UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
CENTRO DE CIÊNCIAS DO AMBIENTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM REDE NACIONAL PARA ENSINO DAS CIÊNCIAS AMBIENTAIS

SHEILA CASTRO LIBÓRIO REZENDE

CONEXÕES ENTRE FÍSICA, FENÔMENOS NATURAIS E MUDANÇAS CLIMÁTICAS PARA ENSINO DAS CIÊNCIAS AMBIENTAIS.

ITACOATIARA – AMAZONAS
2024

SHEILA CASTRO LIBÓRIO REZENDE

CONEXÕES ENTRE FÍSICA, FENÔMENOS NATURAIS E MUDANÇAS CLIMÁTICAS PARA ENSINO DAS CIÊNCIAS AMBIENTAIS.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós- graduação em Rede Nacional para Ensino das Ciências Ambientais da Universidade Federal do Amazonas, coo requisite parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino das Ciências Ambientais.

Linha de atuação: Ambiente e Sociedade

Projeto Estruturante: Comunidade, saúde e ambiente.

Orientadora: Profa. Dra. Kátia Viana Cavalcante

ITACOATIARA – AMAZONAS

2024

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Rezende, Sheila Castro Libório
R467c Conexões entre física, fenômenos naturais e mudanças climáticas para ensino das ciências ambientais. / Sheila Castro Libório Rezende . 2024
73 f.: il. color; 31 cm.

Orientadora: Kátia Viana Cavalcante
Dissertação (Mestrado em Rede Nacional para Ensino de Ciências Ambientais) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Emergências climáticas. 2. Eventos climáticos. 3. Ensino de física. 4. Fenômeno vórtice. I. Cavalcante, Kátia Viana. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

A Deus, minha família e amigos

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, ao meu amado Deus, fonte de toda sabedoria, por Sua presença e graça em minha vida. Aos meus pais biológicos, Luizete Libório e Silvana Castro, e aos meus avós, Salustiano Mourão e Maria Castro, pela confiança e incentivo. Em especial, minha eterna gratidão aos meus bisavós e pais de criação, Domingos Castro e Maria Antônia Castro (IN MEMÓRIA), por toda a dedicação, carinho, ensinamentos e presença constante em minha vida, que me fizeram acreditar nos meus sonhos.

Ao meu companheiro de vida, Wellington Rezende, e ao meu filho, Arthur Rezende, por todo apoio, compreensão e motivação nos momentos difíceis. Aos colegas do PROFCIAMB, que caminharam junto comigo, em especial à Fernanda Oliveira, por sua ajuda nos momentos cruciais da pesquisa e por se tornar uma amiga para a vida.

À minha professora e orientadora, Kátia Viana, expresso meus profundos agradecimentos pelo suporte, atenção, incentivo e dedicação na realização deste trabalho. Um agradecimento especial ao Programa de Pós-Graduação em Rede Nacional para o Ensino das Ciências Ambientais – PROFCIAMB, por tornar possível a realização deste mestrado, um sonho que sempre cultivei. Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas – IFAM, Campus Itacoatiara, que viabilizou o curso em parceria com a Universidade Federal do Amazonas – UFAM. À Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA, e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), colaboradores diretos do programa.

Agradeço também à Coordenadoria Regional de Educação – CRE Itacoatiara, pela autorização da pesquisa na escola estadual, à gestora da Escola Estadual Professora Mirtes Rosa Mendes de Mendonça Lima – Itacoatiara/Am, professora Mariluce Valente, bem como aos estudantes que participaram da pesquisa e contribuíram para a construção do nosso produto educacional.

Muito obrigada a todos!

RESUMO

A integração entre o ensino de física e as ciências ambientais pode ser significativamente aprimorada por meio do estudo de fenômenos naturais e da aplicação de atividades práticas. Ao investigar conceitos fundamentais da física, como mecânica, termodinâmica e eletricidade, os estudantes conseguem compreender como esses princípios estão intrinsecamente ligados ao meio ambiente, seja na formação de tempestades, na erosão do solo ou no ciclo hidrológico. O uso de experiências práticas, como a criação de modelos de tornados, simulações de mudanças climáticas e medições de consumo energético, oferece uma maneira concreta de entender a teoria, conectando-a diretamente à realidade cotidiana e incentivando a conscientização ambiental. Essa abordagem permite que os estudantes visualizem a física não apenas como um conjunto de fórmulas abstratas, mas como algo essencial para compreender os processos naturais e os impactos das atividades humanas no planeta. Nesse cenário, o objetivo deste trabalho foi desenvolver um produto técnico-tecnológico que proporcionasse aos estudantes uma compreensão mais profunda dos fenômenos naturais, com ênfase especial no fenômeno do vórtice. O fenômeno do vórtice, que descreve a movimentação rotacional de um fluido, é uma excelente oportunidade para explorar conceitos de dinâmica de fluidos, vorticidade e movimento em sistemas naturais, além de outros conceitos, como temperatura, calor e equilíbrio térmico que também está presente no contexto das ciências ambientais. Para isso, o método de pesquisa adotado foi o estudo de caso, envolvendo atividades práticas que validaram um simulador de vórtices desenvolvido como recurso educacional. Participaram da atividade estudantes das 1ª e 2ª séries do Novo Ensino Médio da Escola Estadual Mirtes Rosa Mendes de Mendonça Lima, localizada em Itacoatiara/AM, onde o simulador foi utilizado para demonstrar o comportamento de vórtices em um ambiente controlado. A pesquisa incluiu a aplicação de um formulário de avaliação antes e depois da atividade para medir a compreensão dos estudantes sobre o conteúdo abordado. Essa avaliação visou não apenas aferir o impacto do simulador no entendimento dos fenômenos físicos, mas também identificar como essa abordagem prática contribui para o envolvimento dos estudantes com as ciências ambientais. O VortexSim é um recurso educacional

direcionado à Educação Básica, especialmente adequado para as séries finais do Ensino Fundamental e para o Novo Ensino Médio. Este simulador visa ilustrar a relação entre o fenômeno do vórtice e os conceitos físicos que o explicam. Espera-se que o uso desse dispositivo contribua significativamente para o ensino de Física e Ciências Ambientais, proporcionando aos estudantes uma compreensão mais concreta dos processos naturais e despertando seu interesse pelos temas relacionados ao meio ambiente. Ao integrar o estudo de fenômenos naturais com a prática experimental, o VortexSim não só facilita a aprendizagem da Física, mas também estimula uma reflexão crítica sobre os impactos ambientais das interações naturais e humanas no mundo ao nosso redor. A aplicação de atividades práticas pode proporcionar aos estudantes uma experiência educativa mais envolvente, incentivando o desenvolvimento de competências científicas e ambientais, ao mesmo tempo que torna o aprendizado mais dinâmico e relevante para as questões contemporâneas que afetam o nosso planeta.

Palavras-Chave: Emergências climáticas; eventos climáticos; Ensino de física; Fenômeno vórtice.

ABSTRACT

The integration between physics and environmental sciences can be significantly improved through the study of natural phenomena and the application of practical activities. By investigating fundamental concepts of physics, such as mechanics, thermodynamics and electricity, students can understand how these principles are intrinsically linked to the environment, whether in the formation of storms, soil erosion or the hydrological cycle. The use of practical experiences, such as creating tornado models, simulating climate change and measuring energy consumption, offers a concrete way to understand the theory, connecting it directly to everyday reality and encouraging environmental awareness. This approach allows students to view physics not only as a set of abstract formulas, but as something essential to understanding natural processes and the impacts of human activities on the planet. In this scenario, the objective of this work was to develop a technical-technological product that would provide students with a deeper understanding of natural phenomena, with a special emphasis on the vortex phenomenon. The vortex phenomenon, which describes the rotational motion of a fluid, is an excellent opportunity to explore concepts of fluid dynamics, vorticity, and motion in natural systems, as well as other concepts such as temperature, heat, and thermal equilibrium, which are also present in the context of environmental sciences. To this end, the research method adopted was the case study, involving practical activities that validated a vortex simulator developed as an educational resource. Students from the 1st and 2nd grades of the Novo Ensino Médio at Escola Estadual Mirtes Rosa Mendes de Mendonça Lima, located in Itacoatiara/AM, participated in the activity, where the simulator was used to demonstrate the behavior of vortices in a controlled environment. The research included the application of an evaluation form before and after the activity to measure the students' understanding of the content covered. This evaluation aimed not only to measure the impact of the simulator on the understanding of physical phenomena, but also to identify how this practical approach contributes to the students' involvement with environmental sciences. VortexSim is an educational resource aimed at Basic Education, especially suitable for the final years of Elementary School and the New High

School. This simulator aims to illustrate the relationship between the vortex phenomenon and the physical concepts that explain it. It is expected that the use of this device will contribute significantly to the teaching of physics and environmental sciences, providing students with a more concrete understanding of natural processes and awakening their interest in topics related to the environment. By integrating the study of natural phenomena with experimental practice, VortexSim not only facilitates the learning of physics, but also stimulates critical reflection on the environmental impacts of natural and human interactions in the world around us. The application of practical activities can provide students with a more engaging educational experience, encouraging the development of scientific and environmental skills, while making learning more dynamic and relevant to contemporary issues that affect our planet.

Keywords: Climate emergencies; Weather events; Physics teaching; Vortex phenomenon.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura 1 - Escola Estadual Professora Mirtes Rosa Mendes de Mendonça Lima. Itacoatiara-Am 26
Figura 2 - Ideia inicial do Protótipo Simulador de Vórtice..... 33
Figura 3 - Protótipo Simulador de Vórtice (atual) 33
Figura 4 - Estrutura do VortexSim..... 34
Figura 5 - Formação de vórtice conforme ajuste do potenciômetro..... 36
Figura 6 - Aplicação do questionário para mensurar o entendimento prévio dos temas da pesquisa..... 37
Figura 7 - Realização da atividade “Sanfoninha” com a temática sobre mudanças climáticas. . 38
Figura 8 - Resultado da atividade “Sanfoninha” com a temática sobre mudanças climáticas. ... 39
Figura 9 - Aplicação das aulas 4, 5, 6 e 7. Laboratório de Informática da EE Professora Mirtes Rosa Mendes de Mendonça Lima. Itacoatiara-AM. 41
Figura 10 - Mapas mentais produzidos pelos estudantes. EE Professora Mirtes Rosa Mendes de Mendonça Lima. Itacoatiara-AM. 41
Figura 11 - Atividade experimental “Tornado no pote”. EE Professora Mirtes Rosa Mendes de Mendonça Lima. Itacoatiara-AM 43
Figura 12 - Apresentação e aplicação do Protótipo Simulador de Vórtice. EE Professora Mirtes Rosa Mendes de Mendonça Lima. Itacoatiara-AM 44
Figura 13 - Questionário na plataforma Wordwall 44
Figura 14 - Validação do Protótipo Simulador de Vórtice – Participação dos estudantes da EE Professora Mirtes Rosa Mendes de Mendonça Lima. Itacoatiara-AM..... 46
Figura 15 - Aplicação do questionário final..... 46

QUADRO

Quadro 1 - Etapas das atividades desenvolvidas no formato da sequência didática. 2024. 28

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Podemos afirmar que as mudanças climáticas são variações naturais de temperatura, alterações nos padrões de chuva e transformações de longo prazo nas condições climáticas globais? 47
Gráfico 2 - Sabemos que grandes são os efeitos das mudanças climáticas em nosso planeta, você acredita que elas possuem um impacto significativo resultando no aumento das temperaturas globais e na ocorrência mais frequente de eventos climáticos extremos? 48
Gráfico 3 - Quanto a alguns dos principais indicadores de mudanças climáticas que você já presenciou ou teve conhecimento, pode-se afirmar que inclui o aumento das temperaturas médias, o derretimento de geleiras e o crescimento do nível do mar? 49
Gráfico 4 - Os resultados das mudanças climáticas sobre a biodiversidade e os ecossistemas, vai desde a ausência de impacto na biodiversidade, até a extinção de espécies e a alteração dos padrões migratórios? 50
Gráfico 5 - Os elementos considerados como contribuintes para as mudanças climáticas, se resume à influência da atividade humana? 51
Gráfico 6 - O que você compreende por fenômenos naturais? Eles são eventos e processos que ocorrem na natureza sem intervenção humana? 52
Gráfico 7 - Os fenômenos naturais podem ser intensificados ou alterados devido às mudanças climáticas? 53
Gráfico 8 - Os gases de efeito estufa contribuem para o aumento da temperatura global da Terra? 54
Gráfico 9 - As mudanças climáticas podem afetar a ocorrência de fenômenos como o degelo das geleiras e a elevação do nível? 55
Gráfico 10 - Você concorda que a promoção da educação e da conscientização pode contribuir para fortalecer a capacidade das comunidades diante dos efeitos simultâneos das mudanças climáticas e dos fenômenos naturais? 55
Gráfico 11 - Os conceitos físicos podem explicar a relação entre as mudanças climáticas e os fenômenos naturais, como o aumento da temperatura global e a intensificação de eventos climáticos extremos? 57
Gráfico 12 - Conceitos físicos, como a transferência de calor, os ciclos de carbono e temperatura, estão relacionados às mudanças climáticas? 58
Gráfico 13 - Podemos afirmar que os conceitos de transferência de calor e de movimento das massas de ar podem ser utilizados para compreender a influência das mudanças climáticas nos fenômenos naturais? 59

Gráfico 14 - Quanto a lei da conservação de energia, ela pode ser relacionada aos processos de absorção e emissão de radiação na atmosfera terrestre, contribuindo assim para a compreensão das mudanças climáticas e dos fenômenos naturais associados? 60
Gráfico 15 - Na sua visão, é importante abordar questões de mudanças climáticas e fenômenos naturais na sociedade contemporânea? 61

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 14
1.1 FENÔMENOS NATURAIS E AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS 18
1.2 A FÍSICA E O FENÔMENO VÓRTICE 20
1.3 ENSINO DE FÍSICA E ATIVIDADES PRÁTICAS 23
2 PROTOTIPAÇÃO DO PRODUTO TÉCNICO TECNOLÓGICO 26
2.1 LOCAL DE ESTUDO 26
2.2 PROCEDIMENTOS ÉTICOS 26
2.3 MÉTODOS E ETAPAS DE ELABORAÇÃO 27
2.4 PROTOTIPAÇÃO DO SIMULADOR DE VÓRTICE 32
2.4.1 Descrição do simulador 34
2.4.2 Funcionamento do simulador 35
3 RESULTADO E ANÁLISE DE DADOS 37
3.1 APLICAÇÃO E VALIDAÇÃO DO PRODUTO TÉCNICO E TECNOLÓGICO 45
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS 63
REFERÊNCIAS 65
APÊNDICE 69
ANEXO 73

1 INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas representam uma das questões ambientais mais críticas e desafiadoras do século XXI. Essas mudanças envolvem alterações significativas e de longo prazo nos padrões climáticos da Terra, impulsionadas tanto por fenômenos naturais, quanto pelas atividades humanas. Compreender essas alterações é essencial para enfrentar seus impactos e adaptar nossas sociedades e ecossistemas a um novo cenário climático.

De acordo com Gomes et al. (2024), tais alterações climáticas vêm sendo amplamente discutidas, tendo em vista que envolvem vários setores e segmentos da sociedade. As pesquisas científicas têm contribuído para a formação da opinião da sociedade e também dos governantes, buscando, dessa forma, medidas para a manutenção e existência dos seres vivos.

As mudanças climáticas podem sofrer influência de fenômenos naturais; porém, é importante compreender que esses fenômenos não são os principais causadores das mudanças climáticas atuais. Gomes et al. (2024, p. 344) observa,

> Os dados sobre o desmatamento e a destruição do meio ambiente estão dizendo que não. As atividades econômicas e os empreendimentos em solo amazônico não deixam dúvidas que se impôs à natureza um processo exaustivo e duradouro de exploração. Sabe-se que destruir a floresta traz consequências diretas para a sustentabilidade ambiental e mais: a destruição da floresta contribui para a elevação da temperatura e para o aquecimento global.

As alterações climáticas globais e até mesmo locais ao longo dos anos, têm se intensificado e podemos obeservar, por exemplo, o aumento das temperaturas, secas e inundações. Essas mudanças vêm ocorrendo de forma natural há muito tempo, mas atualmente a ação humana tem acelerado significativamente esses processos. A queima de combustíveis fósseis, a degradação dos ecossistemas, a agricultura de forma inadequada, o uso de produtos químicos e o alto índice de poluentes na atmosfera intensificam significativamente os fenômenos naturais e aceleram as mudanças climáticas.

Os fenômenos naturais são manifestações poderosas e frequentemente imprevisíveis da natureza, ocorrendo sem intervenção humana direta. Eles abrangem uma ampla gama de eventos, desde climáticos e geológicos até astronômicos e biológicos. Cada tipo de fenômeno desempenha um papel crucial na dinâmica do planeta e pode ter efeitos profundos sobre o meio ambiente e as sociedades humanas, além de despertar a curiosidade. Paranhos (2015, p. 2) ressalta que

> Os diferentes fenômenos naturais, como o arco-íris, raios e relâmpago terremotos e tornados, trazem diferentes curiosidades e práticas interessantes a serem trabalhadas, é e uma forma de aprender de modo divertido e interativo, pois esse assunto desperta a curiosidade de muitas pessoas de diferentes faixas etárias.

Em nosso cotidiano, os fenômenos naturais estão sempre presentes. Entre esses fenômenos, podemos destacar o vórtice, caracterizado pelo movimento de fluidos—sejam líquidos ou gases—em forma de espiral em torno de um eixo central. Vórtices ocorrem em diversas escalas e contextos, desde pequenas turbulências em um copo de café até grandes sistemas atmosféricos que influenciam o clima global. Eles podem se manifestar como vórtices atmosféricos, como furacões, tufões, tornados e ciclones; vórtices marinhos, como redemoinhos formados em corpos de água; e vórtices mecânicos, como os gerados por turbinas.

Na região Amazônica, o vórtice é um fenômeno comum conhecido popularmente como “Rebojo” ou redemoinho. Em muitas comunidades ribeirinhas, acredita-se que este fenômeno é causado pelo movimento de uma grande cobra, resultando em movimentos circulares nas águas dos rios que frequentemente causam pânico entre os navegadores locais. Embora esta crença seja culturalmente significativa, o entendimento científico dos vórtices é crucial para a segurança e o manejo das águas na região.

Sabemos que os fenômenos naturais estão presentes em nosso cotidiano e afetam nossa vida de várias maneiras, mas muitas vezes passam despercebidos ou não são compreendidos em profundidade. O ensino de Física é desafiador, devido aos seus conceitos e equações, que muitas vezes são mal compreendidos pelos estudantes, Oliveira (2019, p. 12) ressalta que muitos estudantes acreditam que a Física se resume apenas em fórmulas, contas e modelos irreais, e portanto sendo assim uma das

disciplinas mais odiadas. Por este motivo, é fundamental para a compreensão desses conceitos, como fenômenos naturais, incluir atividades práticas e experimentais que permitam aos estudantes observar, experimentar e entender os princípios científicos por trás desses eventos. Dessa forma, não ficam somente no abstrato, pois são fenômenos que ocorrem ao nosso redor. “Antes de se apresentar definições e fórmulas, é necessário estabelecer relações entre os conceitos teóricos que serão apresentados e a física do cotidiano do aluno” (Oliveira, 2019, P. 12).

Convivemos diariamente com inúmeros fenômenos, entre eles podemos destacar o rebojo, que é um tipo de vórtice. A formação dos vórtices está relacionada com as interações entre pressão, temperatura e movimento, pois ele é gerado em grandes sistemas circulatórios. O aquecimento global tem alterado os padrões climáticos, intensificando este fenômeno, e os conceitos físicos contrbuem para a compreensão de como esses sistemas funcionam e de que forma são afetados pelas mudanças climáticas. Isso destaca a importancia de estudar e compreender estes fenômenos. Oliveira (2019, p. 12) destaca que é importante fazer com que o estudante perceba que conhece muitos desses fenômenos e, a partir desses conhecimentos prévios, o professor possa construir um conhecimento mais formal.

Além disso, é possível relacionar a Física com o ensino de Ciências Ambientais, podendo explorar de forma interdisciplinar os conceitos como temperatura, calor, energia, pressão atmosférica, forças, velocidade e movimento com as questões ambientais, por exemplo, mudanças climáticas, fenômenos naturais e aquecimento global. “O ensino a partir de temas vai além das concepções tradicionais, quase sempre direcionadas à transmissão e reprodução nada crítica de equações e conceitos e à atribuição burocrática de notas” (Oliveira, 2019, P. 14). Aplicando atividades práticas e experimentais entre os dois componentes curriculares, pode-se aproximar os estudantes da Física, fazendo com que eles percebam o quanto ela é essencial para se compreender os fenômenos naturais e, ao mesmo tempo, traz um olhar mais sensível para as questões ambientais, promovendo uma aprendizagem mais cosnciente.

Neste contexto, visando auxiliar na compreenssão dos conceitos físicos estudados em sala de aula por meio dos fenômenos naturais e para uma reflexão sobre os impactos que as mudanças climáticas vêm causando no planeta, pensou-se em uma abordagem

interdisciplinar entre o ensino de Física e o ensino de Ciências Ambientais, por meio de atividades práticas desencadeando na seguinte questão geradora: Como as atividades práticas do ensino de Física podem contribuir para a compreensão dos fenômenos naturais no contexto das mudanças climáticas, facilitando o ensino das Ciências Ambientais?

Com base nessa questão, o principal objetivo foi desenvolver um produto técnico-tecnológico que possibilitasse uma compreensão mais profunda dos fenômenos naturais, com um foco especial no fenômeno do vórtice. Para atingir o objetivo geral da pesquisa, foram definidos três objetivos específicos: I) caracterizar os fenômenos naturais no contexto das mudanças climáticas; II) identificar como os conceitos físicos estão presentes nos fenômenos naturais, dentre eles o vórtice; III) realizar atividades práticas experimentais como parte de uma sequência didática para elaboração do PTT (Produto Técnico Tecnológico). Este produto visa integrar o estudo dos vórtices com o ensino das Ciências Ambientais, proporcionando aos estudantes uma abordagem prática e interdisciplinar que enriqueça sua compreensão dos impactos das mudanças climáticas e melhore a sua capacidade de aplicar conceitos físicos a situações reais.

Mediante a criação de um protótipo simulador de vórtice e de atividades práticas, esperamos oferecer aos alunos uma ferramenta educacional que facilite a visualização e o entendimento dos conceitos físicos envolvidos. Esta abordagem não só melhora a compreensão teórica dos fenômenos naturais, mas também contribui para uma educação mais envolvente e contextualizada, preparando os estudantes para enfrentar os desafios ambientais do futuro com uma base sólida de conhecimento e habilidades práticas.

Este trabalho está estruturado em elementos que serão detalhados conforme suas partes integrantes, conforme descrito a seguir:

1. **Introdução** – Apresenta o tema, as motivações do estudo, os objetivos, a questão norteadora, além das categorias de análise e dos conceitos teóricos que sustentam o estudo.
2. **Prototipação** – Descreve o percurso metodológico adotado na pesquisa, bem como o local onde foi realizada.
3. **Resultados e análises de dados** – Apresenta os resultados obtidos por meio das análises dos dados coletados junto aos participantes. Também

abrange o desenvolvimento do produto educacional, um material didático-pedagógico direcionado a estudantes da Educação Básica, com o objetivo de apoiar a prática de ensino interdisciplinar em temas relacionados a conceitos físicos e ambientais, além de discutir sua aplicação e validação.

4. **Considerações finais** – Oferece uma síntese dos resultados, ressaltando as problemáticas identificadas pelos docentes participantes deste estudo.

1.1 FENÔMENOS NATURAIS E AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

As mudanças climáticas referem-se às alterações significativas e de longo prazo nos padrões climáticos da Terra. Essas mudanças incluem variações nas temperaturas médias, padrões de precipitação, intensidade de eventos climáticos extremos e outras condições que afetam o clima global. Este é um tópico de grande preocupação devido aos impactos profundos em ecossistemas, economias e sociedades em todo o mundo.

A principal causa das mudanças climáticas é a emissão de gases de efeito estufa na atmosfera. “As mudanças climáticas antropogênicas estão associadas às atividades humanas, com o aumento da emissão de gases de efeito estufa, queimadas, desmatamento, formação de ilhas urbanas de calor, etc” (Nobre; Sampaio; Salazar, 2007, p. 22)

Esses gases, como dióxido de carbono, metano e óxido nitroso, são liberados principalmente pela queima de combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás natural) para energia, desmatamento e atividades industriais. Eles retêm o calor do sol na atmosfera, aumentando a temperatura média da Terra.

As mudanças climáticas estão interligadas com diversos fenômenos naturais que ocorrem na Terra. Fenômenos naturais são eventos ou processos que ocorrem na natureza sem interferência humana e que podem ser observados ou estudados. Esses fenômenos podem ser causados por forças naturais, como a gravidade, a pressão atmosférica, o calor, a eletricidade, entre outros. “Processos naturais estão associados a várias áreas da Ciência que estudam esses fenômenos, suas causas, as leis que os regem e suas inter-relações, assim como as propriedades da matéria” (Paranhos, 2015, p. 1). Eles podem ser agrupados em várias categorias, como os astronômicos,

geológicos, hidrológicos, biológicos e atmosféricos. Embora muitos desses fenômenos tenham ocorrido ao longo da história do planeta, as mudanças climáticas provocadas pelas atividades humanas estão intensificando ou alterando alguns desses eventos.

Um dos principais impactos causados pelas mudanças climáticas é o aquecimento global devido ao aumento nas temperaturas médias. O calor extremo pode levar a ondas de calor e secas, afetando a saúde humana, a produção agrícola, os recursos hídricos e a segurança alimentar. O Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 13 (ODS 13), que integra os 17 ODS, tem como meta limitar e adaptar-se às mudanças climáticas provocadas pelo homem. Isso inclui incorporar ações de enfrentamento às mudanças climáticas nas políticas, estratégias e planejamentos nacionais, elevar o nível de educação e conscientização, além de fortalecer a capacidade humana e institucional, visando a mitigação, adaptação, redução de impactos e implantação de sistemas de alerta precoce para mudanças climáticas. (ONU, 2015)

Na Amazônia, os impactos causados são expressivos e preocupantes, pois têm implicações tanto para a região em si quanto para o planeta como um todo. “A Amazônia desempenha um papel importante no ciclo de carbono planetário, e pode ser considerada como uma região de grande risco do ponto de vista das influências das mudanças climáticas” (Nobre; Sampaio; Salazar, 2007, p. 22)

A Amazônia é uma região de vital importância para a saúde do nosso planeta. A região enfrenta desafios crescentes devido aos impactos das mudanças climáticas e fenômenos naturais exacerbados por essas mudanças. Gomes et al. (2024, p. 344) ressaltam que a Amazônia não é apenas um lugar de grande beleza natural e biodiversidade abundante. Ela representa também, principalmente, um desafio para a humanidade, testando a capacidade de conciliar o desenvolvimento econômico com a preservação ambiental. No entanto, as ações antropogênicas em busca de recursos naturais têm intensificado o aumento das temperaturas, contribuindo para maior evaporação e redução das chuvas em algumas áreas. Isso leva a secas prolongadas que afetam ecossistemas terrestres e aquáticos, colocando em risco a biodiversidade e prejudicando as comunidades que dependem desses recursos. Nobre; Sampaio; Salazar (2007) destacam que,

> As mudanças climáticas estão associadas a fatores como a intensidade solar, alterações na inclinação do eixo de rotação da Terra, mudanças na excentricidade da órbita terrestre, atividades vulcânicas e variações na composição química da atmosfera, entre outros. Há registros bem documentados das oscilações climáticas na Amazônia durante as glaciações, assim como das flutuações mais recentes na temperatura local. Os impactos do El Niño, um fenômeno natural, podem ser considerados dentro desse contexto.

As chuvas extremas estão se tornando mais intensas na região amazônica, resultando em inundações devastadoras que causam danos às comunidades ribeirinhas e perda de terras cultiváveis. Eventos climáticos extremos, como tempestades tropicais, podem ter efeitos catastróficos, causando destruição de florestas e infraestrutura. Incêndios florestais, muitos causados por atividades humanas, são agravados pelas mudanças climáticas. Secas prolongadas criam condições propícias para a propagação do fogo, resultando em perda de habitat e liberação de grandes quantidades de carbono na atmosfera. Para Zogahib et al. (2024, p. 2)

> As mudanças climáticas têm causado alterações significativas nos padrões de precipitação e temperatura na Amazônia. A emissão de gases de efeito estufa e a destruição das florestas contribuem para a intensificação de eventos extremos, como secas prolongadas. As projeções indicam que o aumento das temperaturas e a redução das chuvas continuarão a afetar drasticamente a região, exacerbando problemas já existentes e criando desafios para a sustentabilidade ambiental e social.

A conservação e a gestão sustentável dos recursos naturais são fundamentais para manter a resiliência dos ecossistemas amazônicos. É crucial trabalhar para reduzir as emissões de gases de efeito estufa em escala global, a fim de limitar os efeitos das mudanças climáticas.

1.2 A FÍSICA E O FENÔMENO VÓRTICE

O vórtice é uma região em um fluido onde o fluxo de líquido ou gás gira em torno de um eixo central, como um tornado. É uma estrutura comum observada em vários contextos naturais e artificiais, desde fenômenos atmosféricos até turbilhões em rios e oceanos. “O vórtice é caracterizado por um fluido que apresenta escoamento rotacional

no qual as linhas de corrente têm padrão espiral, ou circular, em torno de um eixo, em decorrência da conservação de momento angular" (Saraiva et al, 2013, pg. 3).

Um exemplo amplamente conhecido de vórtice é o tornado, um vórtice atmosférico violento formado quando massas de ar quente e frio se encontram em condições específicas, como durante tempestades severas. O ar em movimento em cria uma coluna rotativa que pode se estender da superfície da Terra até a base das nuvens, apresentando um formato de funil.

> Tornados são constituídos por ar em rotação ao redor de um eixo central. O diâmetro típico do tornado está entre 100 metros e 1 quilômetro. Visualmente parece um funil que vai se deslocando como um pião aparecendo abaixo de uma nuvem de tempestade. A velocidade de deslocamento do tornado é, em geral, entre 20 e 50 km/h, e seu tempo de vida desde poucos minutos até meia hora. O ar num tornado gira ao redor do eixo central com velocidades que classificam sua intensidade desde F0 até F5 conforme os danos provocados. Essa classificação se deve ao meteorologista americano Ted Fujita, que a desenvolveu para o meio-oeste americano, onde existe um máximo mundial de ocorrência de tornados. (Dias, 2006 -2007)

Outros exemplos de vórtices atmosféricos são fenômenos como ciclones, furacões e tufões, que são grandes sistemas de baixa pressão atmosférica com circulação ciclônica intensa em torno de um centro de baixa pressão. O movimento giratório dos ventos em torno do olho do ciclone forma um vórtice poderoso.

> Os tornados podem ser classificados com base no tipo de superfície em que ocorrem: na água é denominado de tromba d'água (waterspout); na areia de tromba de areia (landspout); e na superfície terrestre de tornado (tornado), ou podem ser classificados quanto a sua intensidade, calculada com a base nos danos que provocam em superfície. (Vilar, 2016, pg. 34)

Apesar do vórtice atmosférico ser o mais conhecido, existem outros tipos de vórtices, como o hidrodinâmico, que ocorre na água. Eles podem se formar em corpos d'água como rios, lagos e oceanos devido a diferenças de velocidade do fluxo de água, irregularidades no fundo do corpo d'água ou obstruções como rochas, criando um padrão de movimento circular. De acordo com Cardoso (2024), os vórtices oceânicos posuem

duas classificações, no hemisfério norte, os vórtices ciclônicos giram no sentido anti-horário (vorticidade positiva) e são caracterizados por uma anomalia negativa na superfície do mar em seu interior. Já os vórtices anticiclônicos giram no sentido horário (vorticidade negativa) e estão associados a uma anomalia positiva na superfície do mar. Além de serem classificados pela direção de sua rotação, os vórtices também podem ser diferenciados com base na posição vertical do núcleo onde ocorre a vorticidade máxima.

O vórtice hidrodinâmico, também conhecido como redemoinho, pode variar em tamanho, desde pequenos redemoinhos visíveis apenas na superfície até grandes vórtices que podem ser perigosos para embarcações e nadadores. Eles são bastante observados em áreas onde ocorrem mudanças bruscas na topografia do fundo do corpo d'água, em correntes submarinas ou onde há encontro de diferentes correntes. Para os ribeirinhos, há explicações folclóricas para esses fenômenos, como a crença de que grandes cobras no fundo do rio causam redemoinhos, seguida do fenômeno das terras caídas.

Na física, o fenômeno de vórtice descreve um tipo de movimento rotacional de um fluido, em que o fluxo se organiza em torno de um eixo central, formando um redemoinho ou turbilhão. Esse padrão de movimento pode ser observado tanto em fluidos gasosos, como o ar, quanto em líquidos, como a água em um ralo. Para entender como os vórtices se formam e se comportam, é necessário estudar os princípios da dinâmica de fluidos, uma área da física que analisa o movimento de líquidos e gases. No contexto de um vórtice, as partículas do fluido se movem de forma a girar em torno de um ponto central, como se estivessem presas em um redemoinho, seguindo uma trajetória curva. A mecânica do movimento de vórtices envolve as forças que causam essa rotação e o comportamento do fluido sob diferentes condições, como a viscosidade e a velocidade do fluxo..

> Pode-se definir vórtice como sendo o movimento de um fluido em trajetórias circulares concêntricas, que ocorre como resultado da conservação de um momento angular em um conduto. Associado a este movimento circular de um elemento fluido, estão duas grandezas: a vorticidade e a circulação. A vorticidade é uma grandeza vetorial e, fisicamente representa a tendência de um elemento fluido de girar em torno de seu eixo. (Ferreira; Genovez, 2001, n.p)

Os vórtices podem ser observados em diferentes contextos, tanto em fluidos gasosos como em líquidos. Estudar vórtices permite aos estudantes compreender conceitos importantes da física, como a vorticidade, que descreve a intensidade da rotação do fluido. O estudo dos vórtices envolve o uso de princípios da dinâmica de fluidos, momento angular e equações diferenciais. Explorar o fenômeno dos vórtices por meio de experimentos simples pode tornar a aprendizagem mais concreta e estimulante.

O uso de experimentos com líquidos pode ajudar os estudantes a visualizar a mecânica do movimento e entender como a física dos vórtices se aplica a fenômenos do dia a dia. A compreensão dos vórtices é fundamental em diversas áreas da física e engenharia, seu comportamento e características têm aplicações práticas em campos como a meteorologia, oceanografia, aerodinâmica e muitos outros.

1.3 ENSINO DE FÍSICA E ATIVIDADES PRÁTICAS

O meio ambiente está sujeito a constantes mudanças naturais ou provocadas pelo homem, a relação homem-meio ambiente requer adaptação em todos os ramos da sociedade. O ensino de Física precisa organizar conceitos físicos de forma que os estudantes compreendam melhor os fenômenos da natureza e se sintam estimulados a aprender mais sobre esses conceitos. Oliveira (2019, p. 14) diz que o ensino de Física e de outras ciências como um todo tem sido desafiador, talvez pela mudança no perfil dos estudantes devido ao acesso à internet, o que tem reduzido o interesse e a atenção destes estudantes em sala de aula. Para atrair a atenção desses estudantes, o ensino de Física não pode estar desconectado da realidade é preciso aplicar atividades práticas que se conectem com as teorias estudadas em sala de aula.

O ensino de Física é predominantemente teórico, com aulas expositivas, pouco atrativas aos alunos. “A disciplina de Física por si só é temida por grande parte dos alunos, que acreditam que ela está limitada a leis, equações e conceitos difíceis demais para serem entendidos” (Oliveira, 2019, P.15). Grande parte deles não se interessa pela disciplina, pois não veem sentido algum na teoria, ficando preocupados e presos a fórmulas, equações físicas, sem entendê-las. O sentido físico do problema fica em segundo plano; o professor trabalha dando extrema importância às fórmulas e aos resultados” (Fernandes, 2008, n.p.). O estudante vai para sala de aula com seus

conhecimentos prévios que precisam ser estimulados. É preciso compreender como este conhecimento é construído. Para Morin (2000, n.p.),

> [...] A palavra compreender vem de compreendere em latim, que quer dizer: colocar junto todos os elementos de explicação, [...] porém ele diz que a compreensão humana vai além disso porque na realidade ela comporta uma parte de empatia e identificação[...].

A construção do conhecimento deve ser conjunta com o professor e de forma coletiva, onde os educandos possam compartilhar os saberes de suas vivências, obtendo uma aprendizagem mais significativa. Fernandes (2008, n.p.) ressalta que A Física deve ser compreendida como uma ciência que surgiu a partir da observação dos fenômenos naturais. Dessa forma, ela está intimamente conectada com o nosso dia a dia.

Nesse sentido, o professor de Física deve buscar estratégias de ensino de várias maneiras, como observação, experimentação, leitura de artigos científicos e livros, debates em grupos sobre os fenômenos naturais e aprofundamento do conhecimento. No entanto, segundo as autoras Paula, Pires, e Coelho (2024, n.p.), muitas vezes as atividades experimentais são vistas por alguns professores apenas como demonstrações práticas para validar a teoria, sem promover a interação, a reflexão crítica e a discussão dos conceitos abordados. Desse forma, o ensino de Física tende a focar na resolução de cálculos, conforme os livros didáticos, com conceitos apresentados de forma extensa e muitos problemas para resolver. A quantidade reduzida de aulas prejudica o ensino, pois o professor precisa selecionar os conteúdos a serem trabalhados.

No ensino de Física, as atividades práticas são fundamentais, permitindo aos estudantes compreenderem profundamente as teorias aprendidas em sala de aula, favorecendo o interesse e criando espaços para relacionar conhecimentos com os conceitos discutidos juntamente com o professor. Essas atividades devem ser bem elaboradas para alcançar os objetivos principais.

> Cabe considerar e valorizar, também, diferentes cosmovisões – que englobam conhecimentos e saberes de povos e comunidades tradicionais -, reconhecendo que não são pautadas nos parâmetros teóricos-metodológicos das ciências ocidentais, pois implicam sensibilidades outras que não separam a natureza da

> compreensão mais complexa da relação homem-natureza. (BRASIL, 2018, p. 548)

Fernandes (2008, n.p.) diz que é possivel observar que experimentos relativamente simples causam grande admiração nos estudantes, que muitas vezes não percebem a Física que está contida neles.. O estudante deve ser instigado à curiosidade e à construção do seu próprio conhecimento mediante atividades práticas. O estudante não pode ser um mero receptor de informações, deve construir e resolver problemas a partir do que se aprende. A Física está ligada às práticas experimentais e é preciso aplicar essa metodologia, pois não se trata apenas de descrever os fenômenos, mas de relacioná-los entre si.

2 PROTOTIPAÇÃO DO PRODUTO TÉCNICO TECNOLÓGICO

2.1 LOCAL DE ESTUDO

O estudo foi realizado na Escola Estadual Professora Mirtes Rosa Mendes de Mendonça Lima (ver Figura 1), localizada na Av. Mário Andreazza, Nº 2541, São Cristóvão, na zona urbana do município de Itacoatiara/AM. A escola possui duas modalidades de ensino: 1) Novo Ensino Médio nos turnos matutino e vespertino, sendo 261 e 258 estudantes, respectivamente. 2) EJA no turno noturno, com 114 estudantes.

Figura 1 - Escola Estadual Professora Mirtes Rosa Mendes de Mendonça Lima. Itacoatiara-Am

Fonte: Arquivos da pesquisa, 2024

A realização da pesquisa foi desenvolvida após a assinatura do Termo de Anuência pela Gestora da escola. Foram convidados a participar e contribuir para a pesquisa estudantes das 1ª e 2ª séries do Novo Ensino Médio do turno matutino, em um total de 15 estudantes na faixa etária de 15 e 16 anos.

2.2 PROCEDIMENTOS ÉTICOS

O projeto de atuação foi submetido à aprovação:

Da Coordenadoria Regional de Educação de Itacoatiara (CRE/SEDUC), concedendo autorização para a participação dos estudantes na pesquisa (veja ANEXO). Do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEP) da UFAM, através da

Plataforma Brasil (CAAE Nº 76904023.0.0000.5020).

2.3 MÉTODOS E ETAPAS DE ELABORAÇÃO

Seguindo as diretrizes do método científico para explicar um fenômeno, consideramos as quatro condições para o ato de conhecer descritas por Maturana e Varela (1995, p. 70-71): a descrição do fenômeno, a proposição de um sistema conceitual, a dedução de um fenômeno e a observação de outros fenômenos.

Entretanto, visando atender o objetivo específico I, que pretende caracterizar os fenômenos naturais dentro do contexto das mudanças climáticas, ou seja, como esses comportamentos alteram, modificam e influenciam a estrutura do ambiente, foram utilizados apenas duas delas: a) descrição do fenômeno - ação efetiva do ser vivo em seu ambiente; e b) dedução de outros fenômenos - coordenação comportamental nas interações recorrentes entre os seres vivos.

O método adotado para o desenvolvimento desta pesquisa foi o Estudo de caso (YIN, 2001), o qual contribuiu para o estabelecimento de discussão e debate entre os estudantes sobre a inclusão do tema proposto.

Em geral, os estudos de caso representam a estratégia preferida quando se colocam questões do tipo “como” e “por que”, quando o pesquisador tem pouco controle sobre os eventos e quando o foco se encontra em fenômenos contemporâneos inseridos em algum contexto da vida real (YIN, 2001, p.19).

Assim, optamos pela abordagem de estudo de caso singular, uma vez que essa abordagem nos possibilitou empregar um único caso específico para testar determinadas proposições teóricas, verificando sua precisão, ou explorar a possibilidade de que um conjunto alternativo de explicações possa ser mais pertinente (YIN, 2001). Diante da noção de que o objetivo da pesquisa foi procurar entender como acontece o fenômeno vórtice por meio dos conceitos físicos e ambientais, é importante destacar que a compreensão deste fenômeno se deu a partir da observação dos envolvidos na pesquisa. Utilizou-se também o método de pesquisa-ação com abordagem exploratória e cunho qualitativo, que possibilita um universo de significados. Na visão de Gil (2008, p.31), “tanto a pesquisa-ação quanto a pesquisa participante se caracterizam pelo envolvimento dos pesquisadores e dos pesquisados no processo de pesquisa”. Outro método adotado

foi o qualitativo.

A abordagem qualitativa visou compreender os fenômenos no contexto em que ocorrem, enfatizando a importância de analisá-los de forma integrada, levando em consideração todas as perspectivas relevantes. Com a finalidade de realizar atividades práticas voltadas para o ensino de Física e Ciências Ambientais para os estudantes das primeiras séries do Novo Ensino Médio, foi aplicado o estudo de caso para durante a pesquisa.

A pesquisa foi dividida em três fases:

Fase 1 - Pesquisa bibliográfica: Foi realizado levantamento bibliográfico visando a identificação de material relacionado a mudança climáticas, fenômenos naturais e ao ensino da física.

Fase 2 - Questionário: Foi aplicado um questionário (veja APÊNDICE) tanto antes quanto após a implementação da pesquisa, com o objetivo de avaliar e comparar o desenvolvimento de conhecimentos.

Fase 3 - Sequência Didática Prática e Orientada: A sequência didática apresentada no Quadro 1 foi elaborada com base nos conhecimentos identificados e adquiridos sobre problemas socioambientais. O objetivo era permitir que esses conhecimentos fossem utilizados com fluência na construção do produto técnico-tecnológico, promovendo assim uma aprendizagem significativa.

Quadro 1 - Etapas das atividades desenvolvidas no formato da sequência didática. 2024.

Objetivo: Abordar os conceitos físicos no contexto das mudanças climáticas e fenômenos naturais com ênfase no vórtice com aplicação de aulas práticas para se obter uma melhor compreensão de forma interdisciplinar, colaborativa, cooperativa e dinâmica.
Público-alvo: Discentes das 1ª e 2ª séries do Novo Ensino Médio – NEM, turno matutino da Escola Estadual Professora Mirtes Rosa Mendes de Mendonça Lima.
Total de horas/aula: 15
Conteúdos: Termologia: temperatura, calor, processo de transmissão de calor, mudanças climáticas e fenômenos naturais.
Componente curricular envolvido: Base Nacional Comum (física, química, biologia, geografia).
Avaliação: Contínua, considerando as diversas atividades em que os sujeitos estarão envolvidos.
Recursos didáticos: Computador, projetor multimídia, quadro, pincel e Protótipo Simulador.
Espaços: Biblioteca, sala de mídia, laboratório de informática e pátio da escola.

<table>
<tr><th colspan="3">ETAPA 1</th></tr>
<tr><td colspan="3">TRABALHANDO OS CONCEITOS FÍSICOS, MUDANÇAS CLIMÁTICAS E FENÔMENOS NATURAIS.</td></tr>
<tr><th colspan="3">SEQUENCIAMENTO</th></tr>
<tr><th>HORA</th><th>TEMAS - AULA 1</th><th>CONTEÚDOS ABORDADO</th></tr>
<tr><td>2H</td><td>Abordar sobre Termologia como temperatura, calor, equilíbrio térmico e processo de transmissão de calor.</td><td>1º - Aplicação o questionário prévio.

2º - Apresentar aos estudantes os conceitos físicos destacando a diferença entre temperatura, calor, equilíbrio térmico e como acontecem os processos de transmissão de calor (condução, convecção e radiação).</td></tr>
<tr><th>HORA</th><th>TEMAS - AULA 2</th><th>CONTEÚDOS ABORDADO</th></tr>
<tr><td>2H</td><td>Mudanças climáticas.</td><td>O tema foi discutido a partir de um documentário chamado “Nosso Planeta (Our Planet, 2019) disponível na Netflix, que exibe a exuberância natural da Terra e ilustra como as mudanças climáticas afetam todas as formas de vida em diferentes partes do mundo.
Além do vídeo, foi discutido com os estudantes um texto do Doutor em Astrofísica e Cosmologia Marcelo Lapola com o título “Qual o papel da física no enfrentamento às mudanças climáticas?” da Revista Galileu.
Foi explicado aos estudantes o que são as mudanças climáticas e como elas ocorrem e estão presentes em nosso cotidiano. Também foi enfatizado como a biologia e a química estão presentes neste processo.</td></tr>
<tr><th colspan="3">ATIVIDADE DE FIXAÇÃO DE APRENDIZAGEM</th></tr>
<tr><td colspan="2">ATIVIDADE 1 – Aulas 1 e 2</td><td>Foi solicitado que confeccionassem uma “Sanfoninha” voltada para o tema Mudanças Climáticas.
A atividade consiste na criação de desenhos.
Material: Folha de papel A4, lápis de cor e canetas coloridas</td></tr>
<tr><th>HORA</th><th>TEMAS - AULA 3</th><th>CONTEÚDOS ABORDADO</th></tr>
<tr><td>2H</td><td>Abordar os ODS 13 (Ação Climática) e problemas ambientais e seus impactos.</td><td>O conteúdo foi compartilhado por meio da leitura de texto dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 13 (Ação Climática) e um diálogo interativo abordando os principais tópicos atuais e impactos ambientais causados pelas ações climáticas.</td></tr>
</table>

HORA	TEMAS - AULA 4	CONTEÚDOS ABORDADO
1H	Explorando os fenômenos naturais do planeta.	O conteúdo foi apresentado primeiramente por meio de um vídeo chamado “23 fenômenos naturais assustadores” disponível no link https://www.youtube.com/watch?v=DUVYmAgdlNU , o vídeo abordou fenômenos que acontecem em toda parte do planeta
HORA	**TEMAS - AULA 5**	**CONTEÚDOS ABORDADO**
1H	Principais fenômenos naturais da região Amazônica.	No primeiro momento foram apresentados os principais fenômenos naturais que acontecem na região Amazônica por meio de imagens em um slide. Em um segundo momento, será mostrado um vídeo chamado “Rios voadores: fenômeno natural leva umidade da Floresta Amazônica para outras regiões.”, disponível no link https://www.youtube.com/watch?v=0R0tXcOTZDw . em que é a abordado a importância dos rios voadores que transportam umidade atmosférica para outras partes do Brasil e do continente.
ATIVIDADE DE FIXAÇÃO DE APRENDIZAGEM		
ATIVIDADE 2 – Aulas 4 e 5		Elaboração de Mapa Mental - primeiramente foi solicitado que cada um deles escolhessem um fenômeno natural (não poderia repetir) apresentado na aula, após a escolha, eles pesquisaram o fenômeno na internet para aprofundar os conhecimentos a respeito do mesmo e assim produziram o mapa mental. Obs. A aula foi realizada no Laboratório de Informática.
HORA	**TEMAS - AULA 6**	**CONTEÚDOS ABORDADO**
1H	Inter-relação entre mudançasclimáticas, fenômenos naturais e conceitos físicos de termologia.	Foi realizado um pequeno debate em sala de aula para explorar como as mudanças climáticas podem influenciar na frequência e intensidade dos fenômenos naturais. Logo após foi explicado por meio de slides como os conceitos físicos estão presentes nas mudanças climáticas.

2ª ETAPA		
O fenômeno vórtice e aplicação do experimento		
SEQUENCIAMENTO		
HORA	**TEMAS - AULA 7**	**CONTEÚDOS ABORDADO**

1H	Fenômeno vórtice(rebojo) e conceitos físicos que envolvem este fenômeno.	Para apresentar o fenômeno vórtice aos estudantes, primeiramente foi explicado a sua classificação por meio de slides, destacando a Força de Coriolis mostrada por meio de um vídeo “Efeito Coriolis: A marca registrada de uma Terra que gira” disponível no link https://www.youtube.com/watch?v=xDTGW00YHzo e pela leitura de um texto “Fenômeno Rebojo”, posteriormente foi explanado um slide sobre o fenômeno Rebojo, que é como o vórtice é conhecido em nossa região Amazônica e um vídeo curto chamado “Rebojo”, disponível no link https://youtu.be/yLaaRXBL2v4.
ATIVIDADE DE FIXAÇÃO DE APRENDIZAGEM		
ATIVIDADE 3 – Aula 7		A aula foi realizada na sala de mídia e posteriormente fomos para o pátio da escola, para aplicação da atividade. Atividade - Minitornado em um pote de vidro. Materiais: Pote de vidro; Detergente; Vinagre; Água. Os estudantes foram divididos em trios, cada trio recebeu um pote de vidro. No vidro foi colocado água, vinagre e detergente. Logo após, eles rotacionavam os potes para que o tornado fosse produzido. E foram abordados os conceitos sobre como esses tornados acontecem na natureza
HORA	**TEMAS - AULA 8**	**CONTEÚDOS ABORDADO**
2H	Funcionamento do VortexSim.	Aplicação do VortexSim: Fenômeno Vórtice (rebojo) A explicação do funcionamento foi realizado por etapas: Etapa 1 – Primeiramente foi explicado como foi feito o simulador e sua finalidade. Etapa 2 – No segundo momento, foi demonstrado no Protótipo Simulador como acontece o fenômeno vórtice (rebojo).
ATIVIDADE DE FIXAÇÃO DE APRENDIZAGEM		
ATIVIDADE 4 – Aulas 2, 3 e 7		Para esta atividade, foi elaborada um questionário online na plataforma de jogos Wordwall. São 10 perguntas de múltipla escolha, onde o estudante precisa marcar a resposta correta, ele tem 4 minutos para responder e 5 vidas.

		O questionário está disponível no link https://wordwall.net/pt/resource/73793589
HORA	**TEMAS - AULA 9**	**CONTEÚDOS ABORDADO**
3H	Aula experimental utilizando o VortexSim.	Os estudantes foram divididos em trios para participarem da aula experimental, onde tiveram que fazer as devidas observações quanto ao fenômeno vórtice (rebojo) e os conceitos físicos que estavam presentes. Após a experimentação, foi ressaltado para os estudantes a importância fenômeno vórtice (rebojo), para os contextos ecológicos, ambientais e humanos. Como por exemplo, oxigenação da água, distribuição de nutrientes, sedimentação e até mesmo na questão de turismo, estudos científicos e ambientais, sem esquecer da crença dos ribeirinhos em torno do fenômeno rebojo.
ATIVIDADE DE FIXAÇÃO DE APRENDIZAGEM		
ATIVIDADE 5 – Aula 9		Experimentação e aplicação do questionário final para avaliar e consolidar o aprendizado dos estudantes.

Fonte: Elaborada pela autora, 2024

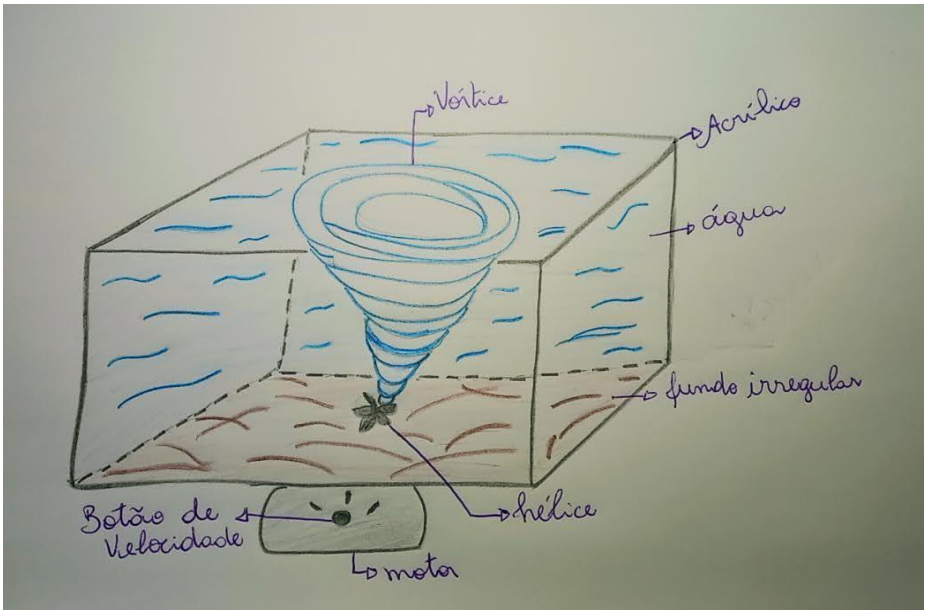
2.4 PROTOTIPAÇÃO DO SIMULADOR DE VÓRTICE

A prototipação é uma etapa fundamental no desenvolvimento de produtos, transformando ideias e conceitos em modelos concretos. Essa fase é crucial para testar e validar funcionalidades, design e usabilidade antes da produção final. O processo começa com a visualização da ideia principal e a definição do circuito do produto. Em seguida, passamos ao desenvolvimento, onde avaliamos a versão operacional. No caso do protótipo do simulador (ver Figura 2), a ideia inicial incluía uma caixa de acrílico para conter a água e um motor de liquidificador, escolhido por suas características de velocidade e hélice, para gerar os vórtices. A ideia foi aprimorada com o passar do tempo, chegando à estrutura atual (ver Figura 3)

O Protótipo Simulador de Vórtice é um dispositivo que pode ser utilizado em demonstrações educativas para explicar os princípios de formação dos vórtices nas águas de correnteza e os remansos vistos no Rio Amazonas, que são os efeitos nos fluidos. Ajustando o potenciômetro, os usuários podem observar como diferentes

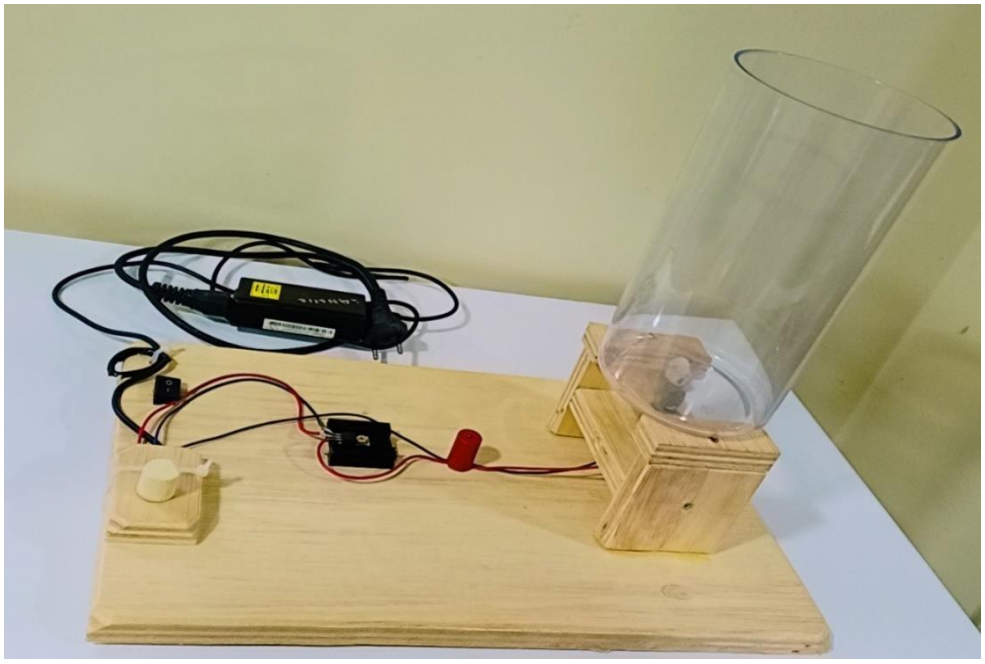
velocidades afetam o padrão e a estabilidade do vórtice na água.

Figura 2 - Ideia inicial do Protótipo Simulador de Vórtice



Fonte: Arquivos da pesquisa, 2024

Figura 3 - Protótipo Simulador de Vórtice (atual)



Fonte: Arquivos da pesquisa, 2024

Na fase de desenvolvimento, será apresentado o processo de elaboração do produto, detalhando como cada elemento foi organizado para estruturar o projeto. Para a confecção do VortexSim, foram utilizados os seguintes materiais:

1 transistor Mospec Semiconductor TIP 122.

1 motor CC 12V.

1 potenciômetro de 50 KΩ.

Cabos de conexão.

Peças de madeira para a base.

Peças de madeira para o suporte do motor.

2 ímãs (um interno e um externo).

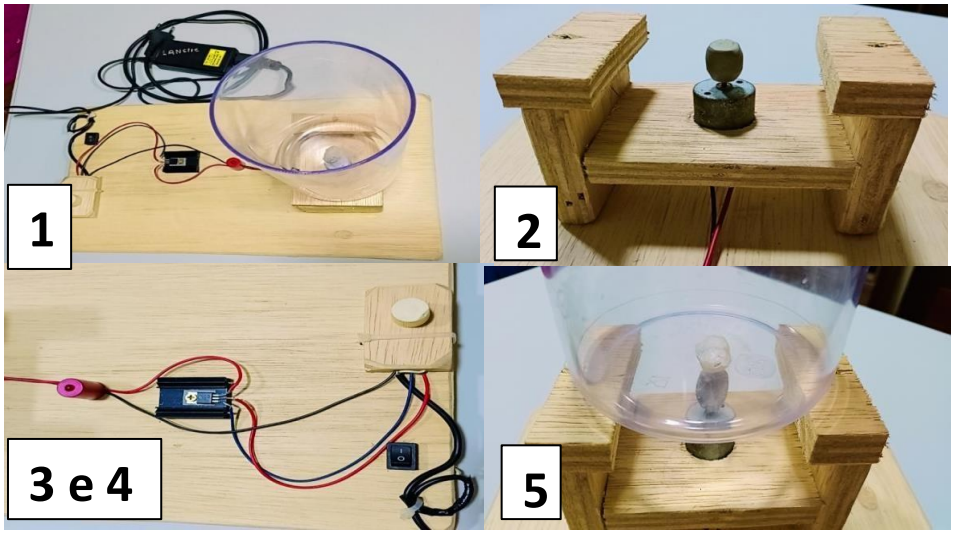
1 Pote de acrílico.

Obs.: Para podermos observar a passagem de corrente elétrica para o motor, foram utilizados um LED e um resistor de 10kΩ no polo positivo e uma fonte DC de 19V.

2.4.1 Descrição do simulador

Um simulador é uma ferramenta que recria, de forma virtual, um ambiente ou processo real, permitindo a interação e experimentação sem os riscos ou custos associados às situações físicas. Abaixo temos a descrição de cada item do VortexSim (ver Figura 4).

Figura 4 - Estrutura do VortexSim



Fonte: Arquivos da pesquisa, 2024

1 Base e Estrutura - A estrutura foi construída utilizando peças de madeira para suporte e estabilidade do pote de acrílico onde será visto o vórtice. A base foi projetada para suportar o motor e garantir a estabilidade do dispositivo durante a operação e os circuitos eletrônicos.

2 Motor e Suporte - O motor CC de 12V foi montado em um suporte adequado, fixado à estrutura principal da base. Este motor será responsável por acionar a rotação dos ímãs dentro do dispositivo. Na ponta do motor, foi conectado um ímã, que foi preso com massa durepoxi para melhor fixação. O motor foi conectado a uma fonte de 12 V.

3 Circuito Eletrônico - O transistor Mospec Semiconductor TIP 122 foi utilizado como chave eletrônica para controlar a velocidade do motor. Sem esse componente, o motor giraria em alta velocidade prejudicando a formação do vórtice. O potenciômetro de 50 KΩ foi integrado ao circuito para ajustar a velocidade de rotação do motor, variando a corrente que controla o transistor. Foi adicionado um LED que indica quando o potenciômetro está sendo alterado.

4 Conexões - Os cabos foram utilizados para conectar o potenciômetro ao transistor e ao motor, permitindo o controle preciso da velocidade através da variação da resistência no potenciômetro.

5 Ímãs - Dois ímãs foram utilizados no projeto: um ímã interno, que serve para que possa girar e assim surgir a formação do vórtice na água, e um ímã externo fixado na estrutura do motor. A interação magnética entre esses ímãs cria um movimento de rotação na água, gerando um vórtice visível dentro do recipiente com água.

2.4.2 Funcionamento do simulador

Ao ligar o dispositivo, o motor CC é acionado e o transistor controla a corrente através do potenciômetro. Isso permite ajustar a velocidade do motor, alterando assim a intensidade do vórtice gerado na água. A interação dos ímãs cria um campo magnético que induz o movimento circular na água, criando o efeito de vórtice (ver Figura 5).

Figura 5 - Formação de vórtice conforme ajuste do potenciômetro

Fonte: Arquivos da pesquisa, 2024

É importante realizar todas as conexões elétricas com cuidado, seguindo as especificações dos componentes eletrônicos para evitar danos ao equipamento e garantir a segurança durante o uso. Foi necessário realizar uma estrutura semelhante a um pião no ímã interno, para que fique com a mesma polaridade e que fique em “pé” para melhor visualização do vórtice.

O dispositivo construído demonstra, de maneira prática, como a combinação de eletrônica e magnetismo pode ser aplicada para criar um fenômeno natural como um vórtice na água. Com os materiais listados e a estrutura montada, foi possível alcançar o objetivo proposto de forma eficaz e educativa.

3 RESULTADOS E ANÁLISE DE DADOS

Os estudantes das 1ª e 2ª séries do turno matutino do Novo Ensino Médio participaram da pesquisa ao se envolverem nas aulas e atividades propostas. No início, eles responderam a um questionário prévio com 15 questões, organizado em três blocos: Entendimento das Mudanças Climáticas, Fenômenos Naturais e Mudanças Climáticas, e Ciência, Educação e Conceitos Físicos. A aplicação do questionário foi realizada, na biblioteca da Escola Mirtes Rosa (ver Figura 6)."

Figura 6 - Aplicação do questionário para mensurar o entendimento prévio dos temas da pesquisa.

Fonte: Arquivos da pesquisa, 2024

A aplicação do questionário visava mensurar a compreensão prévia dos estudantes sobre os temas que seriam abordados. Após a aplicação, os alunos foram convidados a se dirigir à sala de mídia para participar das seguintes aulas: Aula 1 – Termologia, Aula 2 – Mudanças Climáticas e Aula 3 – ODS 13 (Ação Climática) e Problemas Ambientais e seus Impactos.

Na Aula 1, foram apresentados os conceitos de Termologia, incluindo temperatura, calor, equilíbrio térmico e processos de transmissão de calor. Esta aula tinha o objetivo de introduzir conceitos físicos aos alunos da 1ª série e revisar esses conceitos com o alunos da 2ª série. A partir desses fundamentos, discutimos o tema das mudanças climáticas e como esses fenômenos estão presentes em nosso cotidiano.

A Aula 2 focou nas mudanças climáticas, explorando as alterações significativas e

duradouras nos padrões climáticos da Terra, que podem ocorrer ao longo de décadas a milhões de anos. Essas mudanças podem ser naturais ou resultantes de atividades humanas, como a emissão de gases de efeito estufa.

Na Aula 3, foi trabalhado um texto sobre o ODS 13, que apresenta as metas deste Objetivo de Desenvolvimento Sustentável.".

Após a explanação dos conteúdos, os estudantes foram divididos em grupo de três para realização de exercícios de fixação. Esta atividade constitui na confecção de uma “Sanfoninha” voltada para o tema Mudanças Climáticas, mediante desenhos de sua compreensão sobre o assunto apreendido. (ver Figura 7 e 8).

Figura 7 - Realização da atividade “Sanfoninha” com a temática sobre mudanças climáticas.

Fonte: Arquivos da pesquisa, 2024

Figura 8 - Resultado da atividade “Sanfoninha” com a temática sobre mudanças climáticas.

Fonte: Arquivos da pesquisa, 2024

Após a atividade, cada trio apresentou suas conclusões sobre o fator escolhido para representar as causas das mudanças climáticas e, ao final, foi feita uma síntese geral da aula.

A construção da sanfoninha trouxe para os estudantes uma de grande reflexão quanto à importância de conhecer os fenômenos que estão ao nosso redor e como a física está presente em nosso cotidiano de várias formas. De forma interdisciplinar, eles puderam associar os conceitos físicos com as questões ambientais. Os autores Jesus, Silva e Ferracioli (2023, p. 40) destacam que o ensino de física tem um papel importante na formação de cidadãos e críticos, pois ele não tras somente o conhecimento científico, mas também a conscientização sobre as questões relevantes da sociedade como um todo. Essas atividades, são construídas pelos próprios estudantes, fazendo com que eles se questionem sobre aquilo que estão produzindo, Bacich e Moran (2018, p. 2) destacam que a aprendizagem por transmissão é importante, porém a aprendizagem por questionametos e experimentação são mais pertinentes para uma compreensão aprofundada dos conteúdos.

Seguindo o planejamento, foram realizadas as aulas 4, 5, 6 e 7, abordando os seguintes temas:

Aula 4 – Explorando fenômenos naturais do planeta;

Aula 5 – Principais fenômenos da região Amazônica;

Aula 6 – Inter-relações entre mudanças climáticas, fenômenos naturais e conceitos físicos de termologia;

Aula 7 – Fenômeno vórtice (rebojo) e conceitos físicos que envolvem este fenômeno.

Essas aulas aconteceram no laboratório de informática da Escola Mirtes Rosa (ver Figura 9), de modo a facilitar a busca temática sobre o fenômeno escolhido. Muitos fenômenos não eram conhecidos pelos estudantes, e por meio da busca ele pôde se aprrofundar o que facilitou na realização da atividade. A pesquisa temática desempenha um papel importante no processo de aprendizagem, tendo em vista que a internet oferece uma gama de informações, permitindo que os estudantes explorem sobre o tema escolhido, além de incentivar a autonomia do estudante, tornando ele protagonista de sua aprendizagem.

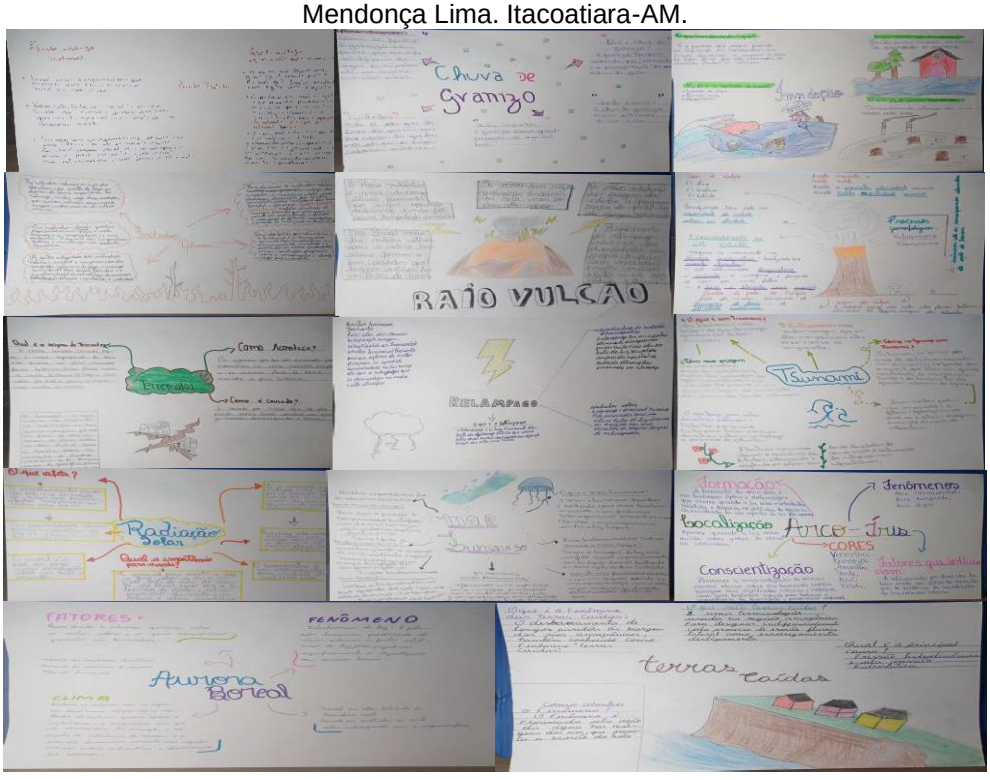
Jesus, Silva e Ferracioli (2023, p. 40) destacam que o uso de metodologias que trabalhem conceitos de maneira efetiva tem a capacidade de alterar o ponto de vista do estudante sobre as aulas de física, quando comparadas com as tradicionais. O estudante que não tem oportunidade de se conectar perde grandes chances de se imformar e ter acesso a importantes e ricos materiais para seu aprendizado, reforçam Bacich e Moran (2018, p.11). Com essa busca, eles puderam verificar uma infinidade de fenômenos que existem no planeta e também os que acontecem em nossa região com maior frequência e como esses fenômenos afetam diretamente nas mudanças climáticas e como vários conceitos físicos sustentam esses fenômenos.

Visando fixar o conteúdo solicitou-se aos estudantes a elaboração de mapa mental e exposição oral das características do fenômeno escolhido (ver Figura 10).

Figura 9 - Aplicação das aulas 4, 5, 6 e 7. Laboratório de Informática da EE Professora Mirtes Rosa Mendes de Mendonça Lima. Itacoatiara-AM.

Fonte: Arquivos da pesquisa, 2024

Figura 10 - Mapas mentais produzidos pelos estudantes. EE Professora Mirtes Rosa Mendes de Mendonça Lima. Itacoatiara-AM.



Fonte: Arquivos da pesquisa, 2024

O mapa mental é uma ferramenta poderosa no ensino, pois facilita a organização e a visualização de conceitos complexos de maneira estruturada e intuitiva. Para Anastácio e Benfica (2024, p. 2), os mapas mentais vêm ganhando espaço como ferramenta pedagógica dentro da sala de aula. Quando o estudante representa graficamente as relações entre diferentes tópicos dos fenômenos naturais, conceitos físicos e questões ambientais, de várias formas, seja por imagens, gráficos ou textos, ele compreende de forma mais clara como os conceitos se interconectam, o que é fundamental para se trabalhar de forma interdisciplinar no ensino de física e o ensino de ciências ambientais.

> Além disso, esses mapas são um tipo de texto multimodal que podem ser manuais ou digitais, e, por isso, democratizam a escrita e a compreensão, em que o conteúdo contido nele é expresso por meio de diversos códigos semióticos, tais como texto escrito, imagens, símbolos, entre outros (Anastácio e Benfica, 2024, p. 2).

Os mapas mentais estimulam o pensamento crítico. Para os autores Jesus, Silva e Ferracioli (2023, p. 40), dentro do contexto das mudanças climáticas, é imprescindível que os estudantes compreendam a sua importância e que se tornem capazes de criar ações para enfrentar tais mudanças. Os mapas permitem que os estudantes revejam o tema de maneira mais eficaz e desenvolvam uma compreensão mais profunda dos fenômenos naturais, tornando o aprendizado mais dinâmico e menos abstrato.

Na Aula 7, dedicada ao fenômeno vórtice, os estudantes realizaram um experimento (ver Figura 11) para aprofundar a compreensão dos conceitos físicos relacionados a esse fenômeno. De acordo com Paula, Pires e Coelho (2024, n.p.), as atividades experimentais estimulam a capacidade dos estudantes, como, por exemplo, ouvir, analisar, procurar, levantar questionamentos e a ter um novo posicionamento durante a aprendizagem, sendo ele no espaço formal ou informal. Além de estimular a criatividade dos estudantes, as atividades experimentais também promovem o pensamento científico. A aula prática e experimental não pode ser mero passa tempo, apenas para preencher lacunas; deve ter um objetivo e ser bem planejada para que os estudantes possam realmente ter um aprendizado significativo.

Figura 11 - Atividade experimental “Tornado no pote”. EE Professora Mirtes Rosa Mendes de Mendonça Lima. Itacoatiara-AM

Fonte: Arquivos da pesquisa, 2024

Tanto o experimento tornado no pote e o uso do simulador de vórtice são feramentas simples, porém muito eficazes. Por meio deles, é possível demonstrar por meio deles conceitos como a dinâmica dos fluidos e a formação dos vórtices, permitindo que os estudantes vizualizem como um tornado se comporta em uma escala reduzida.

> [...] os professores são mediadores do conhecimento, adaptando seus experimentos ou problemas para os níveis de seus alunos, a partir das habilidades ou processos de pensamento e assim, o educador é o facilitador da aprendizagem significativa. De acordo com Paula; Pires; Coelho (2024, n.p.)

Os estudantes podem refletir sobre o impacto das mudanças climáticas no aumento da frequência e intensidade desses eventos extremos. Este tipo de metodologia busca entender melhor esses fenômenos, promovendo a busca por soluções sustentáveis. O experimento não ensina apenas os conceitos físicos, mas também conecta tais conceitos com as questões ambientais, o que é crucial para o futuro do planeta.

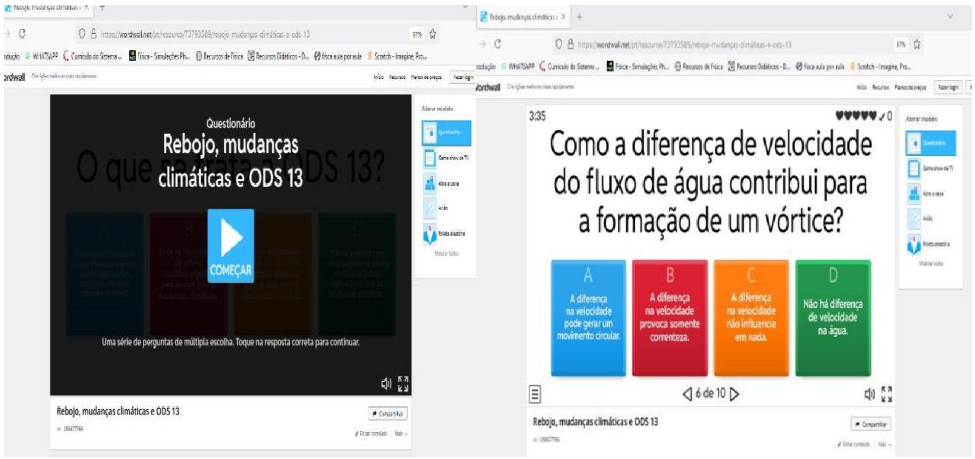
Nas aulas 8 e 9, que abordaram a apresentação e aplicação do Protótipo Simulador de Vórtice, o objetivo foi demonstrar como o protótipo foi desenvolvido e suas funcionalidades. Os estudantes foram instruídos sobre a formação dos vórtices e os conceitos envolvidos, tanto em fenômenos naturais quanto mecânicos (ver Figura 12).

Figura 12 - Apresentação e aplicação do Protótipo Simulador de Vórtice. EE Professora Mirtes Rosa Mendes de Mendonça Lima. Itacoatiara-AM

Fonte: Arquivos da pesquisa, 2024

E para finalizar as atividades, foi disponibilizado um questionário com 10 questões objetivas contendo referente as aulas 2, 3 e 7 (ver Figura 13), na plataforma de jogos educativos disponível no link https://wordwall.net/pt/resource/73793589 .

Figura 13 - Questionário na plataforma Wordwall



Fonte: Arquivos da pesquisa, 2024

O objetivo deste questionário em formato de um jogo online era verificar, por meio de uma ferramenta diferenciada, o que os estudantes tinha compreendido acerca dos temas como rebojo, mudanças climáticas e ODS 13. A gamificação (jogos) é uma metodologia ativa. Segundo Bacich e Moram (2018, p. 21), os jogos se tornam cada vez mais presente nessa geração, e eles estão acostumados a jogar, vencer desafios e

ganhar recompensas. As plataformas digitais, onde se pode adaptar os jogos aos conteúdos que estão sendo abordados, são ferramentas que atraem a atenção do estudante, proporcionando um aprendizado mais ativo.

3.1 APLICAÇÃO E VALIDAÇÃO DO PRODUTO TÉCNICO E TECNOLÓGICO

O protótipo simulador de vórtice é um recurso educacional voltado para a Educação Básica, adequado para estudantes do 7º e 8º anos do Ensino Fundamental e para as séries do Novo Ensino Médio. Seu objetivo principal é demonstrar a relação entre o fenômeno vórtice e os conceitos físicos associados.

A participação dos estudantes das 1ª e 2ª séries do Novo Ensino Médio da EE Professora Mirtes Rosa Mendes de Mendonça Lima, em Itacoatiara-AM, foi crucial para a aplicação e validação do protótipo, assim como o apoio da equipe diretiva da escola. A aplicação do protótipo ocorreu na sala de mídia da Escola Mirtes Rosa, envolvendo um total de 15 estudantes das 1ª e 2ª séries (ver Figura 14).

Inicialmente, foi feita uma apresentação detalhada sobre o funcionamento do protótipo, abordando o uso do botão ligar/desligar, a função do LED, o ajuste da velocidade por meio do potenciômetro e a quantidade recomendada de água no recipiente de acrílico (aproximadamente 1 litro) para otimizar a visualização do vórtice.

Após a explicação, o protótipo foi ativado e foram realizadas cinco variações de velocidade, de modo que os estudantes pudessem observar como essas variações influenciam a formação dos vórtices, tanto mecânicos quanto naturais. Durante essa etapa, foram destacados os conceitos físicos relacionados à formação dos vórtices que estão presentes na natureza.

Figura 14 - Validação do Protótipo Simulador de Vórtice – Participação dos estudantes da EE Professora Mirtes Rosa Mendes de Mendonça Lima. Itacoatiara-AM.

Fonte: Arquivos da pesquisa, 2024

Ao final da aplicação da pesquisa, foi reaplicado o questionário com os estudantes, com o objetivo de verificar possíveis mudanças nas percepções e conhecimentos adquiridos ao longo do processo investigativo. A análise comparativa entre os dados coletados no início e ao final da pesquisa permite identificar o impacto das atividades realizadas, oferecendo uma visão mais clara sobre a eficácia das intervenções propostas (ver Figura 15).

Figura 15 - Aplicação do questionário final

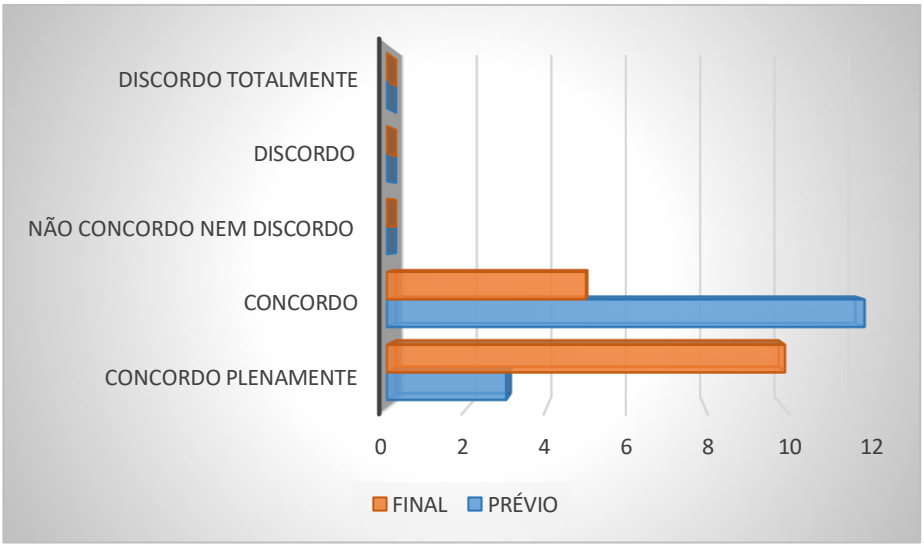
Fonte: Arquivos da pesquisa, 2024

Um total de 15 estudantes participaram dos questionários aplicados antes e após a realização da pesquisa. Os questionários eram compostos por 15 questões objetivas e estavam organizados em três blocos distintos. O Bloco 1 abordava o entendimento dos alunos sobre as mudanças climáticas; o Bloco 2 explorava a conexão entre fenômenos naturais e mudanças climáticas; e o Bloco 3 focava em ciência, educação e conceitos físicos. As perguntas foram idênticas em ambas as aplicações para permitir uma comparação eficaz do que os alunos aprenderam com as aulas, atividades e experimentos relacionados aos temas discutidos.

Abaixo temos os gráficos comparativos destes questionários:

Bloco 1 - Entendimento das Mudanças Climáticas

Gráfico 1 - Podemos afirmar que as mudanças climáticas são variações naturais de temperatura, alterações nos padrões de chuva e transformações de longo prazo nas condições climáticas globais?

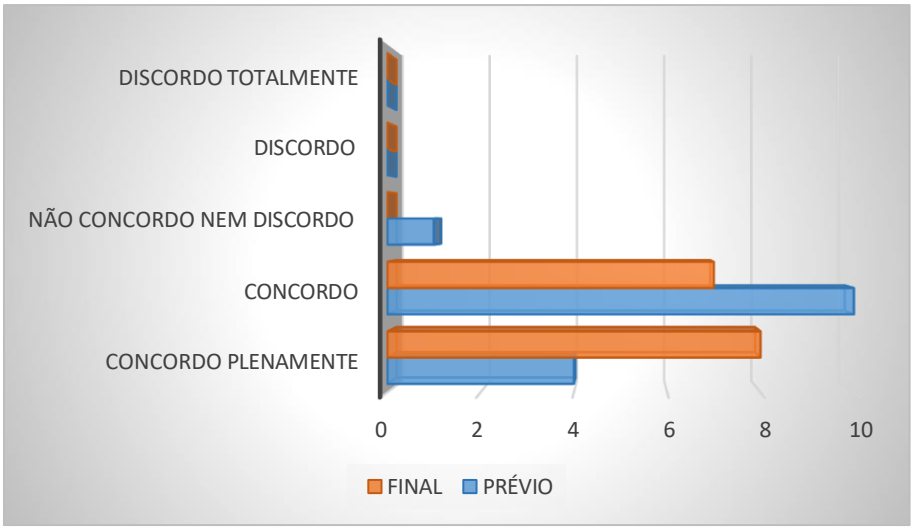


Fonte: Arquivos da pesquisa, 2024

Observamos um aumento significativo de 7 estudantes que passaram a concordar plenamente com a afirmação. Em contrapartida, houve uma redução de 7 estudantes que apenas concordavam com a afirmação. A principal mudança observada foi que alguns alunos que inicialmente apenas concordavam passaram a concordar plenamente. Isso indica que, após a realização da pesquisa, os estudantes se tornaram mais confiantes na compreensão de que as mudanças climáticas são variações naturais e de longo prazo

nas condições climáticas globais. Não houve nenhum estudante que se mantivesse neutro ou discordasse da afirmação.

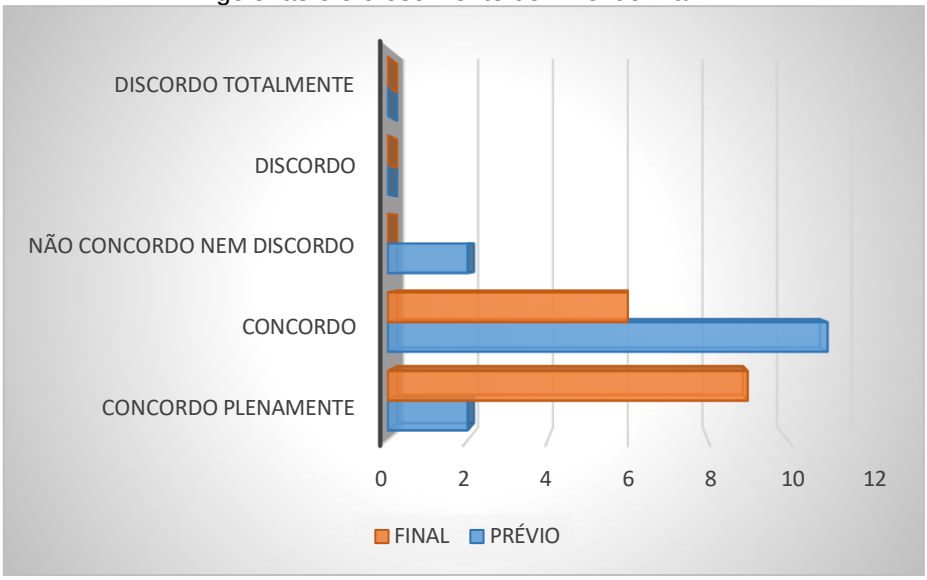
Gráfico 2 - Sabemos que grandes são os efeitos das mudanças climáticas em nosso planeta, você acredita que elas possuem um impacto significativo resultando no aumento das temperaturas globais e na ocorrência mais frequente de eventos climáticos extremos?



Fonte: Arquivos da pesquisa, 2024

Os dados revelam que o número de estudantes que concordam plenamente com a afirmação aumentou para 4, o que sugere um fortalecimento na crença sobre o impacto significativo das mudanças climáticas. Houve uma redução de 3 estudantes que apenas concordavam, o que pode indicar uma evolução para uma opinião mais firme ou específica. Além disso, um estudante que estava neutro passou a ter uma opinião mais definida. Na aplicação do questionário final, não houve nenhum estudante neutro ou que discordasse da afirmação.

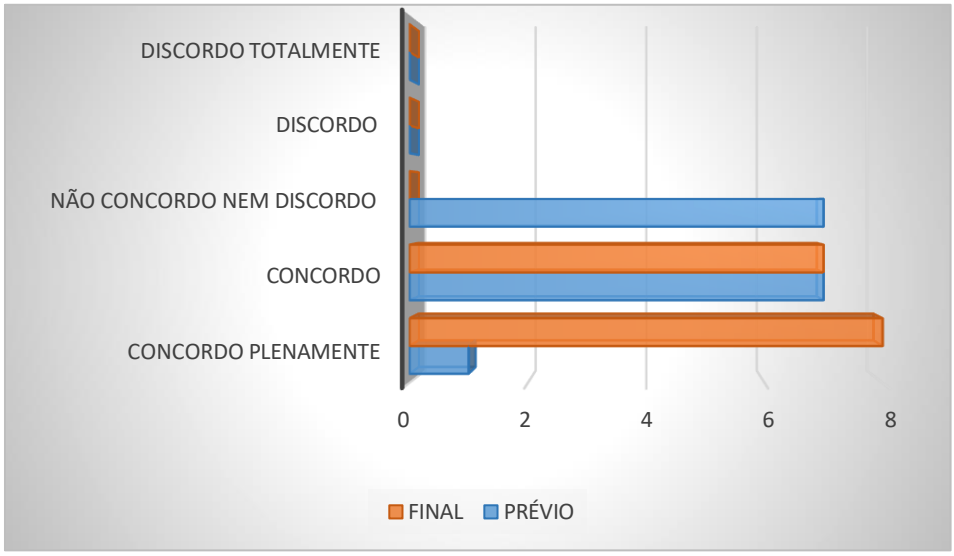
Gráfico 3 - Quanto a alguns dos principais indicadores de mudanças climáticas que você já presenciou ou teve conhecimento, pode-se afirmar que inclui o aumento das temperaturas médias, o derretimento de geleiras e o crescimento do nível do mar?



Fonte: Arquivos da pesquisa, 2024

O gráfico revela um aumento de 7 estudantes que passaram a concordar plenamente com a afirmação. Por outro lado, houve uma redução de 5 estudantes que apenas concordavam após a aplicação da pesquisa, e 2 estudantes que inicialmente estavam neutros alteraram sua opinião. Esses dados sugerem que os estudantes estão mais convencidos de que o aumento das temperaturas médias, o derretimento de geleiras e o crescimento do nível do mar são indicadores claros de mudanças climáticas. A mudança na opinião dos estudantes é refletida no aumento do número daqueles que agora concordam plenamente com a afirmação. Não houve, em nenhum momento, estudantes que discordassem da afirmação, nem antes nem após a pesquisa.

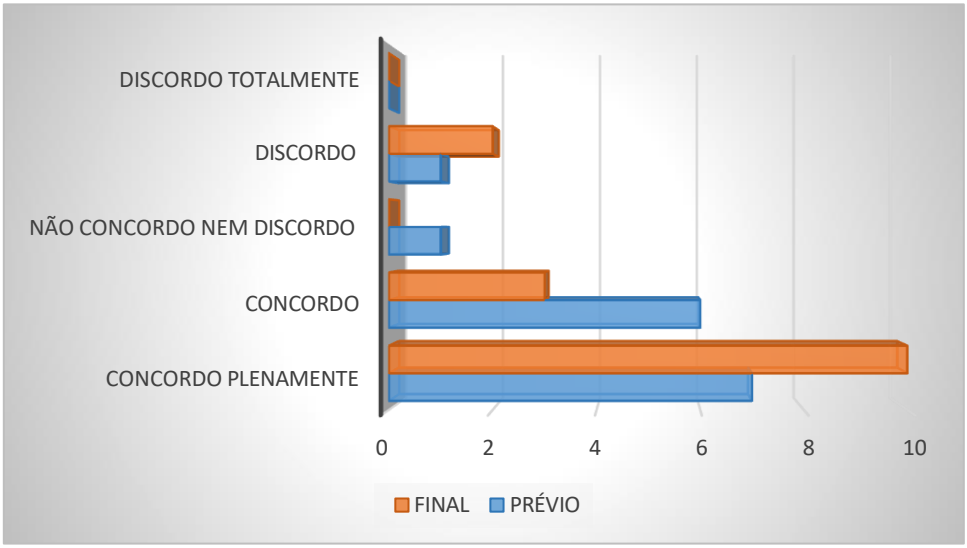
Gráfico 4 - Os resultados das mudanças climáticas sobre a biodiversidade e os ecossistemas, vai desde a ausência de impacto na biodiversidade, até a extinção de espécies e a alteração dos padrões migratórios?



Fonte: Arquivos da pesquisa, 2024

Os dados indicam uma mudança clara na percepção dos estudantes sobre o impacto das mudanças climáticas na biodiversidade e nos ecossistemas. Após a aplicação da pesquisa, houve um aumento significativo no número de estudantes que reconhecem que as mudanças climáticas podem levar, desde a ausência de impacto até a extinção de espécies e a alteração dos padrões migratórios. O gráfico revela um aumento substancial de 7 estudantes que agora concordam plenamente com a afirmação, enquanto o número daqueles que apenas concordam permaneceu constante. Isso sugere que, embora o número total de estudantes que reconhecem o impacto tenha aumentado, a proporção daqueles que apenas concordam não mudou. Além disso, os estudantes que tinham uma opinião neutra antes da pesquisa agora possuem uma opinião mais definida; na aplicação do questionário final, nenhum estudante marcou a opção neutra e nenhum estudante discordou da afirmação.

Gráfico 5 - Os elementos considerados como contribuintes para as mudanças climáticas, se resume à influência da atividade humana?



Fonte: Arquivos da pesquisa, 2024

A análise do gráfico revela que 3 estudantes passaram a concordar plenamente com a afirmação, indicando uma maior crença na influência da atividade humana como principal causa das mudanças climáticas. Simultaneamente, houve uma redução de 3 estudantes que apenas concordavam com a afirmação, o que pode sugerir que esses estudantes, anteriormente com uma visão mais geral, agora têm uma opinião mais forte ou específica sobre o tema.

Além disso, um estudante que inicialmente tinha uma opinião neutra agora expressa uma posição mais definida. Observa-se também um aumento de 1 estudante que discorda da afirmação, o que sugere que esses estudantes passaram a considerar outros fatores além da atividade humana como contribuintes para as mudanças climáticas. Isso pode refletir uma visão mais crítica ou a inclusão de outros fatores na análise das mudanças climáticas.

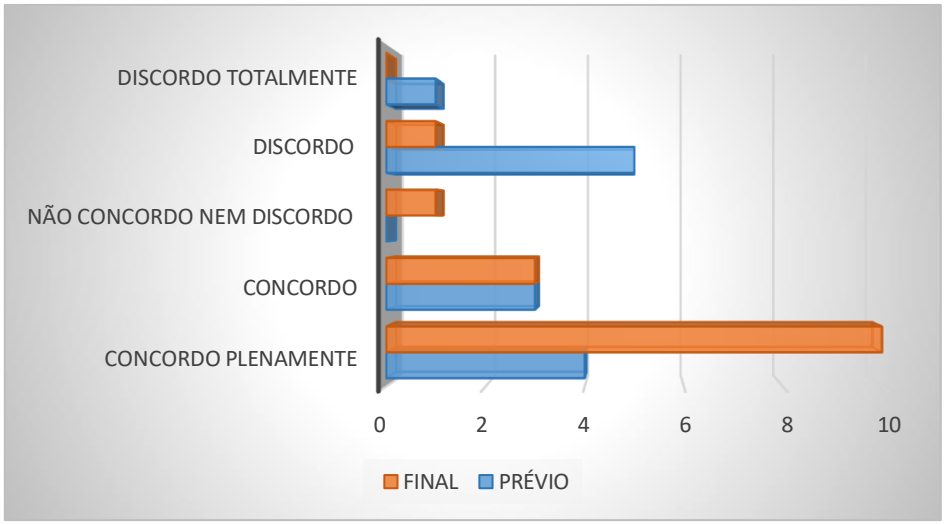
Com os resultados dos questionamentos do bloco 1, podemos observar um avanço na compreensão dos estudantes sobre as mudanças climáticas, embora ainda haja lacunas em relação à percepção de seus impactos diretos sobre a biodiversidade e à profundidade do entendimento sobre as causas antropogênicas desses fenômenos. É preciso ter uma maior compreensão, pois, como os autores Oliveira et al. (2024, n.p.), as atividades humanas que aceleram o aquecimento global, juntamente com o desmatamento, representam uma ameaça para a preservação dos serviços ambientais fornecidos pelas florestas. Dessa maneira, afetam negativamente as interações entre os seres vivos e compromete a qualidade de vida das

pessoas, ao prejudicar o equilíbrio ecológico e os recursos naturais essenciais para o bem-estar humano. Dentro da escola, é fundamental que os professores promovam um ensino integrado e contextualizado, conectando os diversos componentes curriculares e estimulando um ensino de ciências da natureza e tecnologia e o ensino de ciências ambientais que desperte nos estudantes a consciência sobre o impacto de suas ações no meio ambiente (Oliveira et al, 2024, n.p.).

Espera-se que, ao final do ensino médio, os estudantes estejam capacitados para entender a realidade ao seu redor e enfrentar os desafios sociais, econômicos e ambientais, sempre com ética, criatividade, autonomia e responsabilidade. Destacam que esses achados ressaltam a importância de se promover atitudes responsáveis ao meio ambiente, que visa conscientizar as pessoas sobre as questões ambientais, que não apenas informe sobre os efeitos globais das mudanças climáticas, mas que também incentive uma reflexão crítica sobre as ações humanas e suas consequências para o planeta.

Bloco 2 - Fenômenos Naturais e Mudanças Climáticas

Gráfico 6 - O que você compreende por fenômenos naturais? Eles são eventos e processos que ocorrem na natureza sem intervenção humana?

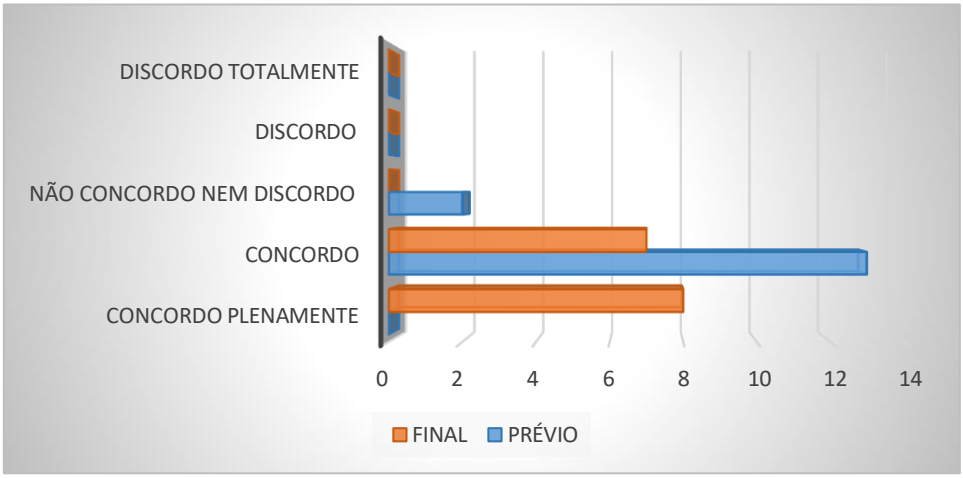


Fonte: Arquivos da pesquisa, 2024

Ao observar o gráfico, notamos um aumento de 6 estudantes que passaram a concordar plenamente com a afirmação, indicando que eles agora reconhecem que fenômenos naturais são eventos e processos que ocorrem na natureza sem intervenção humana. O número de estudantes que apenas concordam com a afirmação permaneceu constante, sugerindo que a proporção de alunos com uma visão geral não mudou.

Além disso, o estudante que estava neutro anteriormente agora possui uma opinião definida. Houve uma redução significativa de 4 estudantes que tinham uma opinião neutra, e nenhum estudante escolheu a opção de discordância total no questionário final. Isso sugere que a aplicação da pesquisa foi eficaz em reduzir a discordância e aumentar a compreensão sobre a definição de fenômenos naturais.

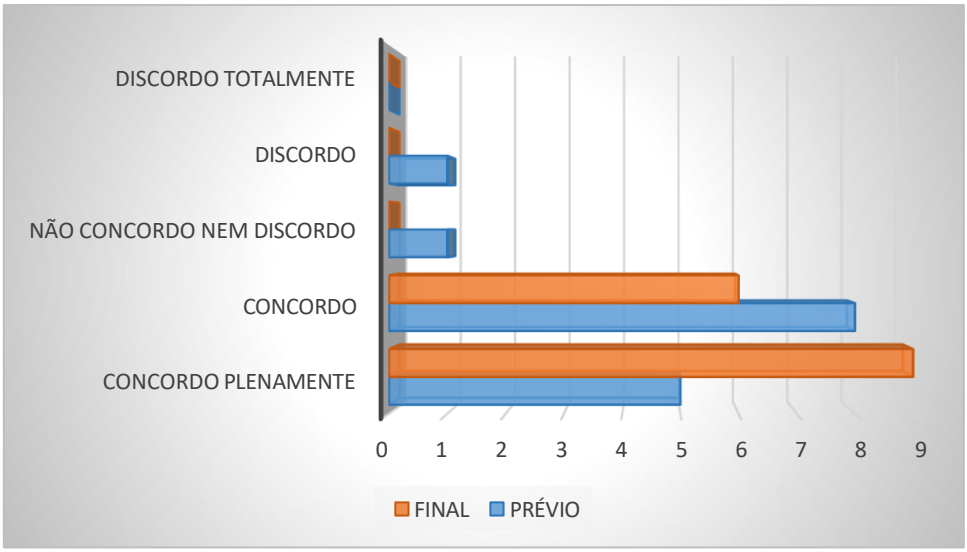
Gráfico 7 - Os fenômenos naturais podem ser intensificados ou alterados devido às mudanças climáticas?



Fonte: Arquivos da pesquisa, 2024

Os dados apontam uma mudança significativa na percepção dos estudantes sobre a relação entre mudanças climáticas e fenômenos naturais. Após a aplicação da pesquisa, houve um aumento de oito estudantes que passaram a concordar plenamente com a ideia de que as mudanças climáticas podem intensificar ou alterar fenômenos naturais. Simultaneamente, o número de estudantes que apenas concordavam com a afirmação reduziu em seis. Além disso, os estudantes que estavam neutros no questionário inicial agora apresentaram uma opinião mais definida após a intervenção.

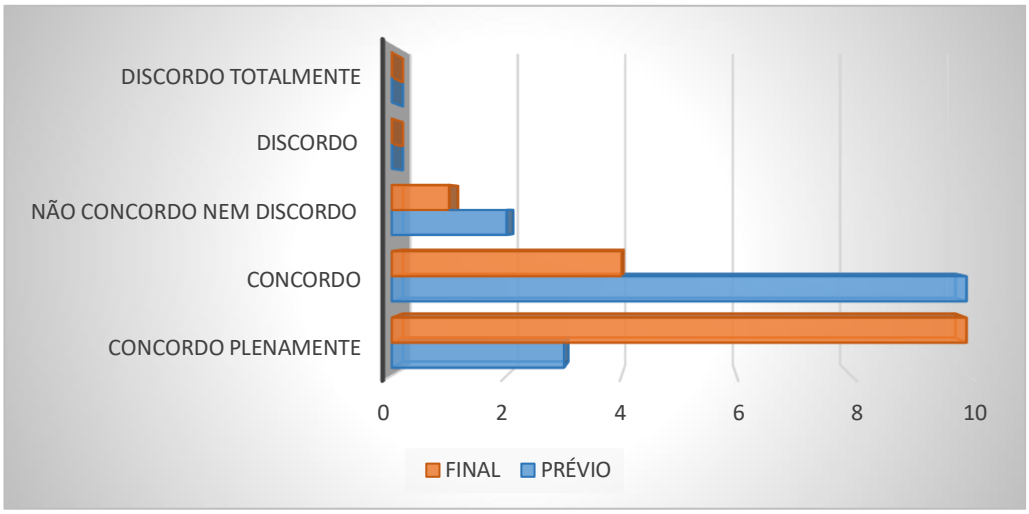
Gráfico 8 - Os gases de efeito estufa contribuem para o aumento da temperatura global da Terra?



Fonte: Arquivos da pesquisa, 2024

Quanto aos gases de efeito estufa, observamos uma mudança notável nas opiniões após a aplicação da pesquisa. O número de estudantes que concordam plenamente com a afirmação aumentou de 5 para 9, indicando um fortalecimento na crença de que os gases de efeito estufa contribuem para o aumento do aquecimento global. Houve também uma redução de 2 estudantes que apenas concordavam com a afirmação, o que sugere uma mudança para uma opinião mais firme. Além disso, na aplicação do questionário final, nenhum estudante marcou a opção neutra ou discordou da afirmação, indicando uma maior concordância e clareza sobre o papel dos gases de efeito estufa no aquecimento global.

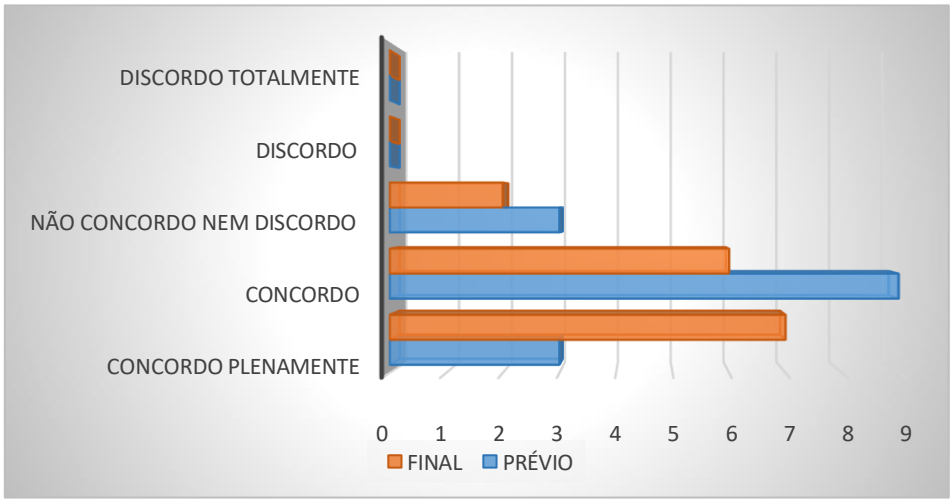
Gráfico 9 - As mudanças climáticas podem afetar a ocorrência de fenômenos como o degelo das geleiras e a elevação do nível?



Fonte: Arquivos da pesquisa, 2024

Os dados demonstram uma mudança significativa na percepção dos estudantes sobre o impacto das mudanças climáticas em fenômenos como o degelo das geleiras e a elevação do nível do mar. Após a aplicação da pesquisa, observou-se um aumento de sete estudantes que agora concordam plenamente com a afirmação. Ao mesmo tempo, houve uma redução de seis estudantes que apenas concordavam anteriormente. Além disso, a opção neutra também sofreu uma redução, com todos os participantes agora expressando uma opinião mais definida sobre o assunto.

Gráfico 10 - Você concorda que a promoção da educação e da conscientização pode contribuir para fortalecer a capacidade das comunidades diante dos efeitos simultâneos das mudanças climáticas e dos fenômenos naturais?



Fonte: Arquivos da pesquisa, 2024

As informações do gráfico indicam uma mudança positiva na percepção sobre a importância da promoção da educação e da conscientização para fortalecer a capacidade das comunidades de lidar com as mudanças climáticas e fenômenos naturais. Houve um aumento de quatro estudantes na concordância plena entre o questionário prévio e o final, refletindo um maior reconhecimento da importância desses esforços. Simultaneamente, observou-se uma redução de três estudantes na concordância geral e uma diminuição na opção neutra. Não houve registros de discordância em nenhuma das aplicações do questionário, o que sugere um consenso crescente sobre a relevância da educação e da conscientização para enfrentar os desafios climáticos.

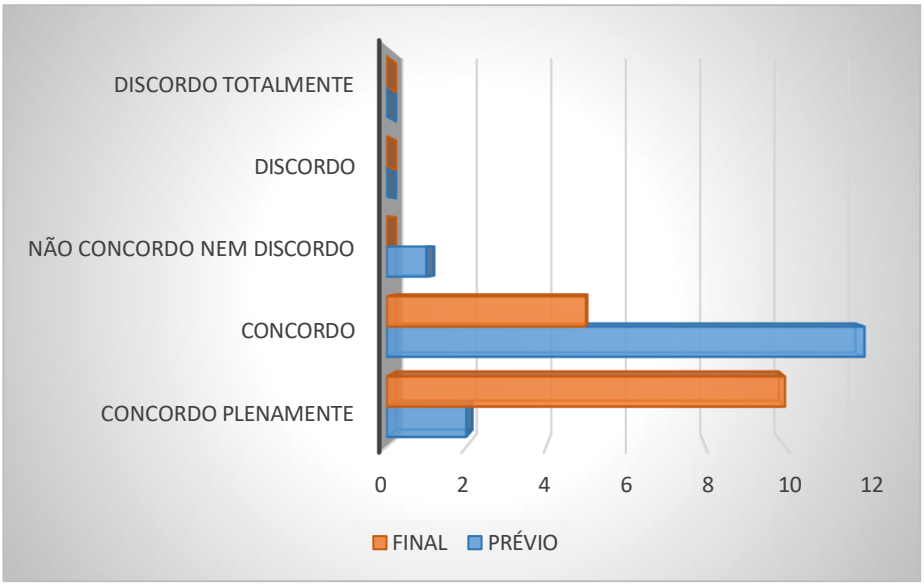
No bloco 2, os resultados demonstram sobre a percebção dos estudantes sobre a definição de fenômenos naturais como eventos e processos que ocorrem sem a intervenção humana é uma concepção inicial válida, mas, ao longo do tempo, essa perspectiva tem se mostrado cada vez mais limitada. Trentin (2023, p. 2) aborda em seu artigo que, nos último anos, têm acontecido alterações significativas e que as mdanças climáticas vem sendo provocada de forma descontrolada pelo homem. Ele também destaca que o clima vem causando sérias transformações ao meio ambiente. Embora de fato muitos fenômenos naturais ocorram sem influência direta do homem, a crescente evidência científica de que a atividade humana está intensificando ou até mesmo alterando esses processos não pode ser ignorada. Por exemplo, os gases de efeito estufa, liberados pela queima de combustíveis fósseis, têm contribuído significativamente para o aumento da temperatura global da Terra, o que, por sua vez, altera fenômenos como o degelo das geleiras e a elevação do nível do mar. De acordo com Trentin (2023, p. 3),

> Além disso, outras questões merecem serem discutidas e analisadas como, por exemplo: as queimadas que aumentam a cada ano no centro–oeste e na região amazônica, o aumento de temperaturas no semiárido do Nordeste, o avanço do mar na costa brasileira em função de seu aumento, eventos extremos de chuva e temperatura mais frequentes nas grandes metrópoles do país, e nas regiões serranas com alta ocupação populacional, assim como uma maior incidência de transmissão de doenças infecciosas, essas todas provocadas principalmente pelo aumento atual dos níveis de gases de efeito estufa.

Esses efeitos das mudanças climáticas não são mais fenômenos isolados ou naturais no sentido tradicional, mas sim eventos em grande parte impulsionados pela ação humana. Nesse contexto, a promoção da educação e da conscientização é crucial. Ao capacitar as comunidades para entender a relação entre as atividades humanas e as mudanças no ambiente, é possível fortalecer a resiliência dessas populações frente aos impactos simultâneos dos fenômenos naturais e das mudanças climáticas, permitindo uma resposta mais informada e eficaz aos desafios atuais.

Bloco 3 - Ciência, Educação e Conceitos Físicos

Gráfico 11 - Os conceitos físicos podem explicar a relação entre as mudanças climáticas e os fenômenos naturais, como o aumento da temperatura global e a intensificação de eventos climáticos extremos?



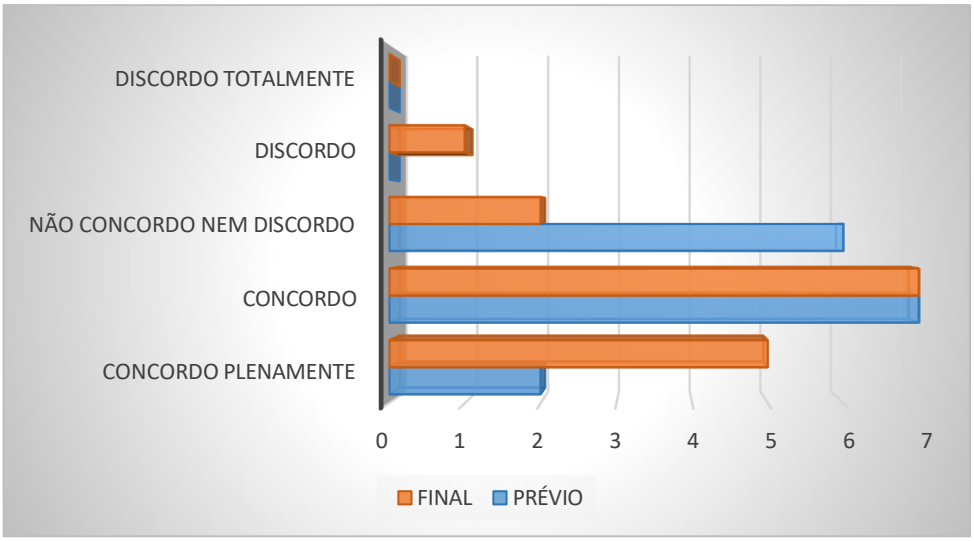
Fonte: Arquivos da pesquisa, 2024

Ao analisar o gráfico, observamos um aumento de oito estudantes que passaram a concordar plenamente com a afirmação. Isso sugere um reforço na compreensão de que os conceitos físicos podem explicar como as mudanças climáticas estão relacionadas ao aumento da temperatura global e à intensificação de eventos climáticos extremos.

Houve também uma redução de sete estudantes que apenas concordavam com a afirmação, o que pode indicar que alguns alunos evoluíram de uma posição de concordância geral para uma concordância plena. Além disso, a opção neutra não

aparece no questionário final, indicando que todos os participantes agora têm uma opinião mais definida sobre a capacidade dos conceitos físicos de explicar a relação entre mudanças climáticas e fenômenos naturais.

Gráfico 12 - Conceitos físicos, como a transferência de calor, os ciclos de carbono e temperatura, estão relacionados às mudanças climáticas?

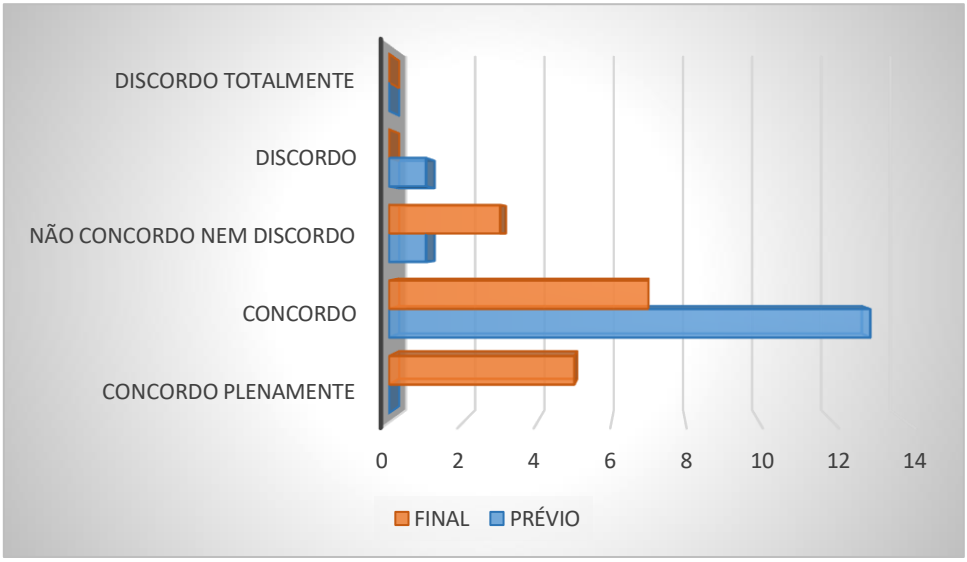


Fonte: Arquivos da pesquisa, 2024

Os dados indicam uma mudança positiva na percepção sobre a relação entre conceitos físicos e mudanças climáticas. Após a aplicação da pesquisa, houve um aumento de três estudantes na concordância plena, sugerindo um aprofundamento na compreensão de como os conceitos físicos explicam as mudanças climáticas. O número de estudantes que apenas concordam permaneceu inalterado, o que indica que a opinião geral sobre a questão não mudou significativamente.

Além disso, a redução na opção neutra demonstra que os estudantes agora têm opiniões mais definidas. Embora tenha havido um leve aumento na discordância, isso reflete uma compreensão mais sofisticada e diferenciada da relação entre conceitos físicos e mudanças climáticas.

Gráfico 13 - Podemos afirmar que os conceitos de transferência de calor e de movimento das massas de ar podem ser utilizados para compreender a influência das mudanças climáticas nos fenômenos naturais?

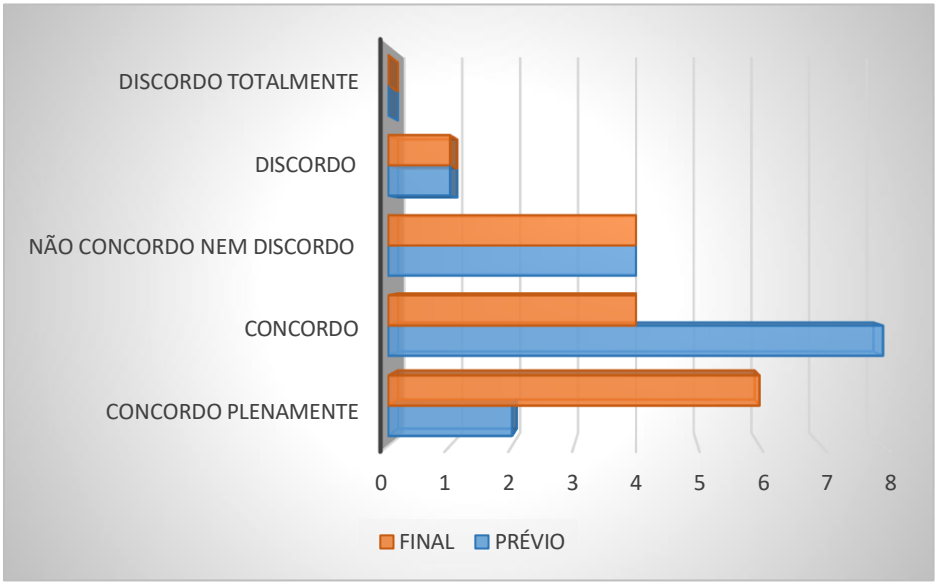


Fonte: Arquivos da pesquisa, 2024

O gráfico revela uma mudança positiva na percepção sobre a aplicação dos conceitos de transferência de calor e movimento das massas de ar para compreender a influência das mudanças climáticas. Após a aplicação da pesquisa, observou-se um aumento significativo na concordância plena, com cinco estudantes indicando esta opção no questionário final, em comparação com nenhum estudante que a escolheu inicialmente. Houve também uma redução de seis estudantes que apenas concordavam com a afirmação, e nenhum estudante discordou da afirmação após a pesquisa.

Além disso, houve um leve aumento na opção neutra, o que pode indicar uma maior complexidade na compreensão dos conceitos discutidos. Essa mudança reflete um aprimoramento na compreensão geral, embora alguns estudantes ainda possam estar desenvolvendo uma opinião mais definida sobre a aplicação dos conceitos de transferência de calor e movimento das massas de ar em relação às mudanças climáticas.

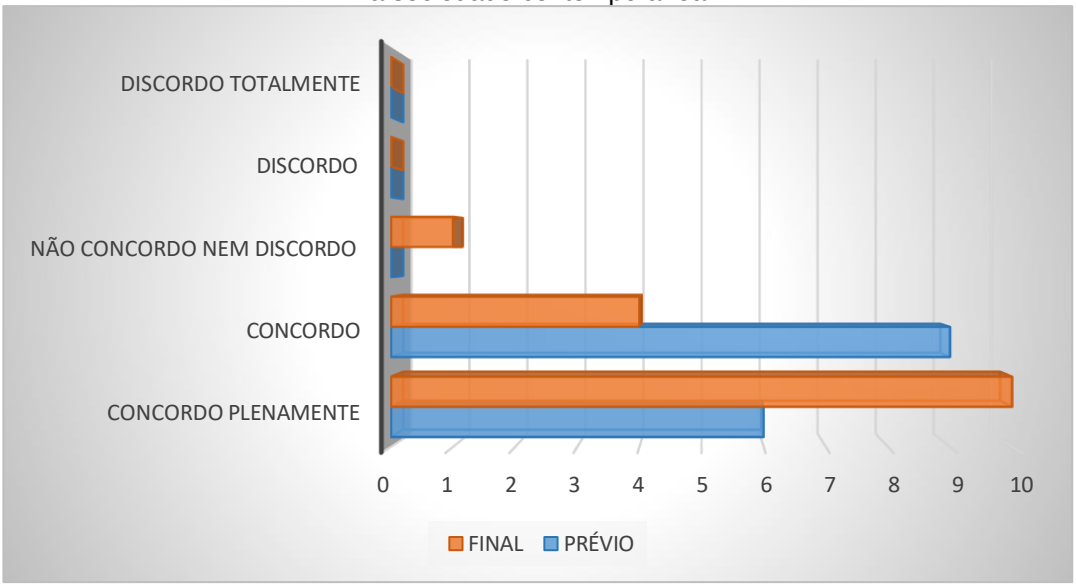
Gráfico 14 - Quanto a lei da conservação de energia, ela pode ser relacionada aos processos de absorção e emissão de radiação na atmosfera terrestre, contribuindo assim para a compreensão das mudanças climáticas e dos fenômenos naturais associados?



Fonte: Arquivos da pesquisa, 2024

Observa-se uma melhoria na percepção sobre a relação entre a lei da conservação de energia e os processos de absorção e emissão de radiação, e sua relevância para compreender as mudanças climáticas e fenômenos naturais. Após a aplicação da pesquisa, quatro estudantes passaram a concordar plenamente com a afirmação, enquanto o número de estudantes que apenas concordam foi reduzido em quatro. O número de estudantes neutros e aqueles que discordam permaneceu estável. Isso sugere um aprofundamento na compreensão dos conceitos e sua aplicação na análise das mudanças climáticas e fenômenos naturais.

Gráfico 15 - Na sua visão, é importante abordar questões de mudanças climáticas e fenômenos naturais na sociedade contemporânea?



Fonte: Arquivos da pesquisa, 2024

A análise do gráfico revela uma evolução positiva na percepção sobre a importância de abordar questões de mudanças climáticas. Inicialmente, seis estudantes concordavam plenamente com a importância do tema, e esse número aumentou para dez na avaliação final. Simultaneamente, o número de estudantes que apenas concordavam com a afirmação diminuiu de nove para quatro, o que pode ser atribuído ao fato de que alguns participantes que inicialmente tinham uma concordância geral passaram a concordar plenamente.

No questionário prévio, não havia participantes neutros, mas no questionário final surgiu um estudante nessa categoria. A presença deste participante neutro pode refletir uma maior reflexão sobre o tema ou uma mudança na opinião após a aplicação da pesquisa. Em ambos os questionários, nenhum estudante discordou ou discordou totalmente da afirmação.

Esses dados indicam que a aplicação da pesquisa teve um impacto positivo, fortalecendo a opinião dos participantes sobre a importância de abordar questões de mudanças climáticas e fenômenos naturais. Houve um aumento significativo no número de pessoas que concordam plenamente com a relevância do tema, enquanto a maioria dos participantes manteve ou aprimorou sua percepção positiva.

No bloco 3,os questionamentos eram sobre como os conceitos da física desempenham um papel essencial na compreensão da relação entre as mudanças climáticas e os fenômenos naturais, como o aumento das temperaturas globais e a intensificação de eventos climáticos extremos. Os estudantes conseguiram perceber que os conceitos trabalhados em sala de aula estão presentes de alguma forma em seu cotidiano. Conceitos como a transferência de calor, os ciclos de carbono, equuilíbrio térmico e temperatura são alguns dos principais que explicam como a energia se distribui e se conserva na atmosfera, influenciando diretamente as condições climáticas. O entendimento da transferência de calor, por exemplo, permite explicar como o calor solar é absorvido pela Terra e redistribuído através da atmosfera e dos oceanos, afetando o clima global.

Os conceitos físicos, além de serem explicados de modo tradicional, é importante também ser explicado por meio de atividades práticas, para Paranhos (2015, p. 2), diz que as atividades práticas e até mesmo projetos, devem ser trabalhados com os estudantes, pois desta forma ele irá analisar de forma concreta como ocorrem os processos e poder entender melhor devido o contato mais direto. Outro fator importante e fundamental é que as questões das mudanças climáticas e seus impactos nos fenômenos naturais sejam abordadas na sociedade contemporânea, uma vez que essas questões não são apenas científicas, mas também sociais e políticas. O governo e a sociedade civil são igualmente provocados a manifestarem por meio de políticas e de ações voltadas para o enfrentamento da degradação ambiental e das mudanças climáticas (Gomes, et al 2024, p. 345). A conscientização e o conhecimento sobre como os fenômenos naturais e as mudanças climáticas estão interligados são essenciais para a formação de uma sociedade mais informada e capaz de tomar decisões sustentáveis.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A integração de atividades práticas, diferenciadas e interdisciplinar no ensino de física tem se mostrado essencial para o desenvolvimento do pensamento crítico e científico dos estudantes. Por meio de experimentos, projetos e atividades interativas, os estudantes têm a oportunidade de observar e explorar fenômenos naturais de forma direta. Estes tipos de abordagens pedagógicas não apenas facilitam a compreensão de conceitos teóricos complexos, mas contribuem para uma aprendizagem mais profunda e duradoura.

Em física, as atividades práticas permitem que os estudantes visualizem e experimentem as leis e princípios que estudam nos livros. Por exemplo, ao construir circuitos elétricos ou ao realizar experimentos de movimento e força, os estudantes podem ver em primeira mão como as teorias funcionam na prática. Esta interação direta com o material de estudo ajuda a consolidar o conhecimento e a desenvolver habilidades de resolução de problemas e pensamento analítico, fundamentais para o componente curricular.

No campo das ciências ambientais, as atividades práticas têm um impacto ainda mais significativo. Questões ambientais são complexas e muitas vezes abstratas quando discutidas apenas teoricamente. Por meio de trabalhos de campo, análises de amostras de solo e água, e projetos de sustentabilidade, os estudantes podem entender melhor os desafios ambientais e a importância de suas ações no contexto global. Este tipo de aprendizado também incentiva um senso de responsabilidade ambiental e cidadania ativa.

Além de promover a compreensão dos conteúdos, as atividades práticas e diferenciadas também fomentam a curiosidade e o interesse dos estudantes. Os conceitos físicos abordados em cada etapa da pesquisa eram associados aos fenômenos que acontecem em nosso cotidiano, as atividades práticas, juntamente com os experimentos desenvolvidos, facilitaram a compreensão dos conteúdos. O uso do Protótipo Simulador de Vórtice despertou ainda mais a curiosidade dos estudantes, permitindo que visualizassem em tempo real como o fenômeno ocorre e como os conceitos físicos se aplicam a esse processo.

Para potencializar a experiência de aprendizagem, é possível sugerir atividades como a realização de experimentos para observar diferentes intensidades de vórtices e como fatores como a velocidade do fluxo ou a forma do recipiente influenciam o comportamento do fenômeno. Outra sugestão seria a criação de simulações com variáveis controladas para que os alunos possam fazer previsões e compará-las com os resultados obtidos, promovendo a experimentação ativa. Além disso, o protótipo pode ser utilizado em atividades interativas, como a análise de vórtices em diferentes líquidos, estimulando discussões sobre viscosidade, densidade e resistência ao movimento. Um ambiente de aprendizagem que valoriza a experimentação e a inovação tende a ser mais dinâmico e envolvente, o que aumenta a motivação dos estudantes. A curiosidade natural dos alunos é incentivada quando eles têm a oportunidade de investigar, testar hipóteses e fazer descobertas por si mesmos, tornando o processo de aprendizagem mais prazeroso, eficaz e significativo.

O que podemos observar por meio desta pesquisa é outro benefício crucial dessas abordagens pedagógicas: o desenvolvimento de habilidades sociais e de trabalho em equipe. Muitos projetos e atividades práticas são realizados em grupos, o que requer colaboração, comunicação e divisão de tarefas. Essas experiências são valiosas não apenas para o aprendizado acadêmico, mas também para a preparação dos estudantes para o mercado de trabalho e para a vida em sociedade, onde a capacidade de trabalhar bem com os outros é altamente valorizada.

Concluindo, a importância das atividades práticas e diferenciadas no ensino de física e de forma interdisciplinar, como, por exemplo, com a ciências ambientais, não só melhorou a compreensão dos conceitos teóricos, mas também desenvolveu habilidades críticas e o engajamento dos estudantes de maneira significativa, promovendo habilidades sociais e de trabalho em equipe, e atendeu a diversos estilos de aprendizagem. Investir em métodos de ensino que integrem essas práticas é, portanto, crucial para formar cidadãos críticos, informados e comprometidos com a ciência e a sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

ANASTACIO, L. R. .; BENFICA, W. A. As pedagogias dos Mapas Mentais: sentidos e significados para as crianças. Olhar de Professor, *[S. l.]*, v. 27, p. 1–16, 2024. DOI: 10.5212/OlharProfr.v.27.22102.005. Disponível em: https://revistas.uepg.br/index.php/olhardeprofessor/article/view/22102. Acesso em: 16. 11. 2024.

ARTAXO, Paulo. Mudanças climáticas e o Brasil. Revista USP 103 (2014): 8-12.Disponível em: https://www.revistas.usp.br/revusp/article/download/99191/97658 . Acesso em: 11.08.2023

BACICH, L.; MORAN, J. Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática. Penso Editora, 2018.

BALIM, Ana Paula Cabral; MOTA, Luiza Rosso; SILVA, Maria Beatriz Oliveira da; Complexidade ambiental: o repensar da relação homem-natureza e seus desafios na sociedade contemporânea. Veredas do Direito, Belo Horizonte, v.11, n.21, p.163-186, Janeiro/junho de 2014.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/ . Acesso em: 12.12.2023
Cardoso, Cláudio. Análise Histórica de Vórtices Oceânicos no Arquipélago da Madeira, 2024. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://oom.arditi.pt/assets/documents/ProgMonitEddies/Report1.pdf. Acesso em: 05.11.2024

DE JESUS, Thiago Auer Camilo; GIOVANI, Cafofo Silva, Emanuel; FERRACIOLI, Laércio. Ensino de Física e Ciência Cidadã na compreensão das mudanças climáticas por meio do estudo da vazão de um córrego da Mata Atlântica. Revista de enseñanza de la física, v. 35, n. 1, p. 39-52, 2023. Disponível em: https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S2250610120230001000039&script=sci_abstract&tlng=en . Acesso em: 17.11.2024

DE PAULA, Roberto Adonias; PIRES, Pierre André Garcia; COELHO, Euricléia Gomes. AS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE CIÊNCIAS: REFLEXÕES INICIAIS. RCMOS - Revista Científica Multidisciplinar O Saber, Brasil, v. 1, n. 1, 2024. DOI: 10.51473/rcmos.v1i1.2024.548. Disponível em: https://submissoesrevistacientificaosaber.com/index.php/rcmos/article/view/548.. Acesso em: 7 nov. 2024.

DIAS, Maria Assunção Faus da Silva. Furacões e tornados: um espetáculo de rotação na atmosfera. Revista USP n. 72. São Paulo, 2006 – 2007

FERREIRA, Laura Maria Canno; GENOVEZ, Ana Ines Borri. Critérios de Semelhança na formação de vórtices em tomadas d'água verticais. XIV Simpósio Brasileiro de Recursos

Hídricos e V Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos países de Língua Oficial Portuguesa. Aracaju, v. 25, 2001.

FERNANDES, Renato José. Atividades práticas: possibilidades de modificações no ensino de Física. Perquirēre. Edição 5, Ano 5, Pato de Minas, jun 2008. Disponível em: https://loos.paginas.ufsc.br/files/2016/03/ATIVIDADES-PR%C3%81TICAS POSSIBILIDADES-DE-MODIFICA%C3%87%C3%95ES-NO-ENSINO-DE-F%C3%8DSICA.pdf . Acesso em: 26.08.2023

GIL, Antônio. Carlos. Métodos e técnicas de pesquisa social. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GODOY, Arilda Schmidt. Pesquisa qualitativa. Temas fundamentais. Revista de Administração de Empresas São Paulo, v. 35, n.3, p, 20-29 Mai./Jun. 1995. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rae/a/ZX4cTGrqYfVhr7LvVyDBgdb/?lang=pt&format=pdf . Acesso em: 16.11.2022.
GOLDENBERG, M. A arte de pesquisar: como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais. 8ª ed. Rio de Janeiro: Record, 2004.

GOMES, L. A.; BRASILEIRO, T. S. A.; SADALA, K. Y.; GAMA, A. P.; DE SOUZA, L. T. R.; CARVALHO, E. M. S.; GOMES, H. M. da C.; MCCOWAN, T. Educação e mudanças climáticas: a percepção dos estudantes de uma escola do interior da Amazônia sobre as mudanças climáticas. Caderno Pedagógico, [S. l.], v. 21, n. 1, p. 341–371, 2024. DOI: 10.54033/cadpedv21n1-017. Disponível em: https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/2006. Acesso em: 5 nov. 2024.

MARIN, Andreia Aparecida. Pesquisa em Educação Ambiental. vol. 3, n. 1 – pp. 203-222,2008.https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/pesquisa/article/view/6163/ 4519. Acesso em 14.11.2022.

MATURANA, H; VARELA, F. J. A árvore do conhecimento: as bases biológicas da compreensão humana. São Paulo: Palas Athena, 2001.

MOREIRA, Marco Antônio. Uma análise crítica do ensino de Física. Estudos Avançados 32 (94). São Paulo – SP. Disponível em: https://www.scielo.br/j/ea/a/3JTLwqQNsfWPqr6hjzyLQzs/abstract/?lang=pt . Acesso em: 16.11.2022.

MORIN, Edgar. Os sete saberes necessários à educação do futuro. 2. ed. – São Paulo : Cortez ; Brasília, DF : UNESCO, 2000.

NOBRE, Carlos A; SAMPAIO, Gilvan; SALAZAR, Luis. Mudanças Climáticas e Amazônia. Vol. 59 nº.3, São Paulo, 2007. Disponível em: http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S000967252007000300012&script=sci_arttext&tlng=en . Acesso em: 11.08.2023.

OLIVEIRA, D. N. de; SILVA, G. F.; VASCONCELOS, D. L. de M.; FEITOZA, Y. da C.; MACIEL, J. S. C. Aquecimento global e mudanças ambientais: a percepção de estudantes do ensino médio . Revista JRG de Estudos Acadêmicos , Brasil, São Paulo, v. 7, n. 14, p. e14947, 2024. DOI: 10.55892/jrg.v7i14.947. Disponível em: https://revistajrg.com/index.php/jrg/article/view/947 . Acesso em: 10 nov. 2024.

Oliveira, Caroline Aparecida Fernandes de Projeto temático – Fenômenos Naturais e a Física: Uma abordagem alternativa para o Ensino de Física no Ensino Médio. / Caroline Aparecida Fernandes de Oliveira. – Pontal do Paraná, 2019. Disponível em: https://acervodigital.ufpr.br/xmlui/handle/1884/68813 . Acesso em: 15.11.2024

OSTERMANN, Fernanda; CAVALCANTI, Claudio Jose de Holanda. Teorias de aprendizagem. (2011). Porto Alegre, 2011. Disponível em: 23.08.202

https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/253767/001157637.pdf?sequence=1 . Acesso em: 09.08.2023

PEREIRA, Denis Rafael de Oliveira; AGUIAR, Oderli. Ensino de física no nível médio: tópicos de física moderna e experimentação. Revista Ponto de Vista 3.1 (2006): 65-81.Viçosa – MG, 2019. Disponível em: https://periodicos.ufv.br/RPV/issue/view/356 . Acesso em: 09.08.2023

RUVER, Vilson Valdemar; BARROS, Marcelo Paes. Guia para atividades práticas no ensinode física. Cuiabá, 2016. Disponível em: https://fisica.ufmt.br/pgecn/index.php/dissertacoes-e-produtos-educacionais/banco-deprodutos-educacionais/doc_download/206-vilson-valdemar-ruver .Acesso em: 17.11.2022.

SARAIVA, Lorena S., et al. Estudo das condições de formação de vórtices em tomadas d'água verticais de usinas hidrelétricas parte I: modelação física. XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Bento Gonçalves – RS, 2013. Disponível em: https://abrh.s3.saeast1.amazonaws.com/Sumarios/155/db50d36a38b04626eeb472aad42c1387_a92b83b e981f249865fe00b47cc565cf.pdf . Acesso em: 10.08.2023

SILVA, João Batista da; SALES, Gilvandenys Leite; CASTRO, Juscileide Braga de. Gamificação como estratégia de aprendizagem ativa no ensino de Física. Revista Brasileira de Ensino de Física 41. Fortaleza – CE, 2019. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbef/a/Tx3KQcf5G9PvcgQB4vswPbq/?format=html&lang=pt# . Acesso em: 10.08.2023

TRENTIN, I. C. L. A CRISE DA AGROPECUÁRIA E AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO RIO GRANDE DO SUL-BRASIL. REVISTA FOCO, [S. l.], v. 16, n. 11, p. e3361, 2023. DOI: 10.54751/revistafoco.v16n11-125. Disponível em: https://ojs.focopublicacoes.com.br/foco/article/view/3361 . Acesso em: 10 nov. 2024.

VILAR, Rafaella de Araújo Aires. Condições de tempo severo e formação de tornados em

Brasília-DF: um estudo de caso. Brasília – DF, (2016). Disponível em: http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/handle/riufcg/1168 . Acesso em:

YIN, R. K. Estudo de caso: planejamento e métodos. Tradução de Daniel Grassi. 2ª.ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

YIN, R. K. Estudo de caso: planejamento e métodos. Tradução de Ana Thorell. 5ª.ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

ZOGAHIB, A. L. N. .; SIMAS, D. C. de S. .; NORTE FILHO, A. F. do .; NORTE, N. N. B. de O. .; SALES, R. A. C. de .; LIMA, J. S. de .; BRAGA, M. A. P. de L. . Climate changes and its impacts on cities: case study of characteristics of the drought in the State of Amazonas, Brazil. Research, Society and Development, [S. l.], v. 13, n. 9, p. e9913946940, 2024. DOI: 10.33448/rsd-v13i9.46940. Disponível em: https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/46940 . Acesso em: 7 nov. 2024.

APÊNDICE

QUESTIONÁRIO

Bloco 1: Entendimento das Mudanças Climáticas

1 – Podemos afirmar que as mudanças climáticas são variações naturais de temperatura, alterações nos padrões de chuva e transformações de longo prazo nas condições climáticas globais?

( ) Concordo plenamente

( ) Concordo

( ) Não concordo nem discordo

( ) Discordo

( ) Discordo totalmente

2 - Sabemos que grandes são os efeitos das mudanças climáticas em nosso planeta, você acredita que elas possuem um impacto significativo resultando no aumento das temperaturas globais e na ocorrência mais frequente de eventos climáticos extremos?

( ) Concordo plenamente

( ) Concordo

( ) Não concordo nem discordo

( ) Discordo

( ) Discordo totalmente

3 – Quanto a alguns dos principais indicadores de mudanças climáticas que você já presenciou ou teve conhecimento, pode-se afirmar que inclui o aumento das temperaturas médias, o derretimento de geleiras e o crescimento do nível do mar?

( ) Concordo plenamente

( ) Concordo

( ) Não concordo nem discordo

( ) Discordo

( ) Discordo totalmente

4 - Os resultados das mudanças climáticas sobre a biodiversidade e os ecossistemas, vai desde a ausência de impacto na biodiversidade, até a extinção de espécies e a alteração dos padrões migratórios?

( ) Concordo plenamente
( ) Concordo
( ) Não concordo nem discordo
( ) Discordo
( ) Discordo totalmente

5 – Os elementos considerados como contribuintes para as mudanças climáticas, se resume à influência da atividade humana?

( ) Concordo plenamente
( ) Concordo
( ) Não concordo nem discordo
( ) Discordo
( ) Discordo totalmente

Bloco 2: Fenômenos Naturais e Mudanças Climáticas

1 - O que você compreende por fenômenos naturais? Eles são eventos e processos que ocorrem na natureza sem intervenção humana?

( ) Concordo plenamente
( ) Concordo
( ) Não concordo nem discordo
( ) Discordo
( ) Discordo totalmente

2 - Os fenômenos naturais podem ser intensificados ou alterados devido às mudanças climáticas?

( ) Concordo plenamente
( ) Concordo
( ) Não concordo nem discordo
( ) Discordo
( ) Discordo totalmente

3 - Os gases de efeito estufa contribuem para o aumento da temperatura global da Terra?

( ) Concordo plenamente
( ) Concordo

( ) Não concordo nem discordo
( ) Discordo
( ) Discordo totalmente
4 - As mudanças climáticas podem afetar a ocorrência de fenômenos como o degelo das geleiras e a elevação do nível?
( ) Concordo plenamente
( ) Concordo
( ) Não concordo nem discordo
( ) Discordo
( ) Discordo totalmente
5 – Você concorda que a promoção da educação e da conscientização pode contribuir para fortalecer a capacidade das comunidades diante dos efeitos simultâneos das mudanças climáticas e dos fenômenos naturais?
( ) Concordo plenamente
( ) Concordo
( ) Não concordo nem discordo
( ) Discordo
( ) Discordo totalmente

Bloco 3: Ciência, Educação e Conceitos Físicos

1 – Os conceitos físicos podem explicar a relação entre as mudanças climáticas e os fenômenos naturais, como o aumento da temperatura global e a intensificação de eventos climáticos extremos?
( ) Concordo plenamente
( ) Concordo
( ) Não concordo nem discordo
( ) Discordo
( ) Discordo totalmente
2 - Conceitos físicos, como a transferência de calor, os ciclos de carbono e temperatura, estão relacionados às mudanças climáticas?
( ) Concordo plenamente

( ) Concordo
( ) Não concordo nem discordo
( ) Discordo
( ) Discordo totalmente

3 - Podemos afirmar que os conceitos de transferência de calor e de movimento das massas de ar podem ser utilizados para compreender a influência das mudanças climáticas nos fenômenos naturais?

( ) Concordo plenamente
( ) Concordo
( ) Não concordo nem discordo
( ) Discordo
( ) Discordo totalmente

4 – Quanto a lei da conservação de energia, ela pode ser relacionada aos processos de absorção e emissão de radiação na atmosfera terrestre, contribuindo assim para a compreensão das mudanças climáticas e dos fenômenos naturais associados?

( ) Concordo plenamente
( ) Concordo
( ) Não concordo nem discordo
( ) Discordo
( ) Discordo totalmente

5 – Na sua visão, é importante abordar questões de mudanças climáticas e fenômenos naturais na sociedade contemporânea?

( ) Concordo plenamente
( ) Concordo
( ) Não concordo nem discordo
( ) Discordo
( ) Discordo totalmente

ANEXO

TERMO DE AUTORIZAÇÃO

AMAZONAS
GOVERNO DO ESTADO

TERMO DE AUTORIZAÇÃO

Na qualidade de Coordenadora Regional de Educação de Itacoatiara-AM, órgão que representa a Secretaria de Educação e Desporto (SEDUC), autorizo a execução do projeto de pesquisa intitulado **"Interseção entre a Física dos fenômenos naturais e as mudanças climáticas: contribuições para o Ensino da Ciências Ambientais",** sob a coordenação e a responsabilidade da discente do programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional para o Ensino das Ciências Ambientais, **Sheila Castro Libório Rezende**, e assumimos o compromisso de apoiar o desenvolvimento da referida pesquisa a ser realizada na E. E. Dep. João Valério de Oliveira, no período de 01/11/2023 a 30/08/2024, após a devida aprovação no Sistema CEP/CONEP.

Itacoatiara, AM 01 de Novembro de 2023.

Rosekeury Camego de Oliveira
GS nº 635, 06 de Julho de 2020
COORDENADORA REGIONAL DE EDUCAÇÃO