exemplo, os jogos de azar e a queda da água em recipientes abertos. Em 1725, foi lecionar com o irmão mais velho, Nikolaus, em São Petersburgo (Rússia). Nesse mesmo ano recebeu o primeiro de dez prêmios da Academia de Ciências de Paris, por seus trabalhos científicos. Na Rússia, Daniel trabalhou com o matemático Leonhard Euler e elaborou as bases da Hidrodinâmica, cujas ideias seriam publicadas apenas em 1738. Em 1733, retornou para Basiléia e assumiu a cátedra de Medicina na universidade local. Faleceu em 1782.

A evolução da hidrodinâmica não foi linear, e o trabalho de Daniel Bernoulli, séculos depois, trouxe uma perspectiva dinâmica à disciplina. Seu estudo na conservação de energia em fluidos, que culminou no famoso Teorema de Bernoulli, representou um marco na compreensão dos fluidos em movimento.

Figura 1 - Daniel Bernoulli e o seu livro de Hidrodinâmica.



Fonte: Oliveira (2019)

A hidrodinâmica, construída em alicerces estabelecidos por Pascal e posteriormente ampliada por Bernoulli, representa uma disciplina intrinsecamente ligada à compreensão dos fluidos em repouso e em movimento. A evolução desde os primórdios da exploração da pressão até as aplicações modernas destaca a relevância contínua dessa Ciência na configuração do mundo ao nosso redor.

No século XVIII, Leonhard Euler (1707-1783) desempenhou um papel decisivo ao formular as equações fundamentais que dariam origem à Mecânica dos Fluidos clássica. Sua obra "*Principia Mathematica Fluidorum*" representou um marco crucial no entendimento matemático dos fluidos em movimento.

As equações de Euler, descrevem de forma abrangente o comportamento dinâmico dos fluidos. Essas equações diferenciais parciais fornecem uma estrutura matemática que permite a análise rigorosa do fluxo de fluidos. O trabalho de Euler lançou as bases para uma compreensão mais profunda dos fenômenos fluidodinâmicos, destacando a importância de abordagens matemáticas na investigação dos fluidos em movimento.

Ao longo do tempo, as equações de Euler foram alvo de aprimoramentos e extensões. Matemáticos e físicos, inspirados pelo trabalho pioneiro de Euler, buscaram ampliar a aplicabilidade das equações para uma variedade de condições e cenários. Esse processo de refinamento permitiu uma modelagem mais precisa e detalhada de fenômeno fluido dinâmico complexo.

A contribuição de Euler não se limitou ao âmbito teórico. Suas equações tornaram-se fundamentais na resolução de problemas práticos em engenharia e ciências naturais. A aerodinâmica, o *design* de aeronaves e a otimização de processos industriais passaram a depender fortemente da aplicação das equações de Euler. A capacidade de prever e compreender o comportamento dos fluidos em movimento tornou-se crucial para o avanço de diversas tecnologias.

A formulação de Euler e seus desdobramentos representaram a consolidação da Mecânica de Fluidos como uma disciplina distinta e essencial. O casamento entre a teoria matemática e as aplicações práticas solidificou a posição da Mecânica de Fluidos como uma ferramenta fundamental para a compreensão e manipulação de fenômenos fluidodinâmicos em diversas áreas do conhecimento e da indústria.

Ao longo do século XX, a hidrodinâmica continuou a expandir seu escopo, influenciando campos tão diversos quanto oceanografia, biologia marinha e engenharia naval. A compreensão da dinâmica dos oceanos, a propulsão de embarcações e até mesmo o *design* de submarinos foram aprimorados com base nos princípios hidrodinâmicos estabelecidos por Pascal e Bernoulli.A aplicação

prática desses estudos na engenharia hidráulica e em sistemas de tubulações demonstrou a utilidade da hidrodinâmica no *design* e operação de estruturas que manipulam fluidos. Desde sistemas de abastecimento de água até a concepção de fontes artificiais, a hidrodinâmica se tornou uma disciplina indispensável.

Para compreender os fenômenos naturais que se manifestam em uma determinada região, é essencial considerar a sua situação geográfica. O Clima em Moçambique é tropical úmido, influenciado pelos ventos sazonais que mudam de direção periodicamente ao longo do ano, influenciando diretamente o clima em determinadas regiões.

2.2.1 Fenômenos Naturais e Histórico de Ciclones e Cheias nos últimos 5 anos (2019-2023)

Os fenômenos naturais, como ciclones e cheias, têm causado situações devastadoras no mundo e em Moçambique em particular. Em Moçambique os fenômenos em causa tornaram-se cada vez mais frequentes e intensos, impulsionados, em grande parte, pelas mudanças climáticas globais. O item a seguir aborda o histórico dos ciclones e cheias registrados em Moçambique nos últimos 5 anos (2019 – 2023).

2.2.1.1 Ciclones

Os ciclones, fenômenos atmosféricos de grande intensidade, desempenham um papel significativo nas dinâmicas climáticas e meteorológicas do nosso planeta. Eles podem ser classificados em duas categorias principais: ciclones tropicais e ciclones extratropicais.

Os ciclones tropicais são caracterizados como centro quentes, que se desenvolvem sobre águas tropicais ou subtropicais, com convecção atmosférica organizada e têm uma circulação ciclônica de vento superficial. Eles são classificados pelas velocidades de vento localizadas em torno do centro de circulação e são classificados, pelos Centros meteorológicos regionais especializados da Organização Meteorológica Mundial em uma das cinco escalas de ciclones tropicais.

Ciclone extratropical é um fenômeno meteorológico que se caracteriza por intensas tempestades e ventos, inserindo-se em uma categoria mais ampla de fenômenos conhecidos como ciclones. Esse tipo de ciclone se forma a partir de gradientes, ou seja, diferenças de temperatura e de ponto de orvalho.

Abaixo apresentamos a descrição dos ciclones ocorridos nos últimos cinco anos (2019-2023) em Moçambique:

1) O Ciclone Tropical *Idai*

O Ciclone Tropical *Idai*se originou como uma depressão tropical perto de Maganja da Costa, na província de Zambézia, Moçambique, em 5 de março de 2019. Ele impactou as cidades da Beira e Dondo nos dias 14 e 15 de março e depois se moveu em direção à província de Niassa, indo em direção ao sul do Malawi em 16 de março de 2019. O ciclone causou destruição significativa à medida que se espalhou em direção ao oeste de Moçambique, afetando alguns distritos da Província de Manica e o leste do Zimbabwe. O *Idai* foi classificado como um ciclone de categoria 3, com ventos extremamente intensos de até 200 km/h. Foi considerado o ciclone mais forte a afetar Moçambique desde o Eline, que causou mais de 800 mortes em 2000. O fator surpresa desempenhou um papel importante na magnitude dos estragos, uma vez que, ao longo dos anos, muitas habitações foram construídas em áreas susceptíveis a inundações na cidade da Beira, o segundo maior centro urbano do país. Moçambique é uma região propensa a ciclones tropicais frequentes, e o impacto do Ciclone *Idai* foi devastador.

Figura 2- População em situação crítica do efeito de ciclone idai

Fonte: Raiva (2022)[1]

[1]https://opais.co.mz/idai-passou-ha-tres-anos-mas-beira-guarda-memorias-destrutivas-e-traumaticas/

2) O Ciclone Tropical *Kenneth*

O Ciclone *Kenneth* foi um poderoso ciclone tropical que atingiu Moçambique em abril de 2019. Ele se formou na região do Canal de Moçambique algumas semanas após o Ciclone Idai, no Oceano Índico, e rapidamente se intensificou, tornando-se um ciclone de categoria 4 na Escala de Furacões de *Saffir-Simpson*. Isso significa que o ciclone tinha ventos sustentados de pelo menos 170 km/h.

O Ciclone *Kenneth* atingiu a província de Cabo Delgado, no norte de Moçambique, em 25 de abril de 2019. A região não estava acostumada a enfrentar ciclones tão poderosos, e o impacto foi severo. O ciclone trouxe ventos intensos, chuvas torrenciais e inundações, causando destruição generalizada. A intensidade dos ventos foi uma das características mais marcantes do Ciclone *Kenneth*, contribuindo para danos substanciais em edifícios, infraestrutura e áreas agrícolas. Como resultado, causou sérios problemas humanitários, com comunidades isoladas devido à destruição das estradas e inúmeras famílias deslocadas e necessitando de assistência de emergência.

3) O Ciclone Tropical *Chalane*

O Ciclone Tropical *Chalane* atingiu Madagascar em 26 de dezembro de 2020, causando enchentes e mortes. Em seguida, seguiu para oeste pelo Oceano Índico, se reorganizando e ganhando forças antes de atingir Moçambique em 30 de dezembro de 2020 afetando as províncias de Sofala, Zambézia, Manica e Nampula. *Chalane* foi classificado como uma tempestade tropical severa, com ventos sustentados de 110 km/h e rajadas de 110 km/h. A tempestade provocou ventos fortes, chuvas e maré alta, afetando cerca de 4 milhões de pessoas em Moçambique.

4) O Ciclone Tropical *Eloise*

O ciclone tropical *Eloise***,** que atingiu Moçambique, formou-se como uma depressão tropical em janeiro de 2021, intensificando-se rapidamente para uma forte tempestade tropical e posteriormente atingindo a categoria 2, com ventos sustentados de 10 minutos de 150 km/h e ventos sustentados de 1 minuto de 155

km/h. Em janeiro, Eloise fez *landfall*[2] ao norte da Beira, permanecendo uma tempestade tropical moderada por um curto período antes de enfraquecer para uma depressão tropical, com ventos de 155 km/h devido à interação com o terreno acidentado e o ar seco.

5) O Ciclone Tropical Ana

O Ciclone Tropical Ana atingiu a zona continental no centro e no norte de Moçambique em 24 de janeiro de 2022, com ventos fortes de 100km/h, afetando as províncias de Nampula, Zambézia, Tete, Niassa, Sofala e Manica. A tempestade causou inundações, danificou casas e infraestruturas públicas, incluindo pontes, linhas elétricas, escolas, sistemas de água e instalações de saúde. Até à ocasião, 29 pessoas morreram e 196 ficaram feridas. Mais de 23.400 casas ficaram parcial ou totalmente destruídas ou inundadas, 13 instalações de saúde ficaram danificadas ou destruídas e 543 salas de aula de aproximadamente 249 escolas também ficaram danificadas ou destruídas, afetando mais de 46.000 alunos.

6) O Ciclone Tropical *Gombe*

O Ciclone Tropical *Gombe*, entrou em Moçambique no dia 11 de março de 2022 com ventos e rajadas de 165 e 230 km/h, respectivamente. O ponto de entrada foi Mossuril, na província de Nampula, as 02:00 horas, impactando as províncias de Nampula, Zambézia e Sofala. Os impactos foram devastadores: milhares de casas foram destruídas, infraestruturas essenciais, como escolas e hospitais, ficaram danificadas, e muitas áreas ficaram isoladas devido às cheias. Além disso, *Gombe* afetou a produção agrícola, agravando a insegurança alimentar na região.

7) O Ciclone Tropical *Freddy*

O Ciclone Tropical *Freddy* foi um dos ciclones mais longos e destrutivos já registados, causando impactos severos em Moçambique por duas vezes em 2023. Formado em fevereiro daquele ano, *Freddy* atravessou o Oceano Índico, atingindo primeiro Madagáscar e, em seguida, Moçambique, a 24 de fevereiro. Após regressar ao mar, voltou a atingir o país a 12 de março, com seu epicentro no distrito de Namacurra, localidade de Macuze, com ventos de 148 km/h e rajadas até 213 km/h,

[2]*Landfall* é o evento de uma tempestade movendo-se sobre a terra depois de passar sobre a água.

e chuvas fortes, de mais de 200mm, afetando as províncias da Zambezia, Sofala, Nampula e Manica.

Durante a sua passagem, sobretudo na província da Zambézia, Freddy causou danos devastadores, onde mais de 103.000 habitações foram completamente destruídas, 85 unidades de saúde sofreram impactos e cerca de 2.549 salas de aula foram danificadas, afetando aproximadamente 230.000 estudantes. Além disso, o ciclone provocou inundações generalizadas, destruição de infraestruturas e perdas agrícolas consideráveis, agravando a insegurança alimentar na região.

As imagens a seguir foram todas extraídas em épocas de problemas ambientais na Cidade da Beira, província de Sofala- Moçambique, onde foi realizada a pesquisa.

Figura 3 - Efeitos de ciclone *Idai* na província de Sofala

Rastros do Ciclone *Idai*- março de 2019- Beira.

Rastros do Ciclone *Idai*- março de 2019- Beira.

Residências destruídas -Beira

Via de acesso obstruída por Ciclone -Beira.

Fonte: Raiva (2022)

2.2.1.2 Cheias

O estudo das cheias é condicionado por um conjunto de elementos e condições, uma vez que o desenvolvimento da rede hidrográfica é a consequência direta dos fatores que condicionam o escoamento. O regime climático, a (im)permeabilidade do solo, as características, o grau e o tipo de ocupação e a utilização dos vales inundáveis à escala da bacia hidrográfica são os principais fatores a ter em conta na ocorrência de cheias.

Às cheias refere-se a um fenômeno hidrológico extremo, de frequência variável, natural ou induzido pela ação humana, que consiste no transbordo de um curso de água ao seu leito ordinário. As inundações são resultantes das cheias e, diferentemente das cheias, consistem na submersão de uma área por um período relativamente longo que o das cheias (Ramos, 2013)

As cheias são, de fato, um fenômeno hidrológico espetacular, podendo provocar em poucas horas, uma ação morfogenética[3], que a dinâmica fluvial, ao longo dos durante anos, não consegue alterar significativamente. É devido a estes fenômenos que se procede à construção das principais obras hidráulicas, como pontes, barragens e diques marginais, sendo a sua análise e previsão essenciais para a gestão e ordenamento dos terrenos ribeirinhos.

Figura 4 - Cheias na província de Sofala

Cheias de março 2019-Beira.

Cheias de março 2019-Beira.

Fonte: Raiva (2022)

[3] Ação morfogenética é processo natural que molda e modifica a paisagem.

Cheias são aumentos temporários no nível de um rio ou corpo de água devido a um grande volume de precipitação (chuva), derretimento de gelo ou outras fontes de água. Isso faz com que o leito do rio se encha além do normal, o que pode resultar em inundações nas áreas próximas e também podem ser naturais e recorrentes em muitos sistemas fluviais, especialmente em épocas de chuvas sazonais ou em regiões com neve que derrete rapidamente, trazendo impactos tanto positivos quanto negativos: (i) **Positivos**: Em regiões agrícolas, as cheias podem depositar sedimentos férteis nas planícies aluviais, melhorando a qualidade do solo; (ii) **Negativos**: Podem causar inundações em áreas urbanas e rurais, resultando em danos materiais, perdas econômicas e até riscos à vida humana.

Para os últimos 5 anos destacamos as seguintes cheias:

1) **Cheias em março de 2019** (Ciclone *Idai*): Em março de 2019, o Ciclone *Idai* atingiu Moçambique, causando fortes chuvas e inundações em várias áreas, incluindo as cidades da Beira e de Dondo. As inundações resultantes levaram à perda de vidas humanas, destruição de casas e infraestrutura, e muitas comunidades ficaram isoladas devido à destruição das estradas.
2) **Cheias em abril de 2019** (Ciclone *Kenneth*): Poucas semanas após o Ciclone *Idai*, o Ciclone Kenneth atingiu o norte de Moçambique, trazendo mais chuvas intensas e inundações em abril de 2019. Esta região, que não estava acostumada a enfrentar ciclones tão poderosos, foi severamente afetada.
3) **Cheias em dezembro de2019** (Ciclone *Chalane*): Em dezembro de 2020, o Ciclone Chalane afetou Moçambique, causando enchentes e mortes em Madagascar e, posteriormente, afetando as províncias de Sofala, Zambézia, Manica e Nampula.
4) **Cheias em janeiro de 2021** (Ciclone *Eloise*): Em janeiro de 2021, o Ciclone Eloise, atingiu o país, causando fortes chuvas, provocando inundações.
5) **Cheias em janeiro de 2022** (Ciclone Ana): Em janeiro de 2022, o Ciclone Ana atingiu o centro e o norte de Moçambique, provocando inundações, danos a casas, infraestruturas públicas e instalações de saúde. Essas inundações resultaram em fatalidades, feridos e deslocados.

6) **Cheias em março de 2023** (*Ciclone Freddy*): Em março de 2023, o Ciclone *Freddy* atingiu a costa de Moçambique, causando fortes chuvas e inundações em várias províncias, incluindo Zambezia, Sofala, Nampula e Manica.

Estas cheias foram consequências diretas dos ciclones tropicais que afetaram Moçambique durante esse período. O impacto foi severo, resultando não apenas em perda de vidas humanas, mas também em destruição de infraestruturas, habitações e meios de subsistência. Muitas estradas e pontes foram destruídas, isolando comunidades inteiras e dificultando os esforços de resgate e assistência humanitária.

Além disso, as cheias provocaram a contaminação das fontes de água potável, aumentando o risco de surtos de doenças como cólera e malária. O setor agrícola foi gravemente afetado, com vastas áreas de cultivo submersas, comprometendo a segurança alimentar e a economia local. O deslocamento forçado de milhares de pessoas agravou ainda mais a crise humanitária, destacando a vulnerabilidade do país face a eventos climáticos extremos e a necessidade urgente de medidas eficazes de adaptação e mitigação.

Quadro 1- Cronologia dos ciclones e cheias nos últimos cinco anos (2019-2023) em Moçambique

Ciclone	**Data de Incidência**	**Dimensão dos Ventos**	**Regiões afetadas**
Ciclone *Idai*	Março de 2019	Categoria 3 (200 km/h)	Moçambique, Malawi, Zimbabwe
Ciclone *Kenneth*	Abril de 2019	Categoria 4 (210 km/h)	Norte de Moçambique
Ciclone *Chalane*	Dezembro de 2020	Tempestade Severa (110 km/h)	Madagascar, Moçambique
Ciclone *Eloise*	Janeiro de 2021	Categoria 2 (155 km/h)	Moçambique, Áreas do Oceano Índico
Ciclone Ana	Janeiro de 2022	Ventos 100-130 Km/h	Centro e Norte de Moçambique
Ciclone *Gombe*	Março de 2022	Ventos de 165-230 km/h	Nampula, Zambézia, Sofala
Ciclone *Freddy*	Março de 2023	Ventos de 148-213 km/h	Zambezia, Sofala, Nampula, Manica

Fonte: A Autora

2.2.2 Relação da História da Mecânica de Fluidos com Ciclones e Cheias

A relação da História da Mecânica de Fluidos com ciclones e cheias, é rica e complexa, refletindo a evolução do conhecimento humano sobre o comportamento dos fluidos e a interação destes com fenômenos atmosféricos e hidrológicos.

O estudo dos fluidos remonta à Grécia antiga, com Arquimedes sendo um dos primeiros a estudar a hidrostática. Ele formulou princípios que ainda são relevantes na compreensão do comportamento dos fluidos.

Os fenômenos naturais como ciclones e cheias estão diretamente relacionados aos princípios da Mecânica de Fluidos, e o estudo desses conceitos tem uma grande relevância para lidar com esses eventos naturais e entender como eles afetam nossas vidas, assim poder tomar medidas adequadas para a sua gestão como a construção de valas de drenagem.

Um fluido é uma substância que pode fluir e se deformar quando submetida a uma força. A densidade de um fluido está relacionada à sua massa por unidade de volume e desempenha um papel importante na determinação do comportamento dos fluidos em situações de pressão variável. A pressão em um fluido é distribuída de maneira uniforme em todas as direções e é essencial para entender como os fluidos se comportam em sistemas como ciclones e cheias.

2.2.2.1 Relação da História da Mecânica de Fluidos com Ciclones

A pressão em um fluido é transmitida com igual intensidade em todas as direções e atua normalmente a qualquer plano. Em um mesmo plano horizontal as intensidades de pressão em um líquido são iguais, (Hughes; Brigton, 1979).

Os centros de baixa pressão atmosférica (Ciclones) provocam movimentação do ar e resultam em grandes tempestades associadas a ventos fortes com poder destrutivo. O Ciclone é um fenómeno da natureza causada pelas massas de ar que se movimentam em círculos nos centros de baixa pressão, acompanhados de fortes tempestades. Nesse caso, a intensidade dos ventos é essencial para a formação dos ciclones, que podem chegar até mais de 100 km/h, e podem variar de sentido.

Figura 5- Pressão de vento durante os ciclones

Fonte: Carta de Moçambique (2023)

O princípio da continuidade afirma que, em um sistema fechado, a taxa de fluxo de massa em qualquer ponto deve ser igual à taxa de fluxo de massa em qualquer outro ponto. Isso é importante para entender como a água flui em rios, riachos e sistemas de drenagem durante cheias.

A lei de Bernoulli descreve a relação entre a pressão, velocidade e altura de um fluido em um sistema em movimento. Essa lei é aplicável para entender como os ventos ciclônicos se comportam, já que os ciclones são sistemas de baixa pressão que podem estar associados a ventos fortes.

A viscosidade é a resistência de um fluido ao fluxo. Em contextos de ciclones, a viscosidade pode influenciar a forma como os ventos e as massas de ar se movem, afetando a intensidade do ciclone.

A turbulência é um estado de fluxo de fluido caótico e irregular. Nos ciclones, a turbulência pode ocorrer devido às diferenças de pressão e temperatura, afetando a intensidade e o movimento do sistema.

Durante a ventania, o ar que passa sobre o telhado com uma velocidade significativa, a pressão acima do telhado é menor do que em baixo, e essa diferença de pressão resulta numa força para cima, que pode destelhar a casa, se o telhado não estiver bem preso à estrutura como ilustra a figura 6. O mesmo efeito explica por que o vento “puxa a cortina para fora” de uma janela aberta. Mais uma vez, tem-se uma diferença de pressão que está associada a uma força de dentro para fora.

Figura 6 - Destelhamento de casas.

Fontes: Diário Económico (2023).

Conhecimentos a respeito de pressão atmosférica, ventos e ciclones podem ajudar a entender os perigos associados a esses eventos e tomar decisões informadas para sua segurança.

2.2.2.2 Relação da História da Mecânica de Fluidos com Cheias

Os efeitos da viscosidade estão sempre presentes no escoamento turbulento, mas usualmente estão mascarados pelas tensões de cisalhamento dominantes. O escoamento consiste no percurso das águas provenientes das chuvas na superfície, devido à precipitação, que é uma das etapas do ciclo hidrológico, ilustrado nas figuras 7a e 7b.

Figura 7a - ilustração da chuva **Figura 7b** - retenção das águas da chuva.

Fonte: AGERH (2014)

A vazão se refere à quantidade de fluido que passa por uma área específica em um determinado período. Em situações de cheias, entender a vazão de rios e córregos é fundamental para prever e gerenciar inundações. O conhecimento da Mecânica de Fluidos pode ajudar na previsão e preparação para eventos climáticos

extremos, permitindo que as comunidades tomem medidas preventivas e de segurança.

Compreender como os fluidos se comportam durante cheias pode ajudar na construção de infraestruturas mais resistentes a inundações e na implementação de sistemas de drenagem eficazes. O estudo da Mecânica de Fluidos é crucial para o gerenciamento sustentável dos recursos hídricos, ajudando a evitar a escassez de água ou inundações.

Portanto, o estudo da Mecânica de Fluidos desempenha um papel fundamental na compreensão e na mitigação dos impactos dos ciclones e cheias, contribuindo para a segurança e o bem-estar das comunidades afetadas por esses fenômenos naturais, e a Ciência desempenha um papel crítico na prevenção de desastres naturais, permitindo que os países desenvolvam sistemas de alerta precoce, infraestruturas resistentes e estratégias de gestão de riscos eficazes.

Na fase a seguir, serão apresentadas as fundamentações em saberes docentes na formação inicial, com o objetivo de esclarecer os conhecimentos de futuros professores.

2.3 SABERES DOCENTES NA FORMAÇÃO INICIAL

Os saberes docentes na formação inicial são conhecimentos que os futuros professores devem adquirir e desenvolver para atuar de maneira eficaz em sala de aula. Esses saberes envolvem tanto o domínio dos conteúdos que serão ensinados quanto a compreensão de metodologias pedagógicas, práticas reflexivas e contextos sociais e culturais em que o ensino ocorre.

Saberes teóricos relacionam-se ao conteúdo específico das disciplinas a serem ensinadas e à compreensão teórica das ciências da educação, comoPsicologia Educacional, Sociologia da Educação e Teorias Pedagógicas. Shulman (1986) foi um dos principais autores a discutir a importância do conhecimento pedagógico de conteúdo, destacando a necessidade do professor não apenas dominar o conteúdo, mas também saber como ensiná-lo.

Isso refere-se ao conhecimento em estratégias de ensino e metodologias didáticas. Esse saber é essencial para a adaptação dos conteúdos, permitindo que os estudantes assimilem a aprendizagem de maneira significativa. (Tardif, 2002).

Esses Saberes também se desenvolvem a partir da prática docente, ou seja, do dia a dia em sala de aula. Tardif (2002) destaca que os professores constroem saberes específicos com base em suas vivências e práticas ao longo da carreira, o que leva à reflexão crítica quantoao ensino e à adaptação das metodologias. Relacionam-se ao entendimento dos alunos, do ambiente escolar e das especificidades sociais e culturais do contexto em que o professor atua.

A afirmação de Nóvoa (1999) destaca um princípio central da educação: a necessidade de personalizar e contextualizar o ensino para atender às demandas específicas dos estudantes. O processo de ensino e de aprendizagem não pode ser tratado como uma prática uniforme e padronizada, pois cada estudante possui uma bagagem cultural, social e emocional única. Quando o professor reconhece essas particularidades, ele se torna capaz de adaptar suas estratégias pedagógicas, promovendo um ambiente de aprendizado mais inclusivo e significativo.

Compreender o contexto sociocultural de estudantes também permite que o professor vá além da transmissão de conhecimento técnico. O ensino se torna uma prática relacional, na qual o professor valoriza a vivência e as necessidades de seus estudantes, conectando os conteúdos curriculares à realidade em que estão inseridos. Isso resulta em maior motivação e engajamento desses estudantes, facilitando a construção de saberes de forma mais natural e colaborativa.

Além disso, essa postura reflexiva do professor favorece a equidade no ensino, pois possibilita que se intervenha de forma mais eficaz junto àqueles e aquelas que enfrentam dificuldades específicas, sejam de ordem cognitiva, emocional ou socioeconômica. O reconhecimento das diversidades em sala de aula, conforme Nóvoa (1999), sugere não apenas aprimorar o processo de ensino e de aprendizagem, mas também contribui para a formação de cidadãos críticos e conscientes do seu próprio contexto social.

Durante a formação inicial de professores, as instituições de ensino têm o desafio de oferecer uma educação que combine teoria e prática, na qual a formação inicial ofereça uma base teórica essencial para a compreensão dos processos educativos. E é na prática pedagógica que esses conhecimentos ganham vida e relevância no contexto real da sala de aula. A prática permite que o futuro docente enfrente situações concretas, complexas e dinâmicas que não podem ser

completamente previstas e esses conhecimentos ganham vida e relevância no contexto real da sala de aula.

Para Zeichner (1993), a formação inicial deve incluir momentos de prática supervisionada, ou estágios, que possibilitam ao estudante refletir a respeito de suas ações e práticas, sendo capaz de fazer uma ponte entre os conhecimentos teóricos e as demandas práticas do cotidiano escolar.

Tardif (2002) argumenta que, embora o currículo de formação inicial aborde extensamente os aspectos teóricos, é a prática pedagógica que dá ao futuro docente a possibilidade de consolidar esses conhecimentos e adaptá-los à realidade da sala de aula.

Há um consenso entre as pesquisas da área de que a prática profissional docente demanda uma rede complexa de conhecimentos e saberes, que se integram na tentativa de enfrentar os desafios cotidianos (Araman, 2011). Nesse contexto, estudiosos como Shulman (1986; 1987; 2014), Gauthier et al. (1998), García (1999) e Tardif (2007) ressaltam a importância de se compreender e explicitar os saberes que os professores mobilizam em sua atuação pedagógica. Além disso, evidenciam a necessidade de articular esses saberes com pesquisas em formação de professores, buscando fortalecer essa prática profissional.

2.4 A TEORIA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A Aprendizagem Significativa, conforme definida por David Ausubel, representa um marco na compreensão de como os indivíduos assimilam e retêm novos conhecimentos. Ao contrário da aprendizagem mecânica, que se baseia na memorização sem relação com o conhecimento prévio, a aprendizagem significativa envolve a integração de novos conhecimentos de maneira substantiva e não-arbitrária à estrutura cognitiva existente do indivíduo (Ausubel, 1968).

Desse modo, implica que para uma aprendizagem ser significativa, os conteúdos devem ser potencialmente significativos, ou seja, logicamente estruturados e apresentados de forma que o aluno possa relacioná-los com seus conhecimentos prévios (Ausubel, 2003). Em contraste, a aprendizagem mecânica, que envolve a memorização de fatos ou procedimentos sem uma compreensão profunda ou conexão com conhecimentos anteriores, tende a ser superficial e de curta duração.

Um dos princípios centrais da teoria de Ausubel é a organização hierárquica do conhecimento. Segundo Ausubel (1968), o conhecimento humano é organizado hierarquicamente, com conceitos mais gerais e inclusivos no topo e conceitos mais específicos e detalhados na base. A Aprendizagem Significativa ocorre quando novos conceitos se integram a essa estrutura hierárquica, enriquecendo e expandindo o entendimento do aluno.

Outro princípio importante é a predisposição para aprender. Ausubel (2003) argumenta que a motivação e a atitude de aprendizes em relação ao aprendizado desempenham um papel crucial na eficácia da Aprendizagem Significativa. Aprendizes que estão motivados e têm uma atitude positiva em relação ao aprendizado são mais propensos a engajar-se de maneira significativa com o material de estudo.

Na Aprendizagem Significativa, os organizadores prévios são fundamentais pois os subsunçores de aprendizes, muitas vezes, são tão genéricos que não permitem a ancoragem eficaz de novas informações na estrutura cognitiva.

A diferenciação progressiva, para Ausubel, segue a lógica da organização hierárquica da estrutura cognitiva. Ele argumenta que é mais fácil diferenciar uma informação geral do que trabalhar com os detalhes para entender o todo. Com base nisso, Ausubel recomenda que os professores planejem suas aulas seguindo o princípio da diferenciação progressiva, pois isso torna o processo de aquisição e retenção de conceitos mais eficiente. Além disso, esse princípio destaca o caráter contínuo da Aprendizagem Significativa, no qual conceitos e ideias são constantemente revisados e modificados ao longo do tempo.

A reconciliação integradora ocorre quando, em uma aprendizagem combinatória, os conceitos são reorganizados na estrutura cognitiva, adquirindo novos significados. Esse processo permite identificar as diferenças e semelhanças significativas entre as ideias de um determinado tema, destacando inconsistências que podem ser ajustadas e reconciliadas, resultando em uma compreensão mais coesa e integrada.

2.4.1 Metodologias usadas para a Aprendizagem Significativa

A Aprendizagem Significativa, conforme delineada por David Ausubel, depende de metodologias que facilitem a integração de novos conhecimentos aos conhecimentos prévios dos alunos. Implementar essas metodologias requer estratégias específicas que promovam a compreensão profunda e duradoura dos conteúdos, contrastando com a aprendizagem mecânica, que se baseia na memorização superficial.

- Mapas Conceituais

Os Mapas Conceituais são representações visuais que representam relações entre conceitos de um domínio de conhecimento. Desenvolvidos por Joseph Novak, os mapas conceituais são fundamentados na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. Eles ajudam os estudantes a organizarem e estruturarem o conhecimento, facilitando a compreensão e a retenção de informações (Novak; Gowin, 1984).

Segundo Novak (2010), a criação de Mapas Conceituais envolve identificar os conceitos-chave de um tema e estabelecer conexões entre eles por meio de linhas de ligação rotuladas. Essa prática não só ajuda estudantes a visualizarem como os diferentes conceitos se relacionam, mas também estimula a reflexão crítica e a integração de novos conhecimentos com os conhecimentos prévios. Mapas Conceituais são particularmente úteis em disciplinas complexas como a Física, na qual a inter-relação entre conceitos é crucial para a compreensão dos conteúdos.

O Mapa Conceitual pode ser compreendido como um instrumento que apoia os processos de ensino e de aprendizagem, fundamentada nos princípios da Aprendizagem Significativa. Como destaca Moreira (2012, p.11) "os Mapas Conceituais não têm o objetivo de classificar conceitos, mas sim de relacioná-los e hierarquizá-los". Dessa forma, podem ser utilizados de diversas maneiras no contexto educacional e em pesquisas.

Os Mapas Conceituais organizam os conceitos de forma hierárquica, colocando os conceitos mais abrangentes e gerais na parte superior e os mais específicos na parte inferior. Essa estrutura se correlaciona diretamente com a ideia

de diferenciação progressiva, conforme proposta por Ausubel e colaboradores (2010).

Ao considerar os Mapas Conceituais como um instrumento de avaliação, é importante destacar que o objetivo não é testar os conhecimentos de estudantes ou atribuir notas em um sistema de classificação. Em vez disso, busca-se compreender como estudantes relacionam os conceitos, ou seja, a forma como se “estrutura, hierarquiza, diferencia, relaciona, discrimina e integra conceitos [...]” (Moreira, 2006, p.10).

Na perspectiva de Novak (2006), Mapa Conceitual é uma representação em forma de diagrama constituído por conceitos, termos de ligações e proposições. Por sua vez, essas proposições são formadas pela união entre dois conceitos por um termo de ligação, e podem ser classificadas em estáticas e dinâmicas.

Tomando esta base de análise podemos distinguir, as proposições e o seu grau de classificação que sugerem Mapas Conceituais Simples, que são mais básicos porque dependem quase exclusivamente de proposições estáticas, apresentando as relações de forma direta e sem explorar a interação entre conceitos; os Mapas Parcialmente Satisfatórios descrevem um nível de profundidade maior por incluírem algumas proposições dinâmicas, mas ainda apresentam uma limitação na quantidade e no detalhamento dessas interações; e os Mapas Adequados são considerados completos e profundos, pois combinam proposições estáticas para descrever e proposições dinâmicas para explorar como os conceitos se relacionam em diferentes contextos e condições.

A inclusão de proposições dinâmicas nos mapas conceituais aumenta a sua complexidade e reflete uma compreensão mais sofisticada do tema. A transição de mapas simples para adequados envolve o movimento de um foco em proposições estáticas para uma integração equilibrada entre proposições estáticas e dinâmicas, representando um aprendizado que procura ensinar não apenas fatos isolados, mas promover a compreensão das conexões entre diferentes áreas do conhecimento e como elas se relacionam com o mundo real. Em Mapas Conceituais, isso se traduz em diagramas que não apenas listam conceitos, mas mostra como eles fazem parte de uma rede maior de interações e influências, representando o tema em sua totalidade, permitindo que o aprendizado seja significativo.

Após a discussão sobre os Mapas Conceituais e sua importância na organização e compreensão dos saberes, é pertinente explorar a metodologia da Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS). Essa abordagem pedagógica promove uma aprendizagem ativa e contextualizada, permitindo que estudantes se envolvam em projetos significativos que estimulam a pesquisa, a colaboração e a aplicação prática dos conhecimentos. Ao integrar diferentes disciplinas e fomentar a criatividade, a UEPS se apresenta como uma ferramenta poderosa para o desenvolvimento de habilidades essenciais no processo educacional.

2.5 UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA

A Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) é uma abordagem pedagógica desenvolvida por Marco António Moreira baseada na teoria da aprendizagem significativa (Ausubel; Novak; Hanesian, 2010; Moreira, 2006).

O objetivo central da UEPS é facilitar a integração de novos conhecimentos aos conceitos preexistentes na estrutura cognitiva dos alunos, promovendo uma aprendizagem mais profunda e duradoura (Moreira, 2011)

Segundo Moreira (2011), uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa deve ser planejada de maneira que possibilite a integração de novos conhecimentos com aqueles já existentes na mente do aluno. A premissa fundamental é que a aprendizagem ocorre de maneira mais eficaz quando os novos conceitos são introduzidos de forma não arbitrária e substantivamente relacionada ao conhecimento prévio do estudante (Ausubel, 2003). Para alcançar essa integração, o conteúdo deve ser relevante e significativo para os alunos, e deve ser organizado de maneira lógica e sequencial, facilitando a assimilação e a retenção das novas informações.

- Importância da UEPS no Ensino de Física

A Física, que por sua natureza é complexa e frequentemente abstrata, pode se beneficiar significativamente da aplicação da UEPS. Conforme descrito por Moreira (2006), a utilização de unidades de ensino estruturadas de maneira significativa ajuda a reduzir a fragmentação do conhecimento e promove uma

compreensão mais abrangente dos conceitos físicos. Além disso, a abordagem da UEPS ajuda a contextualizar a Física em situações reais e aplicadas, o que pode aumentar o interesse e a motivação dos estudantes.

Um dos aspectos essenciais da UEPS é a organização sequencial e lógica dos conteúdos, e de acordo com Novak (2010), adotaros Mapas Conceituais, por exemplo, mostra-se eficaz para representar as relações entre diferentes conceitos de Física, ajudando estudantes a visualizar a estrutura do conhecimento e a entender como os conceitos se interconectam. Moreira (2011) enfatiza que a utilização de tais instrumentos facilita a aprendizagem significativa, pois permite que os estudantes façam conexões claras entre os novos conteúdos e seus conhecimentos pré-existentes.

Para que o conteúdo seja significativo, é fundamental que ele seja relevante e contextualizado para aprendizes. Para tal, Moreira (2011) sugere que a introdução de conceitos físicos deve ser feita a partir de situações do cotidiano e exemplos aplicados que sejam familiares aos estudantes. Isso pode não só facilitar a compreensão, mas também tornar o aprendizado mais interessante e motivador. Nesse contexto, o processo deve ser contínuo e sistemático, caracterizado por uma avaliação formativa que assegure a eficácia e eficiência dos instrumentos utilizados na avaliação de uma unidade didática.

- Avaliação de uma unidade didática

A avaliação de uma unidade didática envolve o processo de identificar e mediar a aprendizagem dos estudantes em relação aos conteúdos, habilidades e competências estabelecidos para essa unidade específica. A unidade didática é um conjunto organizado de conteúdos e atividades que giram em torno de um tema central a ser ensinado, podendo integrar diversas disciplinas. A avaliação, nesse contexto, deve ser planejada de forma a garantir que os objetivos educacionais sejam alcançados, fornecendo dados que auxiliem tanto o professor quanto os estudantes no processo de ensino e de aprendizagem. A avaliação da unidade didática consiste em detectar se os estudantes assimilaram os conhecimentos e desenvolveram as habilidades planejadas para o tema proposto, dentre ela destaca-se:

- Avaliação Formativa

A avaliação formativa desempenha um papel crucial na UEPS, pois permite monitorar o progresso dos alunos e identificar dificuldades na compreensão dos conteúdos (Black; Wiliam, 1998). Moreira (2011) destaca a importância de fornecer *feedback* contínuo, ajudando os estudantes a corrigirem erros e a consolidarem o conhecimento adquirido. A avaliação formativa deve ser usada como um instrumento para orientar o ensino e o aprendizado, promovendo uma aprendizagem mais eficaz e significativa.

A abordagem da UEPS proposta por Moreira (2011), baseada na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, oferece uma metodologia robusta para o ensino de Física. Ajuda a organizar os conteúdos de maneira lógica e sequencial, contextualizar os conceitos, integrar novos conhecimentos com aqueles já existentes, e utilizar atividades práticas e avaliações formativas, os educadores podem promover uma situação de aprendizagem mais profunda e duradoura. Essa abordagem não só facilita a compreensão dos conceitos físicos, mas também motiva os estudantes, tornando o aprendizado mais interessante e relevante para suas vidas.

- Avaliação Proporcional de Conceitos

A avaliação proporcional de conceitos refere-se à prática de mensurar o grau de compreensão de estudantes em diferentes conceitos de forma ponderada, atribuindo pesos ou proporções para cada conceito com base na sua importância teórica ou dificuldade de aprendizagem. Ela proporciona uma visão mais granular do desempenho de aprendizes, ao invés de utilizar apenas uma avaliação binária de acerto e erro. Segundo Harlen (2007), essa prática permite uma avaliação mais precisa e equitativa, ajustando as intervenções pedagógicas de acordo com o nível de entendimento de cada estudante.

Harlen (2007) explica que a atribuição de diferentes valores para cada conceito reflete a importância do conteúdo no contexto geral da aprendizagem. A avaliação deve ser conectada aos objetivos definidos para a unidade temática e cada conceito avaliado proporcionalmente deve refletir o progresso do estudante em alcançar esses objetivos, como mencionado por Sadler (1989).

Hugh Lacey (1998), descreve os valores cognitivos como aqueles que orientam nossa forma de pensar, conceber o conceito de verdade e julgar o que é melhor ou pior do ponto de vista simbólico. Esses valores cognitivos incluem: a adequação empírica das teorias, a consistência teórica, a simplicidade, a fecundidade teórica, o poder explicativo, e o grau de verdade e certeza das afirmações. Esses critérios permitem realizar aAnáliseProporcional de Conceitos (APC) com uma análise mais rigorosa e objetiva das respostas dos estudantes.

- Diário de Bordo

Diário de Bordo é uma ferramenta que estudantes usam para os apontamentos das atividades escolares e, posteriormente, subsunçor ou organizador prévio para uma nova aprendizagem, induzindo ao processo de alargamento de conceitos formais que contribuem para aprendizagem subsequente. O aspecto importante é que a escrita do diário proporciona aos estudantes dimensões de desvendamento e desafio em seu próprio contexto profissional.

Bertoni (2004) destaca a importância dos registros feitos no Diário de Bordo, pois a partir deles: [...]

> podemos identificar as dificuldades encontradas, os procedimentos utilizados, os sentimentos envolvidos, as situações coincidentes, as situações inéditas e, do ponto de vista pessoal, como se enfrentou o processo, quais foram os bons e maus momentos por que se passou e que tipos de impressões e de sentimentos apareceram ao longo da atividade, ao longo da ação desenvolvida. É uma via de análise de situações, de tomada de decisões e de correção de rumos (Bertoni, 2004, p.4)

Uma das contribuições do Diário de Bordo, além da escrita nas aulas que os estudantes frequentam, está relacionada ao fato dele proporcionar uma reflexão em relação à prática.

Em contextos educacionais, o diário de bordo é usado como um instrumento de reflexão, incentivando os estudantes a documentarem suas aprendizagens, pensamentos e progresso em uma atividade ou disciplina específica

Embora a escrita do diário contribua significativamente nas atividades formativasdo estudante, vários fatores podem contribuir para que essa atividade fracasse como falta de tempo ou mesmo falta de vontade de registrar suas práticas. Plano de aula

A elaboração do plano de aula representa um momento crucial no processo de ensino e de aprendizagem, exigindo coerência entre seus elementos centrais, especialmente entre os objetivos definidos e a avaliação. A sua ausência pode ter como consequência, aulas monótonas e desorganizadas, desencadeando o desinteresse dosestudantespelo conteúdo e tornando as aulas desestimulantes.

O plano de aula é um roteiro elaborado pelo professor para orientar o desenvolvimento de uma aula ou conjunto de aulas.

Embora a estrutura de um plano de aula possa variar, ela geralmente inclui os seguintes elementos: (1) **Objetivo**: O que se espera que o aluno aprenda ao final da aula; (2) **Conteúdo:** O tema ou tópico que será abordado; (3) **Metodologia:** As atividades ou estratégias de ensino que serão utilizadas, como aulas expositivas, discussões, estudos de caso etc.; (4) **Recursos:** Instrumentos e materiais didáticos que serão usados, como livros, vídeos ou aplicativos; (5) **Avaliação**: Métodos para avaliar se os objetivos foram atingidos, como testes, trabalhos em grupo ou apresentações (Lopes, 2004).

O plano de aula é crucial para garantir a organização e a eficácia do processo de ensino e de aprendizagem. Ele permite que o professor tenha clareza quantoao caminho a ser seguido durante a aula, evita improvisações e garante que o tempo disponível seja bem utilizado.

Embora o plano de aula seja um documento que organiza previamente o conteúdo, ele deve ser flexível o suficiente para se adaptar às circunstâncias imprevistas ou às necessidades emergentes dos/asaprendizes.

De acordo com Libâneo (2013, p.122) “o planejamento escolar é uma tarefa docente que inclui tanto a previsão das atividades didáticas em termos de organização e coordenação em face dos objetivos propostos, quanto a sua revisão e adequação no decorrer do processo de ensino”. Portanto, o plano de aula é um instrumento essencial para o professor elaborar sua metodologia conforme o objetivo a ser alcançado, tendo que ser criteriosamente adequado para as diferentes turmas e com flexibilidade caso necessite de alterações.

O plano de aula funciona como um instrumento no qual o professor aborda de forma detalhada as atividades que pretende executar dentro da sala de aula, assim como a relação dos meios que ele utilizará para realização delas. De maneira bem

sintetizada pode-se dizer que o plano de aula é uma previsão de tudo o que será feito nas aulas em um período determinado. É importante lembrar que a elaboração de um plano de aula não isenta o preparodas aulas a serem ministradas.

Apesar de ser um instrumento que descreve detalhadamente os elementos necessários para o desenvolvimento do processo deensino e aprendizagem, deve-sebuscar outras estratégias de modo a flexibilizar o processo de ensino e de aprendizagem sempre que a realidade escolar mostrar novas necessidades.

III PROCEDIMENTOS METODOLOGICOS.

O capítulo III descreve e fundamenta os procedimentos metodológicos adotados na investigação para alcançar os objetivos desta pesquisa. Faz a classificação da pesquisa, a descrição da população e amostra, os procedimentos, técnicas e instrumentos de recolha de dados, a apresentação dos procedimentos da análise de dados e debruça-se nos procedimentos da pesquisa com estudantes do curso de licenciatura em Ensino de Física na formação em UEPS.

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Entende-se pesquisa como o caminho a percorrer para a construção do conhecimento. Ela se concretiza, mediante a utilização de procedimentos técnico-científicos, rigorosamente selecionados. Assim, neste subcapítulo, faz-se a classificação da pesquisa, relativamente à natureza aplicada; quanto à abordagem qualitativa; quanto aos objetivos e, quanto aos procedimentos técnicos.

A presente pesquisa é classificada, quanto à natureza, como aplicada, pois, e tal como refere Gil (2008), pretende compreender teoricamente as dificuldades e sucessos ao buscar ‘novas’ estratégias metodológicas que contribuam para o melhoramento do ensino de Física, por meio do desenvolvimento e aplicação de UEPS na contextualização histórica da Mecânica de Fluidos com enfoque em fenômenos naturais, como o caso de Ciclones e Cheias.

Relativamente a abordagem, recorreu-se a uma pesquisa qualitativa, envolvendo estudantes do Curso de Licenciatura em Ensino de Física da Unilicungo, potenciais implementadores das UEPS no exercício das suas funções docentes futuras. Adotou-se o procedimento *single group pretest-postest*, sugerido em Gall, Gall e Borg (2007) e, Mcmillan e Schumacher (2010), o qual envolve um grupo único, submetido a um pré-teste e pós-teste. Estudos dessa natureza requerem que seja realizada uma intervenção ao grupo selecionado, neste caso os estudantes do curso de Licenciatura em Ensino de Física e, posteriormente, avaliar a evolução do referido grupo após a intervenção.

Quanto aos objetivos, trata-se de uma pesquisa exploratória, pois tem a finalidade de ampliar o conhecimento quanto ao desenvolvimento das UEPS,

buscando aprofundá-lo para contribuir no ensino da Física. Também, com o diagnóstico acerca das noções dos estudantes a respeito da CHMF com enfoque nos fenômenos de ciclones e cheias, foi planejado o programa de intervenção para a oficina de pesquisa em formação inicial e, posteriormente, avaliar a evolução das noções conceituais diagnosticadas.

No que diz respeito aos procedimentos técnicos, esta pesquisa é um estudo de caso, por se cingir a estudar as potencialidades das UEPS no ensino da CHMF. O estudo envolve estudantes do curso de Licenciatura em Ensino de Física da Unilicungo, futuros agentes do processo de implementação das Unidades de Ensino.

3.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA

Constitui população de pesquisa o grupo de sujeitos, que podem ser pessoas, entidades, documentos e outros, a partir dos quais se faz um estudo para fundamentar e ou compreender um determinado fenômeno ou fato. Neste estudo, constitui população os estudantes do Curso de Licenciatura em Ensino de Física na Unilicungo que no ano de 2024 frequentavam o 2º ano dos seus estudos.

Relativamente à amostra, e considerando que no caso da pesquisa qualitativa não se coloca a questão da representatividade estatística da amostra relativamente à população (Mapatse, 2018), assumimos como amostra inicial, quinze estudantes do curso de licenciatura em Ensino de Física da Universidade Licungo. Para a escolha da referida amostra desta pesquisa tomou-se em consideração as características dos sujeitos, ou seja, estudantes e futuros implementadores da metodologia UEPS no exercício da função docente, estudantes em disciplina curricular ministrada pela pesquisadora, o que facilitou que os encontrasse para a recolha de dados (McMillan; Schumacher, 2010; Gall; Gall; Borg, 2007).

A amostra final da pesquisa se compôs com nove participantes, os quais foram codificados como sendo, E01, E02, E04, E05, E07, E09, E13, E14 e E15. Esses participantes permitiram estabelecer uma comparação direta do progresso individual pois se predispuseram a responder o pré e o pós questionário. Uma amostra suficiente, uma vez que estudos qualitativos e exploratórios frequentemente trabalham com amostras reduzidas para obter uma compreensão mais profunda dos fenômenos observados (Creswell, 2014; Stake, 1995). O quadro 2, com dados

completos no apêndice E, apresenta uma síntese das características da amostra envolvida no presente estudo.

Quadro 2-Resumo das características dos estudantes envolvidos na pesquisa (N-9)

Categorias	Descrição	Frequência
Professor já atuante	Sim	0
	Não	9
Motivação para se formar em ensino de Física	Influência de Professores	03
	Contribuição para a Sociedade	0
	Paixão pela Física	03
	Interdisciplinaridade e Aplicação Prática	01
	Não Sei	0
	Outras	02

Fonte: A Autora

Nota-se, conforme o quadro 2, que os participantes da pesquisa afirmaram não serem professores, o que destaca a relevância de analisar como o fato de não serem professores pode influenciar suas respostas e perspectivas na pesquisa. Essa caraterística dos participantes pode ter implicações na maneira como percebem e interpretam os conceitos em estudo, uma vez que a experiência docente ou a ausência dela pode moldar a compreensão e a abordagem de conceitos desenvolvidos na pesquisa.

3.3 PROCEDIMENTOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLHA DE DADOS.

Para permitir a recolha de informação consistente e aprofundada, foi utilizada a técnica de questionário. Bell (2010) descreve o uso de questionários nas pesquisas qualitativas, destacando que embora estes sejam frequentemente associados à pesquisa quantitativa, também podem ser usados em contextos qualitativos para coletar dados ricos e detalhados.

Acresce-se que os questionários na pesquisa qualitativa podem ser estruturados para incluir perguntas abertas que permitem aos respondentes expressarem suas opiniões e experiências em suas próprias palavras. Contudo, requer uma elaboração cuidadosa das questões para garantir que elas sejam claras e relevantes ao objetivo da pesquisa qualitativa (Bell, 2018).

No caso desta pesquisa, de modo a garantir a exploração dos aspectos relevantes para o estudo foi elaborada uma matriz que veio orientar o guia do questionário, a qual incluía as seguintes dimensões: i) Características dos participantes; ii) Noções de estudantes a respeito da contextualização histórica da MF e de fenômenos naturais e iii) Noções de estudantes acerca das estratégias metodológicas aprendidas para o ensino da CMF, tal como mostra o quadro 03

Quadro 3- Matriz de questionário

Dimensões	**Objetivos**	**Questões**
I -Características dos participantes na pesquisa	Caracterizar pessoalmente os participantes	1.1 e 1.1.1;
	Caracterizar o tempo na função e a respectiva classe	1.1.1 e 1.1.2
	Caracterizar a motivação dos participantes	1.1.3
II- Noções de estudantes a respeito da contextualização histórica da Mecânica de Fluidos e de Fenômenos Naturais	Identificar as noções de estudantes a respeito do conceito de HMF	2.1; 2.2 e 2.3
	Identificar as noções de estudantes a respeito da ligação da MF com fenômenos naturais	2.4 e 2.5
III- Noções de estudantes acerca das estratégias metodológicas aprendidas para o ensino da HMF	Identificar e avaliar as metodologias usadas nas aulas de HMF	3.1; 3.2 e 3.3

Fonte: A Autora.

É importante destacar que a matriz foi construída a partir da elaboração do questionário, que funcionou durante a pesquisa como teste avaliativo, e foi baseado nos estudos centrados nas UEPS, na CHMF e em fenômenos naturais. As questões foram discutidas e decodificadas intersubjetivamente no grupo IFHIECEM (Investigações em Filosofia e História da Ciência, e Educação Matemática). Antes da sua implementação, as primeiras versões do questionário foram submetidas à decodificação intersubjetiva por integrantes do grupo IFHIECEM, com o objetivo de analisar a validade de seu conteúdo, conforme recomendam Gall, Gall e Borg (2007) e Bardin (2016). Os referidos membros do grupo apresentaram comentários e sugestões de aprimoramento, que foram incorporados na versão final disponível nos apêndices C e D.

Depois da explicação, a respeito dos objetivos da pesquisa, os estudantes, compreendendo e concordando como propósito dela, assinaram o termo de consentimento e livre esclarecido (Anexo A), formalizando a participação.

Após essa ação, foi distribuído o questionário, tendo sido solicitado aos estudantes que o preenchessem em momento e local que lhes fosse conveniente, preferencialmente em casa, de modo a evitar qualquer interferência de colegas da turma. O retorno do questionário decorreu num intervalo até três dias após a recepção pelos estudantes.

Seguiu-se à fase da intervenção, a oficina de pesquisa, que iniciou com a explicação em como iria decorrer a formação, seguido de disponibilização do material a ser usado ao longo da intervenção, mais concretamente da ~~A~~postila elaborada pela pesquisadora (apêndice A), da ferramenta (*Cmap tool*) para permitir a elaboração de Mapas Conceituais, assim como de alguns *links* dos materiais a serem discutidos para o enriquecimento de debate, denominada sequência didática da UEPS (apêndice B).Também foram ofertados outros instrumentos pela pesquisadora no sentido de permitir melhor organização de conceitos, como foi o caso de diário de bordo (apêndice E).

A formação decorreu nos dias 01, 05, 08 e 14 de agosto de 2024, portanto, no dia 01/08 trabalhamos com os conteúdos dos momentos 1 e 2; no dia 05/08 dos momentos 3 e 4; no dia 08/08 dos momentos 5e 6, e no dia 14/08 de 2024momentos 7 e 8 correspondentes a quatro aulas letivas, no recinto da Universidade Licungo – Extensão da Beira, Campos de Dondo, em um horário acordado com os discentes.

No decurso da formação, os resultados do questionário prévio aplicado antes da intervenção foram objeto de mediação durante as sessões, considerando que esta formação tinha em vista não só o diagnóstico das noções dos futuros professores de Física acerca das UEPS, mas, também, para avaliar a evolução ou não dessas noções após a intervenção. Seguiu-se o mesmo procedimento da fase antes da intervenção, de disponibilização do questionário, contudo os retornos deles decorreram em menos de três dias.

3.4 PROCEDIMENTOS DA ANÁLISE DE DADOS

Para a análise e interpretação de dados, e porque o questionário apresentava perguntas de resposta fechada e aberta, no caso das perguntas fechadas optou-se por analisar a frequência absoluta e relativa da tendência das respostas, e no caso das questões de resposta aberta, fez-se a análise de conteúdo. Bardin (2006, p.38**)** define a análise de conteúdo como "um conjunto de técnicas de análise das comunicações, que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens". O recurso à análise de conteúdo justifica-se pela necessidade de averiguar a alteração ou não das noções dos estudantes envolvidos na pesquisa, acerca de UEPS a partir das classificações identificadas nas respostas, uma vez que o questionário, aplicado antes e após formação em UEPS, apresentou as mesmas questões.

Em uma primeira etapa, fez-se a construção prévia das unidades de contexto e de registros para unitarização dos dados obtidos nos instrumentos aplicados, conforme Bardin (2006), que também foram submetidas à decodificação intersubjetiva junto ao grupo IFHIECEM. Para a questão 2.1, com objetivo de explorar como os conceitos teóricos e exemplos históricos da Mecânica de Fluidos são aplicados na compreensão e interpretação de fenômenos observados no cotidiano, temos: Os estudos ou exemplos históricos em Mecânica de Fluidos são usados na interpretação dos fenômenos do dia a dia? Em caso afirmativo, por gentileza, exemplifique. E esperou-se que as respostas fornecidas pelos participantes da pesquisa mostrassem noções a respeito de como a teoria da Mecânica de Fluidos, baseada em estudos e exemplos históricos, contribui para a interpretação e compreensão dos fenômenos do dia a dia.

Quadro 4 –Unidades de Registro para a UC2.1

Unidade Temática de Contexto 1 (UC2.1) – Noções de interpretação dos fenômenos de dia a dia.		
UR	**Descrição**	**Explicação para os registros**
2.1.1	Princípio de Bernoulli como lei da conservação de energia.	Noções do Princípio de Bernoulli como um dos princípios fundamentais da MF que descreve o comportamento de um fluido em movimento.

2.1.2	Equação de Navier-Stokes, como equação de conservação do momento para um fluido newtoniano.	Equação de Navier-Stokes, que proporciona a base matemática para modelar a dinâmica de fluidos complexos em aplicações tão diversas quanto a aerodinâmica de carros de corrida e a previsão de tempestades
2.1.3	O Princípio da Continuidade como lei de conservação da massa em um fluxo contínuo de fluido incompressível.	Noções com base em lei de conservação de energia.
2.1.4	Estudos de Escoamentos:	Noções da descrição de como o fluido se movem em relação ao tempo e ao espaço. Isso envolve a medição de velocidades, padrões de fluxo, efeitos de turbulência, entre outros aspectos.
2.1.5	Modelos de Previsão de Cheias	A utilização de registros históricos de cheias para auxiliar na construção de modelos preditivos mais precisos, permitindo uma melhor preparação e resposta a esses eventos naturais.
2.1.6	Resposta equivocada	Explicação equivocada para interpretação dos fenômenos do dia a dia.
2.1.7	Não respondeu	Os participantes não forneceram resposta na pergunta.

Fonte: A Autora

Na questão 2.2, teve-se como objetivo investigar como os fenômenos físicos são utilizados para entender eventos específicos que ocorrem na comunidade local e entender como os conceitos físicos foram integrados na explicação desses fenômenos, incluindo o uso de modelos matemáticos, simulações computacionais ou experimentos práticos. Questão 2.2. Alguma vez na sala de aula, já se usou os conceitos e Leis físicas para explicar um fenômeno ocorrido na sua comunidade? Se sim, qual fenômeno? E como foi procedida a tal explicação?

Nessa questão, previu-se que os participantes pudessem mencionar o uso de conceitos físicos para explicar padrões climáticos locais, como ventos, chuvas intensas, ou até mesmo a formação de nevoeiro; explicações usando leis da física para entender o processo de formação e prevenção dos ciclones e cheias; e relatos de como conceitos físicos foram usados para explicar eventos específicos, como a queda de um raio próximo, a formação de um arco-íris, ou fenômenos ópticos atmosféricos.

Quadro 5–Unidades de Registro para a UC2.2

Unidade Temática de Contexto 2 (UC2.2) – Uso de conceitos e leis físicas no ensino dos fenômenos do dia a dia		
UR	**Descrição**	**Explicação para os registros**
2.2.1	Cheias como aumento do nível das águas residenciais	Os estudantes podem fazer várias interpretações significativas quanto às cheias como aumento do nível das águas residenciais, especialmente quando contextualizam esse fenômeno em estudos mais amplos de hidrologia, impactos ambientais e gestão de desastres.
2.2.2	Ciclones como centros de baixa pressão.	Noções de ciclone como um fenômeno meteorológico caracterizado por uma área de baixa pressão atmosférica em relação às regiões ao seu redor.
2.2.3	Eclipse lunar como a sobreposição da Terra entre o sol e a lua	Um eclipse lunar ocorre quando a Terra se posiciona entre o Sol e a Lua, alinhando-se de tal forma que a Lua passa pela sombra da Terra.
2.2.4	Trovões como choque de nuvens de carga diferentes.	Noções de trovões como fenômenos sonoros causados pela rápida expansão e contração do ar ao redor de um raio, gerando ondas de pressão audíveis.
2.2.5	Arco-íris como decomposição da luz branca.	Um arco-íris é um fenômeno óptico que ocorre quando a luz do Sol é decomposta em suas cores componentes ao passar através de gotas de chuva suspensas na atmosfera.
2.2.6	Não encontra relação	Isso supõem-se que oestudantenão teve exemplos práticos de como conceitos físicos explicam fenômenos naturais locais. Isso pode indicar uma falta de integração entre teoria e prática na sala de aula.
2.2.7	Não respondeu	O estudante optou por não responder à pergunta do uso de conceitos físicos para explicar fenômenos locais, o que pode indicar desconforto ou falta de conhecimento no tópico.

Fonte: A Autora

A questão 2.3 teve como objetivo investigar como os avanços na Mecânica de Fluidos ao longo do tempo influenciaram a capacidade de entender e prever ciclones e cheias. Isso permite uma análise crítica das limitações e melhorias nos modelos e teorias ao longo da evolução conceitual nessa área da Física. Questão 2.3. Na sua opinião como a História de Mecânica de Fluidos pode ser usada na explicação dos ciclones e cheias?

A Mecânica de Fluidos é o campo da Física que estuda o comportamento de líquidos e gases em movimento e em repouso, aplicando princípios como a conservação de massa, as leis de Newton adaptadas para fluidos, e outros conceitos fundamentais. Ao longo da história, cientistas e engenheiros desenvolveram

modelos matemáticos e teorias para descrever como os fluidos se movem na atmosfera e na superfície terrestre, bem como interagem em sistemas hidrológicos.

Quadro 6 - Unidades de Registro para a UC2.3.

Unidade Temática de Contexto 3 (UC2.3) – Noções da contextualizacão histórica da MFna explicação de ciclones e cheias.		
UR	**Descrição**	**Explicação para os registros**
2.3.1	Princípios fundamentais da MF como teorias e modelos que evoluíram para explicarem fenômenos complexos como ciclones e cheias.	Noções dos fundamentos da MF em princípios essenciais que evoluíram ao longo do tempo para explicarem fenômenos complexos como ciclones e cheias.
2.3.2	História da Mecânica de Fluidos como incremento de nossa capacidade de prever a intensidade, duração e efeitos desses fenômenos naturais.	Noções da HMF no estudo do comportamento de líquidos e gases em movimento e repouso permitindo avanços substanciais na previsão e compreensão desses eventos complexos.
2.3.3	História da Mecânica de Fluidos como processo de entendimento de ciclones e cheias, fornecendo ideias para melhorar modelos futuros e práticas de manejo de desastres.	Noções da HMF no entendimento de ciclones e cheias, fornecendo ideias essenciais para melhorar modelos futuros e práticas de manejo de desastres.
2.3.4	Desconhecimento	O estudante indicou desconhecimento em como a HMF se relaciona com a explicação de ciclones e cheias, sugerindo falta de clareza ou compreensão da aplicação histórica dos conceitos na análise desses fenômenos naturais.”
2.3.5	Não respondeu	O estudante optou por não responder à pergunta, o que pode refletir uma falta de familiaridade com o tema ou uma dificuldade em articular a relação entre a HMF e a explicação de ciclones e cheias.

Fonte: A Autora

Na questão 2.4, buscou-se explorar as noções de estudantes participantes a respeito do contributo dos conceitos e leis de física da Mecânica de Fluidos aprendidos durante a formação acadêmica na explicação dos fenômenos de ciclones e cheias na sua Província. Questão 2.4. Os conceitos e leis físicas da MF aprendidas durante a sua formação, contribui na explicação dos ciclones e cheias ocorridas na sua Provincia? Se sim, podes explicar como?

Portanto, ao aplicar essa questão procuramos observar uma integração de conhecimentos teóricos avançados da MF, e uma aplicação desses conhecimentos, que contribuem para o desenvolvimento de estratégias de mitigação de desastres

naturais e para a gestão sustentável dos recursos hídricos. Além disso, buscou-se investigar o entendimento de como os princípios físicos podem ser adaptados às condições específicas da província em estudo, oferecendo uma oportunidade significativa para avançar o entendimento científico e de promover soluções práticas e eficazes para os desafios ambientais enfrentados pela comunidade local.

Quadro 7- Unidades de Registro para a UC2.4

Unidade Temática de Contexto 4 (UC2.4) – Contribuição das Leis Físicas da MF na explicação dos ciclones e cheias		
UR	**Descrição**	**Explicação para os registros**
2.4.1	Conservação da massa e do momento	Noções da lei da conservação da massa como fonte de explicação das forças de gradiente de pressão, força de Coriolis e atrito influenciam o movimento e a intensificação dos ciclones.
2.4.2	Fluxo de fluidos	Os princípios da MF, como a equação da continuidade e a equação da energia, são aplicados para analisar como a água se move em rios e bacias hidrográficas durante eventos de chuvas intensas.
2.4.3	Hidrodinâmica e escoamento em canais	O entendimento do escoamento laminar e turbulento, juntamente com a capacidade de modelar o transporte de sedimentos e a interação com estruturas naturais e artificiais, são cruciais para prever e mitigar os impactos das cheias.
2.4.4	Modelagem Numérica e Previsão de Eventos Extremos:	Noções de técnicas de modelagem numérica como a *Computational Fluid Dynamics* (CFD), os estudantes podem simular como os padrões de escoamento atmosférico e o comportamento dos ciclones são previstos e analisados.
2.4.5	Propriedades dos Fluidos e Comportamento de Escoamento	Noções da aplicabilidade dos conceitos como viscosidade, densidade e compressibilidade para explicar como as características dos fluidos influenciam a propagação e a dissipação de ondas de chuva associadas a ciclones. Eles podem explorar como essas propriedades afetam a velocidade e a intensidade dos fluxos de água em rios e sistemas de drenagem durante eventos de cheias
2.4.6	Equações de Movimento e Leis de Newton para Fluidos	Noções das equações de movimento, como a Equação de Navier-Stokes simplificada, para descrever como a dinâmica dos fluidos influencia a formação e intensificação de ciclones. Eles podem explorar como as forças de pressão e devido à rotação afetam o movimento e a intensidade dos ventos associados aos ciclones.
2.4.7	Não sei	O estudante demonstrou desconhecimento sobre a contribuição dos conceitos e leis da MF para a explicação de ciclones e cheias na sua província, indicando possível falta de conexão entre o conteúdo aprendido e sua aplicação prática em fenômenos locais.
2.4.8	Não respondeu	O estudante optou por não responder à pergunta, o que pode indicar dificuldade em abordar o tema ou falta de confiança na aplicação dos conceitos da MF aos fenômenos locais.

Fonte: A Autora

O conhecimento histórico dos desenvolvimentos na MF não só enriquece nossa compreensão dos fenômenos naturais, mas também fortalece nossa

capacidade de lidar com os desafios emergentes relacionados ao clima e à segurança ambiental. Esse entendimento contínuo é essencial para promover um desenvolvimento sustentável e resiliente frente aos impactos cada vez mais frequentes e intensos desses eventos climáticos extremos.

Portanto, a questão 2.5 apresenta, como objetivo, obter o entendimento dos respondentes quanto ao conhecimento histórico dos desenvolvimentos científicos na Mecânica de Fluidos tem influenciado a compreensão dos fenômenos naturais, especialmente no contexto de ciclones e cheias. Questão 2.5. De que maneira o conhecimento histórico dos desenvolvimentos científicos na Mecânica de Fluidos influencia sua compreensão dos fenômenos naturais relacionados com ciclones e cheias?

Quadro 8 - Unidades de Registro para a UC2.5

Unidade Temática de Contexto 5 (UC2.5) – Influência do conhecimento histórico na compreensão dos fenômenos naturais		
UR	**Descrição**	**Explicação para os registros**
2.5.1	Análise de Estudos de Caso Históricos	Identifica como os estudantes analisam estudos de caso históricos de grandes eventos de ciclones e cheias para entender como os conhecimentos científicos da época foram aplicados (ou não) para prever, mitigar e responder aos desastres naturais.
2.5.2	Desenvolvimento de modelos e métodos	Noções dos desenvolvimentos históricos na matemática aplicada à Mecânica de Fluidos, incluindo as equações de Navier-Stokes e métodos numéricos avançados, permitiram o desenvolvimento de modelos computacionais complexos.
2.5.3	Aplicações práticas na gestão de riscos	Noções do conhecimento histórico a respeito da gestão de riscos relacionados a ciclones e cheias. Como que os estudantes analisam experiências passadas e avanços científicos, para desenvolver melhores estratégias de adaptação, como sistemas de alerta precoce, planejamento urbano resiliente e políticas de conservação de bacias hidrográficas.
2.5.4	Inovação e adaptação às mudanças climáticas	Noções do conhecimento histórico dos desenvolvimentos da Mecânica de Fluidos é essencial para impulsionar a inovação em tecnologias de monitoramento ambiental, previsão meteorológica e desenvolvimento de infraestruturas sustentáveis.
2.5.5	Falta de noções	O estudante não soube identificar como o conhecimento histórico dos desenvolvimentos científicos em Mecânica de Fluidos afeta sua compreensão de ciclones e cheias, sugerindo uma falta de noção sobre a relevância histórica na análise desses fenômenos naturais
2.5.6	Não respondeu	O estudante optou por não responder à pergunta, o que pode indicar dificuldade em refletir sobre a conexão entre o conhecimento histórico da MF e a compreensão dos fenômenos naturais, ou falta de informação sobre o impacto histórico na análise desses fenômenos.

Fonte: A Autora

A questão 3.1 foi proposta com objetivo de conhecer as metodologias (abordagens) aprendidas pelos estudantes durante as suas formações e como estas metodologias foram acolhidas pelos estudantes na aprendizagem da Mecânica de Fluidos. Questão 3.1. Quais as metodologias de ensino aprendidas durante a sua formação que mais te chamou atenção na abordagem da História da Mecânica de Fluidos? Considera essas metodologias adequadas? Por gentileza, justifique.

Quadro 9- Unidades de Registro para a UC3.1

Unidade Temática de Contexto 1 (UC3.1) – Metodologia de aprendizagem de leis físicas da MF		
UR	**Descrição**	**Explicação para os registros**
3.1.1	Casos históricos	A análise detalhada de estudos de casos históricos permitiu entender como os princípios da MF foram aplicados para resolver problemas específicos no passado. Por exemplo, estudar como cientistas e engenheiros lidaram com desafios como a resistência do ar em aeronaves ou o escoamento em sistemas de irrigação antigos, destacou a evolução das técnicas e teorias ao longo do tempo.
3.1.2	Análise crítica de textos clássicos	Estudar textos originais de cientistas como Euler, Bernoulli, Navier e Stokes permitiu uma imersão direta nas formulações matemáticas e físicas que deram origem às equações fundamentais da Mecânica de Fluidos.
3.1.3	Contextualização Histórica	Explorar o contexto histórico, político e social em que os avanços na MF que ocorreram proporcionaram uma visão mais ampla dos fatores que influenciaram o desenvolvimento da disciplina. Isso incluiu considerar as contribuições de diferentes culturas e épocas para o conhecimento fluidodinâmico global.
3.1.4	Discussões e Debates Estruturados	Facilitar discussões e debates estruturados sobre questões controversas ou avanços significativos na HMF. Isso pode incluir a organização de seminários onde os estudantes apresentam diferentes perspectivas a respeito do impacto de descobertas históricas específicas.
3.1.5	Aprendizagem Baseada em Problemas:	Utilizar abordagens baseadas em problemas para explorar questões específicas relacionadas à MF ao longo da história. Por exemplo, os estudantes podem ser desafiados a investigar como certos problemas práticos levaram ao desenvolvimento de teorias e princípios na MF.
3.1.6	Análise de Documentos Históricos e Experimentais	Analisar documentos originais e experimentos históricos que levaram ao desenvolvimento de teorias na MF. Isso pode incluir a revisão de publicações de época, experimentos clássicos realizados por cientistas renomados e o impacto desses experimentos na compreensão moderna dos fluidos.
3.1.7	Simulações e Modelagem Computacional	Utilizar simulações computacionais para demonstrar fenômenos complexos da Mecânica deFluidos ao longo do tempo. Por exemplo, simular o comportamento de escoamentos em diferentes condições e comparar com as teorias desenvolvidas historicamente pode ajudar os estudantes a visualizarem e compreender conceitos abstratos de forma mais concreta.
3.1.8	Sem lembranças	O estudante não conseguiu se lembrar das metodologias

		de ensino específicas aprendidas sobre a HMF, sugerindo que essas metodologias podem não ter sido suficientemente marcantes ou memoráveis na formação
3.1.9	Não Respondeu	O estudante não conseguiu responder à questão a respeito das metodologias de ensino aprendidas sobre a HMF, o que pode indicar uma falta de retenção ou familiaridade com as metodologias abordadas.

Fonte: A Autora

Para a questão 3.2 buscou-se identificar a compreensão de queintegrar ciclones e cheias nas lições da HMF não apenas enriquece a compreensão teórica desses fenômenos naturais, mas também destaca a importância contínua do desenvolvimento científico para enfrentar desafios ambientais e climáticos complexos. Isso ajuda a contextualizar como as teorias e métodos desenvolvidos ao longo do tempo têm sido essenciais para nossa compreensão e gestão desses eventos extremos. Questão 3.2. Em seu entendimento, como podem ser integrados os fenômenos naturais ciclones e cheias nas lições da HMF?

Quadro 10 -Unidades de Registro para a UC3.2

Unidade Temática de Contexto2 (UC 3.2) – Integração dos fenômenos naturais na contextualização HMF		
UR	**Descrição**	**Explicação para os registros**
3.2.1	Desenvolvimento das teorias de circulação atmosférica ao longo da história	Princípios da MF, permite entender melhor como essas teorias foram aplicadas para explicar a formação e o comportamento de ciclones tropicais. Isso inclui a aplicação das equações de Navier-Stokes e outras simplificações para descrever o movimento do ar em larga escala
3.2.2	Análise de eventos históricos de cheias	Examinar registros históricos de grandes cheias e como os princípios da MF são aplicados para entender a dinâmica de escoamento em rios e bacias hidrográficas. Isso envolve estudar como equações como a da continuidade e da energia foram desenvolvidas e aplicadas para modelar o comportamento da água durante eventos extremos de precipitação.
3.2.3	Contribuições de figuras históricas	Explorar as contribuições de cientistas como Leonhard Euler e Daniel Bernoulli na formulação de equações que são fundamentais para entender a dinâmica de fluidos. Isso pode incluir o estudo de suas tentativas pioneiras de quantificar o movimento de fluidos e como esses conceitos evoluíram ao longo do tempo para formar a base teórica moderna.
3.2.4	Resposta equivocada	O Estudante não soube explicar como integrar ciclones e cheias nas lições da HMF, indicando uma falta de compreensão sobre a aplicação prática dos conceitos históricos aos fenômenos naturais.

3.2.5	Não respondeu	O estudante optou por não responder à pergunta, o que pode refletir uma dificuldade em abordar a integração dos fenômenos naturais nas lições da HMF, ou uma falta de confiança na resposta.

Fonte: A Autora

Na questão 3.3 buscou-se conhecer as principais atividades que possam ser desenvolvidas com base em UEPS, de modo a ajudar os estudantes a visualizarem e entender a evolução histórica dos conceitos e leis físicas da Mecânica deFluidos que caracterizam um determinado fenômeno que ocorre com maior frequência em uma dada comunidade. Questão 3.3. No contexto das metodologias em UEPS, quais são algumas atividades criativas que podem ajudar estudantes a visualizar e entender os princípios da História de Mecânica de Fluidos relacionados a esses fenômenos? Considera adequados? Por quê?

Quadro 11- Unidades de Registro para a UC 3.3

Unidade Temática de Contexto3 (UC3.3) – Atividades no contexto das UEPS		
UR	Descrição	Explicação para os registros
3.3.1	Simulações computacionais:	Utilizar softwares de simulação de Mecânica deFluidos, nos quais estudantes possam ajustar parâmetros como viscosidade, densidade e velocidade do fluido para observar como essas variáveis afetam o comportamento dos fluidos em diferentes cenários.
3.3.2	Experiências práticas	Realizar experimentos simples em laboratório que demonstrem conceitos como pressão, fluxo e viscosidade. Por exemplo, observar como diferentes líquidos fluem através de tubos de diferentes diâmetros e como isso afeta a velocidade e a pressão do fluxo.
3.3.3	Modelagem com materiais simples	Criar modelos físicos usando materiais como garrafas plásticas, mangueiras e tintas coloridas para representar o comportamento dos fluidos. Por exemplo, construir um modelo de um sistema de tubos para mostrar como ocorre a distribuição de pressão e fluxo.
3.3.4	Análise de casos do Mundo real	Estudar casos do mundo real nos quais os princípios de Mecânica de Fluidos são aplicados, como o funcionamento de sistemas de irrigação, sistemas de ventilação ou até mesmo o fluxo sanguíneo no corpo humano. Os estudantes podem fazer análises e desenhos de como esses sistemas funcionam.
3.3.5	Demonstrações interativas	Criar demonstrações interativas em sala de aula usando mapas conceituais, modelos tridimensionais, vídeos ou apresentações animadas que ilustram fenômenos como o fluxo laminar e turbulento, o princípio de Arquimedes, entre outros.
3.3.6	Discussões em grupo	Promover discussões em grupo ou debates sobre aplicações práticas e desafios contemporâneos relacionados à Mecânica de Fluidos, como a eficiência energética em sistemas de transporte de fluidos ou os desafios ambientais relacionados à poluição de rios e oceanos.

3.3.7	Desconhecimento	O estudante não soube identificar atividades criativas no contexto das metodologias em UEPS que ajudam a visualizar e entender os princípios da HMF relacionados a fenômenos naturais. Isso pode indicar uma falta de familiaridade com práticas pedagógicas ou dificuldade em conectar os conceitos históricos com atividades práticas e criativas
3.3.8	Não respondeu	O estudante optou por não responder à pergunta, o que pode sugerir uma dificuldade em formular ou articular atividades criativas relacionadas às metodologias em UEPS para a HFM, ou uma falta de confiança na avaliação das atividades propostas.

Fonte: A Autora

No item seguinte, compreendendo a importância de uma abordagem pedagógica que articule teoria e prática, falaremos dos procedimentos metodológicos adotados na formação de estudantes futuros professores de física, com base no desenvolvimento das UEPS. adotando uma sequência didática cuidadosamente planejada, que busca relacionar a CHMF e os fenômenos naturais (ciclones e cheias).

3.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DE FORMAÇÃO DE ESTUDANTES EM UEPS

A formação em UEPS adotou a sequência didáticaà luz do enunciado de Zabala (1998), que define sequência didática como um conjunto organizado de atividades pedagógicas estruturadas de forma progressiva, com o objetivo de promover a aprendizagem de maneira coerente e integrada que contempla características da Aprendizagem Significativa (Ausubel; Novak; Hanesian, 1980). Zabala (1998) defende que uma sequência didática bem planejada ajuda estudantes a construir conhecimentos de forma gradual, respeitando seu ritmo de aprendizagem e promovendo a articulação entre diferentes conteúdos. Dividiu-se a Unidade Didática (apêndice 02) em quatro aulas, nas quais cada aula continha dois (02) momentos com a duração de duas horas cada momento; abaixo o quadro 12sintetizaa sequência didática que guiou a formação em UEPS.

Quadro 12- Síntese de UEPS

N. Aulas/Data	**Objetivos**	**Momentos (M)**	**Conteúdo**	**Atividades**
	Integrar participantes; Colocar/responder as questões que	M1	A- Principais fatos históricos que marcaram a evolução dos conceitos e leis físicas da mecânica	Formação de grupos; Resposta das questões que irão

	norteiam a formação antes do debate.		de fluídos. Mencione os cientistas que contribuíram na evolução da mecânica de fluidos	orientar a formação como forma interativa de conteúdo.
1 01.08.24	Instruir como elaborar os mapas conceptuais, diário de bordo; Instruir como elaborar os mapas conceptuais, diário de bordo; Descrever os objetivos da UEPS; Apresentar o material de suporte.	M2	B- Conceitos básicos de Mecânica de Fluidos. O que é fluído? O que entende por pressão? O que entende por vazão volumétrica? C - Leis físicas e princípios básicos da mecânica dos fluidos. O que entende por princípio de continuidade e de Bernoulli? Enuncie a lei de conservação. D- Relação da HMF com os fenômenos do cotidiano. Descreve alguns fenômenos naturais relacionados com a Mecânica de Fluidos.	Resposta das questões que irão orientar a formação como forma interativa de conteúdo.
	Implementar as UEPS; Selecionar os conteúdos da evolução teórica da mecânica dos fluidos; Explicar os temas propostos na sequência elaborada; Explanar as questões antes colocadas usando	M3	Leitura em grupo: apostila, assistência de vídeos na sala e em casa, exploração de outras pesquisas já publicadas a respeito da temática. Debate dos textos, apostila e vídeos A- Principais fatos históricos que marcaram a evolução dos conceitos e leis físicas da Mecânica de Fluídos.	Explicação da elaboração de mapas conceitual, diário de bordo. Explicação e Distribuição de material de estudo

2 05.08.24	o material de apoio; Orientar a síntese de HMF usando mapas/diário de bodo; Orientar atividade/debates em grupo; Proceder a contextualização histórica da Mecânica de Fluidos; Discutir o processo de formação de ciclones e cheias olhando a HMF.		Síntese e assimilação B- Conceitos básicos de Mecânica de Fluidos e de fenômenos naturais (Ciclones e cheias). Síntese e assimilação	
		M4	Debate dos textos, (apostila e vídeos) C- Leis físicas e princípios básicos da Mecânica de Fluidos. (pressão dos líquidos, princípio de pascal e princípio de Bernoulli). Síntese e assimilação D- Relação da HMF com os fenômenos do quotidiano. Síntese e assimilação	
	Responder novamente as questões colocadas antes da formação	M5	A- Principais fatos históricos que marcaram a evolução dos conceitos e leis físicas da Mecânica de Fluídos. Mencione os cientistas que contribuíram na evolução da mecânica dos fluidos.	Apresentação da evolução histórica dos conceitos e leis físicas da Mecânica de Fluidos; Apresentação dos resultados do processo de debates em grupo.

3 08.08.24			B- Conceitos básicos da MF O que é fluído? O que entende por pressão? O que entende por vazão volumétrica?	
		M6	C- Leis físicas e princípios básicos da mecânica dos fluidos O que entende por princípio de continuidade e de Bernoulli? Enuncie a lei de conservação. D- Relação da HMF com os fenômenos do quotidiano. Descreve alguns fenômenos naturais relacionados com a Mecânica de Fluidos.	
4 14.08.24	Elaborar o plano de aula'; Elaborar mapa geral; Analisar mapas produzidos/fichas; Avaliação formativa usando a técnica diária de bordo.	M7	Em grupos elaboração de mapas conceituais; Sistematização dos mapas conceituais em grupos; Apresentação do plano de aula elaborado em casa para sistematização.	Compartilhamento do mapa conceitual geral. Elaboração de plano de aula (conteúdo da 12 classe Unidade IV: Mecânica de Fluidos);
	Avaliação de UEPS – usando a análise proporcional de conceitos, antes e depois da instrução	M8	Consolidação FECHO	Validação das proposições

Fonte: A Autora

O processo de formação em UEPS foi antecedido pela realização de um diagnóstico das noções dos estudantes acerca da CHMF, e para o efeito foi distribuído um questionário designado avaliação formativa, com questões que permitissem uma pré-avaliação dessas noções, de modo a alcançar as recomendações de Gall, Gall e Borg (2007) e McMillan e Schumacher (2010) referenciados no subcapítulo 3.5. Com efeito, os resultados obtidos nas respostas a esse questionário foram incorporados na formação e submetidos a avaliação formativa para aferir a evolução das noções dos estudantes a respeito da CHMF.O referido questionário designado avaliação formativa apresenta sete questões distribuídas em quatro (4) dimensões: A- Principais fatos históricos que marcaram a evolução dos conceitos e leis físicas da Mecânica de Fluídos; B- Conceitos básicos da Mecânica de Fluidos e de fenômenos naturais (Ciclones e cheias): C- Leis físicas e princípios básicos da Mecânica de Fluidos e D- Relação da HMF com os fenômenos do cotidiano, que consta do apêndice (4).

No decurso dela, os estudantes futuros professores tomavam notas usando um modelo adaptado pela pesquisadora na perspectiva de colher notas que futuramente poderiam auxiliar na elaboração de outras tarefas, chamado diário de bordo, e construíram Mapas Conceituais ao longo da formação por razões relacionadas ao fortalecimento do aprendizado e à construção de conhecimento significativo. Tanto na elaboração de diário de bordo, construção de Mapa conceitual e na avaliação formativa, participaram efetivamente nove estudantes com as codificações E01, E02, E04, E05, E07, E09, E13, E14 e E15.

No decorrer da formação em UEPS, o diário de bordo serviu como suporte na formação, com objetivo de registrar as ocorrências da formação, permitindo a reflexão a respeito da prática e procedimento de sua tarefa. Nessa fase, os estudantes receberam a ficha que usaram para tomar as notas de tudo que decorreu na formação, obedecendo a sequência didática, que foi dividida em quatro aulas contendo cada encontro dois momentos, totalizando oito momentos, e com a duração de duas horas cada momento. O Processo da formação foi finalizado com a elaboração de plano de aula, que visou a contemplar as ações que futuramente podem ser usadas na perspectiva de adaptação didática no contexto de sala de aula.

Para avaliação final da formação, seguiu-se o suporte da Análise Proposicional de Conceitos (APC) que, visou analisar precisamente os valores cognitivos (Figueiredo; Batista, 2017) e esses valores incluem: a adequação empírica das teorias; a consistência teórica, a simplicidade; a fecundidade teórica; o poder explicativo, e o grau de verdade e certeza das afirmações. Esses critérios guiaram nossa avaliação, permitindo uma análise mais rigorosa e objetiva das respostas dos estudantes, com os dados sendo colhidos em duas fases, antes e depois da formação.

IV APRESENTAÇÃO, INFERÊNCIAS E INTERPRETAÇÕES QUANTO AOS RESULTADOS DOS DADOS OBTIDOS

Este capítulo apresenta a análise, a discussão e as inferências qualitativas e dedutivas, a partir dos registros obtidos em relação aos questionários prévio e posterior de estudantes participantes na pesquisa, e aos mapas conceituais estudantis e outros materiais produzidos durante a oficina de pesquisa. Essa forma de apresentação busca integrar as possíveis inferências dedutivas produzidas, prescindindo de um metatexto como síntese posterior à análise.

4.1 ANÁLISE, DISCUSSÃO DAS RESPOSTAS AOS QUESTIONÁRIOS E INFERÊNCIAS QUALITATIVASE DEDUTIVAS

Com base nas respostas de estudantes participantes desta pesquisa, do curso de licenciatura em Ensino de Física da Unilicungo, tanto ao questionário prévio quanto ao posterior, foi realizado um quadro descritivo da unitarização, utilizando as Unidades de Contexto e Registro previamente mencionadas. Em seguida, procedeu-se a uma reflexão quanto aos resultados obtidos em diálogo com os referenciais teóricos utilizados. Como mencionado anteriormente, este trabalho se inspira nas obras de Bogdan e Biklen (1994). Portanto, respeitando a confidencialidade e a integridade dos participantes, a discussão dos dados coletados e os registros serão apresentados por meio de códigos, como E01 (Estudante 01), E02, E03, E04, E05, E06, E07, E08, E09, E10, E11, E12, E13, E14 e E15.

Como referimos no capítulo III, nos procedimentos, consideramos a amostra de nove (9) participantes que se propuseram a responder o pré e o pós questionário sendo E01, E02, E04, E05, E07, E09, E13, E14 e E15, a fim de garantir uma comparação direta do progresso individual, uma vez que estudos qualitativos e exploratórios frequentemente trabalham com amostras reduzidas para obter uma compreensão mais profunda dos fenômenos observados (Creswell, 2014; Stake, 1995).Também cabe esclarecer que cada resposta a uma questão por participante pode gerar registros independentes para unidades diferentes em uma mesma Unidade de Contexto, ou seja, pode haver um particionamento das respostas.

No quadro 13, encontramos três colunas das quais a primeira indica caraterísticas, a segunda descrição e a última, frequências

Quadro 13- Características dos estudantes Participantes

Características		**Descrição**	Frequência
PARTE 1 - INFORMAÇÕES ADICIONAIS			
1.1	É professor	Sim	Zero
		Não	(15) **E01**, **E02**, E03, **E04**, **E05**, E06, **E07**; E08, **E09,** E10, E11, E12, **E13, E14 e E15**
1.1.1	Se sim diga, a quanto tempo?	0-05	Zero
		05-10	Zero
		+ 10	Zero
1.1.2	E diga as Classes que lecciona no ESG	8ª	Zero
		9ª	Zero
		10ª	Zero
		11ª	Zero
		12ª	Zero
1.1.3	Se não, qual é a motivação que te levou a se formar em ensino de Física?	Influência de Professores	E05, E13, E14 (03)
		Contribuição para a Sociedade	Zero
		Paixão pela Física	E04, E07, E09, (03)
		Interdisciplinaridade e Aplicação Prática	E15 (01)
		Não sei	Zero
		Outras	E01, E02 (02)

Fonte: A Autora

A pesquisa inicialmente contou com a participação de quinze estudantes, identificados como E01, E02, E03, E04, E05, E06, 0E7, E09, E10, E11, E12, E13, E14 e E15. No entanto, ao longo do processo, apenas nove deles indicados a negrito no quadro 13, (E01, E02, E04, E05, E07, E09, E13, E14 e E15) completaram todas as etapas do estudo.

Na análise das caraterísticas dos estudantes, dos nove participantes desta pesquisa, todos afirmaram não serem professores, conforme descrito na seção 1.1. Essa constatação resultou em zero registros nas questões 1.1.1 e 1.1.2. Desta feita não será objeto de análise, pois não houve respostas pertinentes a essas perguntas.

Assim, é importante considerar que as respostas e contribuições dos participantes não são influenciadas por suas experiências e contextos, o que pode

impactar a análise final dos dados coletados.

Na sequência, na questão 1.1.3 “Em caso não afirmativo da questão 1.1. Qual é a motivação que te levou a se formar em ensino de Física?”, três estudantes participantes afirmaram no questionário prévio que abraçaram a Física por Influência de Professores, fez com que seguissem o Ensino de Física. O papel do professor é fundamental no ambiente escolar já que os estudantes frequentemente se orientam por suas instruções e pelo apoio oferecido durante o processo de aprendizagem.

A pesquisa ressalta a importância de um ambiente educacional positivo, no qual os professores desempenham um papel vital na formação de novas gerações. Segundo Silva (1992), o ambiente no qual se insere o indivíduo também é um fator determinante na escolha vocacional, incluindo oportunidades do mercado de trabalho, limitações geográficas e financeiras, influências da família, a identificação com alguns dos docentes, o prestígio que a profissão possui para o estudante e sua família, o que está intrinsicamente vinculado ao seu autoconceito e a percepção ideal de seu próprio desempenho.

Na descrição “contribuição para sociedade”, nenhum registro foi identificado o que nos leva a refletir que houve falta de consciência. Essa observação abre espaço para discussões futuras na necessidade de sensibilizar os estudantes a respeito do valor de suas contribuições sociais e a importância da educação na formação de cidadãos críticos e engajados. Para a descrição “não sei”, também sem registro, destaca se a necessidade de conscientizar os futuros educadores no entendimento do impacto que podem ter as suas escolhas para sociedade.

Em relação a “interdisciplinaridade e da aplicação prática”, identificamos um registro, o que demonstra fraca compreensão para uma abordagem educacional que combina duas ou mais disciplinas para que o estudante compreenda um objeto de diferentes pontos de vista para o ensino de Física com outras disciplinas e Ciências.

Na última unidade, intitulada "outras", foram identificados dois registros que atribuíram sua escolha pelo Ensino a diversas razões adicionais. Essa variedade de associações feitas pelos estudantes destaca a complexidade das motivações que podem influenciar a decisão de se formar em Ensino de Física.

Trata-se da necessidade de repensar nos modelos de formação de

professores de modo a evitar que se repliquem práticas inadequadas no PEA, tendo em conta que o professor como mediador é um exemplo a seguir pelos estudantes e que se este “tiver uma formação deficiente ou se revelar pouco motivado são as próprias fundações sobre as quais se irão construir as futuras aprendizagens que ficarão pouco sólidas” (Delors et al, 1999, p.159).

Para a questão 2.1. “Os estudos ou exemplos históricos em Mecânica de Fluidos são usados na interpretação dos fenômenos do diaa dia? Em caso afirmativo, por gentileza, exemplifique.”, tivemos no quadro 14 os seguintes registros.

Quadro 14. Noções de interpretação dos fenômenos de dia a dia UC 2.1

Unidade Temática de Contexto 1 (UC2.1) – Noções de interpretação dos fenômenos de dia a dia.			
UR	**Descrição**	**Prévio**	**Posterior**
2.1.1	Princípio de Bernoulli para interpretação de fenômenos no cotidiano.	2- Registros	2- Registros
		um dos exemplos mais claro é o Princípio de Bernoulli, que é usado para projetar o sistema de escoamento e irrigações, onde a água flui em diferentes alturas e pressões. (E01) fenômenos como pressão, ajudam a entender o funcionamento de alguns instrumentos como aviões, barcos e o sistema de encanamento. (E05)	um dos exemplos é a equação de Bernoulli, que ajuda a entender o funcionamento das asas dos aviões (EO7); um dos exemplos é a pressão hidrodinâmica, que permitem a secagem das roupas fixas em um estendal (E02)
2.1.2	Equação de Navier-Stokes, como equação de conservação do momento para um fluido newtoniano.	0- Registro	0- Registro
2.1.3	O Princípio da Continuidade como lei de conservação da massa em um fluxo contínuo de fluido incompressível.	1- Registro	2- Registros
		Temos o caso do princípio de continuidade, usada na interpretação detalhada, desde a formação de ciclones e cheias. (E05)	É o caso dos processos do movimento de fluido em rios e lagos. (E04) Em tubos estrangulados, obedecendo o princípio de continuidade. (E05)
		4- Registros	4- Registros

2.1.4	Estudos de Escoamentos e Conceitos adotados na Mecânica de Fluidos	Sim, um dos exemplos é a aplicação do conceito de pressão atmosférica, (E01) Exemplo, conceito de Pressão (E02) sim, caso de sistemas de escoamentos, (E14) viscosidade, que ajuda a explicar como funcionam os aviões (E13).	Exemplos é a aplicação do conceito de pressão atmosférica, (E01) Exemplo, conceito de Pressão (E02) sim, caso de sistemas de escoamentos, (E14) viscosidade, que ajuda a explicar como funcionam os aviões (E13).
2.1.5	Modelos de Previsão de Cheias	0- Registro	2- Registros
			Sim, previsão de chuvas baseiam-se na interpretação das grandezas (E01) As leis físicas que caracterizam a Mecânica deFluidos na previsão das cheias (E14)
2.1.6	Não respondeu	1- Registro	1- Registro
		(E02)	(E02)

Fonte: A Autora

A questão 2.1, proposta aos estudantes quantoà utilização de estudos ou exemplos históricos em Mecânica de Fluidos para interpretar fenômenos cotidianos visou explorar a conexão entre conceitos teóricos e a realidade observável, especialmente em eventos naturais como ciclones e cheias. A análise dos registros prévios e posteriores revelam noções significativas para a compreensão dos estudantes em relação a essas aplicações. O Princípio de Bernoulli, descrito como uma lei da conservação de energia, na UR 2.1.1 apresentou dois registros prévios e dois registros posteriores, porém por estudantes diferentes. Isso indica que alguns estudantes já tinham alguma familiaridade com o conceito antes da exploração mais aprofundada. O Princípio de Bernoulli é fundamental na Mecânica de Fluidos, pois explica a relação entre a velocidade de um fluido e a pressão exercida, permitindo uma compreensão básica de fenômenos como a formação de ciclones. A manutenção da quantidade de registros por estudantes diferentes sugere que, após a discussão, novos estudantes puderam reconhecer a aplicação prática desse princípio em contextos reais, como o comportamento de ventos em eventos climáticos extremos que incluíram a secagem da roupa.

Por outro lado, na UR 2.1.2, a Equação de Navier-Stokes, que descreve a conservação do momento em um fluido newtoniano, apresentou zero registro prévio e posterior. Essa ausência pode indicar que os estudantes não estavam expostos a esse conceito em suas aulas anteriores e que ele não foi suficientemente discutido durante a pesquisa. A Equação de Navier-Stokes é vital para a modelagem de escoamentos complexos, e sua falta de reconhecimento aponta para uma lacuna na formação dos estudantes em relação a ferramentas que poderiam explicar fenômenos naturais, como a dinâmica de cheias.

No que diz respeito a UR 2.1.3**,** Princípio da Continuidade, que é uma lei de conservação da massa, observou-se um registro prévio e dois registros posteriores, com um estudante diferente do prévio. Isso sugere que, apesar de uma introdução limitada, alguns estudantes conseguiram associar o conceito à ideia de escoamento contínuo, refletindo a importância deste princípio na análise de fluxos de fluidos em sistemas naturais, como rios e drenagens. O mesmo princípio é crucial para entender como as mudanças na seção transversal de um corpo d'água influenciam sua velocidade e comportamento.

Em relação aos Estudos de Escoamentos, na UR 2.1.4identificamosquatro registros prévios e quatro registros posteriores dos mesmos estudantes. Estes resultados podem indicar que esses estudantes tiveram noções a respeito da teoria de escoamentos e essa informação foi aprofundada ou integrada de forma prática nas discussões. A compreensão do comportamento de escoamentos é essencial para a previsão de fenômenos naturais, como cheias, demostrando que o conhecimento foi consolidado durante o processo de ensino.

Quanto aos Modelos de Previsão de Cheias, na UR2.1.5, os dados mostraram zero registro prévio e dois registros posteriores. Esses estudantes também registraram a contribuição para o entendimento nas unidades correspondentes ao Princípio de Bernoulli e de Escoamento de Fluidos. Isso indica uma ampliação na compreensão prévia desses estudantes após a discussão, sugerindo que a exploração histórica e contextualizada da Mecânica de Fluidos provoca um aprofundamento e um despertar do interesse e da capacidade de relacionar conceitos teóricos com aplicações práticas em previsão de eventos

naturais em uma dimensão significativa. A capacidade de modelar cheias é crucial para a mitigação de riscos em áreas propensas a inundações.

Por fim, na UR 2.1.6 (não respondeu) observou-se apenas um registro no prévio e no posterior, indicando que a variação dos parâmetros analisados foi mínima. Isso pode sugerir, ausência de impactos significativos o que pode restringir uma análise mais aprofundada.

A questão 2.2 “Alguma vez na sala de aula, já se usou os conceitos e Leis físicas para explicar um fenômeno ocorrido na sua comunidade? Se sim, qual fenômeno? E como foi procedida a tal explicação?”, teve como objetivo investigar como os fenômenos físicos são utilizados para entender eventos específicos que ocorrem na comunidade local e entender como os conceitos físicos foram integrados na explicação desses fenômenos, incluindo o uso de modelos matemáticos, simulações computacionais ou experimentos práticos. O quadro 15 descreve as unidades de registro da UC 2.2.

Quadro 1 5- Uso de conceitos e leis físicas no ensino dos fenômenos do dia a dia da UC 2.2

Unidade Temática de Contexto 2 (UC2.2) – Uso de conceitos e leis físicas no ensino dos fenômenos do dia a dia			
UR	Descrição	Prévio	Posterior
2.2.1	Cheias como aumento do nível das águas residenciais	1- Registro	1- Registro
		Sim, para explicar a ocorrência de inundações em determinadas áreas, após fortes chuvas, onde foram usados os princípios da hidrostática e mecânica dos fluidos. E a capacidade de infiltração do solo e a vazão dos rios influenciavam na propagação das cheias. (E07)	Sim para explica o ciclo da água, a explicação começou com a referência dos processos de evaporação, transpiração e condensação da água. (E15).
2.2.2	Ciclones como centros de baixa pressão.	5- Registros	5- Registros
		Para explicar o processo de formação de ciclones, o professor começou por fazer referência ao maior Ciclone Idai caracterizado como centros de baixa pressão. (E01), Foi caraterizado a formação de vento (E09)	Sim, o fenómeno de Ciclone Idai usado para explicar o conceito de pressão atmosférica (E13) Destacou-se a circulação de ar para explicar a formação do ciclone. (E01), Formação de vento pode explicar a formação de

		Descreveu-se a alta pressão na análise de ciclones(E15) Destacou a diferença de pressão, como causa de formação de ciclones (E02) Pode se fazer referência a Circulação de ar (E04)	ciclones (E02) A diferença de pressão entre áreas de alta e baixa pressão, contribui para a formação do vento e chuva intensos, como uma das características de ciclones (E01) Caracteriza-se a diferença de pressão como Ciclone (E04)
2.2.3	Eclipse lunar como a sobreposição da Terra entre o sol e a lua	0- Registro	1- Registro
			Sim, foi o usado o conceito de pressão atmosférica, para explicar a variação das mares em cidades costeiras. A explicação foi baseada na relação entre pressão atmosféricas e fases da lua e a forca gravitacional. (E07)
2.2.4	Trovões como choque de nuvens de carga diferentes.	1- Registro	0- Registro
		Fenômeno de descarga eléctrica, como relâmpago. A explicação, foi concedida como sendo uma descarga eléctrica que ocorre na atmosfera. (E01)	
2.2.5	Arco-íris como decomposição da luz branca.	0- Registro	0- Registro
2.2.6	Nunca usei	0- Registro	0- Registro
2.2.7	Não respondeu	1- Registro	1- Registro
		(E02)	(E14)
URE	Fenômenos diferentes	Outras respostas	
2.2.8	Flutuabilidade e pressão hidrostática.	5- Registros	5- Registros
		Sim, para explicar a pressão hidrostática, baseando-se no princípio de flutuabilidade dos corpos. O barco não afunda, pois ela move uma quantidade de água igual ao peso, a força de empuxo. (E04)	Quando falava da pressão que os fluidos exercem sobre outros fluidos ou corpos. (E02). Sim, para explicar por que o navio não afunda, baseando-se no princípio de Arquimedes e o escoamento das águas do rio, onde o professor dizia

			que a velocidade da água é maior em um certo ponto do líquido. (E04)
	Explicação do fenômeno de gravidade	Sim, para explicar o fenómeno da gravidade, através da queda dos objetos. (E05)	Sim, para explicar o fenómeno da gravidade, através da queda dos objetos. (E05).
	A exploração da formação de sombras	Sim, no processo de formação de sombras. (E09)	Sim, no processo de formação de sombras e os raios solares. (E13)
	A Transmissão de calor por condução	Sim, para explicar o fenómeno de condução de calor, quando os raios solares incidem na superfície de um metal. (E13).	Sim, para explicar a forma de transmissão de calor por condução. (E15)
	As Leis de movimento	Sim. Para explicar a lei da Inercia. (E14)	

Fonte: A Autora

A análise dos resultados do questionário aplicado aos estudantes do curso de licenciatura em Ensino de Física revela uma interessante conexão entre os conceitos físicos e os fenômenos naturais vivenciados na comunidade. Um dos temas abordados foi a ocorrência de cheias, em que os estudantes mencionaram a utilização de princípios da hidrostática e da Mecânica de Fluidos para explicar inundações.

Na UR 2.2.1 registramos um total de dois casos (um no prévio e um no posterior), destacando a capacidade de infiltração do solo e a vazão dos rios como fatores influentes. Um registro foi da explicação da ocorrência de inundações em determinadas áreas, após fortes chuvas. Essa demonstração de compreensão evidencia a relevância de relacionar teorias físicas a situações cotidianas

Em relação aos ciclones, na UR 2.2.2, os estudantes explicaram a formação desses fenômenos utilizando conceitos de pressão atmosférica e circulação de ar, com cinco registros em cada fase (cinco no prévio e cinco no posterior), apresentando como referência ao maior ciclone (Idai) ocorrido na zona centro de Moçambique. Os registros apresentaram características distintas do vento, considerando três variáveis principais: a pressão atmosférica, a diferença de pressão

e a circulação do ar. A pressão atmosférica foi avaliada em cada registro, permitindo identificar padrões de variação que influenciam a velocidade e a direção do vento. A diferença de pressão revelou gradientes que contribuem para a intensidade dos fluxos de ar, enquanto a circulação atmosférica indicou a dinâmica do movimento do vento em diferentes condições. Esses fatores combinados forneceram uma visão abrangente sobre o comportamento do vento nos diferentes cenários observados.

No que diz respeito a UR 2.2.3**,** aos eclipses lunares, houve um registro no posterior e nenhum no prévio. A única resposta fez a conexão entre pressão atmosférica e fases da lua: Foi usado o conceito de pressão atmosférica para explicar a variação das marés e a falta de registros prévios sugere a necessidade de explorar mais profundamente fenômenos astronômicos e suas relações com conceitos físicos em sala de aula.

Quanto aos trovões, na UR2.2.4 o único registro prévio referia-se à descarga elétrica, e zero registro posterior o que pode apontar para uma desconexão entre teoria e prática. Destacando que a explicação foi concedida como sendo uma descarga elétrica que ocorre na atmosfera. Essa ausência de resposta posterior pode sugerir a necessidade de revisitar esse conceito e integrar experiências práticas para melhorar a retenção do conhecimento.

Quanto ao arco-íris, como decomposição da luz branca na UR 2.2.5, e na UR2.2.6 (Nunca usei), não houve registros em nenhuma das fases, indicando uma oportunidade de ensino que não foi explorada. Isso sugere a importância de incluir explicações visuais e experimentais quanto a fenômenos ópticos e outros nas aulas.

Relativamente a UR2.2.7, não respondeu, identificamos um registro de cada fase sem resposta, indicando possível inconsistência nos dados ou ausência de variação significativa entre os períodos analisados

Por fim, na descrição, "Outras Respostas", na UR 2.2.8, foram analisados cinco registros no momento prévio e cinco no posterior. Os resultados permitiram a identificação de outras Unidades emergentes, (Flutuabilidade e pressão hidrostática, Explicação do fenômeno de gravidade, A exploração da formação de sombras, A Transmissão de calor por condução e As Leis de movimento), a partir da análise qualitativa das respostas, nas quais os estudantes conseguiram aplicar diversos

conceitos físicos a diferentes fenômenos naturais. Entre as análises realizadas, destacou-se a relação entre a pressão e o princípio da flutuabilidade, explicando como um corpo submerso experimenta uma força ascendente em função da densidade do fluido.

Além disso, os estudantes abordaram a influência da gravidade no estudo da queda livre, analisando o comportamento dos corpos em movimento vertical. O processo de formação de sombras foi explorado com base na propagação retilínea da luz, enquanto os efeitos dos raios solares foram relacionados à absorção e reflexão da radiação. Por fim, a condução de calor foi abordada considerando a transferência térmica entre diferentes materiais. Essa variedade de respostas corroborando com pesquisas que demonstram a importância de se abordar os conhecimentos prévios dos aprendizes e a adoção de metodologias ativas de ensino para situações de aprendizagem que ativem tais conhecimentos (Freire, 2004).

A questão 2.3. “Na sua opinião como a História da Mecânica de Fluidos pode ser usada na explicação dos ciclones e cheias?”, teve o objetivo de investigar o conhecimento prévio quanto aos aperfeiçoamentos na Mecânica de Fluidos ao longo do tempo, que influenciaram a capacidade de entender e prever ciclones e cheias. Isso permite uma análise crítica das limitações e melhorias nos modelos e teorias ao longo das décadas. Descreve-se no quadro 16a UC2.3., das noções da Contextualização Histórica da Mecânica de Fluidos na explicação de ciclones e cheias.

Quadro16- Noções da Contextualização Histórica da Mecânica de Fluidos na explicação de ciclones e cheias da UC2.3

Unidade Temática de Contexto 3 (UC2.3) – Noções da Contextualização Histórica da Mecânica de Fluidos na explicação de ciclones e cheias.			
UR	Descrição	**Prévio**	**Posterior**
2.3.1	Princípios fundamentais da Mecânica de Fluidos como teorias e modelos que evoluíram para explicarem fenômenos complexos como ciclones e cheias**.**	5- Registros	5- Registros
		A partir dos princípios fundamentais da Mecânica de Fluidos, como princípio de conservação de massa, conservação da quantidade de movimento(E02) Conservação de energia. (E04). Tomando como base as	Para explicar os princípios que governam o movimento de ar e da água. Por exemplo o princípio de Bernoulli e de Pascal para entender o processo de formação e evolução dos ciclones; (E01) Através de conservação de massa, (E04).

		teorias da Mecânica de Fluidos, podemos entender como as massas do ar em movimento influencia na formação de ciclones. (E07). Sim, pois fornecem os princípios que regem os movimentos dos fluidos como o ar e a água e o processo de formação de ciclones e cheias (E13). Tomando como base os princípios fundamentais da Mecânica de Fluidos, para entender o movimento do ar e água numa determinada área ou região. (E15)	Explorando as teorias da dinâmica dos fluidos para entender como o ar e a água movem-se; (E07) Destacando como a pressão atmosférica influencia a formação de ciclones; (E09) Descreve a conservação da quantidade de movimento e conservação energia. (E15)
2.3.2	História da Mecânica de Fluidos como aumentando nossa capacidade de prever a intensidade, duração e efeitos desses fenômenos naturais.	0- Registro.	3- Registros
			Na previsão e preparação para eventos climáticos, (E01) Para ajudar a entender os perigos associados aos eventos climáticos, (E05) Também na mitigação dos efeitos dos fenômenos naturais (E15)
2.3.3	História da Mecânica de Fluidos como processo de entendimento de ciclones e cheias, fornecendo ideias para melhorar modelos futuros e práticas de manejo de desastres**.**	2- Registros	5- Registros
		Através de alguns conceitos básicos da Mecânica de Fluidos, que são usados para explicar o processo de formação de ciclones e cheias (E05). Fornecendo bases teóricas para poder prever o comportamento desses fenômenos, ajudando na gestão dos desastres naturais. (E09)	Explorando a evolução dos conceitos e leis físicas da Mecânica de Fluidos, dando ideias práticas na previsão de ciclones e cheias;(E01) Conceitos básicos da MF(E02) Explorando a Evolução dos conceitos da MF, (E09) E usado para explicação dos ciclones e cheias nas salas de aulas e na abordagem do princípio de Bernoulli; (E13) Explorando a Evolução das leis físicas da MF, (E15).
2.3.4	Não sei	0- Registro	0- Registro

2.3.5	Não respondeu	1- Registro	1- Registro
		(E02)	(E02)
URE	Unidades emergentes	Outras respostas (polissemia)	
	Diferença de pressão, e Escoamento superficial da água	2- Registros	5- Registros
		Usando a diferença de pressão, onde o ar se move de áreas de baixas pressões para altas pressões, mostrando o escoamento superficial da água de chuva e sua capacidade de retenção no solo. (E01).	Baseando-se na teoria de flutuabilidade, ajuda a explicar como que a corrente do ar se move e se interage; (E01) A diferença de pressão, onde o ar se move de áreas de baixas pressões para altas pressões (E07)
2.3.6	Densidade e comportamento dos fluidos	Explorando o conceito de densidade, temperatura e o estado do clima. (E14)	Explorando o comportamento da água(E09) Explora o comportamento do ar para explicar a diferença de pressão e temperatura na criação do movimento circular (E14). Ajudando a explicar o movimento da rotação da terra e a capacidade da terra na absorção da quantidade da água de chuva (E15)

Fonte: A Autora

Na UR 2.3.1 –Princípios fundamentais da Mecânica de Fluidos como teorias e modelos que evoluíram para explicar fenômenos complexos como ciclones e cheias: encontramos no Prévio cinco registros, nos quais os estudantes mostraram uma compreensão geral dos princípios fundamentais da Mecânica de Fluidos, como a conservação de massa, quantidade de movimento e energia, e como esses conceitos ajudam a explicar fenômenos como ciclones e cheias. As respostas indicam que os estudantes têm noção do papel dos princípios da dinâmica dos fluidos na formação desses fenômenos naturais. Alguns mencionaram especificamente a influência do movimento do ar, enquanto outros trouxeram a ideia de que os princípios fundamentais da Mecânica de Fluidos ajudam a entender o movimento de água e ar em determinada região.

Em relação aos cincos registros posteriores, com três estudantes diferentes do anterior: evidenciaram um aprofundamento nas teorias da dinâmica dos fluidos,

com maior ênfase em conceitos como os princípios de Bernoulli e Pascal, aplicados ao entendimento de ciclones. As respostas dos estudantes demonstraram uma compreensão mais focada em como a pressão atmosférica influência esses fenômenos, refletindo um entendimento dos princípios que regem o movimento do ar e da água. Esses resultados indicam que a reconciliação progressiva foi alcançada, favorecendo uma Aprendizagem Significativa.

Na UR 2.3.2 – História da Mecânica de Fluidos como ferramenta para aumentar nossa capacidade de prever a intensidade, duração e efeitos desses fenômenos naturais: na instância prévia não houve resposta antes do ensino da oficina de pesquisa, o que sugere que o conceito de História da Mecânica de Fluidos ainda não era claro para os estudantes. No entanto, na fase posterior, foram registadas três respostas, destacando-se a importância da Mecânica de Fluidos na previsão e compreensão dos perigos associados a eventos climáticos. Isso indica que o conteúdo aprendido permitiu a estudantes estabelecerem conexões entre a Mecânica de Fluidos, os estudos meteorológicos e a gestão de desastres naturais, evidenciando um entendimento contextualizado e aplicável do tema.

Para a UR 2.3.3– História da Mecânica de Fluidos como processo de entendimento de ciclones e cheias, fornecendo ideias para melhorar modelos futuros e práticas de manejo de desastres - encontramos na descrição prévia dois registros: no início, os estudantes reconheceram que os conceitos da Mecânica de Fluidos ajudam a entender a formação de ciclones e cheias, mencionando sua importância para prever esses fenômenos e ajudar na gestão de desastres. Eles destacaram que esses conceitos são importantes para a base teórica da previsão desses eventos.

Posteriormente, identificamos cinco registros de estudantes que expandiram suas respostas, incluindo a evolução dos conceitos e das leis da Mecânica de Fluidos. Alguns estudantes também mencionaram que as leis da física (como o princípio de Bernoulli e a vazão volumétrica) são usadas nas salas de aula para explicar ciclones e cheias, o que mostra que o estudo contribuiu para um maior domínio teórico e prático do tema. Pode-se concluir que os estudantes desenvolveram um domínio mais abrangente e aprofundado em Mecânica de Fluidos. A inclusão da evolução dos conceitos e das leis, como o princípio de Bernoulli e a vazão volumétrica, nas suas respostas, demonstra uma compreensão ampliada. Além disso, ao relacionarem essas leis da física com fenômenos como

ciclones e cheias, os estudantes revelam uma capacidade de aplicar o conhecimento teórico a contextos práticos, indicando uma aprendizagem significativa e integrada.

Na descrição da UR 2.3.4– **(**Não sei), nenhum registro identificado no prévio e no posterior.

Quanto a UR 2.3.5 – (Não respondeu) encontramos no prévio um registro e posterior um registro: E m ambos os momentos, não se forneceu resposta, o que pode sugerir que a pergunta ou conceito abordado não estava claro ou foi ignorado por esse estudante.

Para UR 2.3.6 – (Outras respostas - polissemia), identificamos duas unidades emergentes (Diferença de pressão, e Escoamento superficial da água e Densidade e comportamento dos fluidos) a partir da análise qualitativa das respostas, refletem as percepções e compreensões dos participantes relativamente aos fenómenos. No momento prévio encontramos dois registros, em que alguns estudantes forneceram respostas que mostraram uma boa compreensão de fenômenos como a diferença de pressão, o movimento do ar de áreas de baixa para alta pressão e o escoamento superficial da água. Eles também mencionaram a importância de fatores como densidade, temperatura e o estado do clima na dinâmica dos fluidos. Essas respostas indicam que os estudantes estavam conectando os conceitos de mecânica dos fluidos com o comportamento real do clima e os fenômenos naturais. E no posterior identificamos cinco registros cujas respostas se tornaram mais detalhadas, na quais mencionaram como a teoria de flutuabilidade pode ajudar a explicar o movimento do ar e como a rotação da Terra afeta os fenômenos. Outros, citaram a interação entre pressão e temperatura na criação de movimentos circulares, como no caso dos ciclones, e a absorção da água de chuva pela Terra. Essas respostas evidenciam um aprofundamento significativo no entendimento dos fenômenos naturais em relação aos conceitos de Mecânica de Fluidos, porém não se ativeram ao caráter de aperfeiçoamento ou de mudanças do conhecimento científico ao longo da história da humanidade.

Na questão 2.4**: "**Os conceitos e leis físicas da Mecânica de Fluidos aprendidas ao longo dos seus estudos anteriores contribui na explicação dos ciclones e cheias ocorridas na sua Província? Se sim, podes explicar como?", buscou-se explorar as noções dos estudantes a respeito do contributo dos conceitos e leis de física da Mecânica de Fluidos aprendidos durante os seus estudos

anteriores na explicação dos fenômenos de ciclones e cheias no local de moradia de cada pessoa. O quadro 17 descreve a UC 2.4, da Contribuição das Leis Físicas da MF na explicação dos ciclones e cheias.

Quadro 17 - Contribuição das Leis Físicas da MF na explicação dos ciclones e cheias da UC 2.4

Unidade Temática de Contexto 4 (UC2.4) – Contributo das Leis Físicas da MF na explicação dos ciclones e cheias			
UR	**Descrição**	Prévio	Posterior
2.4.1	Conservação da massa e do momento	0- Registro	1- Registro
			Sim, os conceitos aprendidos como o princípio de Bernoulli e teorias da dinâmica, ajudam a explicar como que os ciclones se formam e as cheias, podem ser explicadas a partir da relação da velocidade do vento e a pressão pode prever a intensidade do ciclone. (E01)
2.4.2	Fluxo de fluidos	2- Registros	5- Registros
		Sim, para ciclone, observa-se que a diferença de pressão, onde o ar quente sobe criando uma área de baixa pressão que atrai o ar mais frio, provocando ventos fortes. E para cheias, relaciona-se com o escoamento superficial (E01); Sim, explorando os conceitos que caracterizam o movimento dos fluidos (E13).	Destaca-se a diferença de pressão que é responsável pela formação e intensificação dos ciclones. (E01) O ar quente cria uma área de baixa pressão para formação de sistemas atmosféricas como ciclones (E02); Pode se relacionar as cheias ao escoamento superficial quando a intensidade de precipitação ultrapassa a capacidade de infiltração do solo, que provoca inundações. (E04) Associa-se a grande diferença de pressão a existência de ventos fortes (E09); A caraterização dos movimentos dos fluidos, permite compreender como ocorre o escoamento da água. (E15)
2.4.3	Hidrodinâmica e escoamento em canais	1- Registro	5- Registros
		Ciclones são sistemas de baixa pressão, que geram ventos fortes e chuvas intensas. E cheias ocorre quando há um acúmulo excessivo das águas. (E09)	Sim, baseando-se o princípio de continuidade (E01) O acúmulo excessivo de água provocado pelas cheias (E02) Baseando-se na dinâmica dos fluidos, permite entender como o ar e água se movem, (E15)

			Como a pressão atmosférica influencia na formação de ciclone, (E04) Como a pressão atmosférica influencia na formação de chuvas, (E09)
2.4.4	Modelagem Numérica e/ou Previsão de Eventos Extremos:	2- Registros	3- Registros
		Ajuda a população na preparação e prevenção dos respectivos fenômenos. (E05); Não teve evolução. (E14)	Ajuda a população na preparação e prevenção dos respectivos fenômenos. (E05); Sim, Explorando a sua essência para explicar as medidas de prevenção deste fenómeno (E13); Mostrando a sua formação desde o início até a sua evolução (E14)
2.4.5	Propriedades dos Fluidos e Comportamento de Escoamento	2- Registros	1– Registro
		Após a sua formação, ela se intensifica e se desloca entre zonas baixas e altas provocando ciclones. A interação entre a temperatura e pressão atmosférica influência de modo significativo nesses fenômenos. (E04); Sim, porque a MF, estuda o comportamento dos fluidos, podemos nos apoiar das suas leis, para explicar o processo de formação e evolução dos ciclones e cheias. (E15)	Sim, porque a MF, estuda o comportamento dos fluidos, podemos nos apoiar das suas leis, para explicar o processo de formação e evolução dos ciclones e cheias. (E15)
2.4.6	Equações de Movimento e Leis de Newton para Fluidos	0 – Registro	1- Registro
			Sim, as equações de continuidade, Princípio de Bernoulli, e a equação de Navier, pois elas ajudam a entender a lei de conservação de massa de ar ou da água em movimento, o que é essencial para compreender como as mudanças de pressão e temperatura leva a formação de ciclones. (E07)
2.4.7	Não sei	0 – Registro	0 – Registro

2.4.8	Não respondeu	2- Registros (E02) (E07)	1– Registro (E04)

Fonte: A Autora

Na UR 2.4.1 – Conservação da Massa e do Momento, identificamos no prévio zero registro, indicando que os estudantes não estavam familiarizados com esse aspecto da Mecânica de Fluidos**.** Na resposta posterior um registro, em que um estudante fez uma correlação entre o princípio de Bernoulli, teorias da dinâmica dos fluidos e a formação de ciclones e cheias. Ele destacou como a relação entre a velocidade do vento e a pressão pode prever a intensidade de um ciclone, o que demonstra que o estudante passou a entender a aplicação dos princípios da conservação da massa e do momento na dinâmica dos fenômenos naturais.

Para a UR 2.4.2 – Fluxo de Fluidos encontramos no prévio dois registros: os estudantes tinham uma compreensão parcial dos fenômenos e mencionaram como a diferença de pressão influencia a formação de ciclones, com o ar quente subindo para criar uma área de baixa pressão, o que atrai ar frio e provoca ventos fortes. Em relação às cheias, os estudantes relacionaram o escoamento superficial das águas à formação de cheias. Também houve referência aos conceitos que caracterizam o movimento dos fluidos. Na fase posterior, houve cinco registros, nos quais os estudantes evidenciaram o aprofundaram do conhecimento pré-existente e ofereceram novas contribuições substanciais no tema. Destaca-se a influência da diferença de pressão na formação de ciclones, a relação entre regiões de baixa pressão e padrões climáticos adversos, o impacto das cheias no escoamento superficial, a ligação entre ventos fortes e gradientes de pressão, além da caracterização do movimento dos fluidos em diferentes contextos. Esses resultados demonstram um entendimento mais contextualizado e aplicado da Mecânica de Fluidos, reforçando sua importância na previsão e gestão de fenômenos naturais.

Em relação a UR 2.4.3– Hidrodinâmica e Escoamento em Canais, encontramos no prévio um registro: indicando que os ciclones são sistemas de baixa pressão que geram ventos fortes e chuvas intensas e as cheias ocorrem devido ao acúmulo excessivo de água. Essas respostas refletem uma compreensão básica dos fenômenos, mas não necessariamente um entendimento profundo das leis da hidrodinâmica. No entanto, na fase posterior, os cinco registros analisados demonstraram um aprofundamento do conhecimento e a formulação de novas contribuições para o tema. Os estudantes identificaram o princípio de continuidade,

que descreve a conservação do fluxo de um fluido em movimento, exploraram o impacto do acúmulo excessivo de água nas cheias e analisaram, com base na dinâmica dos fluidos, como o ar e a água se movem em diferentes condições. Destacaram também a influência da pressão atmosférica na formação de ciclones e no desenvolvimento de chuvas, demonstrando uma compreensão mais ampla da relação entre os fenômenos meteorológicos e os princípios da Mecânica de Fluidos.

Na Unidade de Registro 2.4.4 – Modelagem Numérica e Previsão de Eventos Extremos, na fase prévia houve dois registros, em que mencionaram que o estudo dos ciclones e das cheias contribui para a preparação e prevenção desses fenômenos. No entanto, também houve uma resposta que indicava que não percebeu a relação com a Mecânica de Fluidos. Isso reflete uma compreensão inicial de que a MF pode ser aplicada à previsão e prevenção desses fenômenos. Na fase posterior três registros, as respostas se tornaram mais robustas pois os estudantes mencionaram que o estudo da Mecânica de Fluidos ajuda a população a se preparar para ciclones e cheias. Além disso, destacaram que entender os fenômenos desde sua formação até a evolução é essencial para a prevenção, mostrando um maior domínio na utilidade prática da MF na gestão de desastres naturais. Esse conhecimento contribui para fortalecer a capacidade dos estudantes de aplicarem a MF em situações reais, como a preparação e a prevenção de desastres naturais.

Em relação à UR 2.4.5 – Propriedades dos Fluidos e Comportamento de Escoamento, foram registradas duas respostas na fase prévia, os estudantes já relacionavam o comportamento dos fluidos com a formação de ciclones e cheias, indicando que a interação entre temperatura e pressão atmosférica tem um impacto significativo nesses fenómenos. Essa compreensão inicial sugere que havia uma noção consistente da importância das propriedades dos fluidos para entender a dinâmica de eventos climáticos. No entanto, na fase posterior, houve uma redução para apenas um registro, no qual a resposta foi praticamente repetida, reafirmando que a Mecânica de Fluidos é essencial para explicar a formação e evolução de ciclones e cheias. Essa redução de registros pode indicar que, embora o conhecimento tenha sido consolidado, o estudo não estimulou novas reflexões ou contribuições adicionais nesse tema.

Na UR 2.4.6 – Equações de Movimento e Leis de Newton para Fluidos, no prévio zero registro, nenhuma resposta registrada antes do conteúdo sobre as equações de movimento e as leis de Newton para fluidos ser abordado. Já na fase

posterior identificamos um registro, em que um estudante mencionou as equações de continuidade, o princípio de Bernoulli e a equação de Navier, explicando como essas leis são fundamentais para compreender a conservação da massa de ar ou água em movimento. O estudante também relacionou essas equações com as variações de pressão e temperatura que contribuem para a formação de ciclones, evidenciando que começaram a entender as ferramentas matemáticas e físicas necessárias para descrever e prever esses fenômenos.

Na Unidade 2.4.7 – Não Sei, tanto no prévio quanto no posterior, não houve registros de indecisão, o que sugere que os estudantes estavam seguros em relação aos conceitos abordados.

Em relação a Unidade de registro 2.4.8 – Não Respondeu, no prévio dois registros, sem respostas à questão. Na resposta posterior apenas um registro, o que pode indicar uma redução na hesitação dos estudantes em fornecer respostas, possivelmente devido ao aumento da confiança após a explicação do conteúdo.

Na Unidade 2.4.9 – Outras Respostas, não foram identificados registros tanto na fase prévia quanto na posterior do estudo.

Na questão 2.5. **“**De que maneira o conhecimento histórico dos desenvolvimentos científicos na Mecânica de Fluidos influencia sua compreensão dos fenômenos naturais relacionados com as cheias e ciclones?” teve-se o objetivo de avaliar como o conhecimento histórico dos desenvolvimentos científicos na MF pode enriquecer a compreensão dos fenômenos naturais, como ciclones e cheias. O quadro 18, na UC2.5, descreve a influência do conhecimento histórico na compreensão dos fenômenos naturais.

Quadro 18. Influência do conhecimento histórico na compreensão dos fenômenos naturais UC 2.5

Unidade Temática de Contexto 5 (UC2.5) – Influência do conhecimento histórico na compreensão dos fenômenos naturais			
UR	Descrição	Prévios	Posterior
2.5.1	Análise de Estudos de Caso Históricos	2– Registros	5– Registros
		Trazendo as teorias e descobertas dos principais conceitos e leis físicas da mecânica dos fluidos e sua evolução ao longo dos tempos, permitindo que se entenda os princípios fundamentais que regem os eventos	Fornecendo uma base teórica que ajuda a explicar os eventos complexos, como cheias e ciclones(E01) ... e ajuda a analisar a evolução do pensamento crítico e suas aplicações práticas (E09) Permite compreender os marcos históricos da percepção das leis

		naturais. (E07) Trazendo as teorias de Arquimedes, para compreender as teorias modernas, para entender os fenômenos relacionados a cheias e ciclones, bem como as suas previsões. (E01).	físicas da Mecânica de Fluidos desde a antiguidade até os dias atuais. (E13) Compreender os marcos históricos da percepção dos conceitos (E15). Trazendo uma ideia da evolução dos conceitos e leis físicas que permitem explicar os fenômenos relacionados a cheia e ciclone (E14)
2.5.2	Desenvolvimento de modelos e métodos	2– Registros	2 – Registros
		A partir de modelos matemáticos e teóricos, que ajuda a prever, explicar e lidar com esses fenômenos. (E04) Trazendo bases cientificas de análise e previsão dos fenômenos naturais. (E14)	Aproveitando-se das obras publicadas pelos cientistas, nas quais as leis físicas são vinculadas para explicar um certo fenômeno da natureza. (E02) Permite compreender a evolução dos modelos e prever o comportamento das águas em diferentes condições, ajudando a identificar áreas de riscos e desenvolver estratégias de mitigação. (E09)
2.5.3	Aplicações práticas na gestão de riscos.	0 – Registro	0 – Registro
2.5.4	Inovação e adaptação às mudanças climáticas	3- Registros	8– Registros
		Permite entender como que os fluidos se comportam em diferentes condições como interação entre água e ar. (E13). No uso de instrumentos físicos meteorológicos para medir e prever os fenômenos naturais. (E05) Permite entender como que os princípios físicos, se aplicam aos movimentos da água e ao comportamento do ar. (E09)	Permite entender como que os fluidos se comportam em diferentes condições como interação entre água e ar (E01) Verificar a dinâmica das correntes e a formação dos sistemas de altas e baixas pressões(E04); Permite verificar a dinâmica das correntes e a formação dos sistemas de baixas pressão. (E09) Explica a implementação de medidas de mitigação (E14) Dar resposta a desastres. (E13), Criar ações que protege o meio ambiente (E15). No uso de instrumentos físicos meteorológicos para medir os fenômenos naturais. (E01)

			...uso de instrumentos físicos para prever os fenômenos naturais. (05)
2.5.5.	Nunca usei	0 – Registros	0 – Registro
2.5.6	Não respondeu	1– Registro	1 – Registro
		(E02)	(E02)
URE 2.5.7	Unidade Emergente	Outras respostas	
	Movimento e equilíbrio dos fluidos	1– Registro	1 – Registro
		Permitindo conhecer o comportamento dos fluidos e as leis que regem a mecânica dos fluidos. (E15)	Permitindo conhecer o comportamento dos fluidos e as leis que regem a Mecânica de Fluidos. (E15)

Fonte: A Autora

Na UR 2.5.1 – Análise de Estudos de Casos Históricos: encontramos na fase prévia dois registros: foi mencionado como as teorias e “descobertas” dos principais conceitos e leis físicas da Mecânica de Fluidos evoluíram ao longo do tempo e trazer o Princípio de Arquimedes para os dias de hoje. Essas respostas indicam o entendimento da importância do conhecimento histórico na compreensão de princípios fundamentais que regem os eventos naturais, como ciclones e cheias. Na fase posterior com cinco registros: as respostas se expandiram significativamente e destacaram como o conhecimento histórico fornece uma firme base teórica para entender eventos naturais complexos como ciclones e cheias. Eles também enfatizaram o papel da evolução do pensamento crítico e das aplicações práticas dessa evolução ao longo do tempo. Alguns mencionaram a percepção dos conceitos desde a antiguidade até os dias atuais, indicando uma compreensão mais aprofundada da evolução histórica das leis físicas, com foco nos fenômenos naturais.

Esse aumento na quantidade e qualidade das respostas é um indício de que os estudantes passaram a explicitar e valorizar ainda mais a conexão entre o conhecimento histórico e os eventos naturais contemporâneos, sustentando que a compreensão das leis físicas, ao longo do tempo, permite uma interpretação mais rica e profunda dos fenômenos naturais atuais, como ciclones e cheias, e sua relação com a Mecânica de Fluidos.

Na UR 2.5.2 – Desenvolvimento de Modelos e Métodos: na fase prévia houve dois registros: foi mencionado o uso de modelos matemáticos e teóricos para prever, explicar e lidar com fenômenos naturais como ciclones e cheias, bem como bases científicas para análises e previsão. Isso já indica um reconhecimento da importância dos modelos/bases científicos na análise de eventos naturais. Na fase posterior houve também dois registros, porém por dois novos estudantes: as respostas se tornaram mais detalhadas, explicaram como as obras publicadas por cientistas, que vinculam as leis físicas aos fenômenos da natureza, são fundamentais para o desenvolvimento de modelos. Além disso, destacam que os modelos ajudam a prever o comportamento das águas, a identificar áreas de risco e a desenvolver estratégias de mitigação. Essa caracterização reflete uma maior compreensão dos estudantes, inclusive se considerarmos os dois registros prévios, em como a evolução dos modelos científicos contribui para a previsão e gestão de desastres naturais, especialmente em relação a ciclones e cheias.

Relativamente a UR 2.5.3 – Aplicações Práticas na Gestão de Riscos–Na faseprévia e na fase posterior não houve ocorrência de registros. Isso sugere que os estudantes não tinham um entendimento claro de aplicações práticas do conhecimento histórico na gestão de riscos e que o conteúdo da unidade não gerou respostas concretas em como as teorias históricas são aplicadas diretamente na gestão de riscos, ou que os estudantes não fizeram a conexão entre a teoria e a prática de forma explícita.

Para UR 2.5.4 – Inovação e Adaptação às Mudanças Climáticas, na fase prévia houve três registros: descreve-se que o conhecimento histórico da Mecânica de Fluidos ajuda a entender, e medir com instrumentos, o comportamento dos fluidos em diferentes condições, como a interação entre água e ar, e a dinâmica das correntes. Também foi mencionado a formação dos sistemas de baixa pressão e como esse entendimento permite a implementação de medidas de mitigação e resposta a desastres naturais, sugerindo um vínculo com o tema das mudanças climáticas. Na fase posterior houve oito registros, com cinco respostas adicionais de novos estudantes para essa unidade. Os oito estudantes conseguiram articular explicitamente como o conhecimento histórico contribui para a inovação e adaptação às mudanças climáticas, reconhecendo que a análise das experiências passadas fornece contribuições valiosos para a tomada de decisões no presente e no futuro.

Esse é um resultado a destacar pois nessa unidade de registro encontramos expresso o interfaceamento disciplinar e contextual: conceituação física e os contextos histórico e ambiental, com fenômenos de ciclones e cheias. Aqui temos indícios, ainda que preliminares, de explicitação de efetividade de uma unidade de ensino que propicia essa articulação e integração interdisciplinares de conhecimentos.

Na UR 2.5.5 –Nunca Usei, não houve registro prévio ou posterior: Não foi registrada resposta para essa unidade, o que sugere que os estudantes não se sentiram motivados a responder à questão ou não possuíam experiências anteriores que se alinhassem a essa classificação.

Em relação a UR 2.5.6 – Não Respondeu, houve uma ocorrência prévia e posterior isso pode indicar falta de compreensão ou falta de confiança na resposta.

Para a UR 2.5.7 – Outras Respostas. Surgiu a unidade emergente que descreve o estudo do movimento e equilíbrio dos fluidos. Na fase prévia houve um registro, foi mencionado a aplicação das leis físicas nos movimentos da água e no comportamento do ar, além da importância do conhecimento científico para analisar e prever fenômenos naturais. Essa resposta indica uma noção prévia das teorias fundamentais da Mecânica de Fluidos, mas com um foco mais geral**.** Na fase posterior houve um registro do mesmo respondente com o mesmo texto. Isso indica uma cópia simples da resposta anterior pelo respondente, que pode não ter entendido a questão ou não ter tido interesse em desenvolver uma resposta atualizada para a mesma.

A questão 3.1.**“**Quais as metodologias de ensino aprendidas durante a sua formação que mais te chamou atenção na abordagem da história de Mecânica de Fluidos? Considera essas metodologias adequadas? Por gentileza, justifique.”, teve como objetivo de conhecer as metodologias aprendidas pelos estudantes ao longo dos seus estudos anteriores e como essas metodologias foram acolhidas por eles na aprendizagem da Mecânica de Fluidos. Descreve-se no quadro 19 na UC 3.1, as metodologias de aprendizagem de leis físicas da MF.

Quadro 19. Metodologias de aprendizagem de leis físicas da Mecânica de Fluidos UC 3.1

Unidade Temática de Contexto 1 (UC3.1) – Metodologias de aprendizagem de leis físicas da Mecânica dos Fluidos

UR	Descrição	Prévio	Posterior
3.1.1	Como casos históricos	0 – Registro	1– Registro
			Análise de casos históricos permite identificar os avanços na Ciência (E13)
3.1.2	Como análise crítica de textos clássicos	0 – Registro	0 – Registro
3.1.3	Como uma contextualização histórica	1– Registro	2– Registros
		Foi o método experimental, este método é adequado porque os alunos conseguem relacionar a teoria com a prática e permite aceitação e refutação do paradigma relacionado a HMF. (E13);	Metodologias Ativas, como estudo de caso e simulações. São adequadas porque promove o envolvimento dos alunos e ajudam a visualização dos conceitos históricos da MF. (E01); Ao invés de apenas absorver teoria, a aplicação do conhecimento adquirido a um caso concreto (E09);
3.1.4	Discussões e Debates Estruturados	1– Registro	4– Registros
		Estudo de caso. Considero adequada, porque permite a obtenção de uma resposta clara em relação ao fenómeno em estudo (E02)	Aprendizagem ativas, baseadas em debates. Esta metodologia foi adequada porque proporcionou a participação de todos os intervenientes (E02) Debates em grupos focais (E09) A forma como o debate foi conduzido (E13) As ideias apresentadas despertaram curiosidade em nós (E15)
3.1.5	Aprendizagem Baseada em Problemas:	0 – Registro	4 – Registros
			A metodologia que mais me chamou atenção foi aprendizagem Baseada em Problemas, ela é adequada porque proporciona um nível de conhecimento mais eficaz aos estudantes e desenvolve habilidades de análise crítica dos fenômenos; a conexão da teoria e a prática (E01) O ensino por “descoberta”, incentiva a “descobrirem” soluções por meio da pesquisa, experimentação e análise de dados (E02) A resolução de trabalho em grupo

			facilita os estudantes no aprofundamento da matéria (E04) A organização e estruturação de ideias através mapas Conceituais (E15)
3.1.6	Análise de Documentos Históricos e análises Experimentais	2 – Registros	0 – Registro
		Experimentos práticos para explicar os conceitos físicos. Ela é adequada porque permite demonstrações com líquidos em recipientes variados para demonstrar os princípios de flutuabilidade (E15)	
3.1.7	Simulações e Modelagem Computacional	1 – Registro	4– Registros
		Método de modelos, analogias e indutivo, são adequados, pois a modelização destes fenômenos permite-nos trazer uma ideia clara dos fenômenos a se estudar. (E04)	Projetos de modelos e simulações de experimentos, considero adequada por ter ajudado a entender melhor sobre os fenômenos naturais como ciclones e cheias (E09) Experimentação e simulações computacionais de experimentos, considero adequada por ter ajudado a entender melhor sobre os fenômenos naturais como ciclones e cheias (E15) A análise de situações reais ou simuladas, tornando o aprendizado mais significativo (E04) A clareza identificada nos links da sequência didatica (E02)
3.1.8	Não me recordo	1 – Registro	0 –Registro
		(E01)	
3.1.9	Não respondeu	4 –Registros	3– Registros
		(E05) (E07) (E09) (E14)	(E05) (E07) (E14)

Fonte: A Autora

Na UR 3.1.1 – Como Casos Históricos, não houve registro na fase prévia. Na fase posterior houve um registro identificado. Isso sugere que a utilização de casos

históricos como metodologia de aprendizagem pode compor o enriquecimento de repertório docente como uma das formas de novas metodologias de ensino.

Na UR 3.1.2 – Como Análise Crítica de Textos Clássicos, tanto no Prévio quanto no Posterior, não houve registros. Isso sugere que a análise crítica de textos clássicos (como os textos históricos de cientistas não foi considerada relevante ou aplicável ao aprendizado dos estudantes, ou que essa metodologia não foi identificada como eficaz para o curso.

Na UR 3.1.3 – Como Contextualização Histórica, identificamos um registro prévio, e dois registros na fase posterior, o que indicam que, juntamente com a unidade anterior, a relevância histórica da Mecânica de Fluidos, de maneira contextualizada e em casos históricos, leva a uma compreensão de sua relevância no processo de aprendizagem de temas científicos.

Para a UR 3.1.4 – Discussões e Debates Estruturados, encontramos na fase prévia um registro, com especificação da metodologia de estudo de caso. Na fase posterior, identificamos quatro registros, indicando que a aprendizagem ativa, baseada em debates, foi uma abordagem adequada e proporcionou a participação de todos os intervenientes. Essas respostas sugerem que a adoção de debates estruturados foi eficaz, pois promoveu a interação e o engajamento de boa parte dos estudantes, incentivando uma abordagem mais colaborativa e participativa no entendimento dos fenômenos naturais.

Na UR 3.1.5 – Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), na fase prévia não houve registro e na fase posterior houve quatro registros. Os estudantes registraram que a ABP foi uma abordagem eficaz, pois permitiu um nível de aprendizado profundo e desenvolveu habilidades como a análise crítica de eventos. Isso indica que os estudantes reconheceram que essa metodologia ofereceu uma abordagem prática e focada na resolução de problemas reais, o que facilitou a compreensão das leis da Mecânica de Fluidos e sua aplicação.

Para a UR 3.1.6 Análise de Documentos Históricos e Análises Experimentais, na fase prévia houve dois registros: foi mencionado o método experimental para relacionar a teoria com a prática e para demonstrar o princípio de flutuabilidade.

Esse método foi visto como adequado, pois permitiu a aceitação ou refutação de paradigmas relacionados à Mecânica de Fluidos. No entanto, no posterior não houve mais registros sobre esse tipo de abordagem. A queda nas respostas pode indicar que os estudantes não associaram a experiência prática com os documentos históricos ou que a abordagem experimental não foi suficientemente destacada na metodologia.

Relativamente a UR 3.1.7 Simulações e Modelagem Computacional, na fase prévia houve um registro e na posterior houve quatros registros: previamente, um estudante mencionou que os modelos e analogias eram adequados, pois a modelização dos fenômenos ajuda a visualizar melhor o que estava sendo estudado. Nos registros posteriores, houve um aumento significativo nas respostas, com quatro estudantes destacando as simulações e modelagens computacionais como metodologias eficazes. Eles indicaram que abordagens como estudo de caso e simulações ajudaram a promover o envolvimento dos estudantes (e facilitaram a visualização dos conceitos históricos da mecânica dos fluidos, conforme registo na unidade que trata de contextualização histórica). Outros mencionaram que os projetos de modelos, *links* e simulações facilitaram o entendimento dos fenômenos naturais, como ciclones e cheias.

A experimentação e simulação computacional foram consideradas essenciais para a compreensão dos fenômenos naturais. Este aumento de registros indica uma avaliação positiva, mostrando que as simulações virtuais foram percebidas como uma ferramenta eficaz para demonstrar os conceitos e visualizar teorias históricas de maneira mais tangível.

Na UR 3.1.8 – Não Me Recordo, houve um registro na frase prévia e no posterior zero registro: no prévio, um estudante não conseguiu se recordar de uma metodologia específica. No registro posterior não se obteve mais observação. A ausência de registros posteriores pode indicar que o estudante passou a se lembrar ou a se engajar mais com as metodologias após a implementação.

Relativamente a UR 3.1.9 – Não Respondeu, no prévio houve quatro registros e no posterior três registros A falta de resposta pode indicar a não compreensão e ou/ o desinteresse na metodologia abordada, mas percebe-se que E9 participou com registros no questionário posterior.

Para a UR 3.1.10 – Outras Respostas: não houve registros prévios nem posteriores.

As respostas fornecidas nos registros posteriores dos estudantes refletem aspectos positivos do processo de ensino e de aprendizagem vivenciado por meio da abordagem aplicada. A conexão da teoria e da prática, contextualizadas, enfatiza a importância de integrar conhecimentos teóricos com experiências práticas, promovendo uma aprendizagem mais significativa e aplicável à realidade.

A utilização de estudos de caso ou simulações permite que os estudantes vivenciem situações próximas às que enfrentarão profissionalmente, facilitando a compreensão e aplicação dos conteúdos aprendidos. Ao invés de apenas absorver passivamente uma teoria, os estudantes indicaram a aplicação do conhecimento adquirido a um caso concreto, a transição do aprendizado passivo para o ativo, como característica necessária a uma abordagem de ensino.

A clareza nos materiais de apoio, como *links* e recursos digitais, facilita a compreensão e o aprofundamento dos conteúdos, permitindo que os estudantes acessem informações complementares de forma eficiente, e a condução planejada e eficaz dos debates estimula a participação ativa dos estudantes, promove o pensamento crítico e a troca de ideias, enriquecendo o processo de aprendizagem.

A questão 3.2. “Em seu entendimento, como podem ser integrados os fenômenos naturais ciclones e cheias nas lições da história de Mecânica de Fluidos?”, teve o objetivo de investigar como os fenômenos naturais (ciclones e cheias) podem ser utilizados para integrar conceitos históricos e científicos da Mecânica de Fluidos. O quadro 20, UC 3.2, descreve a integração dos FN na contextualização histórica da MF.

Quadro 20. Integração dos fenômenos naturais na contextualização histórica da Mecânica de Fluidos UC 3.2

Unidade Temática de Contexto 2 (UC 3.2) – Integração dos fenômenos naturais na contextualização histórica da Mecânica de Fluidos			
UR	**Descrição**	**Prévios**	**Posterior**
3.2.1	Desenvolvimento das teorias de circulação atmosférica ao longo da história	4 Registros	8–Registros
		Pode ser integrado na HMF ao considerar como os princípios de desenvolvimento ao longo do tempo são usados para	Por meio de projetos interdisciplinares que conecte a HMF com os ciclones e cheias, isso pode incluir análise de dados

		explicar estes eventos (E01) Podem ser integrados para fornecer uma perspectiva abrangente e contextualizada sobre como os princípios científicos foram desenvolvidos e aplicados para entender esses eventos ao longo do tempo. (E04); Pode ser integrado no estudo de movimento e como influencia a formação dos ciclones e escoamento das águas durante cheias e ciclones. (E09); Através das análises de como esses eventos são explicados pelas leis físicas, ajudando aos estudantes a verem a relevância pratica da HMF (E13);	históricos. (E01) Na explicação cientifica do princípio de continuidade que relaciona ciclone e cheias. (E05); Pode ser integrado na explicação do princípio de continuidade. (E02); A situação vivida durante o ciclone idai (E09); Pode ser integrado na HMF os princípios de desenvolvimento ao longo do tempo (E15); Através de observação de fenômenos naturais (E15) Podemos estudar como que as forças atuam sobre os fluidos em movimento e como influencia na formação de ciclones eno escoamento das águas durante as cheias. (E09); Podem ser integrados no estudo da vazão volumétrica e princípio de Bernoulli (E13); Pode ser integrada no estudo dos princípios da hidrodinâmica que influencia o comportamento das águas e o movimento dos ventos em torno das áreas de baixas pressão. (E15)
3.2.2	Análise de eventos históricos de cheias	2- Registros	5- Registros
		O acontecimento da minha cidade quando das chuvas(E04) Conhecer os principais marcos da MF. As leis que explicam as cheias (E14)	Por meio de projetos interdisciplinares que conecte a HMF com os ciclones e cheias, isso pode incluir análise de dados históricos. (E01) Os acontecimentos de cheias que acontecem nas comunidades (E02) Podemos estudar como que

			as forças atuam sobre os fluidos em movimento e como influencia na formação de ciclones e no escoamento das águas durante as cheias. (E09); Conhecer os principais marcos da MF (E09) As leis de física explicam eventos históricos (E14);
3.2.3	Contribuições de figuras históricas	1– Registro	1- Registro
		Os fluidos descrevemos movimentos descritos pelas figuras históricas (E02)	A descrição dos fluidos em movimentos pelas figuras históricas (E14)
3.2.4	Não sei	0 – Registro	0 – Registro
3.2.5	Não respondeu	3– Registros	3– Registros
		(E05) (E07) (E14)	(E04) (E07) (E14)
URE 3.2.6	Unidades emergentes	Outras respostas	
	Interpretação de FN	3 – Registros	0 – Registro
		A análise das leis físicas que explicam os acontecimentos da natureza. (E02)	
	Interdisciplinaridade e integração com outras Ciências	A ligação com outras ciências (E01), Pode ser integrada na contextualização dos conteúdos, de modo a preparar os alunos para enfrentar os desafios do Mundo real. E através de observação de fenômenos naturais (E15)	

Fonte: A Autora

A análise dos dados da Unidade de Contexto (3.2) busca revelar como os estudantes percebem a integração de fenômenos naturais como ciclones e cheias com a CHMF. Vamos examinar as respostas prévias e posteriores à implementação

da abordagem para entender como a contextualização histórica e os fenômenos naturais foram compreendidos.

Na UR 3.2.1 – Desenvolvimento das Teorias de Circulação Atmosférica houve quatro registros prévios e oito registros posteriores. Houve registros prévios reconhecendo o desenvolvimento das teorias de circulação atmosférica, mas com posteriormente obteve-se o dobro de correlações entre as três áreas trabalhadas na abordagem. Isso sugere que essas correlações foram consideradas pelos estudantes como relevantes no contexto interfacetado apresentados na UEPS contextualizada.

Para UR 3.2.2 – Análise de Eventos Históricos de Cheias. Identificamos na fase prévia dois registros e cinco registros na posterior: os estudantes indicaram que a análise dos eventos históricos de cheias era feita por meio da observação das leis físicas que explicam esses fenômenos naturais. Após a aplicação da metodologia, a resposta se expandiu para sugerir que projetos interdisciplinares poderiam conectar a história da Mecânica de Fluidos com eventos atuais, como ciclones e cheias, incluindo a análise de dados históricos.

A ocorrência de aumento de registros nessas duas unidades indica indícios de que os estudantes entenderam uma relevância prática de integrar eventos históricos e dados atuais no estudo dos fenômenos naturais, destacando a importância da abordagem interdisciplinar e contextualizada. A metodologia parece ter promovido uma visão mais ampla e atualizada a respeito de como os eventos naturais podem ser analisados à luz dos princípios da Mecânica de Fluidos.

Na UR 3.2.3 – Contribuições de Figuras Históricas, na fase prévia e na posterior um registro: foi mencionado que as contribuições de figuras históricas poderiam ser integradas para explicar como os princípios da MF se desenvolveram ao longo do tempo para compreender fenômenos como ciclones e cheias. No entanto, após a metodologia, identificamos um registro a respeito dessa abordagem. Dado reconhecimento inicial da importância das contribuições históricas, a metodologia aplicada pode ter incentivado suficientemente a exploração das figuras históricas e suas contribuições na forma como os princípios da Mecânica de Fluidos foram estabelecidos, mas evitando mitificações ou personalismo, o que explica uma fraca ocorrência conforme planejado.

Relativamente a UR 3.2.4 –Não sei: tivemos registro nulo prévios e posteriores. Isso pode indicar que os estudantes se sentiram desconfortáveis com as abordagens aplicadas.

Na UR 3.2.5 – Não Respondeu. Prévio três registros e posterior três registros: não responderam à questão em ambas as fases. Isso pode sugerir que alguns estudantes não estavam totalmente engajados ou não entenderam completamente o que estava sendo perguntado. A falta de mudança no número de respostas não respondidas indica que essas respostas não foram significativamente influenciadas pela metodologia de ensino aplicada.

Para a UR 3.2.6 – Outras Respostas. Identificamos unidades emergentes: as percepções e compreensões dos respondentes. Essas unidades surgiram como inferências, com base na leitura atenta, em que na fase prévia observamos três registros e zero registro na posterior: na fase prévia. Há noções de contextualização, mas de forma generalizada, que permitiu trazer duas descrições: (Identificação de fenômenos naturais e Interdisciplinaridade e integração com outras Ciências), sem focos nas áreas tratadas na questão proposta. Na fase posterior, a ausência de registros indica uma migração das noções para as áreas trabalhadas na abordagem aplicada, o que se mostra como um resultado de impacto positivo na aprendizagem dos estudantes.

Com a questão 3.3. “No contexto das metodologias em UEPS, quais são algumas atividades criativas que podem ajudar estudantes a visualizar e entender os princípios da História de Mecânica dos Fluidos relacionados a esses fenômenos? Considera adequados? Porquê?”, buscou-se conhecer as principais atividades que possam ser desenvolvidas com base em UEPS, de modo a ajudar os estudantes a visualizarem e entender a evolução histórica dos conceitos e leis físicas da MF que caracterizam um determinado fenômeno de ciclone ou cheias, que ocorre com maior frequência em uma dada comunidade. O quadro 21, da UC 3.1, descreve as atividades no contexto das UEPS.

Quadro 21– Atividades no contexto das UEPS UC 3.3

Unidade Temática de Contexto 3 (UC3.3) – Atividades no contexto das UEPS			
UR	**Descrição**	**Prévios**	**Posterior**
		2– Registros	2 – Registros

3.3.1	Simulações computacionais:	Atividades criativas como simulações experimentais e projeto de modelos, são adequadas pois promove aprendizado significativo e interativo. (E09). Experiências em laboratórios, simulações digitais e trabalhos em grupos, ajudam os estudantes a visualizarem os princípios da MF e promove a participação ativa dos estudantes. (E13);	Atividades como simulações computacionais. Ajuda os estudantes a visualizarem os princípios da Mecânica dos Fluidos, pois elas são adequadas porque reforçam a aprendizagem dos alunos. (E01) Atividades criativas como simulações experimentais e projeto de modelos, são adequadas pois promove aprendizado significativo e interativo. (E09).
3.3.2	Experiências práticas	3 – Registros	2 – Registros
		Atividades Criativas como laboratório, podem ajudar os estudantes a visualizarem os princípios da mecânica dos fluidos. (E02). Experiências em laboratórios, simulações digitais e trabalhos em grupos, ajudam os estudantes a visualizarem os princípios da MF e promove a participação ativa dos estudantes. (E13); Experiências práticas e jogos educativos, ajudaria na compreensão dos princípios que regem a MF de forma geral. (E15)	Aprendizagem ativa e aprendizagem baseada em problemas, são considerados adequados. Porque é através deste método que os estudantes podem explorar a respeito da HMF, realizando experiências laboratoriais, assim como resolver problemas (E02) Experiências práticas ajudaria na compreensão dos princípios que regem a MF de forma geral. (E15)
3.3.3	Modelagem com materiais simples	0 – Registro	0 – Registro
3.3.4	Análise de casos do Mundo real	0 – Registro	0 – Registro
3.3.5	Demonstrações interativas	0 – Registro	0 –Registro

3.3.6	Discussões em grupo	6- Registros	5- Registros
		Pequenos grupos para trabalhos experimentais da comprovação das leis que regem a HMF, são adequadas, pois faz a ligação da teoria com a prática (E01) A partilha de pontos de vista (E02) A troca de opiniões (E04) O debate estruturado de ideias (E09) Experiências em laboratórios, simulações digitais e trabalhos em grupos, ajudam os estudantes a visualizarem os princípios da MF e promove a participação ativa dos estudantes. (E13); Análise em pares facilita a compreensão (E14)	Investigações em grupos, com objetivos de entender os princípios da MF. Este método possibilita aos estudantes a se integrarem e desenvolverem um espírito de pesquisa na resolução de problema. (E01) A troca de ideias (E02), Ouvir diferentes pontos de vista (E04), Permite a aprendizagem colaborativa(E13); Interação social, permite que os indivíduos expressem suas perspectivas, (E14)
3.3.7	Não sei	0 – Registro	0 – Registro
3.3.8	Não respondeu	4 – Registros	4 – Registros
		(E01); (E05) (E07) (E14)	(E04) (E05) (E07) (E14)

Fonte: A Autora

A análise dos dados da Unidade Temática de Contexto 3 revela como diferentes tipos de atividades didáticas no contexto das Unidades de Ensino de Práticas Simuladas (UEPS) influenciam a compreensão dos estudantes a respeito dos princípios da MF. As respostas de antes e depois da implementação da metodologia são analisadas para identificar alterações nas noções dos estudantes.

Para UR 3.3.1 – Simulações Computacionais: identificamos, na fase prévia e na fase posterior dois registros. Antes da intervenção, dois estudantes indicaram que atividades criativas, como simulações experimentais e projetos de modelos, eram adequadas para promover aprendizado significativo e interativo. Após a metodologia, as respostas foram bem situadas para incluir simulações computacionais como um instrumento adequado para ajudá-los a visualizar os princípios da MF, reforçando a aprendizagem dos estudantes. Essa mudança indica que a metodologia ativa aplicada na abordagem, com o uso de simulações, foi bem recebida pelos estudantes, proporcionando uma exemplificação de conceitos da MF, o que facilita a compreensão.

Na UR 3.3.2 – Experiências Práticas, tivemos três registros prévio e dois posteriores. Antes da intervenção metodológica, os estudantes destacaram que atividades criativas, como laboratórios, simulações digitais e trabalhos em grupos, são importantes para visualizar os princípios da MF e promover a participação ativa dos estudantes. Também mencionaram o uso de jogos educativos como uma ferramenta útil para compreender os princípios de forma geral. Após a aplicação da metodologia, a ênfase foi para o aprendizado ativo e baseado em problemas, sugerindo que esse método permite aos estudantes explorarem e aplicarem os princípios da Mecânica de Fluidos por meio de experiências laboratoriais e resolução de problemas. Embora o número de registros tenha diminuído, a resposta indica que os estudantes entenderam e lembraram de registrar uma nova e interessante abordagem de ensino, como é o caso do aprendizado baseado em problemas.

Em relação a UR 3.3.3 – Modelagem com Materiais Simples, não houve registros em modelagem com materiais simples no prévio e no posterior. Isso demostra que essa abordagem não foi vista como relevante pelos estudantes no contexto das UEPS.

Para a UR 3.3.4 – Análise de Casos do Mundo Real e para a UR 3.3.5 – Demonstrações Interativas, também não houve registros. Isso pode indicar que essas abordagens não foram amplamente aplicadas ou percebidas como significativas o contexto de ensino das UEPS, ou que os estudantes não viram essa abordagem como diretamente conectada aos conceitos estudados.

Na UR 3.3.6 – Discussões em Grupo, obteve-se na fase prévia seis registros e cinco registros na posterior. Os seis registros prévios evidenciam que a adoção de pequenos grupos para trabalhos experimentais a respeito das leis da Mecânica de Fluidos era adequada, pois permitiam ligar a teoria à prática, partilhas de pontos de vista, trocas de opiniões, debates estruturados e a facilitação da compreensão dos conceitos em pares. Porém essas noções se apresentaram juntas aos outros tipos de abordagens. Os Registros posteriores destacaram o mesmo ponto de vista no registro prévio, mas dando ênfase que as investigações em grupo permitem desenvolver o espírito de pesquisa e colaboração na resolução de problemas como uma forma de aprofundar a compreensão dos conceitos.

Para a UR 3.3.7 – Não Sei, não houve registros prévios e posteriores. Isso pode indicar que os mesmos estavam cientes das abordagens pedagógicas e das atividades propostas.

Na UR 3.3.8 – Não Respondeu: Quatro estudantes não responderam à questão antes e depois, o que pode indicar uma falta de engajamento ou entendimento completo quanto a questão proposta. Este padrão sugere que a falta de respostas não foi influenciada pela metodologia, mas pode refletir uma questão estrutural, como a dificuldade de compreensão das questões ou falta de clareza nas instruções.

Após a análise da unitarização desses registros, identifica-se que os estudantes, que previamente demonstraram reconhecer o valor positivo de atividades de ensino com enfoque ativo, julgaram que as mesmas foram adotadas de forma variada e bem-sucedida na abordagem aplicada.

4.2. PROCEDIMENTOS, ANÁLISE DOS DADOS DE ESTUDANTES E INFERÊNCIAS DEDUTIVAS NO CONTEXTO DA FORMAÇÃO ADOTANDO UEPS

Durante a fase de formação, conforme o planejamento estabelecido, os estudantes participaram de atividades fundamentais das Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS). Nesse processo, responderam ao questionário de avaliação formativa antes e depois da formação, seguindo a codificação (E1...En). Ao longo da formação em UEPS, foram orientados a elaborar mapas conceituais, a registrar observações no diário de bordo e a desenvolver um

plano de aula. Essas estratégias, amplamente utilizadas em contextos educacionais, têm como objetivo organizar e representar visualmente o conhecimento, facilitando a compreensão e a retenção das informações.

4.2.1 Análise dos Dados de questionário Formativo em UEPS.

Na análise proposicional de conceitos, buscamos avaliar o equilíbrio entre conceitos centrais e periféricos, olhando como eles se conectam e se estruturam. Tal abordagem possibilita uma compreensão mais aprofundada da organização cognitiva de um indivíduo ou grupo, além de fornecer significados da complexidade e da profundidade do entendimento de um tema específico.

Desta forma, utilizamos nesta pesquisa um instrumento que denominamos de avaliação formativa, aplicado tanto antes quanto após a formação na UEPS. Referimo-nos ao questionário formativo como pré-APC e pós-APC, nos quais apresentamos as seguintes questões: Na Dimensão A, com o objetivo de identificar os principais fatos históricos que marcaram a evolução dos conceitos e leis físicas da mecânica dos fluidos, na Q1- Mencione os cientistas que contribuíram na evolução da mecânica dos fluidos

Na Dimensão B, com o objetivo de detalhar os conceitos relacionados a fluidos, pressão e vazão volumétrico, foram formuladas as seguintes questões: Q2 - O que é um fluido? Q3 - O que você entende por pressão? e Q4 - O que você entende por vazão.

Na Dimensão C, cujo objetivo é enunciar leis físicas e princípios básicos da MF, foram apresentadas as seguintes questões:Q5- O que entende por princípio de continuidade e de Bernoulli? E Q6 - Enuncie a lei de conservação.

Por último, na Dimensão D, com objetivo de abordar a relação da História de Mecânica de Fluidos (HMF) com os fenômenos do cotidiano, foi proposta a questão seguinte: Q7-Descreva alguns fenômenos naturais relacionados com a Mecânica de Fluidos.

Para a análise dos dados, foram selecionadas as respostas dos estudantes que participaram da pesquisa e que completaram todas as atividades propostas. Esses estudantes também responderam tanto ao teste formativo pré-intervenção (Pré-APC) quanto ao pós-intervenção (pós-APC). Para garantir a confidencialidade e

preservar as identidades dos participantes, as respostas foram codificadas de forma a serem identificadas apenas como E01, ... En, sendo que "E" representa "estudante" e "n" indica o número correspondente a cada um.

As respostas se concentraram em identificar padrões e mudanças nas noções e habilidades dos estudantes antes e após a intervenção. Para a análise das respostas, baseamo-nos nos princípios de Hugh Lacey (1998), que descreve os valores cognitivos como aqueles que orientam nossa forma de pensar, conceber a verdade factual e julgar o que é melhor ou pior do ponto de vista simbólico, eesses valores guiaram nossa avaliação, permitindo uma análise mais rigorosa e objetiva das respostas dos estudantes.

As respostas dos estudantes antes e depois da formação, permitem concluir que, na dimensão: A-Principais fatos históricos que marcaram a evolução dos conceitos e leis físicas da mecânica dos fluídos **:**na questão1. Mencione os cientistas que contribuíram na evolução da mecânica dos fluidos**,** os estudantes participantes demostraram clareza no nível de conhecimento histórico, destacando figuras importantes como Arquimedes, Bernoulli, Newton e outros pioneiros cujas formulações foram fundamentais na Mecânica de Fluidos**.**

Na Dimensão B- Conceitos básicos de Mecânica de Fluidos: O que é fluído? O que entende por pressão? E O que entende por vazão volumétrica? as respostas dos estudantes revelaram a necessidade de maior poder explicativo e aprofundamento científico nos conceitos apresentados. Observou-se que, embora alguns participantes tenham demonstrado uma compreensão inicial, as definições careceram de precisão e fundamentação teórica.

Essa análise indica a importância de reforçar os aspectos conceituais e técnicos durante as intervenções pedagógicas, promovendo clareza científica nas definições e a articulação entre os conceitos e suas aplicações práticas.

Na Dimensão C - Leis físicas e princípios básicos da mecânica dos fluidos: O que entende por princípio de continuidade e de Bernoulli? E 2- Enuncie a lei de conservação? observou-se que, em muitos casos, os enunciados estavam incompletos ou apresentavam lacunas na fundamentação científica, especialmente em relação às conexões entre os princípios de continuidade, Bernoulli e a lei de conservação.

Essa análise reforça a importância de proporcionar abordagens didáticas detalhadas e contextualizadas, que explorem não apenas os conceitos e algoritmos, mas também suas implicações práticas e históricas. Isso potencialmente contribuirá para uma compreensão significativa correta e precisa das leis e princípios básicos da Mecânica dos Fluidos.

Na Dimensão D- Relação da HMF com os fenómenos do quotidiano: Descreva alguns fenómenos naturais relacionados com a Mecânica de Fluidos? as respostas apresentadas revelaram uma descrição superficial e quase desconectada dos fenômenos naturais em relação aos conceitos da Mecânica de Fluidos. Embora os estudantes tenham mencionado fenômenos como ciclones e cheias, as explicações careceram de profundidade teórica e da conexão clara com os princípios da MF. Essa observação destaca a necessidade de uma abordagem mais integrada e detalhada, que favoreça a compreensão dos estudantes em como a teoria da Mecânica de Fluidos se aplica diretamente aos fenômenos naturais, estimulando uma análise crítica e contextualizada.

A análise proposicional de conceitos foi uma ferramenta eficaz para diagnosticar e acompanhar o progresso dos estudantes. As UEPS, articuladas ao ensino contextualizado historicamente, mostraram-se fundamentais para conectar a ciência ao seu desenvolvimento histórico e ao contexto natural vivido pelos estudantes, promovendo uma aprendizagem significativa**.**

Na sequência da formação, apresentamos os dados coletados por meio da elaboração de mapas conceituais pelos estudantes participantes. Segundo Moreira (2011, p. 135), os mapas conceituais são ferramentas poderosas que podem induzir transformações significativas na maneira como o ensino, a avaliação e a aprendizagem são realizados. Esses mapas favorecem uma aprendizagem significativa, que se manifesta por meio da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa. Dessa forma, toda aprendizagem significativa que culmina em reconciliação integrativa também resulta na diferenciação progressiva de conceitos ou proposições (Moreira, 2010).

A seguir, são apresentados os dados relativos aos Mapas Conceituais criados pelos estudantes participantes em diversos momentos durante a sequência Didática. Formamos três (3) grupos compostos por três elementos em dois momentos antes e

depois da formação ou aplicação da sequência didática. Os participantes foram identificados pelo código do/a (E) estudante e seu respectivo mapa conceitual, por meio de letras e números (por exemplo, MG1(E01, En) se refere ao Mapa do grupo1 de Estudante 1. 2 e 3.

Para classificação dos mapas conceituais, recorremos à teoria que subscreve os conceitos da Aprendizagem Significativa, uma vez que o instrumento avaliativo pode mostrar indícios desse tipo de aprendizagem. Tais indícios se dão basicamente pelos conceitos elencados em cada mapa, pelas relações que são feitas entres eles e pela hierarquização exposta nos mapas, evidenciando assim algumas características da teoria da Aprendizagem Significativa.

No decurso da formação, os estudantes não conseguiram elaborar mapas conceituais porque desconheciam tanto a teoria subjacente quanto as ferramentas possíveis para sua construção. A falta de familiaridade com os conceitos e a metodologia adequada dificultou o desenvolvimento dos mapas na primeira fase. Isso demandou um aprofundamento no tema durante a oficina, buscando entender as razões por trás dessa lacuna de conhecimento e como isso impacta a habilidade dos estudantes em elaborar mapas conceituais.

Após a explicação, na fase subsequente, os estudantes conseguiram construir os mapas conceituais finais. A seguir, apresentamos uma descrição desses mapas, que foram classificados conforme os critérios estabelecidos por Novak (2003).

Quadro 22. Descrição dos mapas conceituais

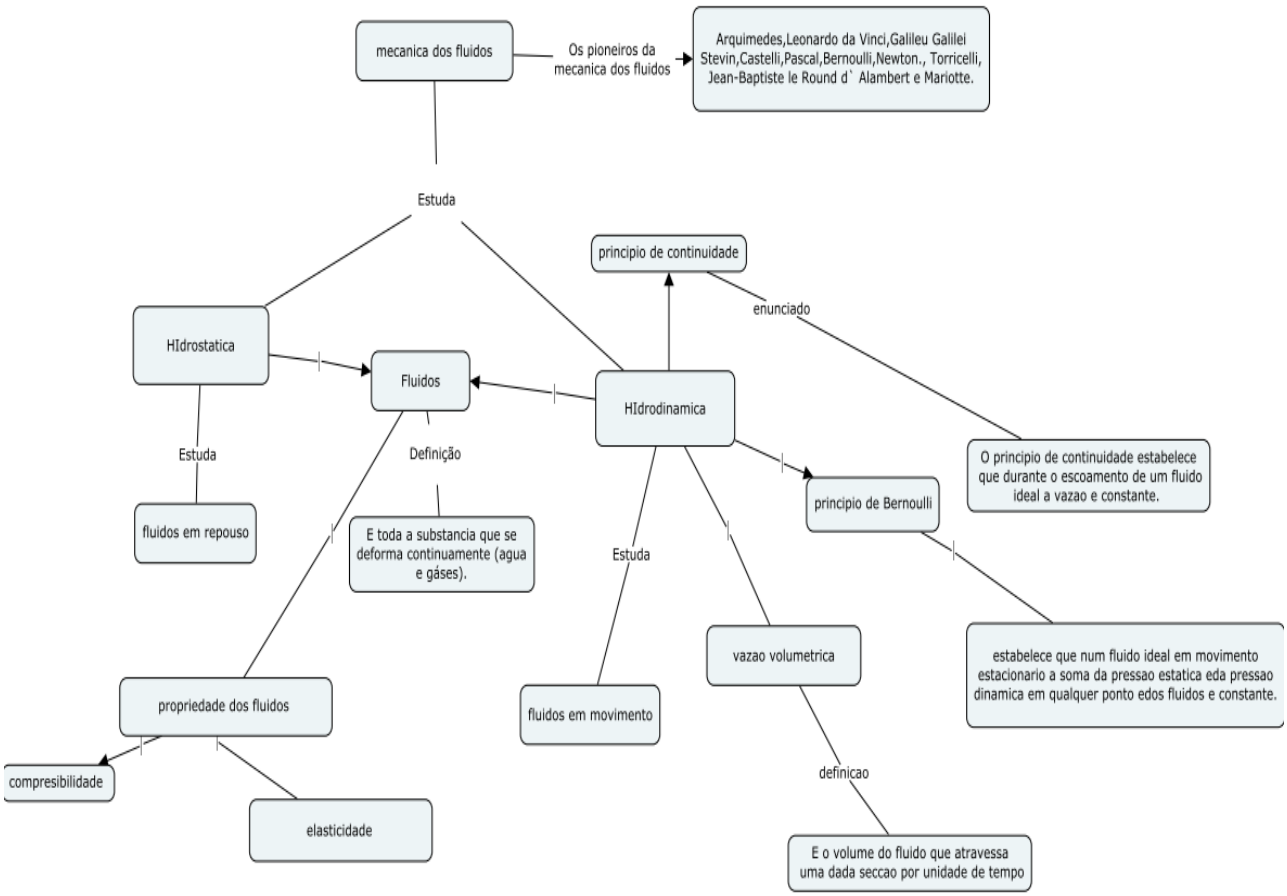
Nível	Classificação	Elementos de grupos
1	Mapas demonstram uma organização que segue uma **sequência simples**, mas carecem de complexidade e profundidade na representação dos conceitos. A **abordagem linear** limita a interconexão entre os diferentes elementos, o que pode restringir a compreensão abrangente do tema abordado.	MG1 (E02, E07, E09), MG2 (E01, E04, E05) e MG3 (E08, E13, E14)
2	Os mapas conceituais foram classificados como uma construção **parcialmente satisfatória**, pois apresentam indícios de relações, mas apenas com uma diferenciação progressiva entre os conceitos. Embora os conceitos estejam organizados em níveis de generalidade, a falta de conexões mais robustas entre eles limita a profundidade da	Nenhum

	compreensão e a integração dos conhecimentos.	
3	"Osmapas conceituais foram considerados **adequados,** pois demonstram relações relevantes entre os conceitos, evidenciadas pela diferenciação progressiva e pela reconciliação integrativa. Além disso, fazem uso apropriado de palavras de ligação, o que fortalece a compreensão e a interconexão dos conteúdos apresentados."	Nenhum

Fonte: Autora

Os estudantes do grupo 1, no exemplo do mapa (MG1), apresentaram um mapa que pode se classificar como linear, pois observamos a falta de palavras cruzadas, a formulação e ligação de conceitos, bem como a falta de exemplos que demostrem a ligação entre HMF e os fenômenos naturais. Podemos dizer que há a necessidade de aprimorar a compreensão dos conceitos e das ligações.

Figura 8- Ilustração do mapa conceitual do grupo1

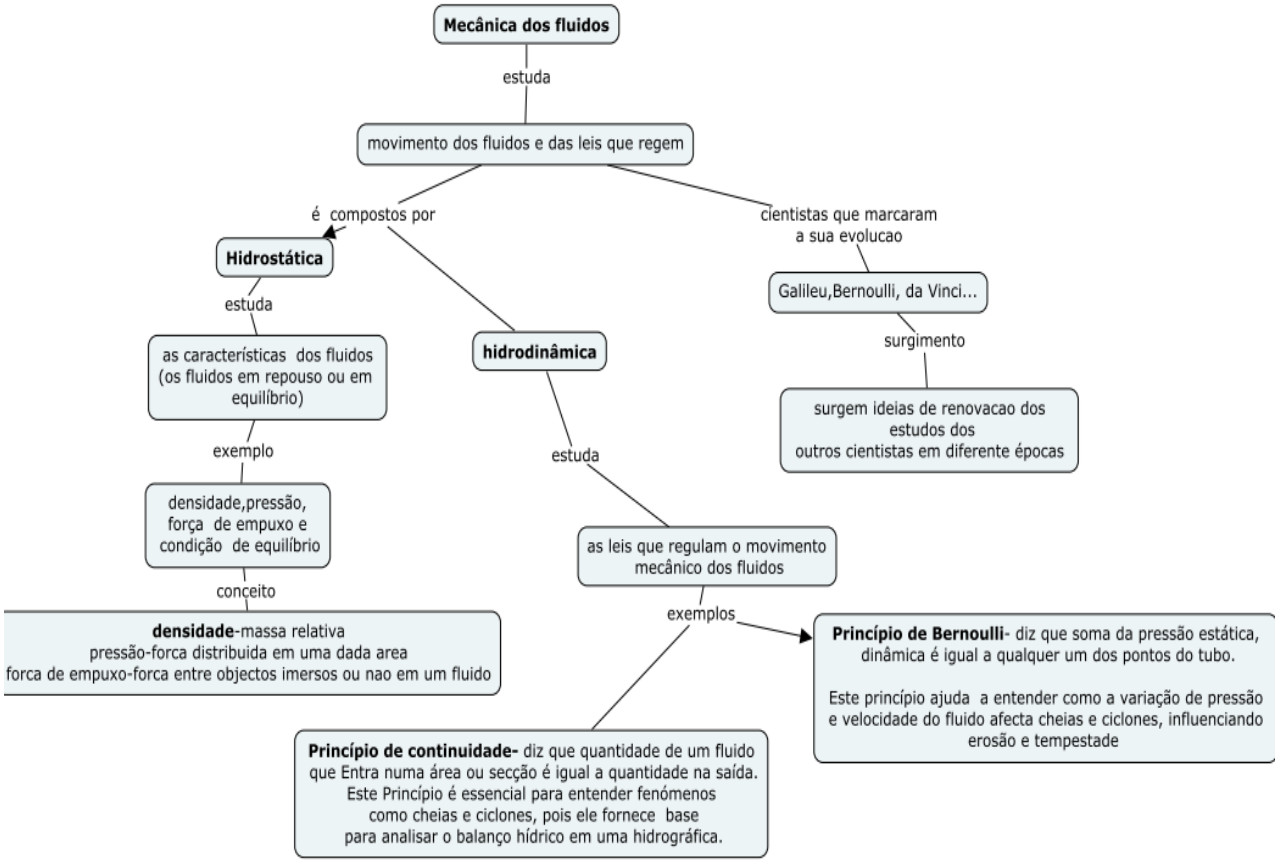


Fonte:MG1

O mapa conceitual elaborado pelo grupo 2 também foi classificado como linear, apesar de apresentar algumas ligações. Observamos que ainda há

necessidade de desenvolver melhor certos conceitos, como os de pressão e fluido, bem como de incluir ligações cruzadas que poderiam evidenciar as conexões entre a história da mecânica de fluídos (HMF) e os fenômenos naturais (ciclones e cheias).

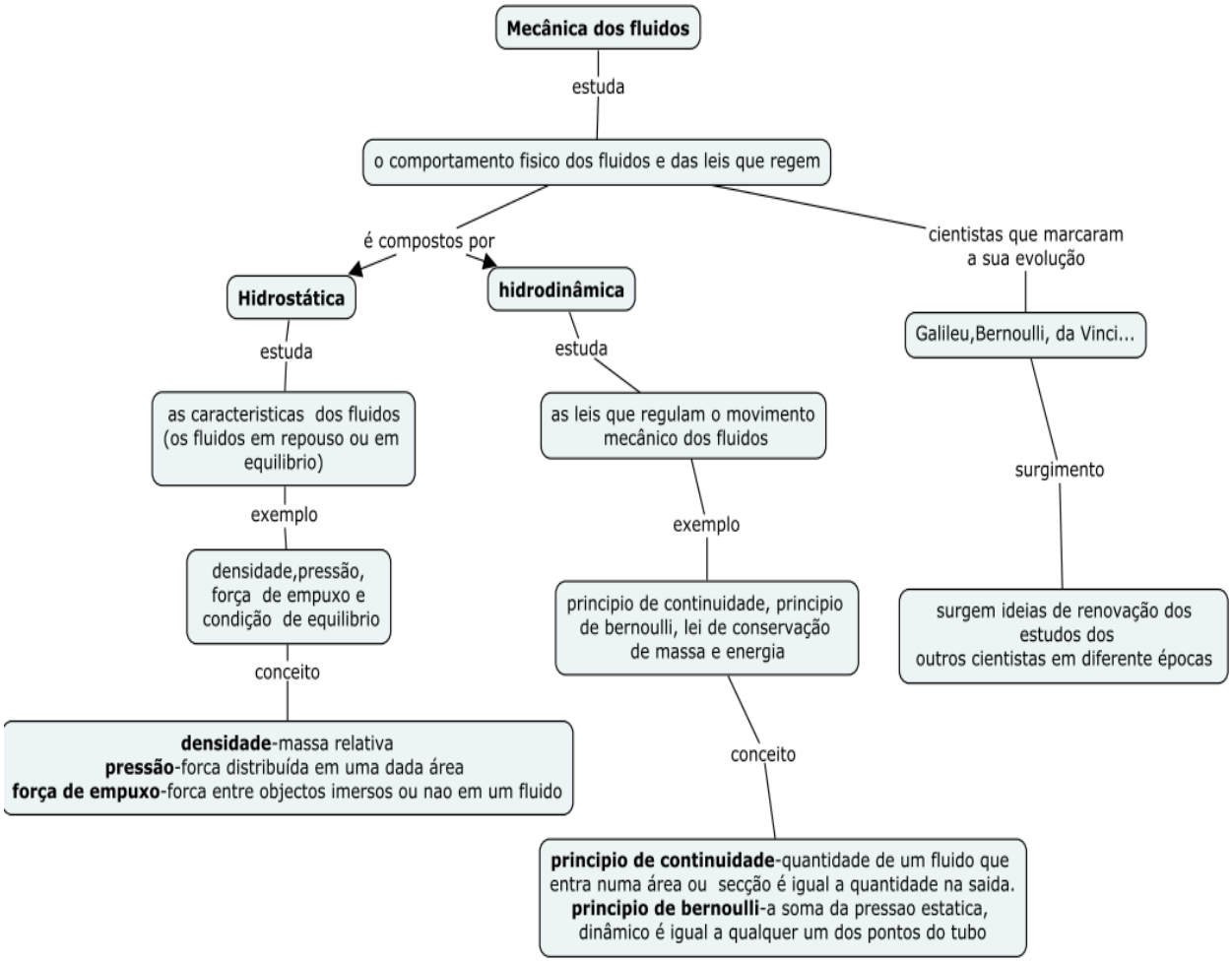
Figura 9– Ilustração do mapa conceitual do grupo 2**.**



Fonte: MG2

A descrição, apresentada no MG3, ainda precisa de um refinamento pois, à semelhança do MG2, ainda requer um desenvolvimento mais aprofundado em certos conceitos essenciais, como pressão e fluido. Além disso, faltam ligações cruzadas que poderiam demonstrar de maneira mais clara e detalhada as conexões entre HMF e as características naturais relacionadas. Esses elementos contribuiriam para uma compreensão mais abrangente e integrada do mapa conceitual, mostrando as inter-relações e a relevância dos conceitos no contexto de especificidades naturais.

Figura 10- ilustração do mapa conceitual do grupo 3

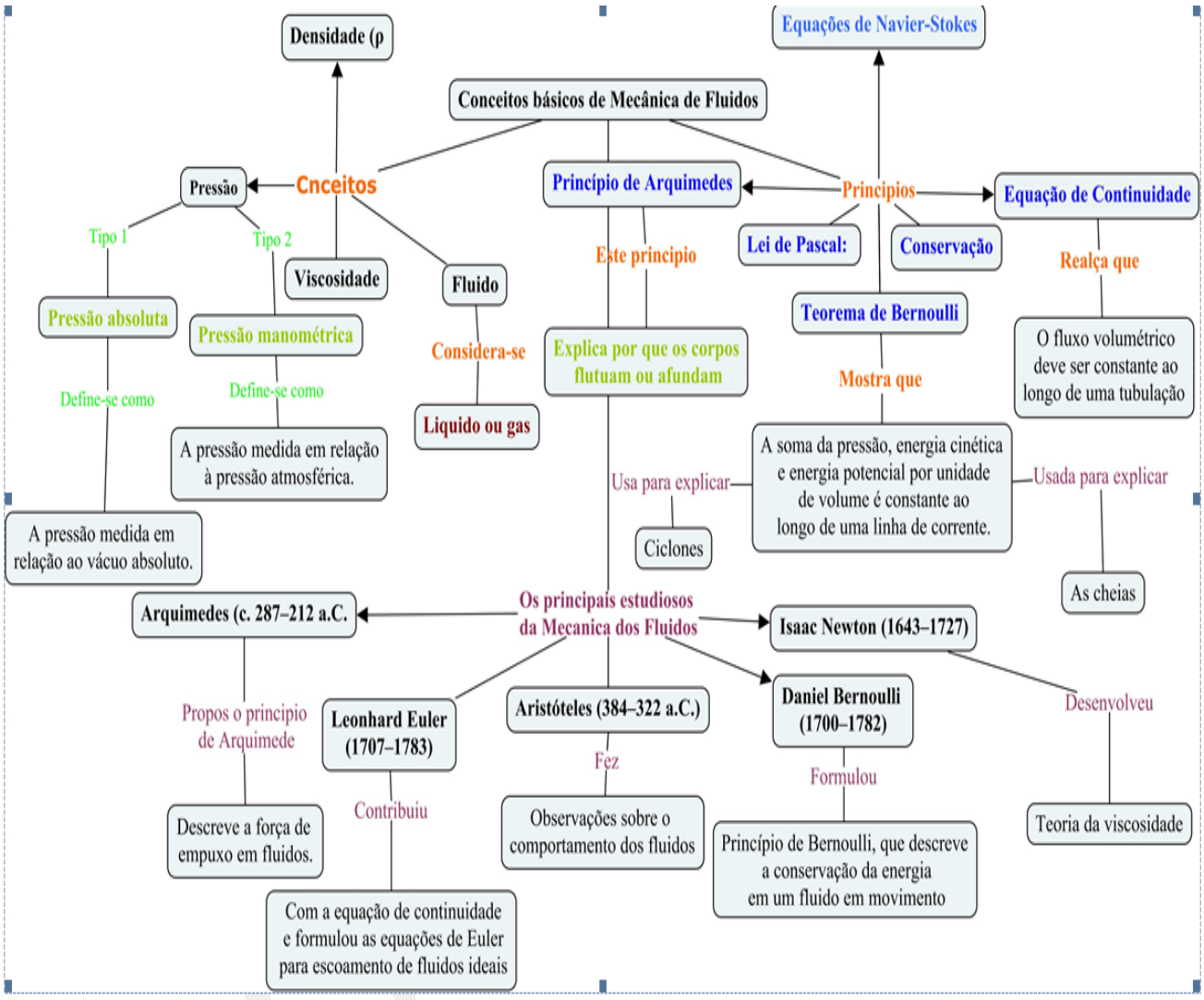


Fonte:MG3

No entanto, ainda há poucas conexões cruzadas entre os termos, o que indica que a reconciliação integradora ainda não está plenamente desenvolvida. Essa situação gera um desafio adicional, pois a falta de domínio conceitual interfere no uso adequado dos mapas, enquanto a dificuldade em manusear o instrumento compromete ainda mais a compreensão dos conteúdos. Dessa forma, torna-se essencial um suporte mais direcionado, tanto no desenvolvimento dos conceitos quanto à familiarização com a metodologia dos mapas conceituais. Novak e Cañas (2010) destacam a importância da prática e do suporte na construção de mapas conceituais, indicando que o aprendizado prático envolve tanto a compreensão teórica quanto a aplicação prática.

A contextualização histórica dos princípios da MF revela a evolução do conhecimento científico e técnico ao longo dos séculos, desde as primeiras teorias de Arquimedes até as modernas equações de Navier-Stokes. Essa trajetória ilustrada no mapa conceitual (4) abaixo não apenas descreve o avanço das teorias, mas também demonstra como esses conceitos foram aplicados e refinados para resolver problemas práticos, como os relacionados com os fenômenos naturais (ciclones e cheias):

Figura 11- Ilustração da contextualização Histórica e evolução de conceitos



Fonte: Autora

Destaca-se ainda nesta pesquisa a necessidade de um aprofundamento na elaboração de mapas conceituais, uma vez que não conseguimos explorar

adequadamente a terceira característica, que descreve o nível mais alto de desenvolvimento, ou seja, aquele que demonstra um mapa conceitual bem elaborado. Essa limitação confirma que o processo de compreensão de como se constrói um Mapa Conceitual é evolutivo cognitivamente, que são necessários vários movimentos de elaboração e reelaboração de análise conceitual do tema em estudo, bem como uma familiarização paulatina com os princípios de diferenciação progressiva e de reconciliação integradora, conforme Novak (2006). Daí a importância de futuras investigações e práticas de ensino em formação inicial de docentes que possibilitem aos estudantes aprimorarem suas habilidades na construção de mapas conceituais, visando uma representação adequada e integrada do conhecimento em estudo.

- Diários de Bordo e Planos de Aulas.

Neste item, apresentamos os instrumentos elaborados para acompanhar a pesquisa em questão, nomeadamente, o diário de bordo e o plano de aula. Após a formação em Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), o diário de bordo e o plano de aula ganham diversas vantagens significativas, especialmente em termos de relevância e eficácia no processo de ensino e de aprendizagem.

- Diário de Bordo

No contexto educacional, o Diário de Bordo possibilita um acompanhamento sistemático das atividades realizadas. Ele contribui para a identificação de padrões, dificuldades recorrentes e estratégias eficazes que podem ser replicadas ou aprimoradas ao longo do tempo. Nesse sentido, sua aplicação pode se dar em diversos âmbitos, como na formação docente, em estágios supervisionados, em projetos científicos e até mesmo em práticas profissionais.

O diário de bordo para esta pesquisa serviu como meio auxiliar no processo de formação, porém apresentou fracos registros quanto às suas observações, reflexões e aprendizados discentes durante o período de formação. Os estudantes se limitaram a registrar apenas o sumário das atividades, sem a devida contextualização, o que evidencia uma falta de maturidade profissional. Essa situação exige uma ação reflexiva que promova o estímulo à escrita acadêmica e profissional.

Segundo Tardif (2003), o saber na formação inicial é incompleto e constituído por diferentes fontes de conhecimento, como o saber acadêmico, o saber da experiência e o saber institucional. Dessa forma, é fundamental que os estudantes desenvolvam a capacidade de articular e contextualizar suas reflexões, consolidando um olhar mais crítico e aprofundado a respeito das suas práticas.

Assim, os cursos de formação inicial devem promover novas práticas e ferramentas formativas, como estudos de caso, estágios de longa duração, registro em diário de bordo e problematizações. Para Tardif (2002), esse movimento contribui para o surgimento de novos agentes na interseção entre a formação e a prática profissional.

Essa situação aponta para a necessidade de incentivar os estudantes a irem além da simples transcrição do conteúdo, promovendo uma reflexão mais analítica e detalhada, que envolva a aplicação e compreensão dos conceitos de forma mais profunda.

- O Plano de aula

Segundo Libâneo (1993), o plano de aula é um instrumento que sistematiza todos os conhecimentos, atividades e procedimentos que se pretende realizar numa determinada aula, tendo em vista o que se espera alcançar como objetivos junto aos estudantes. Ele é um desdobramento do plano de curso, pois sistematiza as unidades deste plano, criando uma situação didática específica para a aula.

Para otimizar o aproveitamento do plano de aula, "os professores devem considerar suas fases: preparação e apresentação de objetivos, conteúdos e tarefas; desenvolvimento da matéria nova; consolidação (fixação de exercícios, recapitulação, sistematização); aplicação; avaliação" (Libâneo, 1993, p. 241).O plano de aula é um instrumento essencial para o planejamento e organização das atividades de ensino.

Alguns dos principais fatores que contribuíram para a ampla aceitação e implementação das UEPS nesta pesquisa incluem diversos benefícios que impulsionaram a sua adoção, a saber:

1. Contextualização e Significação: O plano de aula com base nas UEPS tende a ser mais contextualizado, relacionando o conteúdo com situações do cotidiano ou com temas significativos para os estudantes. Isso aumenta a relevância do conteúdo e torna a aprendizagem significativa.

2. Foco na Aprendizagem Ativa: A formação em UEPS promove práticas que incentivam a participação ativa dos estudantes, o que é refletido no plano de aula. Aulas planejadas com UEPS envolvem mais atividades investigativas, resolução de problemas e trabalho em grupo, favorecendo uma aprendizagem ativa.

3. Flexibilidade e Adaptação ao Aluno: Com a perspectiva das UEPS, os planos de aula são mais flexíveis e se adaptam às necessidades e ao ritmo dos estudantes. Isso permite ao professor ajustar o ensino para atender diferentes estilos e níveis de aprendizagem.

4. Integração de Conhecimentos: As UEPS incentivam uma abordagem interdisciplinar, o que permite que os planos de aula integrem conhecimentos de diferentes áreas, promovendo uma visão mais abrangente dos temas estudados.

5. Desenvolvimento de Competências: Os planos de aula elaborados com base nas UEPS focam não apenas na transmissão de conteúdos, mas também no desenvolvimento de competências e habilidades essenciais, como o pensamento crítico, a criatividade e a autonomia.

6. Avaliação Contínua e Formativa: A metodologia das UEPS valoriza a avaliação formativa, que é refletida no plano de aula como parte do processo contínuo de aprendizagem. Isso permite ao professor acompanhar o progresso dos alunos de forma mais eficaz e ajustar a abordagem conforme necessário. Essas vantagens tornam o plano de aula mais dinâmico, relevante e centrado no estudante, facilitando uma experiência de ensino mais profunda e significativa.

Dentro do PCES (2022), os estudantes escolheram os conteúdos descritos na unidade 4 Mecânica de Fluidos, nos quais buscaram as suas visões relacionando com os fenômenos naturais (ciclones e cheias)

Para descrever um plano de aula, especialmente ao utilizar a metodologia das Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), é recomendável seguir uma estrutura clara que combine objetivos, etapas, estratégias e avaliações.

No entanto, o plano de aula elaborado pelos estudantes apresentou uma lacuna ao não estabelecer uma conexão clara com os fenômenos naturais, um os focos desta pesquisa. Entendemos que essa ausência de integração comprometeu a aplicação prática dos conceitos discutidos, o que pode indicar uma compreensão limitada pelos estudantes quanto à relevância e à aplicação da teoria da Mecânica dos Fluidos nos contextos naturais, como cheias e ciclones.

Em síntese, após essa apresentação de dados classificados, unitarizados e discutidos, chegamos a inferências finais qualitativas e dedutivas a respeito do processo de elaboração, aplicação, acompanhamento e avalição da UEPS contextualizada: houve efetivação de processo de ensino e de aprendizagem evidenciada pelos registros estudantis no questionário posterior, notadamente nas Unidades Temáticas de Contexto que trataram do papel das Leis Físicas no entendimento dos fenômenos de ciclones e cheias. Também se identificou ter sido bem-sucedido o entendimento de aspectos da história da Mecânica de Fluidos e sua relação a eventos climáticos disruptivos em Moçambique como formas de contextualização e aprendizagens ativas em aprendizes. Isso ficou evidenciado no aumento significativo e com adequação conceitual de registros posteriores na unidade de registro abordagem de resolução de problemas.

Como delimitação do alcance cognitivo da abordagem construída, identificou-se uma explícita dificuldade em desenvolver construções de Mapas Conceituais. Isso pode ser explicado pelo desconhecimento prévio dos mesmos e pelo tempo escolar adotado na execução da UEPS. Assim, indica-se um tempo escolar dedicado para o entendimento explícito das atividades cognitivas requeridas no uso desse instrumento de aprendizagem, que sem essa etapa consolidada pode ser tornar um obstáculo cognitivo para aprendizagem. O mesmo pode ser registrado quanto a adoção do instrumento diário de bordo e da produção de planos de aulas, que demonstram a demanda de mais tempo escolar para entendimento e efetiva execução. Em sendo um processo de formação docente inicial, há que se destacar a alta relevância do entendimento e apropriação desses instrumentos metodológicos no repertório docente (Shulman, 2014).

De forma geral, identificou-se uma ampliação de visão teórica, conceitual e fenomenológica para os temas trabalhados dentre os aprendizes participantes, conforme registros no questionário posterior, que foram múltiplos e em maior

quantidade que no prévio. Ainda assim, identificou-se alguns registros que não alcançaram o valor cognitivo de conceituação adequada cientificamente, por ser incipientes, porém, não se pode ignorar alguma adequação empírica às teorias discutidas, aspecto que pode ser superado mediante um processo pedagógico devolutivo pela pesquisadora para que não reste imprecisões conceituais. Finalmente, evidenciou-se nos registros posteriores, que a maior parte dos respondentes apresentou alterações ampliadas e adequadas em suas conceituações científicas e metodológicas, consideradas assim com indícios positivos de aprendizagem significativa, objetivo da UEPS contextualizada construída.

V CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para concretização deste trabalho, partimos dos referenciais teóricos, das discussões no âmbito do grupo de pesquisa IFHIECEM no contexto do desenvolvimento até a etapa final desta tese. Foi possível destacar o objeto da pesquisa, a construção dos respectivos instrumentos teórico-metodológicos, bem como a formulação de objetivos levando em consideração todas as características desta investigação. Identificado, após os levantamentos bibliográficos, que poucas são as pesquisas no contexto da CHMF em conexão com os fenômenos naturais, e aliado aos últimos acontecimentos climáticos que assolam o mundo e Moçambique, em particular, buscamos levar à prática de sala de aula outras metodologias de ensino, como é o caso das UEPS.

Com a nossa temática “Adoção de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas para Mecânica de Fluidos contextualizadas historicamente e com relação a fenômenos de ciclones e cheias**.**”, procuramos investigar a adaptação e aplicação de uma UEPS na formação inicial de professores de Física.

Para o alcance desse objetivo partimos das premissas de Moreira (2011) estabelecidas para uma UEPS e para a aprendizagem significativa de Ausubel, Novak; Hanesian (1980) e Moreira (2006).

Na consecução do objetivo, foi desenvolvida uma pesquisa qualitativa envolvendo estudantes do curso de Licenciatura em Ensino de Física, da Universidade Licungo, Moçambique. A coleta de dados foi por meio de questionário antes e depois da abordagem desenvolvida ser aplicada em oficina de pesquisa, usando uma sequência didática, constituída por oitomomentos com duração unitária de duas horas, envolvendo nove estudantes que aceitaram e concluíram todas as fases de participação na pesquisa.

Na análise de dados, pautamos pela Análise de Conteúdo, a partir da qual identificamos unidades de contexto e de registro. As questões foram discutidas e decodificadas intersubjetivamente no grupo IFHIECEM. Antes da sua implementação, as primeiras versões do questionário foram submetidas à apreciação pelos integrantes do grupo IFHIECEM, com o objetivo de analisar a

validade de seu conteúdo.

Em relação à descrição do diagnóstico das dificuldades dos estudantes na utilização e exploração das UEPS, mediante uma abordagem HMF com foco nos fenômenos naturais, obtivemos que antes da formação os estudantes viam a Mecânica de Fluidos como um conteúdo exclusivamente teórico e sem conexão clara com a realidade cotidiana. Também, identificou-se a existência de fraca consciência da relevância histórica ou dos fenômenos naturais cotidianos (Ciclones e cheias) no ensino de Física.

Após a formação, notamos alguns aprimoramentos nas noções dos estudantes quanto à importância de contextualizar os conteúdos científicos, o reconhecimento de que os fenômenos naturais são temas relevantes que permitiram aproximar os estudantes de ensino de Física, especialmente ao considerar a realidade de Moçambique. Os materiais didáticos produzidos para a abordagem mostraram um potencial ao alterar as noções dos estudantes a respeito da relação entre a ciência e cotidiano.

Os resultados obtidos revelam a persistência de lacunas e que o processo de formação criou um despertar nos estudantes para a compreensão inicial das UEPS, mas consideramos que não foi suficientemente transformador para o alcance de todos os indícios consistentes de ocorrência de Aprendizagem Significativa. Isso indicou uma necessidade de ampliação da carga horária de formação inicial e de suporte metodológico para consolidar uma aprendizagem na formação conceitual e nas habilidades práticas envolvidas na produção e aplicação das UEPS.

Os estudantes partiram de noções limitadas ou inexistentes a respeito da conexão entre Mecânica de Fluidos, exemplares históricos, ciclones e cheias. Entretanto, durante a formação, conseguiram relacionar conceitos novos, como pressão atmosférica e escoamento de fluidos, a fenômenos naturais que conheciam empiricamente, como os ciclones e cheias em Moçambique, bem como ao aprimoramento científico ao longo da história. Essa conexão evidencia que os novos conhecimentos foram vinculados a uma base de conhecimentos empíricos, um elemento central da aprendizagem significativa.

O entusiasmo e engajamento demonstrados durante as atividades práticas,

como a construção de mapas conceituais e os experimentos, revela que os estudantes se envolveram ativamente no processo, um fator essencial para a Aprendizagem Significativa, o que se evidenciou nos registros da fase posterior à abordagem, nos quais foi demonstrado com riqueza de detalhes o alto valor e reconhecimento positivo de metodologias ativas pelos respondentes.

No entanto, os planos de aula elaborados pelos estudantes apresentaram uma lacuna por não estabelecer uma conexão clara com os fenômenos naturais, um dos focos da tese. Essa ausência de integração implica em um potencial comprometimento quanto à qualidade em planejamentos de ensino e na prática docente dos conceitos discutidos.

Embora os estudantes tenham apresentado aspectos de evolução conceitual em suas noções, identificou-se que a habilidade de planejar atividades contextualizadas e integradas ainda precisa ser desenvolvida. Houve indícios de aprendizagem significativa, especialmente no aumento do interesse, no engajamento, na alteração de noções conceituais, no interfaceamento de áreas de conhecimento e na capacidade de estabelecer relações entre ciência e realidade.

Para tanto, podemos considerar que a formação promoveu indícios de aprendizado significativo em estágio inicial, porém detectou-se a necessidade de adicional fortalecimento com práticas docentes complementares, reflexões teórico-metodológicas e acompanhamento pedagógico.

Este estudo, que foi desenvolvido com apoio do grupo IFHIECEM, apresenta uma abordagem inovadora ao articular a Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), a História da Mecânica de Fluidos e a dimensão do cotidiano na análise dos fenômenos naturais (ciclones e cheias) no contexto moçambicano. Ao integrar essas perspectivas, a pesquisa inova ao propor uma compreensão mais profunda de conceitos científicos, contextualizando-os na realidade vivida pelos estudantes e futuros professores. Buscamos evidenciar que esse tipo de abordagem não apenas favorece uma Aprendizagem Significativa, mas também fortalece a educação científica em Moçambique, incentivando a construção do conhecimento a partir das interações entre a ciência, a história do seu desenvolvimento e os desafios climáticos locais. Dessa forma, buscou-se contribuir mediante a apresentação de uma formação inicial docente contextualizada, que proporciona aos estudantes

professores uma compreensão e atuação em relação às questões climáticas que impactam diretamente suas comunidades. Espera-se, também, que os resultados aqui demonstrados se constituam em contribuição para futuras pesquisas em formação de professores e em Didática das Ciências.

REFERÊNCIAS

ADÚRIZ-BRAVO, A.; IZQUIERDO, M.; ESTANNY, A. Uma proposta para estruturar o ensino da filosofia da ciência para professores de ciências em formação. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, v. 20, n. 3, p. 465-476, 2004.

AGERH- AGÊNCIA ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS. *Relatório anual de gestão de recursos hídricos: 2014.*Vitória: AGERH, 2014.

ALLCHIN, Douglas. Teaching The Nature of Science – Perspectives e Resources, Saint Paul, MN 55104. 2013.

ALVES, Nilda. Decifrando o pergaminho: o cotidiano das escolas nas lógicas das redes cotidianas. Pesquisa no cotidiano das escolas: sobre redes de saberes. Rio de Janeiro: DP&A, 2001

ARAMAN, Eliane Maria de Oliveira. Contribuições da história da matemática para a construção dos saberes do professor de matemática. 2011. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, 2011.

ARAÚJO, M. S. T.; ABID. M.L V.S, Atividades experimentais no ensino de Física: Diferentes enfoques, diferentes finalidades. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 25, n. 2, 2003, p. 176-194.

AUSUBEL, D. P. Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano, v. 1, 2003.

AUSUBEL, David P**.***A aprendizagem significativa na educação escolar*. 2. ed. São Paulo: Editora Vozes, 2003.

AUSUBEL, David. P; NOVAK, Joseph D.; HANESIAN, Helen. Psicologia educacional. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Interamericana, 1980.

BARDIN, Laurence. Análise de conteúdo. Lisboa: Edições 70, 2006.

BARDIN, Laurence. Análise de conteúdo. Lisboa: Edições 70, 2016

BATISTA, I. L.; ARAMAN, E. M. O. Uma abordagem histórico-pedagógica para o ensino de Ciências nas séries iniciais do Ensino Fundamental. Revista Electrónica de Enseñanza de lãs Ciências. v. 8, n. 2, p. 446 – 489, 2009

BATISTA, Irinéa de Lourdes. O Ensino de Teorias Físicas mediante uma estrutura Histórico-Filosófica. Ciência & Educação, v. 10, n. 3, p. 461-476, 2004.

BATISTA, Irinéa de Lourdes. Uma adoção da História e Filosofia da Ciência no desenvolvimento dos Saberes Docentes Interdisciplinares. In: BATISTA, Irinéa de Lourdes (Org.). Conhecimentos e Saberes na Educação em Ciências e Matemática. Londrina: EDUEL, 2016. p. 157-167.

BATISTA, Irinéa de Lourdes; SALVI, Rosana Figueiredo (Org.). Reconstruções Histórico-Filosóficas e a pesquisa interdisciplinar em Educação Científica e Matemática. In: Pós-graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática: Um perfil de pesquisas. Londrina: Eduel, 2009. p. 35-50.

BELL, Judith (2010). *Doing Your Research Project: A Guide for First-Time Researchers.* 5ª edição. Maidenhead: Open University Press.

BELL, Judith (2018). *Doing Your Research Project: A Guide for First-Time Researchers.*7ª edição. Maidenhead: Open University Press.

BERTONI, L. M. F. O Diário de Bordo como ferramenta de reflexão durante o Estágio Curricular Supervisionado do curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Santa Cruz, Bahia. In: *Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC*, 2004. Disponível em: https://abrapec.com/atas_enpec/ixenpec/atas/resumos/R1143-1.pdf. Acesso em: 9 mar. 2023.

BLACK, Paul; WILIAM, Dylan. Assessment and classroom learning. Assessment in Education: principles, policy & practice, v. 5, n. 1, p. 7-74, 1998.

BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari. Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos. Portugal: Porto, 1994.

CASTIANO, José P. e NGOENHA, Severino Elias. *A longa marcha duma educação para todos em Moçambique.* 3ª edição Maputo: Publifix, 2013.

CASTIANO, José P. *Educar para quê? as transformações no sistema de Educação em Moçambique. Maputo: INDE, 2005.*

ÇENGEL, Y. A.; CIMBALA, J. M. Mecânica de Fluidos: Fundamentos e Aplicações. Porto Alegre: AMGH Editora, 2008.

CRESWELL, J. David et al. Brief mindfulness meditation training alters psychological and neuroendocrine responses to social evaluative stress. Psychoneuroendocrinology, v. 44, p. 1-12, 2014.

DIEGUEZ, Luis Carlos. *História da Ciência: das origens à atualidade.* São Paulo: Editora XYZ, 2009.

FERREIRA, Alexandre Mattos Pires; FERREIRA, Maria Elisa de Mattos Pires. A História da Ciência na formação de professores. História da Ciência e Ensino: construindo interfaces, v. 2, p. 1-13, 2010

FERREIRA, Marcello; SILVA FILHO, O. L. Proposta de Plano de Aula para o Ensino de Física. **Physica e Organum**, v. 5, n. 1, p. 39-44, 2019.

FERREIRA, P. A; ASSOCIADO, Reitor da UCM. Desafios de Moçambique Após os Ciclones IDAI e Kenneth, 2021

FIGUEIREDO, H.R.S.; BATISTA, I.L.; Contribuições do modelo de Análise

Proposicional de Conceitos (APC) para a elaboração e validação de uma sequência didática com abordagem histórico-filosófica. REVEMAT. Florianópolis (SC), v.12, n. 1, p. 26-36, 2017

FREIRE, P. *Pedagogia da Autonomia. Saberes Necessários à Prática Educativa.* 29. ed. São Paulo, Paz e Terra, 2004.
GALL, M., GALL, J. e BORG, W. *Education Research: Introduction.* 8. ed. Boston, Pearson International, 2007.

GÁRCIA, Carlos Marcelo. Formação de professores: para uma mudança educativa. Porto: Porto Editora, 1999.

GAUTHIER, Clermont; MARTINEAU, Stéphane. Ensinar: ofício estável, identidade profissional vacilante. 1998.

GIL, Antonio Carlos. Métodos e técnicas de pesquisa social. 6. ed. Editora Atlas SA, 2008.

GOLIAS, Manuel. *Sistemas de Ensino em Moçambique: passado e presente.* Maputo: Editora escolar, 1993.

HARLEN, Wynne. Criteria for evaluating systems for student assessment. Studies in Educational Evaluation, v. 33, n. 1, p. 15-28, 2007.

HUGHES, W. F; BRIGHTON, J. A. Dinâmica dos fluidos. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1979.

KAIVOLA, T.; RIKKINEN, H. Geography education in Finland: current trends and changes. In: DONERT, K. (Ed.). *Geography in Europe.* Liverpool: Liverpool Hope University, 2007. p. 91-102.

LACEY, Hugh; MIRANDA, Carlos Eduardo Ortolan. Valores e atividade científica. Discurso editorial, 1998.

LEDERMAN, Norman G. Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. Journal of research in science teaching, v. 29, n. 4, p. 331-359, 1992.

LIBÂNEO, José Carlos. Didática. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2013.

LOPES, B. Aprender e Ensinar Física. Fundação Calouste Gulbenkian 2004.

MAPATSE, M. V. F. A formação de professores de Geografia em Moçambique: um estudo centrado na promoção da utilização didática das saídas de campo. 2018. Tese (Doutorado) – Universidade Pedagógica de Moçambique, Maputo, 2018.

MARTINS, R. de A. Sobre o papel da história da ciência no ensino. Boletim da Sociedade Brasileira de História da Ciência, n.9, p.3-5, 1990.

MATTHEWS, Michael S. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.

MCMILLAN, James H.; SCHUMACHER, Sally. Research in Education: Evidence-Based Inquiry, MyEducationLab Series. Pearson, 2010.

MOREIRA M.A. Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares. São Paulo (SP): Ed Livraria da Física; 2011.

MOREIRA, M. A. (2006). A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula. UNB, Brasília.

MOREIRA, M. A. Mapas conceituais e aprendizagem significativa (concept maps and meaningful learning). Aprendizagem significativa, organizadores prévios, mapas conceituais, diagramas V e Unidades de ensino potencialmente significativas, p. 41, 2012

MOREIRA, M. A. Mapas conceituais e aprendizagem significativa. São Paulo: Centauro, 2010

MOREIRA, M. A. *Teoria da aprendizagem significativa: contribuições e implementações*. São Paulo: Editora Edusc, 2011.

MUNSON, Bruce. R; YOUNG, D. F; OKIISHI, Theodore H. Fundamentos da mecânica dos fluidos. Editora Blucher, 2004.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. Aprender a aprender. Lisboa, Plátano Edições Técnicas, 1984. Tradução Carla Valadares.

NOVAK, Joseph D. *Mapas conceituais: teoria e prática*. São Paulo: Editora Vozes, 2006.

NOVAK, Joseph D.; CAÑAS, Alberto J. A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. Práxis Educativa, v. 5, n. 1, p. 9-29, 2010.

NOVAK, Joseph D.; CANAS, Antonio J. *The theory underlying concept maps and how to construct and use them*. Technical Report IHMC CmapTools, 2010.

NÓVOA, António. A formação de professores e o exercício da profissão. Lisboa: Educação & Realidade, 1998.

OLIVEIRA, A. R. E. História do princípio de Bernoulli. In: Avanços em Mecanismo e Ciência de Máquinas: Anais do 15º Congresso Mundial IFToMM sobre Mecanismo e Ciência de Máquinas 15. Publicação Springer Internacional, p. 1161-1178, 2019.

PEDUZZI, Lúcia. O uso de materiais históricos no ensino de Ciências: uma análise crítica. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências*, v. 23, n. 4, p. 78-93, 2001.

PÉREZ, Daniel Gil et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. Ciência & Educação (Bauru), v. 7, p. 125-153, 2001.

RAMOS, Catarina. Perigos naturais devidos a causas meteorológicas: o caso das cheias e inundações. Default journal, 2013.

REPÚBLICA DE MOÇAMBIQUE. Lei 6/92. Maputo:1992, I Série, n. 19. Disponível em: http://www.mined.gov.mz. Acesso em: 13 agos. 2022.

REPÚBLICA POPULAR DE MOÇAMBIQUE. Lei 4/83. Maputo,1983, I Série N. 12. Disponível em: http MOÇAMBIQUE. Lei nº 4/83 de março de 1983. Maputo, I Série Nr.12, 1983.tp://www.mined.gov.mz. Acesso em: 20 jun. 2021.

ROBILOTTA, M. R. O cinza, o branco e o preto – da relevância da história da ciência no ensino da física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 5, p. 7–22, 1988. Disponível em: periodicos.ufsc.br

ROSA, José Eduardo Pereira da. Uma abordagem da hidrodinâmica para o ensino médio. 2007.

SADLER, D. Royce. Formative assessment and the design of instructional systems. Instructional science, v. 18, n. 2, p. 119-144, 1989.

SALVADOR, Boaventura. *Plano curricular do Ensino Básico.* Maputo: INDE/MINED, 2003

SHULMAN, Lee S. Conhecimento e ensino: fundamentos para a nova reforma. Cadernos Cenpec, v. 4, n. 2, p. 196-229, 2014

SHULMAN, Lee S. Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform. Harvard Educational Review, v. 57, n. 1, p. 1-22, 1987.

SHULMAN, Lee S. Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. Educational Researcher, v. 15, n. 2, p. 4-14, 1986.

SILVA, Maria de Lurdes Ramos da. *Personalidade e Escolha Vocacional: Subsídios de Keirsey e Bates para a Orientação Vocacional*. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1992

STAKE, Robert. Case study research. thousand oaks, CA: Sage, 1995.

TARDIF, Maurice. Saberes docentes e formação profissional. Petrópolis: Vozes, 2002.

TARDIF, Maurice. Saberes docentes e formação profissional. Petrópolis: Vozes. 2007

TEIXEIRA, E. S.; GRECA, I. M.; FREIRE, O. Uma revisão sistemática das pesquisas publicadas no Brasil sobre o uso didático de História e Filosofia da Ciência no ensino de Física. In: Peduzzi, L. O. Q; Martins, A. F. P.; Ferreira, J. M. H. (Orgs.) Temas de História e Filosofia da Ciência no ensino. EDUFRN, 372f, 2012.

Unidades de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS. Porto Alegre, Rio Grande do Sul. Disponível em: http://moreira.if.ufrgs.br/UEPSport.pdf. Acesso em: 12 jul. 2021.

VIANNA, Carlos Eduardo Souza. Evolução histórica do conceito de educação e os objetivos constitucionais da educação brasileira. **Revista Janus, Lorena**, v. 3, n. 4, 2006.

WHITE, Frank M. Mecânica dos Fluidos. 9. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2019.

ZABALA, Antoni. A Prática Educativa: como ensinar. Porto Alegre: ArtMed, 1998

ZEICHNER, Kenneth M. A formação reflexiva de professores: ideias e práticas. Educa, 1993.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Apostila

Índice

Prefácio

1.0. Introdução 2
1.1. Objetivos e competências a serem adquiridas 3
1.1.1. Objetivos 3
1.1.2. Competências 3
1.3. Sugestões Metodológicas 4
2.0. Breve contextualização Histórica dos Conceitos da Mecânica de Fluidos 5
2.1. Antiguidade: fundamentação dos princípios fundamentais 6
2.2. Renascimento e Revolução Científica: Novas Perspectivas 7
2.3. Formalização e Experimentação dos Séculos XVII e XVIII 8
2.4. Teorema de Bernoulli e a Era Moderna: Teoria dos Fluidos em Ascensão....11
2.5. Avanços Empíricos e Experimentais do Século XIX 12
2.6. Modelagem Matemática e Inovação Tecnológica 12
3.0. O Teorema de Bernoulli e suas ramificações....13
3.1. Equação de Bernoulli 14
3.2. Relações entre pressão, velocidade, viscosidade, densidade 17
3.3. Vazão ou caudal volumétrico (Q) 22
3.4. Noção de turbulência 23
3.5. Princípio de continuidade 23
4.0. Considerações Finais....26
5.0. Referências Bibliográficas....28

1 PREFÁCIO

Caro estudante.

O presente material aborda conteúdos inerentes a um resumo histórico da Mecânica de Fluidos voltados para o Ensino Médio do Ensino Secundário do 2º Ciclo (12ª Classe área B e C) e foi desenvolvido na perspectiva de MOREIRA (2011) sob a forma de Unidades de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS). Pode-se dizer que a UEPS tem um diferencial por ser uma sequência Didática com fundamentação teórica focada na aprendizagem significativa (AUSUBEL, 1980). Sendo assim, o conhecimento prévio é uma variável com influência relevante no processo de aprendizagem.

A UEPS tem como pressuposto teórico que só há ensino quando há aprendizagem e esta deve ser significativa; ensino é o meio e aprendizagem significativa é o fim; e os materiais de ensino que busquem essa aprendizagem devem ser potencialmente significativos.

O Plano Curricular de Ensino de Física, reflete que *"com a inclusão de alguns elementos de enfoque histórico nos programas pretende-se, em particular, que os estudantes conheçam aspectos da vida, obra, atividades e pontos de vista de eminentes cientistas (...)" (*PCES, 2022).

No entanto, o ensino dos conceitos e leis físicas da Mecânica de Fluidos com base na história de Física é um mecanismo que busca resgatar a história como processo de promoção da aprendizagem significativa de modo a compreender uma evolução conceitual e/ou experimental problematizada dos conhecimentos científicos.

1.0. INTRODUÇÃO

Esta apostila é um instrumento que apresenta uma forma sequenciada de contextualização histórica da Mecânica de Fluidos com enfoque aos fenómenos naturais de ciclones e cheias, como forma de adoptar o ensino, oferecendo aos estudantes a relevância de uma aprendizagem significativa.

De um modo geral, este instrumento ganha a sua forma no tratamento das matérias ligadas à Mecânica de Fluidos que ocorrem nos livros escolares de Física, e toma o seu molde nas diretrizes descritas no PCES (2022), programa de ensino no qual estão previstos todos os objetivos e competências a serem desenvolvidos em torno dos conteúdos leccionados na quarta unidade temática do mesmo.

Nesta perspectiva, Boss (2011), define História da Física como sendo o conjunto de fenómenos que surgem a partir do estudo da ciência do passado e não na ação pedagógica da ciência atual.

A importância da história no ensino da ciência vem sendo muito apreciada por vários autores para a compreensão dos fenómenos e os resultados de aquisição de conhecimentos científicos, pois a perspectiva histórica permite a quase todos a localizarem-se na tradição do pensamento e do desenvolvimento de ideias.

Os fenómenos naturais como ciclones e cheias estão diretamente relacionados aos princípios da Mecânica de Fluidos, e o estudo desses conceitos tem uma grande relevância para lidar com esses eventos naturais e entender como eles afetam nossas vidas.

Assim sendo, a apostila está constituída por duas partes, a primeira parte é a introdução, em que são apresentados os principais aspectos da Contextualização Histórica da Mecânica de Fluidos, com uma introdução à evolução de conceitos e leis físicas.

A segunda parte trata da fundamentação teórica, em que é apresentada de uma forma sumária os conteúdos relacionados com a Mecânica de Fluídos com destaque aos fenómenos naturais (ciclones e cheias).

1.1. OBJETIVOS E COMPETÊNCIAS A SEREM ADQUIRIDAS

Ao focar nesses objetivos e competências, os estudantes podem desenvolver uma compreensão introdutória da História da Mecânica de Fluidos e sua importância na interpretação de fenómenos naturais, preparando-os para futuros estudos e carreiras relacionadas à docência no Ensino Secundário.

1.1.1. Objetivos

- ✓ Compreender o desenvolvimento histórico da Mecânica de Fluidos.

A partir deste objetivo, realça-se que os estudantes devem ser capazes de compreender como conceitos fundamentais da Mecânica de Fluidos foram desenvolvidos ao longo do tempo, desde as primeiras observações até as teorias modernas.

- ✓ Analisar a aplicação da Mecânica de Fluidos em fenómenos naturais:

Com este objetivo os estudantes devem ser capazes de identificar e analisar como os princípios da Mecânica de Fluidos são aplicados para entender e interpretar os fenómenos naturais (ciclones e cheias).

- ✓ Relacionar os avanços científicos com o progresso tecnológico:

Neste objetivo, os estudantes devem ser capazes de reconhecer como os avanços na compreensão da Mecânica de Fluidos contribuíram para o desenvolvimento de tecnologias importantes, como modelos de previsão de ciclones e cheias.

1.1.2. Competências

- ✓ Habilidade para interpretar textos históricos e científicos: os estudantes devem desenvolver habilidades de leitura crítica para interpretar textos históricos e científicos relacionados ao desenvolvimento da mecânica dos fluidos e sua aplicação em fenómenos naturais.
- ✓ Capacidade de aplicar conceitos teóricos a situações do mundo real: os estudantes devem ser capazes de aplicar os princípios teóricos da mecânica dos fluidos à situações do mundo real, como a modelagem de sistemas atmosféricos ou a previsão de padrões de fluxo de água.

- ✓ Pensamento crítico e resolução de problemas: os estudantes devem desenvolver habilidades de pensamento crítico e resolução de problemas ao analisar e interpretar dados relacionados a fenómenos naturais usando conceitos de mecânica de Fluidos.

Comunicação eficaz: os estudantes devem ser capazes de comunicar eficazmente suas descobertas e análises relacionadas à Mecânica de Fluidos e fenómenos naturais, tanto verbalmente quanto por escrito, utilizando terminologia científica apropriada.

1.2. Sugestões Metodológicas

Na Contextualização Histórica da Mecânica de Fluidos relacionados aos fenómenos naturais, várias metodologias podem ser utilizadas para promover uma compreensão mais profunda e significativa, dadas por Borochovicius (2014), Silva (2019), Fazenda (2015), Dos Santos (2018), Machado (2017), Vilaronga (2017):

a) **Aprendizagem baseada em problemas (ABP):** os estudantes podem ser apresentados problemas reais relacionados à fenómenos naturais, como a formação de ciclones ou a dinâmica das correntes oceânicas, e são incentivados a explorar e entender os princípios da mecânica dos fluidos para resolver esses problemas.

b) **Aprendizagem ativa***:* esta metodologia envolve atividades práticas, experimentação e simulações computacionais para permitir que os estudantes explorem os conceitos da mecânica dos fluidos na prática.

c) **Ensino colaborativo**: os estudantes podem trabalhar em grupos para discutir conceitos, resolver problemas e realizar projetos relacionados à Mecânica de Fluidos e fenómenos naturais. Podendo promover a colaboração, o pensamento crítico e a comunicação eficaz entre eles.

d) **Ensino interdisciplinar**: a Mecânica de Fluidos está relacionada a outras disciplinas como: matemática, geografia, ciências naturais e ambientais. Integrar essas disciplinas na Contextualização Histórica da Mecânica de Fluidos pode proporcionar uma compreensão mais abrangente dos fenómenos naturais.

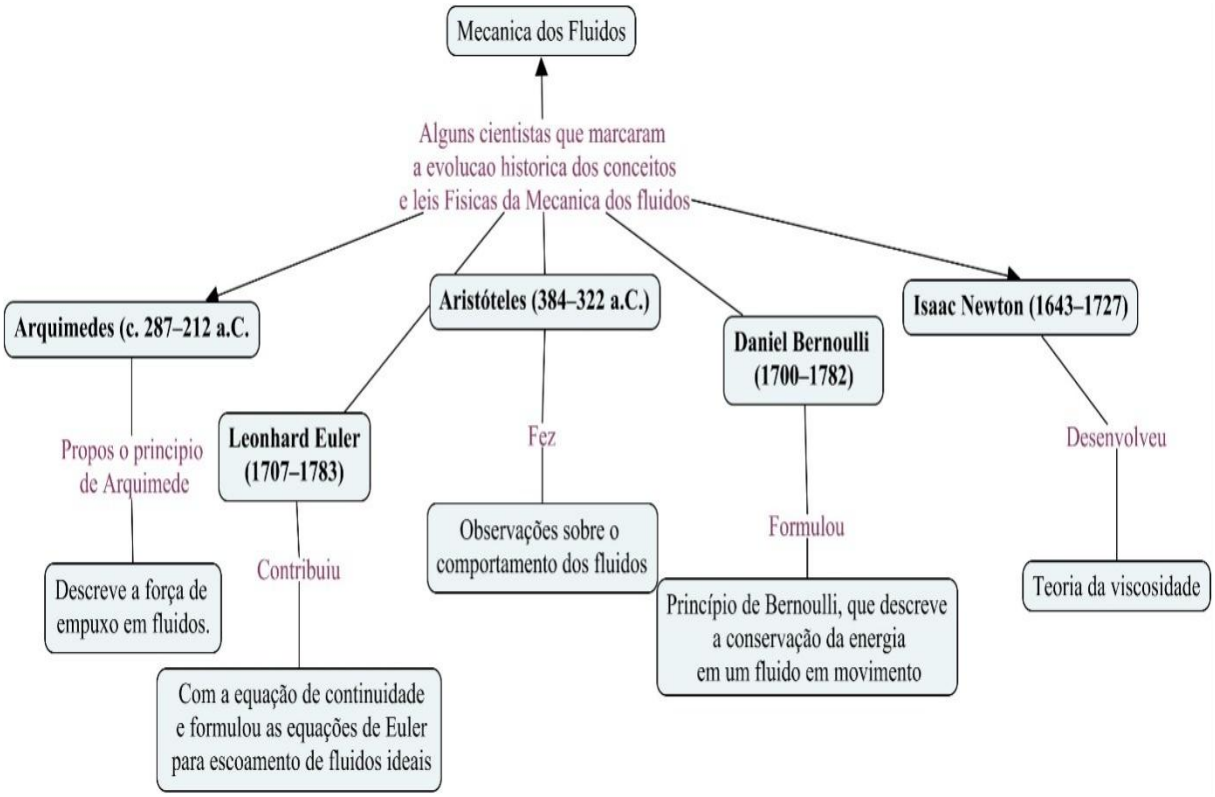
e) **Uso de tecnologia educacional**: recursos como simulações computacionais, modelos 3D, vídeos educacionais e aplicativos interativos podem ser incorporados ao ensino para tornar os conceitos da mecânica dos fluidos mais acessíveis e envolventes para os estudantes.

f) **Ensino baseado em investigação**: os estudantes podem ser incentivados a realizar pesquisas independentes ou em grupo sobre tópicos específicos relacionados à Mecânica de Fluidos e fenómenos naturais, permitindo-lhes desenvolver habilidades de pesquisa, análise e apresentação de resultados.

2.0. BREVE CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA DA MECÂNICA DE FLUIDOS

A Mecânica de Fluidos é um ramo da física e da engenharia que estuda o comportamento dos fluidos em repouso e em movimento. Sua evolução histórica é marcada por contribuições significativas de cientistas e engenheiros ao longo dos séculos, em resumo no mapa 1.

Mapa 1: Os principais precursores da Mecânica de Fluidos



Fonte: Autora (2024)

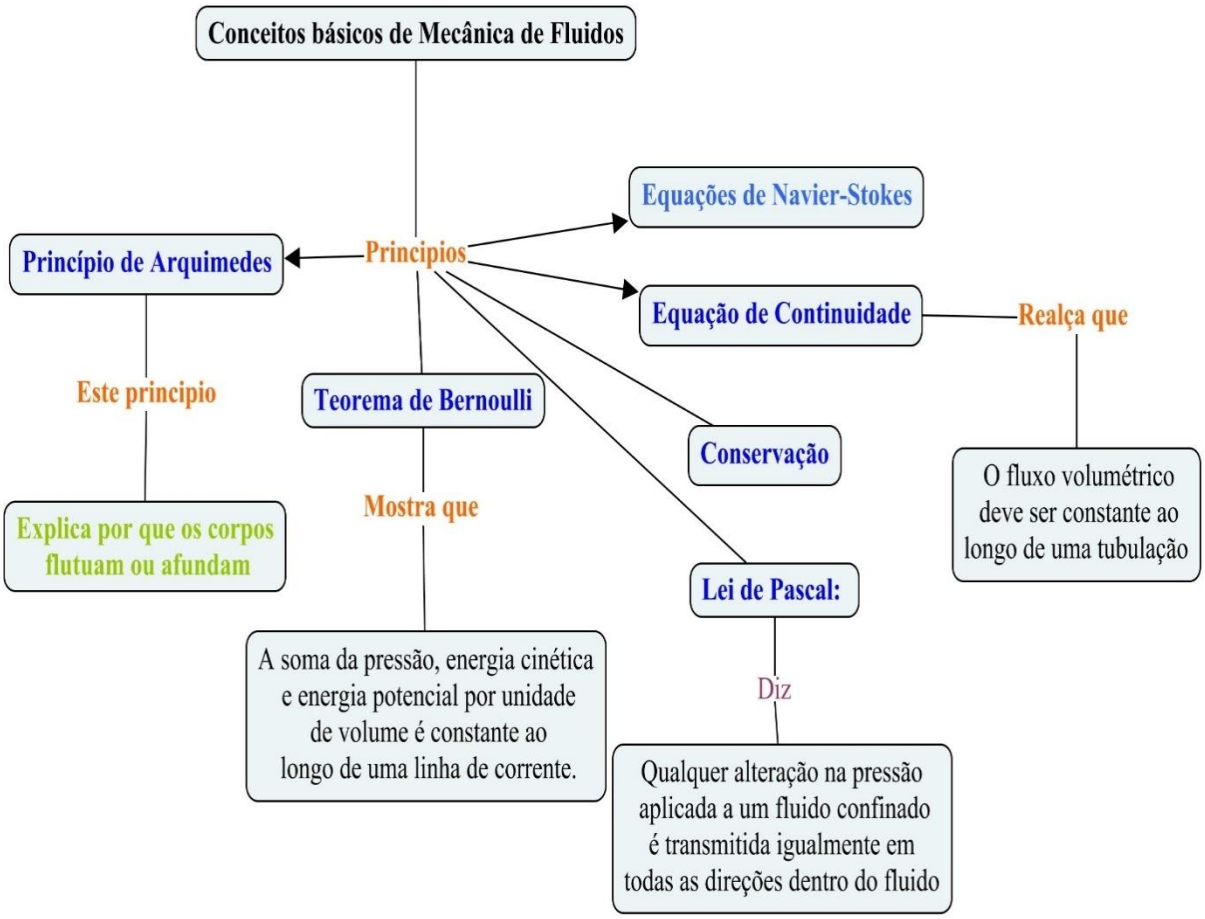
Whitaker (1987): Autor de "*The History of Fluid Mechanics*", oferece uma visão mais ampla da história da mecânica dos fluidos, explorando os

desenvolvimentos desde a antiguidade até os tempos modernos. Também discutem a história da Mecânica dos Fluidos em seus textos e contribuições académicas Fox (1971), Çengel e Cimbala (2008); White (2011) e Streeter (2019).

2.1. ANTIGUIDADE: PRINCÍPIOS FUNDAMENTAIS

Desde épocas muito antigas, as pessoas sempre se interessaram pelo comportamento dos fluidos, como a água e o ar. Essa curiosidade levou os sábios de diferentes épocas a observarem atentamente esses elementos da natureza, como ilustrado no mapa 2. Um desses sábios, conhecido como Arquimedes, o sábio de Siracusa, fez observações importantes nas quais percebeu que os fluidos são contínuos e uniformes, ou seja, não têm espaços vazios entre suas partes.

Mapa 2: Os princípios da Mecânica de Fluidos.



Fonte: Autora (2024)

2.1.1. Lei do empuxo de Arquimedes

No século III a.C., viveu um homem muito inteligente chamado Arquimedes, que foi um dos primeiros a investigar profundamente o comportamento dos fluidos, formulou o que hoje chamamos de *Lei do Empuxo.* Essa lei descreve as forças que

os fluidos exercem em corpos que estão dentro deles. Arquimedes identificou que quando um objeto é colocado em um fluido, como a água, o fluido exerce uma força para cima, que é chamada de empuxo. E o mais notável é que o empuxo é igual ao peso do fluido que o objeto empurra para fora, ou seja, se você colocar um objeto na água, o empuxo vai ser igual ao peso da água que o objeto empurrou para fora, sendo muito importante para entender por que os objetos flutuam ou afundam na água.

Figura 1: Arquimedes de Siracusa. (287 a.C. – 212 a.C.).

Fonte: ASSIS (2008).

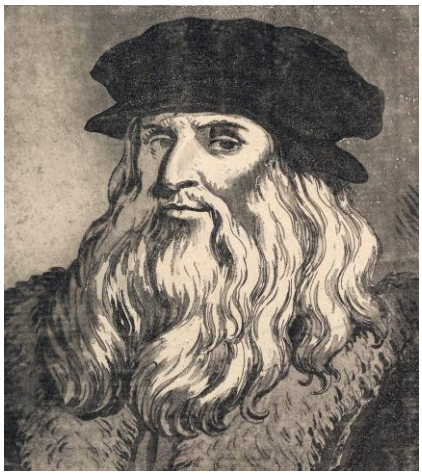
2.2. RENASCIMENTO E REVOLUÇÃO CIENTÍFICA: NOVAS PERSPECTIVAS

Durante o Renascimento (séculos XIV-XVI) e a Revolução Científica (séculos XVI-XVII), um período de florescimento cultural e avanços científicos, o estudo dos fluidos assumiu um papel central no desenvolvimento do conhecimento humano.

Observações da Natureza por Leonardo da Vinci

Leonardo da Vinci (1452-1519), renomado artista e cientista do Renascimento, mergulhou em estudos da natureza, incluindo os fenómenos relacionados aos fluidos. Suas observações meticulosas de comportamento da água, ondas e turbilhões, realizadas no final do século XV e início do século XVI, proporcionaram valiosos conhecimentos para o avanço da hidrodinâmica.

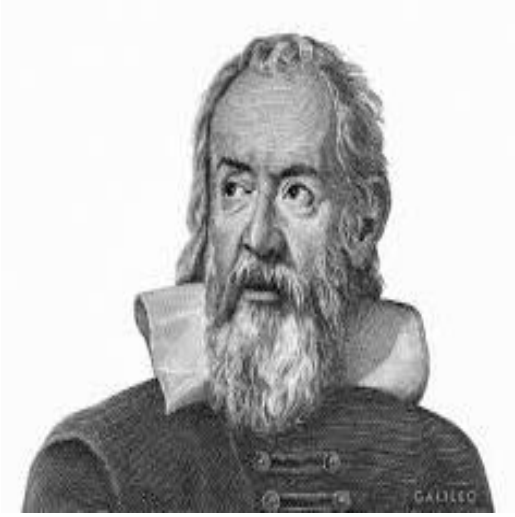
Figura 2: Leonardo di Ser Piero da Vinci (1452- 1519).



Fonte: EVERETT HISTÓRICO/SHUTTERSTOCK.COM

Mais tarde, Galileu Galilei (1564-1642), figura proeminente da Revolução Científica, contribuiu significativamente para o estudo dos fluidos. Durante o século XVII, Galileu inventou a balança hidrostática, uma ferramenta essencial para a medição da densidade dos fluidos. Além disso, sua participação ativa em debates científicos quanto aos princípios hidrostáticos, estabelecidos por Arquimedes, consolidou e difundiu o conhecimento hidrodinâmico da época.

Figura 3: Galileu Galilei (1564-1642).



Fonte: RIBEIRO (2014).

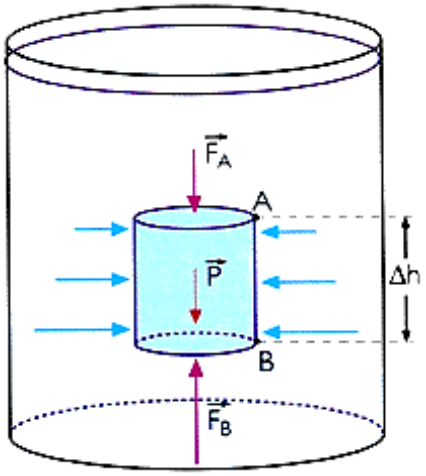
2.3. FORMALIZAÇÃO E EXPERIMENTAÇÃO DOS SÉCULOS XVII E XVIII

Durante os séculos XVII e XVIII, a hidrodinâmica testemunhou avanços significativos na formalização de seus princípios fundamentais e na condução de experimentos pioneiros.

Nesse período, Benedetto Castelli (1577- 1644) realizou medições de água corrente, aplicando a lei de Leonardo da Vinci, que relaciona a área da secção transversal de um canal de água com a velocidade do fluxo. Suas observações e experimentos foram cruciais para entender o comportamento dos fluidos em movimento e estabelecer as bases da hidrodinâmica e contribuiu para o desenvolvimento de tecnologias de medição e controle de fluxo de água, impactando áreas como engenharia hidráulica e gestão de recursos hídricos. Castelli*; "descobriu que a velocidade do fluxo de água está diretamente relacionada à área da secção transversal do canal, uma observação fundamental para entender os princípios que regem o movimento dos fluidos".*

Princípio Fundamental da Hidrostática de Simon Stevin

Figura 4: Lei fundamental da hidrostática ou Lei de Stevin**.**



Fonte: PEMA (2016).

No século XVII, Simon Stevin (1548-1620) - desempenhou um papel crucial na formalização da hidrostática. Estabeleceu o Princípio Fundamental da Hidrostática, que enfatiza que a pressão exercida por um fluido é independente da forma do recipiente e depende apenas do peso do líquido. Por exemplo, ao mergulhar uma bola em um tanque d'água, a pressão exercida sobre a bola é determinada apenas pela altura da coluna de água acima dela, independentemente

da forma do tanque.

Figura 5: Simon Stevin (1548-1620).

Fonte: OLIVEIRA (2009).

Nesta época existiu o Evangelista Torricelli (1608 - 1647) - conhecido por sua famosa experiência com o barómetro de mercúrio, que demonstrou a existência da pressão atmosférica. Ao fechar um tubo de vidro cheio de mercúrio com o dedo e invertê-lo em um recipiente com mercúrio, ele observou que o mercúrio não caía completamente, deixando um espaço vazio no topo do tubo, que aconteceu devido à pressão atmosférica que empurrava o mercúrio para cima. Além disso, Torricelli também desenvolveu uma equação que descreve a velocidade de um fluido saindo de um recipiente em relação à altura do fluido no recipiente, conhecida como a equação de Torricelli. Esses experimentos e equações foram fundamentais para entender o comportamento dos fluidos em movimento.

Edmé Mariotte (1620 - 1684) - realizou experimentos com tubos capilares e fluidos para entender a relação entre a pressão e o volume dos gases, e identificou que, à medida que a pressão sobre um gás aumenta, seu volume diminui e vice-versa, estabelecendo o princípio que hoje leva seu nome: a Lei de Mariotte. Além disso, Mariotte estudou o comportamento dos fluidos em estado estacionário e sua elasticidade, contribuindo para o desenvolvimento da mecânica dos fluidos.

Também no século XVII, Blaise Pascal (1623-1662) contribuiu significativamente para o estudo da transmissão de pressão em fluidos. Ele formulou o Princípio de Pascal, que descreve como a pressão aplicada em um ponto de um fluido é transmitida integralmente e quase instantaneamente em todas as direcções. Um exemplo prático desse princípio é o funcionamento dos sistemas hidráulicos modernos, nos quais uma pequena força aplicada em um pistão é transmitida para

outro pistão por meio de um fluido, permitindo o funcionamento de máquinas e equipamentos com eficiência e precisão.

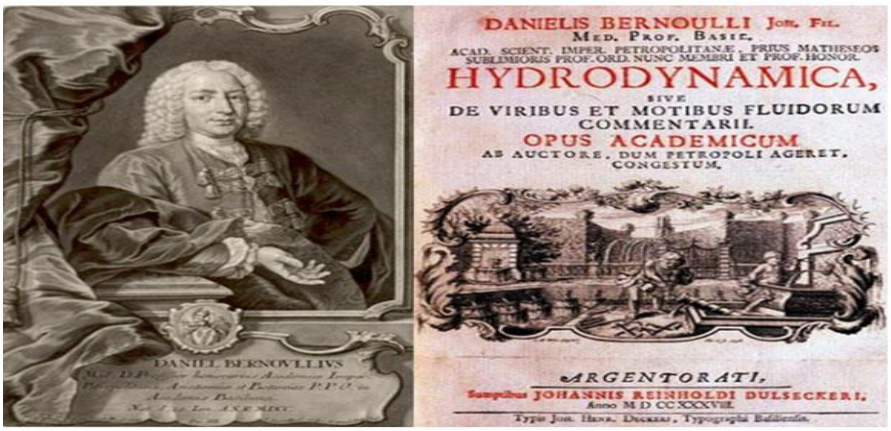
Mais tarde no período do século XVIII, Isaac Newton (1642 - 1727) trouxe contribuições revolucionárias ao postular que todo fluido consiste em esferas perfeitamente elásticas, expandindo nossos horizontes teóricos na compreensão do movimento dos corpos em meios resistivos, como os fluidos.

Enquanto isso, o Jean-Baptiste Le Rond d'Alembert (1717 - 1783) - investigou o comportamento dos fluidos em movimento e descreveu o paradoxo da falta de resistência ao movimento de um sólido imerso em um fluido perfeito. Uma de suas contribuições significativas foi o paradoxo da falta de resistência ao movimento de um sólido imerso em um fluido perfeito. Ele reconheceu que a teoria dos fluidos deveria ser construída com base em observações empíricas, pois havia contradições entre o comportamento teórico de um fluido ideal e o comportamento real de um fluido. Suas contribuições ajudaram a consolidar a Mecânica de Fluidos como uma disciplina fundamentada em dados empíricos e teoria sólida.

2.4. TEOREMA DE BERNOULLIE A ERA MODERNA: TEORIA DOS FLUIDOS EM ASCENSÃO

A jornada pela compreensão dos fluidos ganhou um novo olhar na era moderna, graças ao brilhantismo de Daniel Bernoulli com o seu teorema.

Figura 6: Daniel Bernoulli e o seu livro de Hidrodinâmica.



Fonte: OLIVEIRA (2019).

Daniel Bernoulli (1700 1782) nos brindou com uma contribuição monumental: o **Teorema de Bernoulli,** ao aplicar a conservação da *vis-viva*, revelou uma relação

fascinante entre a pressão e a velocidade de um fluido ideal. Como ilustração, considerou o voo gracioso de um pássaro. “Quando *as aves batem suas asas vigorosamente, criam áreas de alta velocidade do ar ao seu redor, diminuindo a pressão e gerando sustentação, conforme previsto pelo teorema de Bernoulli.”*

Bernoulli também ajudou a entender fenómenos terrestres, como a dinâmica dos rios, deixando evidente que à medida que a água flui por terrenos montanhosos, sua velocidade aumenta em gargantas estreitas, criando áreas de baixa pressão e, assim, moldando o curso do rio ao longo do tempo. É como se a própria natureza estivesse nos ensinando os princípios do Teorema de Bernoulli através de suas paisagens em constante mudança.

A aplicação desse teorema se estende até mesmo aos avanços da engenharia moderna, como é o caso do funcionamento de um avião supersónico, que desafia os céus com sua velocidade extraordinária. Graças ao Teorema de Bernoulli, os engenheiros podem projetar aerofólios e fuselagens para otimizar o fluxo de ar ao redor da aeronave, garantindo uma viagem suave e segura.

2.5. AVANÇOS EMPÍRICOS E EXPERIMENTAIS DO SÉCULO XIX

Nesta época marcante para a ciência dos fluidos, os estudos experimentais assumiram um papel central, impulsionando o entendimento de fenómenos complexos como, Experimentação na Hidráulica (Poiseuille, Darcy e Reynolds).

No século XIX, figuras como Poiseuille, Darcy e Reynolds emergiram como pilares na exploração empírica da hidráulica. Poiseuille, por exemplo, dedicou-se ao estudo minucioso da viscosidade dos fluidos e desenvolveu a Lei de Poiseuille**,** que relaciona a vazão de um líquido viscoso com a pressão exercida sobre ele. Por outro lado, Darcy se destacou ao investigar o fluxo em meios porosos, culminando na famosa Lei de Darcy, que descreve os resultados de experimentos com o movimento da água através de solos. Já Reynolds, com seu experimento icónico envolvendo um tubo transparente e um filete de tinta, elucidou os diferentes regimes de escoamento, distinguindo entre o laminar e o turbulento.

Esses avanços experimentais não apenas aprofundaram conhecimentos quanto aos fluidos, mas também pavimentaram o caminho para a modernização da engenharia hidráulica, influenciando desde o projeto de sistemas de abastecimento

de água até a construção de estruturas hidráulicas complexas.

2.6. MODELAGEM MATEMÁTICA E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

No último século veio a inovação, na qual a ciência dos fluidos abraçou a modelagem matemática como uma ferramenta poderosa para decifrar os segredos dos fluxos complexos.

No decorrer do século XX, visionários como Von Kármán e Taylor assumiram a vanguarda da pesquisa, empregando a matemática como uma lança afiada para penetrar nos mistérios dos fluidos. Von Kármán, por exemplo, desbravou os intricados padrões do movimento turbulento, introduzindo conceitos fundamentais que sustentam nossa compreensão moderna da dinâmica dos fluidos. Taylor, por sua vez, destacou-se na análise de fluxos viscosos, desenvolvendo modelos matemáticos que lançaram luz sobre fenómenos anteriormente obscuros.

Essa abordagem matemática refinada não apenas aprimorou a capacidade de prever e controlar o comportamento dos fluidos, mas também impulsionou inovações tecnológicas significativas em campos tão diversos quanto aerodinâmica, engenharia de sistemas de propulsão e *design* de dispositivos médicos.

E por fim, a narrativa contempla a jornada da mecânica dos fluidos, cativada por sua rica tapeçaria de descobertas e inovações ao longo dos séculos. Desde as primeiras observações dos sábios da antiguidade até as sofisticadas modelagens matemáticas do século XX, testemunhou-se a colaboração dinâmica entre teoria e experimentação, impulsionando incessantemente o avanço do conhecimento.

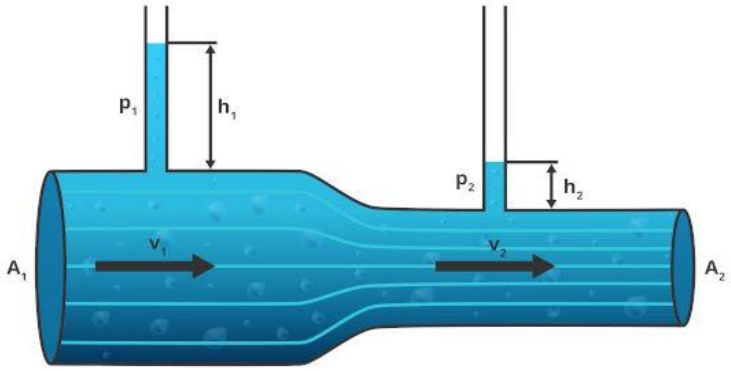
Essa evolução não apenas enriquece nossa compreensão do mundo natural, mas também molda o ensino da ciência e da tecnologia modernas. Dos alicerces estabelecidos por Arquimedes e Leonardo da Vinci até as fronteiras contemporâneas exploradas por Von Kármán e Taylor, a mecânica dos fluidos continua a oferecer um vasto campo de possibilidades para solucionar desafios complexos.

Pelas reflexões apresentadas, nesta fase passa-se a aprofundar o princípio de Bernoulli e seus conceitos que fazem parte do objetivo central deste estudo, para compreender os fenómenos naturais do nosso quotidiano.

3.0. O TEOREMA DE BERNOULLI E SUAS RAMIFICAÇÕES

No cenário do século XVIII, Daniel Bernoulli emergiu como uma figura proeminente, contribuindo de maneira significativa para a compreensão dos fluidos em movimento. Seu trabalho seminal "*Hydrodynamica*" (1738) marcou a formulação do Teorema de Bernoulli, um conceito que se tornaria fundamental na mecânica dos fluidos.

Figura 7: Situação de um fluido ideal.



Fonte: MUNDO EDUCAÇÃO. BR.

3.1. EQUAÇÃO DE BERNOULLI

Quando pretendemos bombear água para um ponto mais elevado, necessitamos de exercer uma determinada pressão para que a água se ponha em movimento adquirindo desta forma energia cinética que é a energia de movimento.

Porém, à medida que a água sobe, ela adquire energia potencial que é a energia de posição. Por isso, estas três grandezas físicas (altura, pressão e velocidade) serão o nosso ponto de partida para melhor percebermos o princípio de Bernoulli como ilustrado na figura 7**.**

Para elevar o líquido de uma altura “**h1**“para outra “**h2**“deve-se exercer uma pressão “**P1**” e este adquire uma velocidade “**v1**” e chega ao ponto mais elevado com uma velocidade “**v2**”. A pressão “**P2**” pode ser vista como uma contra pressão em relação ao ponto de partida porque se opõe ao movimento do líquido.

A equação de Bernoulli ou Princípio de Bernoulli, estabelece que: *“Num fluido ideal em movimento estacionário a soma da pressão estática e da pressão dinâmica em qualquer ponto do fluido é constante”*, isto é: $\mathbf{P_1+E_{c1}+E_{P1}=P_2+E_{c1}+E_{p2}}$

Aplicando os conhecimentos que possuímos quanto as grandezas físicas pressão, energia cinética e energia potencial associadas a grandeza que caracteriza os fluidos, a densidade.

Nota importante

$$E_i + W_r = E_f \Rightarrow mgh_1 + \frac{mv_1^2}{2} + P_1 \cdot A_1 \cdot s_1 - P_2 \cdot A_2 \cdot s_2 = mgh_2 + \frac{mv_2^2}{2}$$

$$\rho V g h_1 + \frac{\rho V v_1^2}{2} + P_1 V - P_2 V = \rho V g h_2 + \frac{\rho V v_2^2}{2} \rightarrow$$

Assim sendo teremos:

$$P_1 + \frac{\rho.v_1^2}{2} + \rho.g.h_1 = P_2 + \frac{\rho.v_2^2}{2} + \rho.g.h_2$$

Equação 1: Princípio de Bernoulli

Onde:

P: pressão.

Energia cinética: $E_c = \frac{\rho.v^2}{2}$

ρ:Densidade

v:Velocidade de escoamento

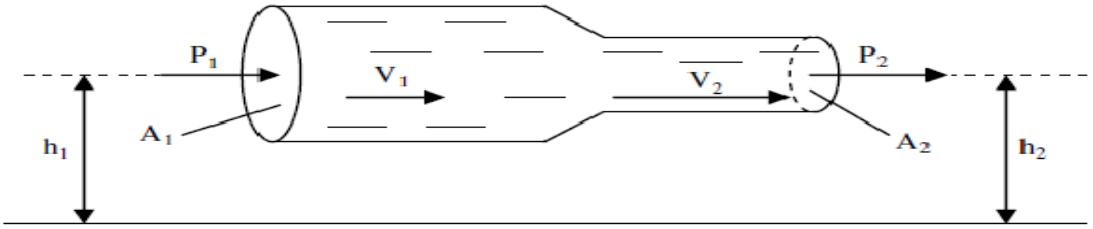
Energia potencial gravitacional: $E_p = \rho.g.h$

***g*:** Aceleração de gravidade.
h: Altura.

Essas grandezas físicas estão inter-relacionadas e são fundamentais para entender o comportamento e as características dos fluidos em diferentes situações, desde o escoamento em tubulações até o comportamento de corpos submersos em líquidos.

Tubo de Venturi – como ilustra a Figura 8,se o escoamento do liquido for horizontal, **$h_1 = h_2$ = Constante**. Então, a equação de Bernoulli reduz-se pois desaparecem os termos referentes às pressões hidrostáticas, uma vez que elas são iguais.

Figura 8: Escoamento de um fluido em tubo de Venturi.



Fonte: POTTER (2004).

Durante o escoamento de um fluido em um tubo estrangulado, podemos constatar que:

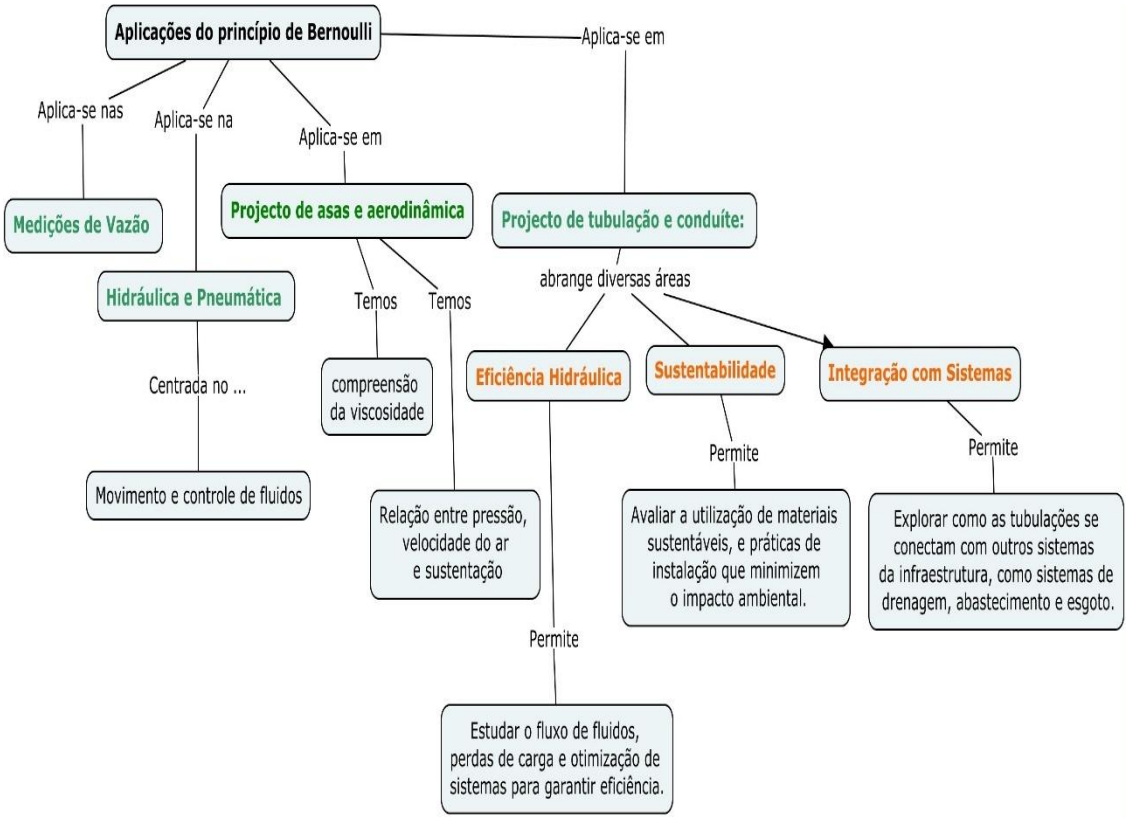
- ✓ Quanto maior for a área do tubo, menor será a velocidade de escoamento ou a velocidade de escoamento será maior na parte estreita do tubo.
- ✓ Na parte larga do tubo, a pressão será maior em relação a parte estreita, pois a pressão é inversamente proporcional a velocidade.

O tubo de Venturi é um instrumento que permite indicar a variação da pressão exercida por um líquido que se encontra em movimento tendo em consideração tubos com áreas variáveis.

3.1.1. Aplicações do princípio de Bernoulli

O princípio de Bernoulli, um dos pilares fundamentais da Mecânica deFluidos, tem uma ampla gama de aplicações em diversas áreas da engenharia, física e ciências aplicadas. Este princípio, formulado pelo cientista suíço Daniel Bernoulli no século XVIII, descreve o comportamento dos fluidos em movimento e estabelece uma relação crucial entre a pressão, a velocidade e a altura de um fluido em um campo gravitacional constante. Ao aplicar o princípio de Bernoulli, é possível compreender uma série de fenómenos complexos e desenvolver soluções para uma variedade de problemas práticos, como demostra o mapa 3 em resumo.

Mapa 3: aplicação do princípio de Bernoulli



Fonte: Autora (2024)

- ✓ **Projeto de tubulação e conduíte:** A equação de Bernoulli (1) é usada para calcular a pressão e a velocidade do fluxo de fluido em tubulações e conduteis, o que é essencial na engenharia civil e mecânica.
- ✓ **Projeto de asas e aerodinâmica**: o princípio de Bernoulli é aplicado no projeto de asas de aviões e outros dispositivos aerodinâmicos. A forma das asas é projetada para criar uma diferença de pressão entre a parte superior e inferior das asas, o que permite que os aviões voem.
- ✓ **Hidráulica e Pneumática** – juntamente com o princípio de Pascal, esta equação é usada para projetar os sistemas hidráulicos e pneumáticos usados no projeto de máquinas industriais.
- ✓ **Medições de Vazão** – a equação1 também é usada para medir a vazão de fluidos em uma ampla variedade de aplicações, como medir a vazão de água em uma tubulação ou a vazão de ar em um ducto.

Princípio de Bernoulli descreve a relação entre a pressão, velocidade e altura de um fluido em um sistema em movimento. Essa lei é aplicável para entender como os

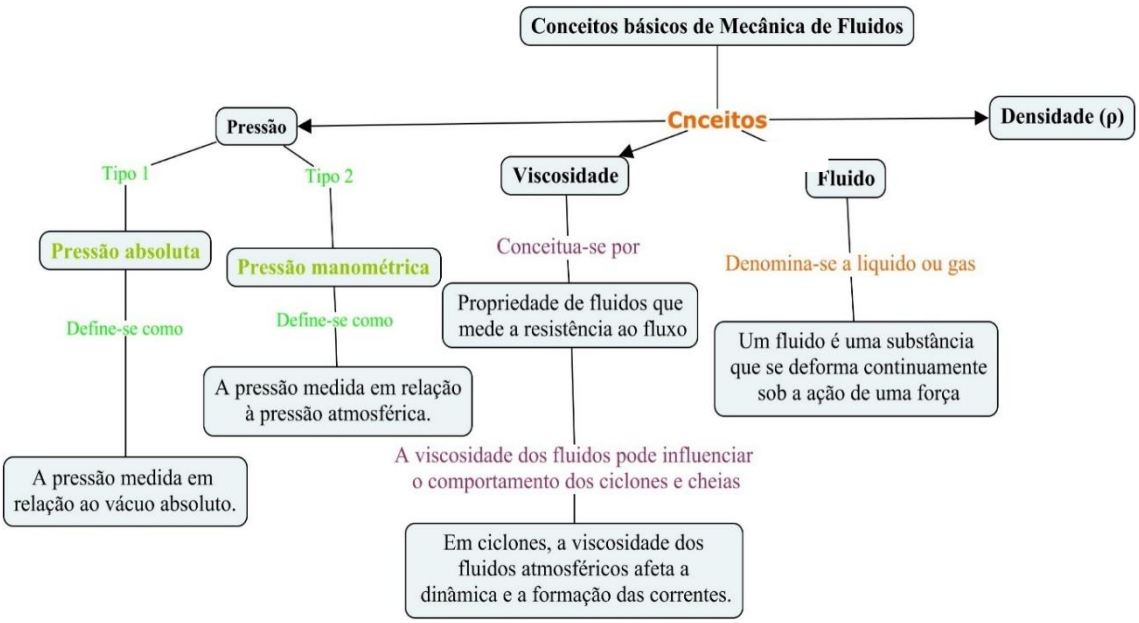
ventos ciclônicos se comportam, já que os ciclones são sistemas de baixa pressão que podem estar associados a ventos.

3.2. RELAÇÕES ENTRE PRESSÃO, VELOCIDADE, VISCOSIDADE, DENSIDADE

O Teorema de Bernoulli estabeleceu relações cruciais entre três variáveis essenciais: pressão, velocidade e altura potencial. Em um fluido incompressível, as mudanças nessas grandezas estão interconectadas. Bernoulli demonstrou que, em um fluxo constante, quando a velocidade do fluido aumenta, a pressão diminui, e vice-versa.

Além disso, ele incorporou a altura potencial ao equacionar a energia total do sistema, indicando que a soma da energia cinética e potencial por unidade de volume permanece constante (mapa 4).

Mapa 4: A relação entre pressão, viscosidade, densidade



Fonte: Autora (2024)

3.2.1. Densidade ou massa específica

A densidade de um corpo é um número absoluto que representa a relação da massa do corpo de igual volume de uma substância tomada como padrão, no caso de líquido a água é a referência e o ar no caso dos gases. Com isso pode-se aplicar a equação 2.

$\rho = \frac{m}{V}$ **Equação 2:** Fórmula da densidade.	Onde: ρ - é a densidade do líquido (kg/m^3); m – é a massa do líquido (kg); V – é o volume do líquido (m^3).

Densidade é uma propriedade física que relaciona a massa de um material ao volume que ele ocupa, sendo característica de cada substância. Medidas de densidade são afetadas por alterações de pressão, temperatura e composição química, isto pode ser notável na alteração das variáveis atmosféricas que por vezes origina ciclones e cheias e até inundações.

3.2.2. Viscosidade

De acordo com Hughes E Brigton (1979), a viscosidade de um fluido pode ser considerada como a propriedade que determina o grau de sua aversão à força cisalhante. Portanto, a viscosidade é uma medida de resistência do fluido ao cisalhamento quando ele se move.

Conforme Potter (2004), um efeito importante da viscosidade é provocar a aderência do fluido à superfície, que conhecido como uma condição de não-escorregamento.

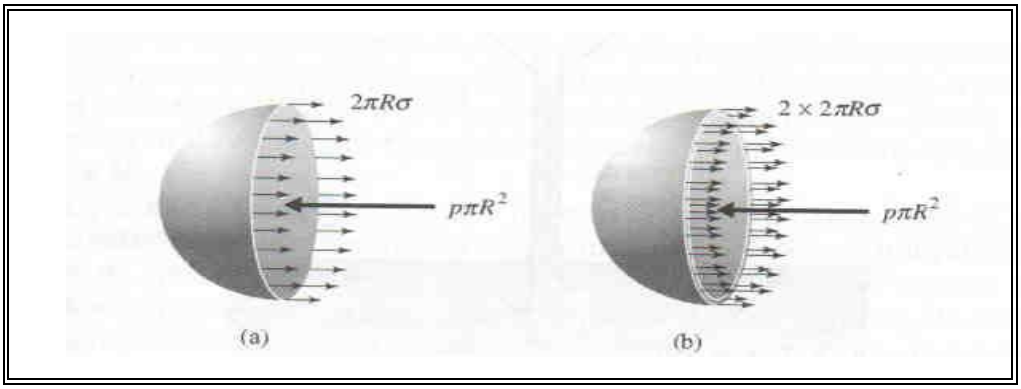
A viscosidade é a resistência de um fluido ao fluxo. Em contextos de ciclones, a viscosidade pode influenciar a forma como os ventos e as massas de ar se movem, afetando a intensidade do ciclone.

3.2.3. Tensão Superficial

O termo tensão superficial é utilizado para identificar a tensão aparente na camada superficial de um líquido, essa camada comporta-se como uma membrana distendida e pode ocasionar uma diferença de pressão através de uma superfície líquida curva, Brighton e Hughes (1979).

A força da tensão superficial resulta do comprimento multiplicado pela tensão superficial, sendo o comprimento do fluido em contacto com o sólido. Pode-se analisar o efeito da tensão superficial na figura 9, onde aparece os diagramas do corpo livre da metade de uma gotícula e metade de uma bolha.

Figura 9: Forças Internas em (a) uma gotícula e (b) em uma bolha.



Fonte: Potter (2004).

As pressões podem ser calculadas dentro da gotícula e da gota. A força da pressão, pπR², gotícula equilibra com a força de tensão superficial em volta da circunferência.

Então a equação 3:

$P\pi R^2 = 2\pi R\sigma$ $P = \frac{2\pi R\sigma}{\pi R^2}$ **Equação3** $P = \frac{2\sigma}{R}$	Onde: P – é a pressão (Pa) R – é a resistência da gotícula em relação a tensão superficial σ – é o coeficiente da resistência

Igualmente, a força de pressão na bolha é equilibrada pelas forças da tensão superficial das duas circunferências, assim a Equação 4 descreve:

$$P\pi R^2 = 2(2\pi R\sigma)$$
$$P = \frac{4\sigma}{R}$$ **Equação 4**

A tensão superficial surge devido às interações coesivas entre as moléculas do líquido, onde no interior do líquido, as moléculas têm moléculas vizinhas em cada lado. As mesmas são puxadas umas pelas outras de forma igual e em todas as direções, promovendo uma anulação das forças que origina a direção de ventos que podem ocorrer com maior ou menor intensidade originando ventos fracos e ou fortes.

3.2.4. Pressão

A pressão em um fluido é transmitida com igual intensidade em todas as

direções e atua normalmente a qualquer plano. Em um mesmo plano horizontal as intensidades de pressão em um líquido são iguais, Equação 5. (Hughes e Brigton, 1979).

$$P = \rho.g.h \qquad \textbf{Equação 5.}$$

Onde: **P-** pressão**; ρ** é a densidade do líquido (kg/m^3) e ***h*-**altura,

Os centros de baixa pressão atmosférica (ciclones) provocam movimentação do ar e resultam em grandes tempestades associadas a ventos fortes com poder destrutivo. O Ciclone é um fenómeno da natureza causada pelas massas de ar que se movimentam em círculos nos centros de baixa pressão, acompanhados de fortes tempestades. Nesse caso, a intensidade dos ventos é essencial para a formação dos ciclones, que podem chegar até mais de 100 km/h, e podem variar de sentido.

Figura 10: Ilustração da pressão de vento ocorrido nos ciclones.

Fonte: CARTA DE MOÇAMBIQUE (2023)

3.2.5. Escoamento

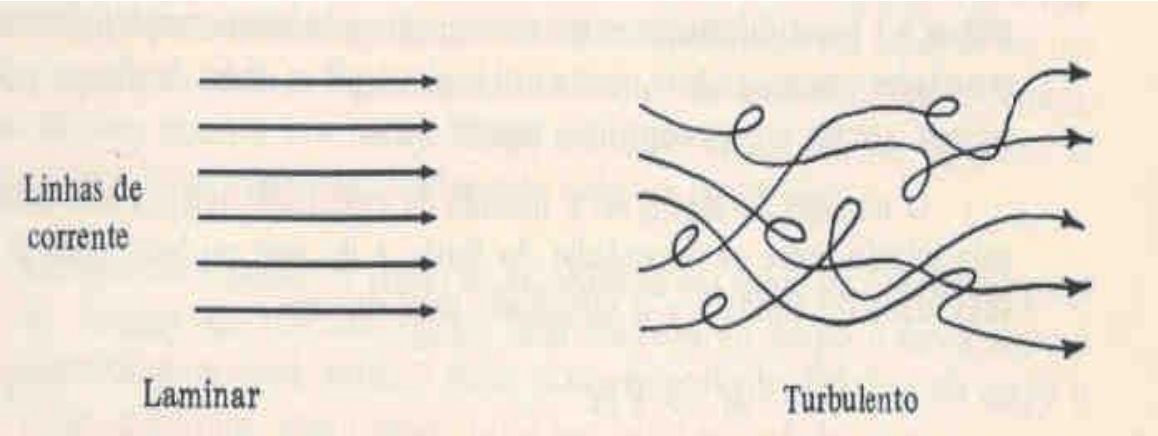
É o processo de movimentação das moléculas de um fluido, mas em relação as outras moléculas aos limites impostos, ou escoamento pode ser definido como mudança da forma dos fluidos sob ação de um esforço tangencial, que se caracterizam em escoamento laminar e turbulento.

O fluido que não tem viscosidade e não escoa de maneira turbulenta é chamado de fluido ideal, ou melhor o escoamento é dito ideal. O escoamento ideal não tem atrito interno e assim não há nenhuma perda ou dissipação interna. Contudo não existem fluidos ideais, mas sim alguns que em determinadas circunstâncias aproximam-se bastante de condições ideais.

As denominações de escoamentos laminares e ou viscosos puros são usadas como sinónimos para indicar um escoamento que se processa em lâminas ou camadas, em contraposição ao escoamento turbulento no qual as componentes de velocidade sofrem flutuações aleatórias impostas a seus valores médios.

Na figura 11 seguinte, pode-se observar a diferenciação entre o escoamento laminar e o escoamento turbulento através das linhas de corrente mostrada.

Figura 11: Escoamento laminar e turbulento. As linhas indicam trajetórias das partidas.



Fonte: HUGHES E BRIGHTON (1979).

Para determinar se o escoamento é laminar ou turbulento do fluido dá-se através da velocidade e da configuração do canal. À medida que aumenta a velocidade, o escoamento passará de laminar para turbulento, atravessando um regime de transição, e na natureza pode se encontrar o escoamento laminar e escoamento turbulento, sendo o escoamento turbulento o mais comum.

Os efeitos da viscosidade estão sempre presentes no escoamento turbulento, mas usualmente estão mascarados pelas tensões de cisalhamento dominantes. O escoamento consiste no percurso das águas provenientes das chuvas na superfície, devido à precipitação, que é uma das etapas do ciclo hidrológico, ilustrado nas figuras 12 e 13.

(A) (B)

Figura 12: (A) ilustração da chuva

Figura 13: (B) Retenção das águas da chuva.

Fonte: AGERH (2014)

3.2.6. Destelhamento

Durante a ventania, o ar que passa sobre o telhado com uma velocidade significativa, a pressão acima do telhado é menor do que em baixo, e essa diferença de pressão resulta numa força para cima, que pode destelhar a casa, se o telhado não estiver bem preso à estrutura como ilustra a figura 14. O mesmo efeito explica por que o vento “puxa a cortina para fora” de uma janela aberta. Mais uma vez, tem-se uma diferença de pressão que está associada a uma força de dentro para fora.

Figura 14: destelhamento de casas.

Fontes: Raiva (2022).

3.3. VAZÃO OU CAUDAL VOLUMÉTRICO (Q)

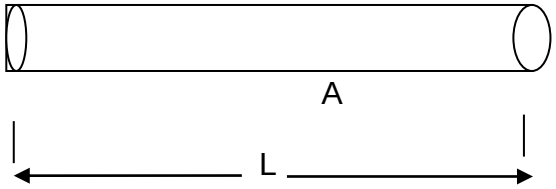
É o volume do fluido que atravessa uma dada secção por unidade de tempo.

Equação 6. $Q = \frac{\Delta V}{\Delta t}$ $aunidadenoSI$é m³/s. onde**: Q –** Vazão, **V**∆Volume,

∆**t-** Variação do tempo

- ✓ Considera se um tubo não estrangulado **(**Figura 15), de um certo comprimento, no qual, escoa um certo fluido em regime permanente.

Figura 15: tubo não estrangulado



Fonte: A AUTORA (2024).

Considerando ***A***- a área de secção transversal do tubo e L o comprimento do tubo. Podemos concluir que: $V = AL$

Assim sendo $Q = \frac{AL}{t}$ e note sempre $v = \frac{L}{t}$ logo**.**

$$Q = Av$$ **Equação 7.**

A vazão refere-se à quantidade de fluido que passa por uma área específica em um determinado período. Em situações de cheias, entender a vazão de rios e córregos é fundamental para prever e gerenciar ciclones e cheias.

A fórmula da equação (7), mostra que a vazão não só depende da variação do volume e da variação do tempo, mas também depende da velocidade de escoamento e da área de secção transversal.

3.4. NOÇÃO DE TURBULÊNCIA

A turbulência é um estado de fluxo de fluido caótico e irregular. Nos ciclones, a turbulência pode ocorrer devido às diferenças de pressão e temperatura, afectando a intensidade e o movimento do sistema. A relevância desses conceitos para estudantes que vivem em áreas propensas a ciclones e cheias é significativa.

As turbulências podem ter diferentes origens, e aparecem quando o movimento

das partículas de ar é desordenado e se formam remoinhos ou torvelinhos. As causas deste fenómeno podem ser as nuvens que aparecem na vertical ou a mudança brusca da velocidade e a direção do vento.

As turbulências mais intensas fazem com que um avião altere a sua altitude e a sua velocidade, por isso, no interior sente-se que a aeronave é “sacudida” e que os objetos se movem, assim como caminhar pelo passeio torna-se impossível.

A noção de turbulência também pode mencionar a agitação da água ou de outros fluídos. Por exemplo: “Navegar na manhã é uma atividade de alto risco tendo em conta a turbulência da água.”

A turbulência consiste no fluxo irregular, estando relacionada com a pressão e a velocidade através de um fluxo de corrente, pois quanto maior a velocidade do movimento maior a turbulência.

3.5. PRINCÍPIO DE CONTINUIDADE

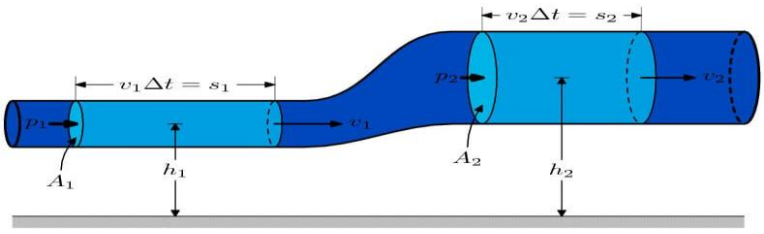
O princípio de continuidade estabelece que durante o escoamento de um fluido ideal (incompressível não viscoso) a vazão é constante. (**Q = Constante**)”. Isto significa que em qualquer ponto do tubo a vazão é a mesma.

Por isso podemos escrever**:** $Q_1 = Q_2$

$$A_1 . v_1 = A_2 . v_2$$ **Equação 8.**

onde: ***A***- área; ***v*** – velocidade.

Figura. 16: tubo estrangulado**.**



Fonte: POTTER (2004).

Note…

Num tubo estrangulado, considera-se o seguinte:

- ✓ Quanto maior for a área, menor será a velocidade e quanto menor for a área maior será a velocidade

- ✓ Quanto maior for a área, maior será a pressão e na parte estreita onde a área é menor, a pressão será menor.
- ✓ A vazão na parte larga é sempre igual com a vazão na parte estreita.

O princípio da continuidade afirma que, em um sistema fechado, a taxa de fluxo de massa em qualquer ponto deve ser igual à taxa de fluxo de massa em qualquer outro ponto. Assim, é importante para entender como a água fluí em rios, riachos e sistemas de drenagem durante cheias.

3.5.1. Aplicação do princípio de continuidade na interpretação de ciclones e cheias

O princípio da continuidade é uma ferramenta fundamental na interpretação de fenómenos como ciclones e cheias. Este princípio é baseado na conservação da massa afirmando que, em um sistema fechado, a quantidade de massa que entra deve ser igual à quantidade que sai, desde que não haja acúmulo ou perda de massa dentro do sistema.

a) Ciclones:

No contexto dos ciclones tropicais, o princípio da continuidade pode ser aplicado considerando a conservação do fluxo de ar. Por exemplo, em um ciclone tropical, o ar quente e húmido é levado para cima, o que resulta em uma redução da pressão atmosférica na superfície. O princípio da continuidade implica que o ar que sobe deve ser compensado por ar que desce em outras regiões do sistema, mantendo assim a continuidade do fluxo de ar.

b) Cheias:

Para interpretar cheias, o princípio da continuidade pode ser aplicado considerando que a vazão de água que entra em uma determinada secção transversal deve ser igual à vazão que sai dessa secção. Evidenciando que, se há um aumento na vazão de entrada devido à precipitação, por exemplo, a vazão de saída também deve aumentar para manter a continuidade do fluxo.

Em ambos os casos, a aplicação do princípio da continuidade ajuda na interpretação e compreensão dos processos físicos envolvidos em fenómenos como ciclones e cheias, fornecendo uma base teórica sólida para análises quantitativas e qualitativas.

3.6. IMPORTÂNCIA DO ESTUDO

Os fenómenos naturais como ciclones e cheias estão diretamente relacionados aos princípios da mecânica dos fluídos, e o estudo desses conceitos tem uma grande relevância para lidar com esses eventos naturais e entender como eles afetam nossas vidas.

Prevenção e preparação: o conhecimento da Mecânica de Fluidos pode ajudar na previsão e preparação para eventos climáticos extremos, permitindo que as comunidades tomem medidas preventivas e de segurança. Se estiver dentro de casa, evitar ficar perto de janelas ou portas de vidro (podem explodir devido a pressão), os locais mais seguros pode ser o banheiro, porão ou corredor e se morar em prédio, procure o andar mais baixo, e é importante ficar debaixo de mesas ou objetos robustos.

Mitigação de desastres: compreender como os fluidos se comportam durante cheias pode ajudar na construção de infraestruturas mais resistentes a inundações e na implementação de sistemas de drenagem eficazes.

Segurança pessoal: conhecimentos sobre pressão atmosférica, ventos e ciclones podem ajudar a entender os perigos associados a esses eventos e tomar decisões informadas para sua segurança.

Gerenciamento de recursos hídricos: o estudo da mecânica dos fluidos é crucial para o gerenciamento sustentável dos recursos hídricos, ajudando a evitar a escassez de água ou inundações.

Portanto, a contextualização histórica da mecânica dos fluidos desempenha um papel fundamental na compreensão e na mitigação dos impactos dos ciclones e cheias, contribuindo para a segurança e o bem-estar das comunidades afetadas por esses fenómenos naturais.

4.0. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A unidade de ensino abordando a Contextualização Histórica da Mecânica de Fluidos, com foco em fenómenos de ciclones e cheias, oferece uma oportunidade valiosa para os estudantes compreenderem não apenas os princípios científicos fundamentais por trás desses eventos naturais, mas também a evolução do conhecimento e das técnicas utilizadas para interpretá-los e mitigá-los ao longo do tempo.

Pois, ao explorar a História da Mecânica de Fluidos em relação aos fenómenos naturais, os estudantes são expostos a uma variedade de conceitos interdisciplinares, incluindo física, matemática, geografia, engenharia, etc. Eles podem aprender sobre os avanços científicos e tecnológicos que permitirão uma compreensão mais profunda desses fenómenos ao longo da história, desde as observações empíricas de estudiosos antigos até as simulações computacionais sofisticadas utilizadas na atualidade.

Além disso, ao contextualizar esses conceitos dentro de um quadro histórico, os estudantes são incentivados a desenvolver habilidades críticas de análise e avaliação, questionando como as teorias e práticas mudaram ao longo do tempo em resposta a novas descobertas e desafios.

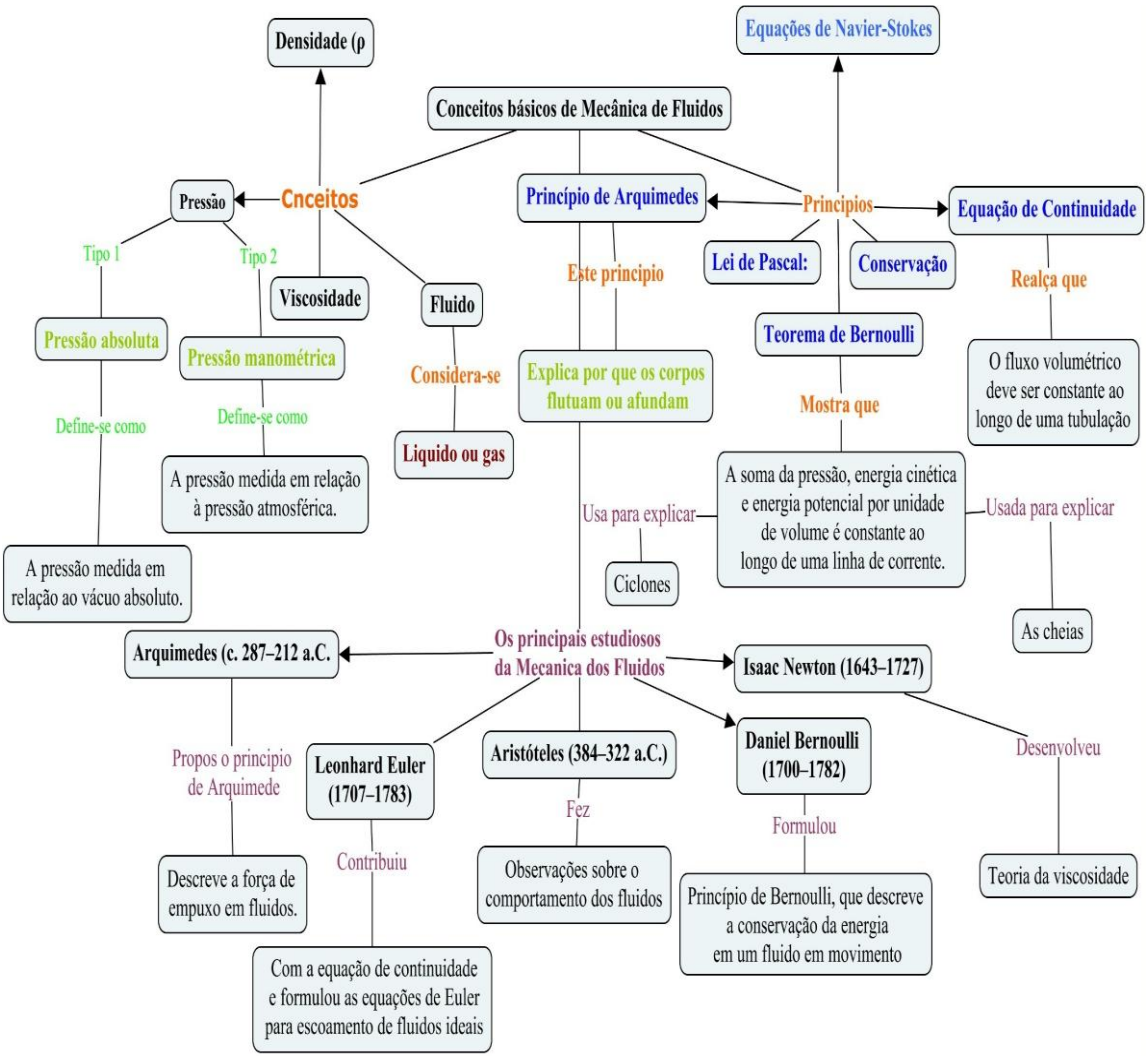
No final da unidade, os estudantes devem ser capazes não apenas de entender os princípios científicos por trás dos ciclones e cheias, mas também de reconhecer a importância da História da Mecânica de Fluidos para a compreensão atual desses fenómenos e para o desenvolvimento de estratégias eficazes de prevenção e mitigação.

Dessa forma, a unidade de ensino à respeito da Contextualização Histórica da Mecânica de Fluidos relacionada a ciclones e cheias promove o aprendizado significativo e estimula uma apreciação mais profunda do papel da ciência e da engenharia na compreensão e na proteção do nosso mundo natural.

A contextualização Histórica dos princípios da MF revela a evolução do conhecimento científico e técnico ao longo dos séculos, desde as primeiras teorias de Arquimedes até as modernas equações de Navier-Stokes.

Essa trajetória Ilustrada no mapa conceitual (5) abaixo não apenas descreve o avanço das teorias, mas também demonstra como esses conceitos foram aplicados e refinados para resolver problemas práticos, como os relacionados com os fenómenos naturais de ciclones e cheias

5: Resumo da Contextualização Histórica da Mecânica de Fluidos



Fonte: Autora (2024).

5.0. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, R. B; JACOBS, C. I. M. Síntese de pesquisa-A terra e as alterações climáticas: Direitos e deslocamento ambiental em Moçambique, 2020.

AMARANTE, A. R. S et al. A Utilização da História da Ciências em Conteúdos Relacionados à Mecânica dos Fluidos por Intermédio de Recursos Multimídia. EPEF, IX, 2004.

ARTEAGA, E. G. Historia, epistemología y enseñanza de lasciencias; caso mecánica de fluidos. Enseñanza de lasciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, n. Extra, p. 1255-1259, 2009.

AUSUBEL, D.P. (1968). Psicologia educativa: um ponto de vista cognoscitivo. México, Berge Smith, 1994

BOROCHOVICIUS, E; TORTELLA, J. C. B. Aprendizagem Baseada em Problemas: um método de ensino-aprendizagem e suas práticas educativas. Ensaio: avaliação e políticas públicas em educação, v. 22, n. 83, p. 263-293, 2014.

BOSS, S. L. B. Reprodução de experimentos históricos com materiais Acessíveis-Subsídio para o ensino de Electricidade; Tese de Doutoramento; Bauri; SP; 2011.

CASTILLO, J. R. M. et al. Aplicación de lamecánica de fluidos enlamodelación matemática de flujo de SO2 enel Centro Histórico de Riobamba–Ecuador. Ciencia Digital, v. 3, n. 2, p. 561-581, 2019.

ÇENGEL, Y. A.; CIMBALA, J. M. Mecânica dos Fluidos: Fundamentos e Aplicações. Porto Alegre: AMGH Editora, 2008.

CHANG, H. How historical experiments can improve scientific knowledge and science education: the cases of boiling water and electrochemistry, v.20, Science &Educationn.3-4,p.317–41, 2011.

CONJO, M. P. F; CHICHANGO, D B; DE JESUS, O M. O papel da mídia na divulgação de informação sobre mudanças climáticas em Moçambique. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, v. 7, n. 11, p. 1635-1654, 2021.

DOS SANTOS, A. C et al. Ensino de ciências baseado em investigação: Uma proposta didática inovadora para o uso de laboratórios on-line em avea. Revista Univap, v. 24, n. 44, p. 54-68, 2018.

ENCALADA, T. História de la Mecânica de Fluidos.

FAZENDA, I. C. A. Interdisciplinaridade: didática e prática de ensino. Interdisciplinaridade. Revista do Grupo de Estudos e Pesquisa em Interdisciplinaridade, n. 6, p. 9-17, 2015.

FERREIRA, P. A; ASSOCIADO, Reitor da UCM. Desafios de Moçambique Após os Ciclones IDAI e Kenneth.

FOX, R. W. Introdução à Mecânica dos Fluidos. Editora LTC, 1971.

FREIRE, A. P. S. O Vôo dos Pássaros e a Mecânica dos Fluidos. Encontro em Educação em Engenharia, 2012.

FREIRE, A. Turbulência e seu desenvolvimento histórico. III Escola de Primavera de Transição & Turbulência, p. 23-27, 2002.

GILES, R. V. Mecânica dos fluidos e hidráulica. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1976.

GRASSI, F. Mecânica dos fluidos para fısicos: Uma introduçao.

HUGHES, W. F; BRIGHTON, J. A. Dinâmica dos fluidos. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1979.

INDE & MINED; Física, Programa da 12ª Classe, INDE/MINED Moçambique; Maputo 6270RLINLD/2010.

LOPES, B. Aprender e Ensinar Física. Fundação Calouste Gulbenkian 2004.

M.A. Moreira, Teorias de Aprendizagem (Editora Pedagógica e Universitária, São Paulo, 1999.

MACANE, A; MATE, A. P. Efeitos das mudanças climáticas na economia de Moçambique. Boletim GeoÁfrica, v. 1, n. 1, p. 25-40, 2022.

MACHADO, F. C; LIMA, M. F. O uso da tecnologia educacional: um fazer pedagógico no cotidiano escolar. Scientia Cum Industria, v. 5, n. 2, p. 44-50, 2017.

MANDAMULE, U. Gestão e Administração de Terras em Contexto de Riscos Climáticos: Desafios e Cenários Futuros. Destaque Rural, v. 67, n. 5, 2019.

MANJORO, A; FERREIRA, P. A; ROSSE, M. E. G. Desafios de Moçambique após os ciclones IDAI e Kenneth. ESTRATÉGIA, 2021.

MOSCA, J; LASSE, N. Inundações em Moçambique: O factor humano como agravante. Observatório do Meio Rural, 2023.

MUNSON, B. R; YOUNG, D. F; OKIISHI, Theodore H. Fundamentos da mecânica dos fluidos. Editora Blucher, 2004.

OLIVEIRA, A. R. E. História do princípio de Bernoulli. In: Avanços em Mecanismo e

Ciência de Máquinas: Anais do 15º Congresso Mundial IFToMM sobre Mecanismo e Ciência de Máquinas 15 . Publicação Springer Internacional, p. 1161-1178, 2019.

OLIVEIRA, L. D. A história da física como elemento facilitador na aprendizagem da mecânica dos fluidos. 2009.

POTTER, M. C. [et al]. Mecânica dos fluidos.3 ed. São Paulo: Pioneiro Thomson Learning, 2004.

RIBEIRO, D. Galileo Galilei. Rev-Ciência Elem., V2(4):068, 2014.

SEDIYAMA, G. C. Estimativa da evapotranspiração: histórico, evolução e análise crítica. Revista Brasileira de Agrometeorologia, v. 4, n. 1, p. 1-7, 1996.

SILVA, J. B; SALES, G. L; CASTRO, J. B. Gamificação como estratégia de aprendizagem ativa no ensino de Física. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 41, p. e20180309, 2019.

SILVA, L. H. O uso do episódio histórico de Arquimedes como fator motivador nas aulas de mecânica dos fluidos. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

STREETER, V. L.; WYLIE, E. BENJAMIN. Mecânica dos Fluidos. 9ª edição. Rio de Janeiro: LTC, 2019.

TAVARES, ALARCÃO. Psicologia do desenvolvimento e da Aprendizagem, Almedina, Coimbra, 1999.

VARGAS, M. História da matematização da natureza. Estudos avançados, v. 10, p. 249-276, 1996.

VILARONGA, C. A. R; MENDES, E. G. Ensino colaborativo para o apoio à inclusão escolar: práticas colaborativas entre os professores. Revista brasileira de estudos pedagógicos, v. 95, p. 139-151, 2014.

WHITAKER, S. Escoamento em meios porosos I: Uma derivação teórica da lei de Darcy. Transporte em meios porosos, v. 1, p. 3-25, 1986.

WHITE, F. M. Mecânica dos Fluidos. 7ª edição. São Paulo: McGraw-Hill, 2011.

APÊNDICE B- SEQUÊNCIA DIDATICA DAS UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS NA CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA DA MECÂNICA DE FLUIDOS.

Gisela Francisco Mapatse

Introdução

Este trabalho é uma demonstração relativamente a forma como se pode fazer uma contextualização histórica da Mecânica de Fluidos relacionados com os fenômenos do cotidiano (ciclones e cheias), na perspectiva de demonstrar conceitos mais relevantes que explicitam esses fenômenos e que apresentem o domínio para humanidade, onde a metodologia em causa denomina-se UEPS- Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, que é fundamentada na perspectiva de Aprendizagem Significativa de Ausubel e com base no modelo proposto por MOREIRA (2011).

A implementação desta UEPS baseia-se na necessidade de proporcionar aos estudantes um contexto que não apenas estimule o interesse, mas também fortaleça a compreensão dos conceitos. Pois, ao explorar os marcos históricos da Mecânica de Fluidos, desde os tempos antigos até os avanços modernos, os estudantes podem conectar a teoria e prática de maneira mais tangível, percebendo como as ideias evoluíram em resposta à desafios históricos e científicos específicos.

Além disso, essa abordagem promove uma aprendizagem mais abrangente, onde os estudantes não apenas dominam fórmulas e técnicas, mas também entendem sua origem e evolução ao longo do tempo.

Outro aspecto relevante desta proposta é a aplicação prática do conhecimento histórico na resolução de problemas contemporâneos. Ao analisar como grandes pensadores e cientistas enfrentaram questões relacionadas aos fluidos em diferentes épocas, os estudantes são incentivados a desenvolver uma perspectiva crítica e inovadora, essencial para soluções criativas em engenharia e ciência.

Essa abordagem é argumentada tendo como suporte a relevância histórica e científica dos conceitos, conexão direta com fenômenos naturais (ciclones e cheias), promoção de uma aprendizagem interdisciplinar, aumento do engajamento e motivação dos estudantes, desenvolvimento de habilidades científicas e críticas,

pela facilitação de uma aprendizagem significativa e preparação dos estudantes para aplicarem esse conhecimento em contextos reais e relevantes para suas vidas e para a sociedade.

Portanto, este trabalho propõe uma abordagem estruturada e eficaz para integrar a contextualização histórica no ensino da Mecânica dos Fluidos, visando não apenas aprofundar o entendimento teórico, mas também cultivar uma apreciação pela rica história por trás dos princípios que governam o comportamento dos fluidos na análise e interpretação dos fenômenos naturais (ciclones e cheias). Para a efetivação desta proposta há que considerar as seguintes atividades:

1. Definição de objetivos.

2. Identificação de competências.

3. Tratamento dos conhecimentos prévios.

4. Intervenção didática.

5. Avaliação de competências.

1. Definição dos objetivos

Esta fase consiste na explicitação dos objetivos desejados na contextualização histórica da mecânica de fluidos. Para o efeito, consideram-se aqueles objetivos que visam:

✓ **Compreender a evolução dos princípios fundamentais científicos:** ao estudar a contextualização histórica da Mecânica de Fluidos, é possível explicar os princípios históricos e conceituais da Mecânica de Fluidos que incluí as Leis fundamentais e teorias de fluidos.

✓ **Aplicar os conceitos fundamentais em contextos:** a HMF (História da Mecânica de Fluidos) é repleta de cientistas e engenheiros que fizeram importantes contribuições para o desenvolvimento da disciplina. Ao fazer a contextualização HMF é possível não só explicar, mas também aplicar os princípios da mecânica dos fluidos para entender e analisar fenômenos naturais como ciclones e cheias, baseando-se na explicação de como essas teorias se manifestam nas situações reais.

✓ **Explicitar a utilidade prática da Mecânica de Fluidos (MF) na humanidade:** a Mecânica de Fluidos tem muitas aplicações práticas, desde a aerodinâmica de aviões até a hidráulica de sistemas de encanamento. A contextualização histórica dos conceitos e leis físicas ajuda a entender como essas aplicações foram desenvolvidas ao longo do tempo e como as teorias científicas foram aplicadas na prática.

✓ **Estimular o pensamento crítico**: a história da mecânica dos fluidos ao longo da humanidade colocou as teorias estabelecidas questionáveis ou até mesmo refutadas. Ao contextualizar a mesma, é possível estimular o pensamento crítico-criativo e questionar as ideias pré-estabelecidas, o que pode cultivar um ambiente de aprendizagem que desperte a curiosidade de estudantes a respeito da temática e sua relevância na interpretação dos fenômenos cotidianos (Ciclones e cheias) e levar a indução para novas descobertas e inovações.

✓ **Aplicar/articular a inovação Didática**: depois da instrução, para aferir as habilidades dos estudantes utilizando conceitos, leis e princípios da HMF, são orientados a elaboração de plano de aula que é uma maneira estruturada de incorporar a unidade de ensino potencialmente significativa, utilizando uma abordagem interdisciplinar e contextualizada que visa aumentar o engajamento e a compreensão dos estudantes na contextualização histórica dos conceitos e leis físicas da Mecânica de Fluidos na interpretação dos fenómenos físicos como ciclones e cheias.

2. Competências

✓ **Compreensão dos conceitos fundamentais:** os estudantes compreendem os conceitos básicos da HMF, como pressão, densidade, Lei de continuidade, Lei de Bernoulli entre outros;

✓ **Conhecimento da história da mecânica dos fluidos:** os estudantes conhecem a História da Mecânica de Fluidos, incluindo os principais eventos e figuras históricas que influenciaram o desenvolvimento dessa área; relacionando com os fenômenos naturais (ciclones e cheias);

✓ **Pensamento crítico:** os estudantes analisam e avaliam as teorias e experimentos que moldaram a mecânica dos fluidos ao longo do tempo. Eles são capazes de identificar os pontos fortes e fracos dessas teorias, que explicam os

fenômenos naturais e também avaliar os efeitos negativos dos mesmos que afetam a sociedade;

✓ **Comunicação:** os estudantes comunicam seus resultados e conclusões de maneira clara e concisa. Incluindo a capacidade de criar relatórios técnicos e apresentações orais, bem como a habilidade de colaborar em equipe;

✓ **Habilidade de pesquisa:** os estudantes têm habilidades de indagar e coletar informações sobre a história da mecânica dos fluidos e as teorias que a compõem. Eles são capazes de utilizar diferentes fontes de informação e identificar fontes confiáveis e precisas.

3. Levantamento de conhecimentos prévios

Para o estudo da contextualização HMF, é importante fazer um levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes. Algumas perguntas que podem ajudar a identificar esses conhecimentos incluem:

A- Principais fatos históricos que marcaram a evolução dos conceitos e leis físicas da mecânica dos fluídos.

B- Conceitos básicos de Mecânica de Fluidos

C- Leis físicas e princípios básicos da Mecânica de Fluidos

D- Relação da HMF com os fenómenos do cotidiano.

Todas as perguntas relacionadas à temática são discutidas em grupo, sob a orientação do professor, com a intenção de colher opiniões de grupo de estudantes e estimular a curiosidade.

3.1. Tratamento dos conhecimentos prévios

O tratamento dos conhecimentos prévios à respeito da contextualização histórica da mecânica dos fluidos deve levar em consideração as ideias e pressupostos dos estudantes e criar as condições para que estes possam ser integrados ao conteúdo da disciplina. Algumas estratégias que podem ser utilizadas incluem:

Revisão dos conceitos básicos: antes de iniciar a contextualização histórica da mecânica dos fluidos, é importante revisar os conceitos básicos dessa área, bem como dos fenómenos (ciclones e cheias). Pois, isso ajudará a criar uma base sólida

e também permitirá que os estudantes relacionem melhor o contexto em que as teorias e experimentos foram desenvolvidos.

- **Atividades de *brainstorming:*** podem ser usadas para identificar os conhecimentos prévios de estudantes e explorar diferentes aspetos da história da mecânica dos fluidos. Os estudantes serão convidados a escrever ideias relacionadas a temática em um intervalo de tempo curto (10 a 15 minutos) e depois compartilhar sem que haja um juízo crítico. Posteriormente as ideias são agrupadas em temas similares que mais tarde são explorados com mais profundidade e permite que o professor adapte o ensino para atender às necessidades individuais.

- **Discussões em grupo:** é uma forma eficaz de integrar o conhecimento prévio dos estudantes ao conteúdo programado. Os estudantes são convidados a compartilhar suas ideias e opiniões a respeito da história da mecânica dos fluidos e como ela se relaciona com outros campos do conhecimento. Essas discussões ajudam a desenvolver habilidades de pensamento crítico e promover a colaboração entre os estudantes.

- **Sínteses individuais:** os estudantes são convidados a apresentarem sínteses individuais a respeito da contextualização histórica da mecânica dos fluidos e apresentar suas visões para a classe. Essa atividade pode ajudar a desenvolver habilidades de comunicação permitindo que os mesmos aprofundem seus conhecimentos sobre a área do saber.

4. Intervenção didática

A intervenção didática é um conjunto de estratégias pedagógicas que tem como objetivo promover o aprendizado dos estudantes a respeito da contextualização histórica da mecânica dos fluidos. Essa intervenção envolve diferentes atividades, como apresentação de personalidades históricas que contribuíram para o desenvolvimento da Mecânica de Fluidos, análise de experimentos históricos e discussão sobre aplicações práticas.

O objetivo principal desta intervenção é promover a compreensão de estudantes a respeito dos princípios básicos da Mecânica de Fluidos, conhecer os fenómenos naturais e relacionar os princípios da Mecânica de Fluidos com os fenómenos do cotidiano (ciclones e cheias) e a sua importância na história da humanidade para incentivar a reflexão crítica dos conceitos e práticas deste conteúdo. Além disso, a

intervenção didática em história da Mecânica de Fluidos pode ajudar a desenvolver habilidades como pesquisa, comunicação, criatividade e autonomia de estudantes, assim como tornar o processo de aprendizado mais interessante e envolvente.

O desenvolvimento da intervenção didática proposta compreende quatro fases a destacar:

- **Situação inicial*:*** o professor, faz uma descrição introdutória da situação envolvente à HMF na vida cotidiana, convidando os estudantes a fazer a reflexão do conteúdo em questão. Posteriormente, os estudantes são incentivados a elaborarem as fichas /mapas conceptuais relacionados com a situação.
- **Aprofundamento dos conhecimentos*:*** esta fase é fundamental para desafiar os estudantes e levá-los a um entendimento dos principiais conceitos e leis da física ao longo da HMF e a sua relação com os fenómenos cotidianos. Para os conteúdos em referência são apresentados materiais didáticos de apoio em forma de apostila, vídeos e outros textos afins, discutidos em grupo com os estudantes. No final da introdução dos conteúdos, seguem as discussões e questionamentos com os estudantes à respeito da validade das proposições anunciadas.
- **Nova situação*:*** os conceitos são novamente apresentados na forma de Apostila elaborada pelo professor. Para tal, são escolhidos conceitos e leis da física de acordo com a História da Mecânica de Fluidos. Em seguida os estudantes reúnem-se em pequenos grupos e são solicitados a construir uma nova ficha de resumo conceitual/mapa conceitual.
- **Compartilhamento das fichas/Mapas conceituais:** aqui os estudantes são levados a uma atividade de compartilhamento das ideias por eles elaboradas com o objetivo de fazer com que cada grupo confronte as ideias concebidas por outros grupos de forma a entender até que ponto essas ideias criadas resumem todo conhecimento previsto e no final o professor intervém como avaliador e mediador das ideias criadas.

5. Avaliação de competências:

Avaliação individual: a avaliação individual dos estudantes nesta pesquisa é estruturada de maneira aferir não apenas o domínio dos conteúdos de mecânica dos fluidos e sua contextualização histórica, mas também o desenvolvimento de habilidades cognitivas, críticas e metodológicas ao longo do processo. Inicialmente, cada estudante é submetido a um teste diagnóstico para avaliar seu conhecimento

prévio a respeito da contextualização histórica da mecânica dos fluidos, proporcionando uma linha de base para a futura comparação.

Avaliação formativa*:* durante a fase de implementação da proposta de UEPS, os estudantes são guiados através de atividades de aprendizagem ativa e colaborativa. Nesta avaliação que decorre ao longo das aulas, são anotados qualitativamente as diversas situações dos estudantes verificadas durante a aprendizagem e privilegiando a técnica de diário de bordo e mapas conceituais.

Avaliação da UEPS: para esse fim, é usada a técnica de análise proposicional de conceitos, com o objetivo de proporcionar clareza conceitual e aprofundar o aprendizado dos estudantes, e para tal, são aplicados questionários antes e depois da proposta.

6. QUADRO 1- SÍNTESE DA UEPS

Conteúdo	Sequência	Mediação	Quantidade de aulas	Material de apoio
História da Mecânica de Fluidos	Situação inicial	O professor, faz uma descrição introdutória da situação envolvente à HMF Convidando os estudantes a fazer a reflexão a respeito de: A- Principais factos históricos que marcaram a evolução dos conceitos e leis físicas da mecânica dos fluídos. B- Conceitos básicos de mecânica de fluidos. C- Leis físicas e princípios básicos da mecânica dos fluidos (pressão dos líquidos, princípio de Bernoulli)	1	1. Dissertação HF na MF.https://lume.ufrgs.br/handle/10183/25582 Pág. 14 a 18, 27 a 30. 2. Dissertação: Experimento e aprendizagem- introdutória à MF. https://www.if.ufrj.br/~pef/producao_academica/dissertacoes/2013_Geraldo_Plauska/dissertacao_Geraldo_Plauska.pdf pág. 16 a 22. 3. Monografia: *o uso do episódio histórico de Arquimedes como fator motivador nas aulas de mecânica dos fluidos*http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/8848 Pág. 15 a 19 4. Artigo: História da MF http://sbfisica.org.br/rbef/pdf/vol05a05.pdf 5. O Vôo dos Pássaros e a Mecânica dos Fluidos: https://pantheon.ufrj.br/handle/11422/8194 6. MF NOS LIVROS DIDATICOS: https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/12956/000636577.pdf?sequence=1 Pág. 177

		D- Relação da HMF com os fenómenos do cotidiano. Posteriormente, os estudantes serão incentivados a elaborarem as fichas /mapas conceituais relacionados com a situação.		7. Baixar Livro de Física 12ª Classe PDF~ Download (estudosmz.blogspot.com)
Conceitos básicos da HMF	Situações - problema iniciais e Aprofundamento de conhecimento	Leitura e discussão do estudo "Conceitos básicos da HMF". Esta atividade funciona como um organizador prévio e tem por objetivo à aproximação da HMF ao cotidiano dos estudantes. Após a leitura, os estudantes em grupo discutem e respondem as seguintes questões: A- Principais factos históricos que marcaram a evolução dos conceitos e leis físicas da mecânica dos fluídos. • Mencione os	1	1. Aula da contextualização histórica da MF: https://youtu.be/gcpeLXR3XEY?si=tjEstmxVCzHdHQmu Vídeo aula, canal ciência e brisa. 2. Aula de conceitos básicos da MF: https://youtu.be/PzGNuED9dak?si=4yFUBVMhNb0oA6XG Vídeo aula canal do professor Fernando sindique 3. Aula de MF: Mecânica dos Fluidos – Aula 01 - Fluidos e Superfluidos (youtube.com) Vídeo aula de mecânica dos fluidos, canal UNIVESP- aula 1 4. HMF aula: A história do pensamento científico na Mecânica dos Fluidos - Parte 1 (youtube.com) 5. Aulas de MF: https://youtu.be/2fBytIMP_cI?si=vLB81R4zIXPYQiDG Vídeo aula de mecânica dos fluidos aula 1- canal do professor César Ferreira

		cientistas que contribuíram na evolução da mecânica dos fluidos. B- Conceitos básicos de Mecânica de Fluidos • O que é fluído? • O que entende por pressão? • O que entende por vazão volumétrica? C. - Leis físicas e princípios básicos da mecânica dos fluidos • O que entende por princípio de continuidade e de Bernoulli? • Enuncie a lei de conservação. D- Relação da HMF com os		6. Aulas e sequenciadas de MF: https://youtu.be/dMOmv3VLH5w?si=I0r66KY1VyU1Dyis Vídeo aula de mecânica dos fluidos aula 1- professor Hilton Junior 7. Aula da equação de continuidade: https://youtu.be/NBbqmj-fwes?si=4q1d_8SRzoPxwaLY Mecânica dos fluidos, dinâmica dos fluidos, princípio de Bernoulli- professor Guma. 8. Manual de FUNDAMENTO DA MF.https://engcivil20142.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/02/livro-fundamentos-da-mecc3a2nica-dos-fluidos-4c2aa-ed-bruce-r-munson-donald-f-young-e-theodore-h-okiishi.pdf Pág. 62 ate 66, 102 ate 108, 185, 339, 414 a 415, 460 a 465. 9. Aprendizagem baseada em problemas: uma proposta de intervenção pedagógica para o ensino de mecânica dos fluidos: https://ojs.ifsp.edu.br/index.php/recet/article/view/2416 Atividades recreativas como parte da metodologia didática no ensino superior aplicadas às disciplinas mecânica dos fluidos e hidráulica Pag.167, 168, 169, 170.

		fenómenos do cotidiano. • Descreve alguns fenómenos naturais relacionados com a Mecânica de Fluidos. Levar-se em consideração a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora em todos os momentos e para melhor entendimento e recursividade são exibidos alguns vídeos, artigos e manuais da temática		

A relação dos Conceitos básicos da HMF com os fenómenos do cotidiano	Diferenciação progressiva	Os estudantes recebem diversas informações relacionadas aos conceitos básicos história da mecânica dos fluidos e a relação dos mesmos no cotidiano, tomando em conta os Fenómenos de Ciclones e cheias A cada grupo é convidado a comentar as suas fichas/mapas conceituais com os outros grupos, propiciando assim mais um momento de troca e discussão de ideias entre eles.	1	1. https://www.researchgate.net/profile/Emmanuel-Teixeira/publication/348988906_ATIVIDADES_RECREATIVAS_COMO_PARTE_DA_METODOLOGIA_DIDATICA_NO_ENSINO_SUPERIOR_APLICADAS_AS_DISCIPLINAS_MECÂNICA_DOS_FLUIDOS_E_HIDRAULICA/links/61f2b58a9a753545e2fe83ae/ATIVIDADES-RECREATIVAS-COMO-PARTE-DA-METODOLOGIA-DIDATICA-NO-ENSINO-SUPERIOR-APLICADAS-AS-DISCIPLINAS- MECÂNICA -DOS-FLUIDOS-E-HIDRAULICA.pdf pág.: 163 à 170 2. Estudo sobre as dificuldades de aprendizagem e avaliação da aplicação de metodologias ativas de ensino na disciplina de mecânica dos fluidos i: https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/37693 Pág. 4 a 7 3. O papel da mídia na divulgação de informação sobre mudanças climáticas em Moçambique: https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/3237 Pág.: 1640 a 1645 4. Desafios de Moçambique Após os Ciclones IDAI e Kenneth: https://www.researchgate.net/profile/Mussa-Rosse/publication/335320064_Desafios_de_Mocambique_Apos_os_Ciclones_IDAI_e_Kenneth/links/5d5e39f3a6fdcc55e81ef39e/Desafios-de-Mocambique-Apos-os-Ciclones-IDAI-e-Kenneth.pdf

				Pág. 4 e 6, 9 a 13. 5. Síntese de pesquisa - A terra e as alterações climáticas: Direitos e deslocamento ambiental em Moçambique:https://scholarlypublications.universiteitleiden.nl/handle/1887/3142194 Pág. 3 a 6.
Conceitos básicos da HMF com os fenomenos do cotidiano	Avaliação individual e da própria UEPS	Avaliação formativa, por parte do professor, usando a técnica de diário de bordo para anotação e observação de evidências e compreensão da temática. Por fim, avaliação da UEPS usando a Técnica de Análise Proposicional de conceitos.	1	1. Técnicas de uso do mapa conceitual para avaliação da aprendizagem significativa no ensino básico: https://unifoa.emnuvens.com.br/praxis/article/view/4142/3003 Pág. 103 a 109 2. Contribuições do modelo de Análise Proposicional de Conceitos (APC) para a elaboração e validação de uma sequência didática com abordagem histórico-filosófica:https://periodicos.ufsc.br/index.php/revemat/article/view/1981-1322.2017v12n1p26 Pág. 28 a 30, 33 a 35.
	Total-aula:		4	

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUSUBEL, David P; NOVAK, José D e HANESIAN, Helen. **Psicologia Educacional**. Editora Interamericana. Rio de Janeiro, 1980.

MOREIRA, Marco António. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. Marco António Moreira. Elcie F. Salzano Masini. São Paulo: Centauro: 2001.

_____. **Teorias de Aprendizagem**. 2ª ed. ampl. - São Paulo: EPU, 2011.

_____. **Unidades de Ensino Potencialmente Significativas** in Aprendizagem Significativa em Revista/MeaningfulLearningReview – V1(2), pp. 43-63, 2011.

ÂNGELA Maria dos (org). **Educação com Diálogos com a Diversidade**. Cuiabá: KCM Editora, 2010

FIGUEIREDO, Helenara Regina Sampaio e BATISTA, Irinéa de Lourdes. Contribuições do modelo de Análise Proposicional de Conceitos (APC) para a elaboração e validação de uma sequência didática com abordagem histórico-filosófica. REVEMAT. Florianópolis (SC), v.12, n. 1, p. 26-36, 2017.

APÊNDICE C – Questionário

O presente questionário insere-se na pesquisa a respeito da adoção de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) para a Mecânica de Fluidos contextualizadas historicamente e com relação a fenômenos de ciclones e cheias, como objetivo adaptação e aplicação de uma UEPS articulada ao ensino contextualizado historicamente da Mecânica de Fluidos e sua relação com fenômenos de ciclones e cheias na formação inicial de docentes de Física.

As suas respostas e opiniões não têm finalidade de avaliá-los, mas sim obter dados para a construção de um trabalho de pesquisa relacionado com a temática em estudo. Desde já, agradecemos a gentileza de responder as questões a seguir, ressaltando que todas as respostas ficarão em poder da pesquisadora, que garante o completo anonimato do respondente.

PARTE I - INFORMAÇÕES ADICIONAIS

1 – Característica do estudante

Característica		**Categorias**	**Marque com X na resposta que te caracteriza**
1.1.	É professor	A. Sim	
		B. Não	
1.1.1.	Se sim diga, a quanto tempo?	A. 0-05	
		B. 05-10	
		C. + 10	
1.1.2.	E diga as Classes que lecciona no ESG	A. 8ª	
		B. 9ª	
		C. 10ª	
		D. 11ª	
		E. 12ª	
1.1.3.	Se não, qual é a motivação que te levou a se formar em ensino de	A. Influência de Professores	

	Física?	B. Paixão pela Física	
		C. Interdisciplinaridade e Aplicação Prática	
		D. Outra	

PARTE II – NOÇÕES DE ESTUDANTES A RESPEITO DA CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA DA MECÂNICA DOS FLUÍIOS E FENÓMENOS NATURAIS.

2.1. Os estudos ou exemplos históricos em Mecânica de Fluidos são usados na interpretação dos fenômenos do dia a dia? Em caso afirmativo, por gentileza, exemplifique.

---...---

2.2. Alguma vez na sala de aula, já se usou os conceitos e Leis físicas para explicar um fenômeno ocorrido na sua comunidade? Se sim, qual fenômeno? E como foi procedida a tal explicação?

2.3. Na sua opinião como a História da Mecânica de Fluidos pode ser usada na explicação dos ciclones e cheias?

2.4. Os conceitos e leis físicas da Mecânica de Fluidos aprendidas durante a sua formação, contribui na explicação dos ciclones e cheias ocorridas na sua Provincia? Se sim, podes explicar como?

2.5. De que maneira o conhecimento histórico dos desenvolvimentos científicos na Mecânica de Fluidos influencia sua compreensão dos fenômenos naturais relacionados com os ciclones e cheias?

III- NOÇÕES DE ESTUDANTES ACERCA DAS ESTRATÉGIAS METODOLÓGICAS APRENDIDAS PARA O ENSINO DA HISTÓRIA DA MECÂNICA DE FLUÍDOS

3.1. Quais as metodologias de ensino aprendidas durante a sua formação que mais te chamou atenção na abordagem da História da Mecânica de Fluidos? Considera

essas metodologias adequadas? Por gentileza, justifique.

3.2. Em seu entendimento, como podem ser integrados os fenômenos naturais ciclones e cheias nas lições da história da Mecânica de Fluidos?

3.3. No contexto das metodologias em UEPS, quais são algumas atividades criativas que podem ajudar estudantes a visualizar e entender os princípios da História da Mecânica de Fluidos relacionados a esses fenômenos? Considera adequados? Por quê?

Fim!

APÊNDICE D – Instrumento que orientou avaliação formativa

I- PRÉ-AVALIAÇÃO FORMATIVA: No âmbito de Formação em UEPS

Universidade Licungo

Curso de Licenciatura em Ensino de Física

Beira.

A- Principais factos históricos que marcaram a evolução dos conceitos e leis físicas da mecânica dos fluídos.

1- Mencione os cientistas que contribuíram na evolução da Mecânica de Fluidos.

---.

B- Conceitos básicos de Mecânica de Fluidos

2- O que é fluído?

---.

3- O que entende por pressão?

---.

4- O que entende por vazão volumétrica?

---.

C - Leis físicas e princípios básicos da mecânica dos fluidos

5- O que entende por princípio de continuidade e de Bernoulli?

6- Enuncie a lei de conservação.

D. Relação da HMF com os fenómenos do cotidiano.

7- Descreve alguns fenómenos naturais relacionados com a Mecânica de Fluidos

---

Fim.

APENDICE E – Modelo de diário de bordo

DIÁRIO DO BORDO: no âmbito da formação em UEPS

Universidade Licungo- Beira.

Curso de Licenciatura em Ensino de Física

Código do Estudante_____. Data: _____/_____/2024.

Aulas	Momentos	Explanação
1	M1	
	M2	
2	M3	
	M4	

3	M5	
	M6	
4	M7	
	M8	

APENDICE F

CARACTERISTICA DE AMOSTRA.

Quadro 3.Características dos estudantes envolvidos no estudo (N=9) (colocar no apêndice)

Características		**Categorias**	**Frequência**
PARTE 1 - INFORMAÇÕES ADICIONAIS			
1.1	É professor	Sim	
		Não	
1.11	Se sim diga, a quanto tempo?	0-05	
		05-10	
		+ 10	
1.1.2	E diga as Classes que lecciona no ESG	8ª	
		9ª	
		10ª	
		11ª	
		12ª	
1.1.3	Se não, qual é a motivação que te levou a se formar em ensino de Física?	Influência de Professores	
		Contribuição para a Sociedade	
		Paixão pela Física	
		Interdisciplinaridade e Aplicação Prática	
		Não sei	
		outras	

ANEXOS

ANEXO A

TERMO DE CONSENTIMENTO E LIVRE ESCLARECIDO

Pesquisadora: Gisela Francisco Mapatse

Orientadora: Profa. Dra. Irinéa Lourdes Batista

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
Para estudantes participantes

Prezado(a) Senhor(a):

Antes, endereçamos as calorosas saudações! Por meio deste, gostaríamos de convidá-lo (a) para participar da pesquisa "A**doção de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas para Mecânica de Fluidos contextualizadas historicamente e com relação a fenômenos de ciclones e cheias**", a ser realizada em Beira-Moçambique. Esta pesquisa, faz parte dos trabalhos do grupo de Investigações em Filosofia e História da Ciência, e Educação Matemática (IFHIECEM).

O objectivo da pesquisa é "foi investigar a adaptação e aplicação de Unidades de Ensino Potencialmente Significativa enriquecidas e articuladas mediante uma contextualização histórica e com fenômenos de ciclones e cheias presentes no cotidiano de Moçambique, na formação inicial de professores de Física". Sua participação é muito relevante e usaremos o questionário durante a pesquisa.
As suas respostas e opiniões não têm finalidade de avaliá-los, mas sim obter dados para a construção de um trabalho de pesquisa relacionado com a temática em estudo e todas as respostas ficarão em poder da pesquisadora, que garante o completo anonimato do respondente

Salientamos que a sua participação é totalmente voluntária, podendo o(a) senhor(a): recusar-se a participar, ou mesmo desistir a qualquer momento, sem que isto acarrete qualquer prejuízo à sua pessoa. As suas informações serão utilizadas somente para os fins desta e de futuras pesquisas observando o mais absoluto sigilo e confidencialidade, de modo a preservar a sua identidade (todos os materiais

ficarão arquivados pela pesquisadora).

Esclarecemos ainda, que o(a) senhor(a) não pagará e nem será remunerado(a) por sua participação. Garantimos, no entanto, que todas as despesas decorrentes da pesquisa serão da responsabilidade da pesquisadora.

Os benefícios esperados irão contribuir para uma educação rica em conteúdo e significativa para os estudantes, fornecendo também, uma contribuição para o ensino de Física de segundo ciclo. (ESG) Ensino Secundário Geral.

Em caso de dúvidas ou necessite de esclarecimentos poderá nos contactar (Gisela Francisco Mapatse, Unilicungo-Beira (Moçambique), (+258) 824378980, (+258) 843014938, e-mail - gisy.mapatse@gmail.com

Nota Bem:

Este termo deverá ser preenchido em dois exemplares de igual teor, assinada e entregue a pesquisadora um exemplar.

Beira, _____ de _____de 2024.

Pesquisadora Responsável

Gisela Francisco Mapatse

_____

_____

(Nome Legível), tendo sido devidamente esclarecido à respeito dos procedimentos da pesquisa, concordo em participar voluntariamente da pesquisa descrita acima.

Assinatura _____

Data: _____

ANEXO B - CREDENCIAL

Extensão da Beira

O Chefe do Departamento

(PhD. Paulo Zebo Bulaque)

AUTORIZAÇÃO

O Departamento de Educação, da Universidade Licungo Extensão da Beira, Faculdade de Educação, representado pelo PhD Paulo Zebo Bulaque e o Chefe da Repartição do Curso de Física PhD Rui Muchaiabande, autorizam a doutoranda Gisela Francisco Mapatse a trabalhar com estudantes do curso em Ensino de Física para realização de sua pesquisa envolvendo UEPS - Unidades de Ensino Potencialmente significativos.

Beira, 17 de Maio de 2024.

O Chefe de Repartição

(PhD Rui Muchaiabande)

Digitalizada com CamScanner