

UNIVERSIDADE REGIONAL DO CARIRI
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
POLO 31

Francisco Nilson Oliveira de Souza

O USO DA CULTURA *MAKER* NO ENSINO DE GERADORES ELÉTRICOS

Juazeiro do Norte

2025

Francisco Nilson Oliveira de Souza

O USO DA CULTURA *MAKER* NO ENSINO DE GERADORES ELÉTRICOS

Dissertação apresentada à Universidade Regional do Cariri – URCA/ Polo - 31, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, área de concentração em Ensino de Física, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Dr. José Arcênio dos Santos Lourenço
Coorientador: Dr. Bruno Tavares de Oliveira Abagaro

Juazeiro do Norte
2025

FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha Catalográfica elaborada pelo autor através do sistema
de geração automático da Biblioteca Central da Universidade Regional do Cariri - URCA

De Souza, Francisco Nilson Oliveira

S729u O USO DA CULTURA MAKER NO ENSINO DE GERADORES
ELÉTRICOS / Francisco Nilson Oliveira De Souza. Juazeiro do Norte- CE, 2025.

115p. il.

Dissertação. Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física
da Universidade Regional do Cariri - URCA.

Orientador(a): Prof. Dr. José Arcênio dos Santos Lourenço

Coorientador(a): Prof. Dr. Bruno Tavares de Oliveira Abagaro

1.Ensino de Física, 2.Aprendizagem significativa, 3.UEPS; I.Título.

CDD: 621.46

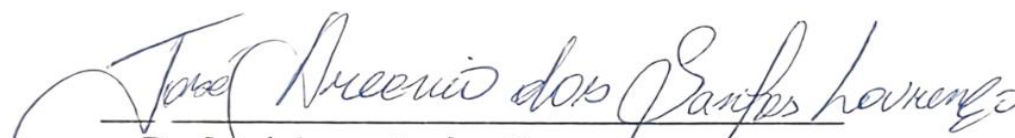
Francisco Nilson Oliveira de Souza


O USO DA CULTURA *MAKER* NO ENSINO DE GERADORES ELÉTRICOS

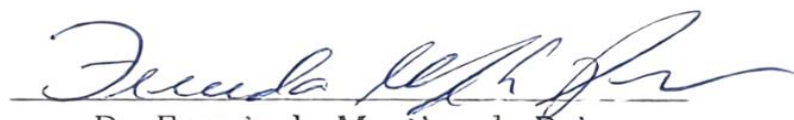
Dissertação apresentada à Universidade Regional do Cariri – URCA/ Polo - 31, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, área de concentração em Ensino de Física, para obtenção do título de Mestre.

Aprovada em 17 de dezembro de 2025.

BANCA EXAMINADORA


Dr. José Arcenio dos Santos Lourenço
(Orientador - URCA)


Dr. Francisco Augusto Silva Nobre
(Membro Interno- URCA)


Dr. Fernando Martins de Paiva
(Membro Externo – UECE/FECLI)

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação
aos meus pais,
Francisco de Souza Lima e
Maria Nilvan de Oliveira (*in memoriam*)

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida, por ter me dado forças, paciência e persistência para superar os desafios que surgiram ao longo desta dissertação.

À minha amada esposa, Michele Machado de Souza, companheira que sempre soube, com calma e muita paciência, me ajudar a vencer os desafios e lutar pelos meus objetivos. Por ficar com nossos filhos todos os momentos da escrita deste trabalho e me incentivar cada vez mais a continuar estudando.

Aos meus filhos, Neemias Machado Oliveira e Eliel Machado Oliveira, por serem minha maior fonte de inspiração e desejo de ser bom exemplo para sua vida acadêmica.

Aos meus irmãos, Micilene, Lenes, Neucilene, Isaque, Neurivan e Eugênia, por me incentivarem e apoiar nas minhas decisões.

Ao meu orientador, José Arcênio dos Santos Lourenço, pelas orientações e empenho na ajuda do desenvolvimento desse projeto, pelas nossas conversas motivadoras.

Ao meu coorientador, Bruno Tavares De Oliveira Abagaro, pelas orientações e empenho na ajuda do desenvolvimento desse projeto.

A todos os colegas e amigos de mestrado pela amizade, incentivo e maravilhoso convívio.

A todos os professores da Universidade Regional do Cariri – URCA, responsáveis pelo Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF, que proporcionaram uma experiência enriquecedora, contribuindo para minha formação acadêmica e profissional.

Aos alunos que participaram das aulas ministradas em colaboração ao desenvolvimento dessa pesquisa.

À Sociedade Brasileira de Física pela iniciativa e preocupação em capacitar professores para desempenhar sua função de forma qualificada.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de financiamento 001.

Agradeço a Universidade Regional do Cariri pela oportunidade de aperfeiçoamento pessoal e profissional.

EPÍGRAFE

“Se vi mais longe foi por estar de pé sobre ombros de gigantes”
(Newton, 1676).

RESUMO

Esta dissertação investigou o potencial da cultura *maker* no ensino de Física, especificamente no estudo de geradores elétricos. O objetivo geral foi aplicar e verificar a efetividade de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) fundamentada na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, integrada a aspectos da cultura *maker*. A metodologia ancorou-se em pressupostos da pesquisa qualitativa, e contemplou a construção de uma UEPS aplicada em turmas de segundo ano do ensino médio, envolvendo atividades práticas baseadas na lógica do “faça você mesmo”, onde os estudantes puderam construir maquetes de usinas hidrelétrica, nuclear e eólica utilizando materiais de baixo custo e acessíveis. A coleta de dados ocorreu por meio de observações, registros das falas e produções dos alunos, mapas mentais, vídeos, questões desafiadoras e análise das maquetes produzidas, respeitando critérios de inclusão, diversidade e realidade escolar. Os resultados evidenciaram que os estudantes conseguiram relacionar novos conceitos às suas estruturas cognitivas prévias, reelaborando ideias e apresentando evolução em sua compreensão sobre o funcionamento dos geradores. As conclusões apontam que a aplicação da UEPS pautada na cultura *maker* contribuiu para ressignificar a prática de ensino de Física, tornando-a mais atrativa e significativa. Os indícios de aprendizagem significativa foram confirmados pela incorporação de conceitos abstratos à estrutura cognitiva dos estudantes e pela contextualização crítica de suas aplicações. O estudo conclui que práticas pedagógicas inovadoras, como a integração da cultura *maker* ao ensino de Física, são caminhos viáveis e necessários para fomentar a aprendizagem significativa e despertar a curiosidade dos alunos.

Palavras-chave: ensino de Física; aprendizagem significativa; UEPS.

ABSTRACT

This dissertation investigated the potential of maker culture in Physics teaching, specifically in the study of electric generators. The general objective was to apply and verify the effectiveness of a Potentially Significant Teaching Unit (UEPS) grounded in Ausubel's theory of meaningful learning, integrated with aspects of maker culture. The methodology was anchored in the principles of qualitative research and included the design of a UEPS applied in second-year high school classes, involving hands-on activities based on the "do it yourself" logic, where students were able to build models of hydroelectric, nuclear, and wind power plants using low-cost and accessible materials. Data collection took place through observations, records of students' speeches and productions, mind maps, videos, challenging questions, and analysis of the produced models, respecting criteria of inclusion, diversity, and school reality. The results showed that students were able to relate new concepts to their prior cognitive structures, re-elaborating ideas and demonstrating progress in their understanding of the functioning of generators. The conclusions indicate that the application of the UEPS guided by maker culture contributed to re-signifying the practice of Physics teaching, making it more engaging and meaningful. Evidence of meaningful learning was confirmed by the incorporation of abstract concepts into the students' cognitive structures and by the critical contextualization of their applications. The study concludes that innovative pedagogical practices, such as integrating maker culture into Physics teaching, are viable and necessary paths to foster meaningful learning and spark students' curiosity.

Keywords: physics teaching; meaningful learning; UEPS.

LISTAS DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1-Espira circular imersa em um campo magnético: (a) plano da área da espira com ângulo $\theta = 60^\circ$ em relação ao campo magnético; (b) plano da área da espira com ângulo $\theta = 0^\circ$ em relação ao campo magnético; (c) plano da área da espira com $\theta = 90^\circ$ em relação ao campo.....	39
Figura 2-Espira, no formato circular, com o plano perpendicular à direção norte e sul de um ímã, com: (a) aumento do fluxo de indução, isto é, linhas de força do ímã; (b) corrente elétrica induzida na espira gerando o campo magnético induzido.	40
Figura 3-esquema de um circuito com uma bateria, uma bobina e galvanômetro.	41
Figura 4- Alunos das segundas séries C e D	56
Figura 5-Funcionamento de uma Hidrelétrica.....	57
Figura 6-Perguntas desafiadoras.....	59
Figura 7-Levantamento do conhecimento prévio.....	61
Figura 8-Funcionamento de uma Usina Hidrelétrica.	67
Figura 9-Componetes de Aerogerador	68
Figura 10-Funcionamento de uma usina nuclear.....	69
Figura 11-Maquete de uma usina hidrelétrica	79
Figura 12-Usina nuclear	80
Figura 13- Maquete de um aerogerador.	83

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

UEPS	Unidade de Ensino Potencialmente Significativa
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
DIY	Do it yourself
LED	Light Emitting Diode

SUMÁRIO

1 TRAJETORIA DOCENTE	13
2 INTRODUÇÃO	17
3 REVISÃO DE LITERATURA	21
3.1 Cultura <i>maker</i> e sua influência no Ensino de Física	21
3.2 Marco Legal e Diretrizes para a Educação <i>Maker</i> no Brasil	26
4 REFERENCIAL TEÓRICO	29
4.1 A teoria da aprendizagem significativa	29
4.2 A Unidade de Ensino Potencialmente Significativa - UEPS	34
5 CAPÍTULO DE FÍSICA	38
5.1 Geradores Elétricos	38
5.2 Faraday e a indução eletromagnética	41
5.3 Dificuldades nos processos de ensino aprendizagem da Geradores no Educação Básica	42
6 PERCURSO METODOLÓGICO: DESCRREVENDO O CAMINHO PERCORRIDO	44
6.1 Caracterização do Estudo	44
6.2 Contexto e sujeitos da pesquisa	45
6.3 Descrição dos instrumentos de coleta de dados	46
6.4 Critérios de análise de dados	47
6.5 Quadro descritivo da UEPS	48
7 INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA, RESULTADOS E ANÁLISES	50
7.1 Descrição dos Encontros	54
7.1.1 Primeiro encontro	54
7.1.2 Segundo encontro	57
7.1.7.1 Usina Hidrelétrica	77
7.1.7.2 Construção da maquete de uma Usina Nuclear	80
7.1.7.3 Construção da maquete de uma torre eólica.	82
7.2 ANÁLISES DE DADOS SINTETIZADA	85
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	86
9 REFERÊNCIAS	88
APÊNDICE A -PRODUTO EDUCACIONAL	96

1 TRAJETORIA DOCENTE

Minhas primeiras vivências com a docência, deu-se ainda no ano de 2015, atuando como bolsista do laboratório de comandos elétricos, onde tive a oportunidade de auxiliar os professores do curso de técnico em eletrotécnica, assim, dava suporte ao educando, orientando-os nas montagens de circuitos elétricos e nas atividades propostas pelos docentes. Na época, cursava Tecnologia em Mecatrônica Industrial no Instituto Federal de Ciência e Tecnologia, Campus Cedro. No curso tive contato com os saberes da Física, que acabou por despertar em mim uma paixão e interesse pela mesma, nesse período ainda não existia o curso de Licenciatura em Física no Campus, apenas em cidades vizinhas e na capital, que para minha realidade era algo inviável, por questões financeiras e de distância.

Durante o curso de Tecnologia em Mecatrônica Industrial, busquei me dividir em concursos e dedicação para faculdade, assim, prestei um concurso para fiscal sanitário, e por conta da idade em critérios de desempates, acabei ficando de fora das vagas, sendo que eram apenas duas vagas e o ensino requerido era apenas o nível médio. Durante o período formativo, escrevi alguns artigos e participei de eventos, sempre buscando vivenciar experiências que somassem a minha qualificação acadêmica.

Ainda no curso de tecnologia, soube das possibilidades da atuação do mesmo, dentre elas estava o ato de lecionar, assim, brotou em mim o despertar para a educação, já que o curso era voltado para as indústrias. Ao concluir o curso de tecnólogo, realizei uma seleção para mestrado acadêmico na linha de pesquisa, eletromagnetismo, pela Pró-Reitoria de Pesquisa, Inovação e Pós-Graduação (PRPIPG) do Instituto Federal da Paraíba (IFPB) por meio da Diretoria de Pós-graduação, fui aprovado e por motivos financeiros não pude cursar, o que momentaneamente me barrou no desenvolver da minha qualificação acadêmica, paralelamente ao processo seletivo do mestrado, realizei outra seleção, para professor de Física substituto na rede estadual, o processo aconteceu pelo artigo quarto, esse:

“Art. 4º - A ampliação da carga horária de trabalho para suprir carência decorrente de vaga no sistema de Ensino Público Estadual será precedida de Avaliação de Desempenho, realizada pelo Núcleo Gestor e Conselho Escolar da Unidade onde o professor se encontra em exercício com a anuência do CREDE”

Este processo permite que profissionais com formações em áreas afins, possam lecionar determinada disciplina, sendo que o curso de formação possua uma quantidade mínima de horas cursadas da disciplina em questão. Quando comecei a atuar como educador no ensino básico, com a matéria de Física, percebi a necessidade de cursar a licenciatura, o tecnólogo em mecatrônica não me habilitou de fato ao ensino, considerando que a vertente do curso era outra, tive algumas dificuldades como: domínio de sala de aula, domínio de conteúdo e realização de

processos avaliativos, porém, esse contato direto com o meio acadêmico me fez entender que o meu lugar era na educação, me encontrei e percebi que por meio da mesma, pode-se de fato transformar vidas, a dos estudantes e a dos educadores.

A priori, com algumas limitações, pelo fato de a formação ser algo voltado para indústria e não para a sala de aula, o interesse pela disciplina cresceu pela necessidade de estudá-la para poder ministrar as aulas para as turmas do ensino médio, pois tratava-se de uma escola profissionalizante, com cursos técnicos em Comércio, Enfermagem e Informática.

Em 2017, no IFCE Campus Cedro, o curso de licenciatura em Física deu-se início, enxerguei nesse processo uma oportunidade para me qualificar e melhorar minha atuação profissional, paralelo a minha atuação, ingressei no curso com a nota do último ENEM prestado, e durante o percurso formativo me inteirei de conceitos fundamentais e fenômenos naturais da área, necessários, que outrora me eram frágeis em minha formação anterior e na atuação como professor.

Durante esse período de atuação, participei de algumas formações oportunizadas pela Crede 17, sempre no intento de melhorar a minha prática de ensino, com essas construções de saberes e o andar da faculdade, comecei a superar certos desafios. Dentre os cursos realizados: Curso de práticas experimentais de Física aplicadas ao enem, Formação de Professores para o fortalecimento da aprendizagem em ciências da natureza e Itinerário Formativo Laboratório Educacional de Ciências (LEC).

Com as oportunidades supracitadas, minha prática foi enriquecida e melhorada, conseguindo juntamente com a o apoio da gestão escolar desenvolver trabalhos práticos e exitosos para com os estudantes. Quando se passaram em torno de cinco meses de atuação como professor temporário da rede estadual, fui convocado para o concurso supracitado (fiscal sanitário), deixei o estado e assumi o concurso, visando uma estabilidade, porém, inquieto por se tratar de algo que não tinha afinidade, para o momento, continuei na faculdade Física e sai da regência.

Durante a graduação, através de uma seleção, tive a oportunidade de participar como voluntário do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência – PIBID. Essa vivência enriqueceu a formação no tocante a expansão de novos horizontes na graduação, pude elaborar trabalhos científicos e participar de eventos acadêmicos na área de Física.

No ano de 2021, ingressei no projeto de mentoria do IFCE, com o tema de trabalho: “Formação continuada em serviço para professores(as) do ensino fundamental: a inserção das tecnologias no processo de ensino-aprendizagem”. O projeto propunha o desenvolvimento de um curso de formação continuada em serviço aos (às) professores(as) do ensino fundamental,

com ênfase nos recursos tecnológicos disponíveis e acessíveis para o exercício profissional nos contextos de atuação desses(as) professores(as), a partir dos pressupostos das metodologias de ensino ativas e do ensino híbrido. O objetivo era contribuir com uma melhor atuação dos profissionais atendidos durante o processo de retorno gradual das atividades letivas e após o retorno total das atividades presenciais depois do período da pandemia de Covid-19.

Ambas as experiências ampliaram os horizontes dentro do meio acadêmico ao qual eu estava inserido, conhecer as diversas realidades escolares, as trocas de vivências, os meios de ensino e aprendizagem, desafios e testemunhar práticas exitosas foram de grande valia para o meu crescimento profissional e pessoal.

Concluí minha graduação no ano de 2021, mediante a defesa da monografia intitulada: “Proposta de UEPS para o Ensino de Conceitos da Calorimetria no Segundo Ano do Ensino Médio”. Para a aplicação da pesquisa, primeiro o projeto foi submetido e aprovado pelo comitê de ética, assim aliou-se teoria e prática. Ainda no mesmo ano, a crede 17 lançou uma seleção para professor temporário de Física, participei do processo seletivo, por meio de apresentação de plano de aula e análise curricular, após o certame, fui selecionado e pedi licença do meu cargo ocupado na secretaria de saúde de Cedro-CE, retornando a escola que profissional que havia trabalhado em 2017.

Ao retornar, formado em Física, em janeiro de 2022 me senti mais seguro e com habilidades necessárias para atuar de fato como educador, percebi na escola que a Física era tida como chata e que não havia muita praticidade no ensino, assim, uma ideia monótona pairava a instituição com relação a aprendizagem dos estudantes.

Em 2022, ingressei no curso de Pós-graduação em Ensino de Física, pela Prominas, modalidade EAD, tendo uma carga horária de 720 horas. Concluí-a em 2023. Nesse ínterim também realizei mais duas especializações, ambas pela Universidade Federal do Piauí, as quais foram: Especialização em Currículo e Prática Docente nos anos Iniciais do Ensino Fundamental (390 horas-2023) e Ciências da Natureza, suas Tecnologias e o Mundo do Trabalho (360 horas-2022).

Em 2022, ao voltar para a rede estadual, idealizei e realizei a I Mostra de Física na escola que atuo, o momento contou com o planetário móvel do IFCE-Campus Cedro. Além de diversos experimentos, os estudantes apresentaram biografias de alguns cientistas durante a exposição. O objetivo do evento foi proporcionar aos discentes de ensino médio e comunidade, uma vivência prática, ademais inseri-los na produção de trabalhos científicos. É interessante ressaltar que os cientistas apresentados em banners foram trabalhos escritos e explanados por estudantes da escola.

Ao perceber a dificuldade advinda do período pandêmico, desenvolvi um projeto chamado “A árvore do Conhecimento” que consistia em uma árvore com um quadro branco, onde os estudantes socializaram sobre temas que contribuem para uma aprendizagem significativa. Os professores deixavam desafios na árvore, para os alunos em horários de intervalos se reunirem e tentarem juntos responder. Os desafios eram questões dos assuntos que estavam no currículo, e assim funcionou como uma ferramenta para um melhor rendimento no processo de ensino e aprendizagem. Um outro projeto foi o Mural Itinerante o qual abordou o assunto de Física que a turma estava estudando, através de mapas mentais, conceituais e resumos, e permanecia por horas e dias nas salas, ele era montado de acordo com as características de aprendizagem da turma e transitava toda a escola, buscando proporcionar um contato mais próximo do assunto com o estudante.

Em 2023, participei de uma seleção através do IFCE-Cedro para ser bolsista da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), na função de preceptor do PRP (Programa Residência Pedagógica), fui selecionado e atuei com 15 residentes. Estes fazem rotatividade em três escolas do campo, cada módulo conta com 5 residentes atuando na escola, e o preceptor orienta os residentes no planejamento das aulas, na regência e participa de uma formação continuada com o programa. A busca por metodologias novas e ativas é um preceito do PRP, assim durante o programa estivemos em um processo de pesquisa constante.

Nos anos de 2023 e 2024, coordenei a segunda e terceira edição da Mostra de Física na escola em que atuo, dessa vez o evento trouxe uma interdisciplinaridade, juntamente às demais disciplinas da área, e intitulou-se de “BIOFISQUI”, integrando as ciências e produzindo conhecimentos com as disciplinas de Biologia, Física e Química. O evento contou com Planetário Móvel, experimentos físicos, apresentações de banners, salas de jogos químicos, desfile sustentável e exposições de cientistas.

Em 2017, 2022, 2023, 2024 e 2025 coordenei as ações preparatórias da Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA), incentivando e ministrando aulas voltadas para a prova. Fui o professor representante da 16^a, 17^a, 18^a e 19^a Mostra Brasileira de Foguetes (MOBFOG), dentre as atividades, orientei os estudantes na confecção dos foguetes, além da construção de bases de lançamentos dos mesmos cálculos para um melhor alcance nos lançamentos, sempre incentivando o despertar pela ciência e o protagonismo estudantil.

No decorrer da prática docente dos últimos três anos, acompanhei e orientei seis (6) estagiários do curso de licenciatura em Física, em estágios de observação e de regência, sempre oportunizando uma vivência com metodologias ativas e pautadas com um planejamento prévio.

2 INTRODUÇÃO

No exercício de nossa profissão, à docência, tem-se alguns desafios a enfrentarmos diariamente, pois temos a responsabilidade de dominarmos as melhores estratégias para um proporcionar e vivenciar um processo de ensino e aprendizagem com qualidade, visando resultados efetivos e com significados no percurso formativo do aluno. Considerando que há inúmeras variáveis que interferem no processo de ensino e aprendizagem, sabe-se que, quanto mais conhecê-las maior será o domínio da prática e mais efetiva, e se tratando do ensino Ciências é necessário um olhar atencioso e o desenvolvimento de habilidades no processo educativo dos educandos.

Quando se trata do ensino de Física, Nascimento (2010) evidência em seu trabalho algumas dificuldades, como: Priorização de aulas expositivas, ensino mecânico, desestruturação curricular e descontextualização do ensino. Dentre os desafios citados, na realidade escolar onde se aplicará este trabalho, percebe-se a necessidade de atividades inovadoras, que possibilitem aos estudantes vivenciarem a teoria de maneira prática, por meio de atividades experimentais, em uma tentativa de minimizar o distanciamento do ensino teórico com aplicações práticas.

Em contrapartida aos desafios, os parâmetros curriculares nacionais e a disciplina de Física devem-se adaptar-se a realidade local de cada ambiente escolar, e o ensino de Física deve entendido como um conjunto de competências específicas que permitam compreender e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no dia a dia mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos (PCN+, 2002, p. 2). Os documentos que regem a educação brasileira, e o ensino de Física, percebe-se a necessidade de uma contribuição que preconize a contextualização, a interdisciplinaridade e que de fato faça um sentido para os estudantes, trazendo o conhecimento científico com associações a vivências diárias.

Freire (1997), afirma a necessidade de experimentar a teoria de forma prática, como sendo uma maneira do aluno criar conexões entre o exposto teoricamente com situações diárias e isso pode acontecer no ensino de Física por meio de experimentos. Bazin (1987) também valoriza o ensino por meio de experiências, acredita em uma maior significância com esta metodologia quando comparada a um ensino puramente tradicional usado em salas de aulas.

Uma maneira de corroborar com a ideia de Freire é entender e praticar a cultura *maker* no ensino, que de acordo com de Paula, Martins, de Oliveira (2021) pode ser entendida como uma ação que o estudante é o protagonista do processo, colocando a mão na massa, por

meio de recursos tecnológicos ou outras ferramentas de marcenaria onde o aluno consegue criar, modificar ou até mesmo transformar objetos, sendo o agente principal de seu aprendizado.

Com base nas normativas que regem o Ensino de Física e a realidade onde se irá desenvolver esse trabalho, nota-se similaridades no que se diz respeito aos desafios enfrentados no Ensino de Física, o fato dos estudantes não conseguirem de forma clara associar o conhecimento teórico com situações prática, a desmotivação dos alunos, os diferentes ritmos de aprendizagens e a falta de subsídios necessários para desenvolver aulas práticas com qualidade. Os alunos quando são indagados sobre algum assunto de Física, ao final do ensino médio, não conseguem dar uma resposta elaborada, por se tratar de aulas com uma abordagem geralmente mecanizada com ênfase em fórmulas e o uso excessivo de resoluções de questões, com um treinamento para exames externos (Lourenço *et al.*, 2015).

Na busca por tentar minimizar as dificuldades no Ensino de Física na realidade escolar do pesquisador, segue-se o que Mazzione (2013) afirma em seu trabalho (As estratégias utilizadas no processo de ensino-aprendizagem: concepções de alunos e professores de ciências contábeis), que o professor deve ser capaz de identificar as habilidades e dificuldades de aprendizagem dos alunos e buscar uma metodologia que atenda ao seu público, que vá de encontro com as características dos estudantes, paralelamente, considerando o assunto proposto o qual se irá abordar, assim, tem-se como bem sucedido o ato de educar.

O ponto de partida surge de uma problemática real, que é o desinteresse dos alunos pelo ensino da Física quando abordada de forma puramente tradicional, a exemplo tem-se o conteúdo de Geradores elétricos, que são explorados de maneira teórica, com ênfase em fórmulas e cálculos, o que acaba por minimizar a afetividade qualitativa de um processo de ensino e aprendizagem. Ausubel (1968) aponta essa abordagem como sendo aquela em que as novas informações são aprendidas de maneira que não há interação com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva. Na realidade escolar da aplicação desta pesquisa, há uma necessidade de ousar, de uma metodologia que de fato seja ativa, que o educando seja o ser protagonista e que desenvolva habilidades e competências necessárias no processo de entendimento de Geradores elétricos.

Como ponto de partida no Ensino de Física, tem-se como pergunta norteadora: O ensino de geradores elétricos com base em aspectos da cultura *maker*, proporciona um processo de ensino e aprendizagem significativo? O desenvolver deste trabalho buscará responder essa indagação, e somar ao meio acadêmico como fonte de pesquisa para desenvolvimento de trabalhos que tratem de temáticas similares.

Por meio de uma UEPS(Unidade de Ensino Potencialmente Significativa), esta defendida por Moreira (2011), como sendo uma sequência didática que se fundamenta em dois pilares da teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (1980), diferenciação progressiva e reconciliação integradora. Assim, partindo dessa definição o ensino de Física sofrerá impacto, pois, os alunos poderão dentro do tema em questão, no caso geradores elétricos, poder entender os conceitos e funcionalidades de forma gradativa, por meio de etapas integradas entre si, e voltadas para um melhor rendimento do público-alvo, que por vezes esperam um ensino tradicional.

Uma UEPS atrelada a cultura *maker*, potencializará as chances de contribuições positivas no ensino de Geradores elétricos como também em outros conteúdos da disciplina de Física, porque proporcionará ao público-alvo vivências diferentes do que estão acostumados a receberem no dia a dia escolar, pois, de acordo com os desafios supracitados no texto, a forma mecanizada como se aborda o tema, tende a causar nos estudantes um desinteresse que podem resultar em um desestímulo por parte de professores e alunos.

A sequência, definida e pensada para trabalhar o conteúdo de geradores elétricos de forma a envolver os alunos, onde eles construirão o processo, por meio da cultura *maker*, colocando a mão na massa, e aprendendo durante todo percurso de desenvolvimento do conteúdo, assim, o Ensino de Física torna-se palpável e com significado. A abordagem do assunto Geradores elétricos, deu-se pela importância de compreender os seus diversos tipos e os conceitos básicos que estão presentes sobre eles, essa exploração de conceitos físicos abordada na perspectiva da cultura *maker* é importante porque conecta a teoria com a prática, entendendo como os geradores funcionam em suas aplicações reais.

As etapas não devem ferir as leis e normas que regem o Ensino de Física, porém, deve distanciar-se um pouco da ideia do método puramente tradicional, entendido por como a transmissão de informações com centralidade na figura do professor (Diesel, Baldez, Martins, 2017). Os aspectos da cultura *maker*, evidenciada por Sales *et al.* (2023), apresenta o fato da construção do conhecimento acontecer em todas as etapas do processo, e isso, projeta soluções de problemas reais, tornando a aprendizagem mais significativa, o que vai de encontro com a teoria de Ausubel que tem o seu enfoque, principalmente, na aprendizagem cognitiva, que acontece por meio da ancoragem de informações em sua estrutura cognitiva, onde o sujeito está aberto a aprender.

Baseado nessas considerações e contextualização, tem-se como objetivo geral: aplicar e verificar a efetividade de uma UEPS para o ensino de Geradores elétricos, pautada em aspectos da cultura *maker*. Na perspectiva de alcançá-los, tem-se os seguintes objetivos

específicos: desenvolver uma UEPS na perspectiva da cultura *maker*; construir maquetes de diferentes tipos de geradores; despertar o protagonismo dos estudantes; aplicar em sala de aula e verificar os indícios de uma aprendizagem significativa.

A dissertação desta pesquisa será organizada em oito capítulos, com as seguintes distribuições: . No capítulo 3, será exposta uma revisão de literatura abordando a Cultura *maker* e suas influências no Ensino de Física e o marco legal e diretrizes para a educação *maker* no Brasil. No capítulo 4, será abordado o referencial teórico (A teoria da aprendizagem significativa e UEPS). No capítulo 5, desenvolvemos o capítulo de Física explorando, os conceitos de Geradores elétricos, Faraday e a indução eletromagnética e dificuldades nos processos ensino e aprendizagem de geradores na Educação básica. No capítulo 6, tem-se o percurso metodológico: descrevendo o caminho percorrido, detalhando como se deu todo o processo da pesquisa e sua natureza. No capítulo 7, apresentamos a descrição da intervenção pedagógica com a exploração dos resultados. Por fim, no capítulo 8, tratamos das considerações finais.

3 REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo, apresentamos a revisão de literatura, abordando o marco Legal e Diretrizes para a Educação *Maker* no Brasil, a cultura *maker* e sua influência no ensino de Física, o objetivo foi analisar como se regulamenta o ensino na perspectiva *maker* e compreender o que de fato é a cultura *maker* e suas contribuições no ensino de Física, e quais são as vertentes que o meio acadêmico associa ao cenário desta pesquisa, além de compreender como a comunidade acadêmica tem abordado essas questões. A partir desse levantamento, buscou-se identificar estudos no campo do Ensino de Física que apresentassem propostas em sintonia com a pesquisa em questão. Foi desenvolvida a busca nas seguintes bases de dados: Periódicos CAPES (4 trabalhos), Google Acadêmico (20), Scientific Electronic Library Online – SciELO (1) e na base de dados do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF (1), que disponibilizam gratuitamente artigos, teses e dissertações. Para as três bases de busca, utilizaram-se as expressões “Cultura *maker* no ensino de Física”, e “Cultura *maker* na educação brasileira” nas buscas, totalizando vinte e seis estudos.

3.1 Cultura *maker* e sua influência no Ensino de Física

Um tema recorrente na educação básica é o protagonismo estudantil, onde o aluno deve ser o principal responsável pelo seu processo de aprendizagem, porém, surgem algumas dúvidas como os educadores estão fazendo para possibilitar esse protagonismo, há uma conversa direta com os estudantes sobre esse tema no âmbito escolar? Os alunos sabem o que esperamos de cada um? O ambiente escolar é propício para que seja desenvolvido o protagonismo dos alunos?

Frente a desmotivação e as dificuldades de alguns em exercer protagonismo em suas aprendizagens, é preciso que nós educadores atuem como mediadores e motivadores desse processo (Volkweiss, Anelise *et al.* 2019). Considerando a necessidade de se trabalhar o protagonismo, é preciso oportunizar um ambiente de ensino na escola que seja interessante para os estudantes, que seja capaz de possibilitar múltiplas interações com o mundo midiático e use a tecnologia como uma corroboração no processo de aprendizagem do estudante (Moran, 2010).

Uma maneira de incentivar e valorizar o protagonismo do aluno é basear-se em vertentes educacionais que multipliquem iniciativas que sejam pautadas em projetos, problemas e metodologias que o intuito seja resolver problemas atuando com base na coletividade colaborativa no desenvolvimento de projetos e, tem-se ainda, a influência do movimento *maker*, que valoriza a cultura do faça você mesmo, estimulando pessoas a se desenvolverem por meio de suas próprias mãos (Raabe, 2016).

Os indícios da cultura *Maker*, surgem na curiosidade das pessoas, no buscar entender como funcionava os equipamentos, faz parte do cotidiano de vários indivíduos. A busca por tentar consertar o equipamento quando deixava de funcionar, a procura do defeito, e quando possível, os consertava (GONÇALVES, Diângelo Crisóstomo *et al.*, 2021). De acordo com Gonçalves *et al.*(2021), por meio da curiosidade, as pessoas praticavam suas habilidades manuais, com seus materiais disponíveis. Alguns fazem dessas habilidades uma profissão e outros *hobbys*, como uma maneira de “passar o tempo”. Sobre a cultura do “faça você mesmo” (em inglês, *Do it yourself – DIY*). Brockveld, Silva e Teixeira (2018, p. 57) argumentam que:

Em um nível primário, a cultura do Faça Você Mesmo (DIY – Do It Yourself) traz a ideia do reaproveitamento e/ou conserto de objetos, ao invés do descarte e aquisição de novos. Em uma análise mais profunda, o DIY propõe uma mudança de visão sobre o que significa possuir algo, e sobre os hábitos de consumo incutidos na visão de mundo dominante.

A cultura *maker* é traduzida do inglês *do it yourself*, que pode ser entendido como faça você mesmo, estimulando pessoas comuns a construir, modificar, consertar e fabricar seus próprios objetos com as próprias mãos (Duarte, Sanches, Dedini, 2017). Uma interpretação completa, que trata sobre o movimento *maker*, é proposta por Samagaia (2015, p.2).

O movimento conhecido como “Makers” se fundamenta em uma tradição frequentemente revisitada. Trata-se do “Faça você mesmo” ou “Do it Yourself” (DiY) que vem sendo desdobrado em um conceito complementar o “Do it with others” (DiWO). A essência das ações destes coletivos consiste na constituição de grupos de sujeitos, amadores e / ou profissionais atuando nas diferentes áreas ligadas à ciência e a tecnologia, que se organizam com o objetivo de suportar mutuamente o desenvolvimento dos projetos dos seus membros.

Paulo Blinkstein um professor renomado em Stanford e na Universidade de Colúmbia é um dos responsáveis pelo pioneirismo do movimento *maker*, e pelo fato de se trabalhar com estudantes de países em desenvolvimento como Brasil, México, Senegal e Costa Rica, a cultura se espalha, as suas pesquisas são focadas em uso de tecnologias para aprendizagem adaptando dispositivos sofisticados para as crianças aprenderem ciências e matemática, criando ambientes de aprendizagem construtivos (STANFORD UNIVERSITY, 2018).

De acordo com Blikstein (2020) a ideia do “faça você mesmo” no meio da educação, não é algo novo, alguns educadores como Dewey (1916), Freinet (1998), Montessori (1965) e Freire (2008), já discutiam correntes pedagógicas pautadas na “mão na massa”, com os aparatos da época, como madeira, cartas e etc. Já Papert e seus colaboradores, abordam em uma perspectiva do uso das tecnologias digitais, que tem seu fundamento na construção do

conhecimento por meio do engajamento espontâneo do aprendiz com objetos de seu interesse (que cunharam o termo “construcionismo”) (PAPERT, 1986).

No que se relacionam sobre as ideias de Papert referente o aprender fazendo exige do estudante o engajamento, buscando conseguir uma clareza dos conceitos que serão aprendidos, para estreitar os laços entre conteúdo e conhecimento. Neste ínterim, busca-se uma nova maneira de interação do aluno com o conhecimento, tendo em vista que a complexidade do movimento construcionista coloca-o em contato direto com seu aprendizado. Desta forma há uma ruptura do ensino tradicional, dada a ressignificação da participação dos estudantes, que por sua vez se tornam mais ativos e sensíveis aos trabalhos realizados e pensados em grupo (ARAÚJO. 2019).

Os locais onde se exploram a cultura *maker* são espaços físicos com objetos tradicionais e máquinas de fabricação digital, chamados espaços *maker*, *makerspaces*, *hackerspace*, *FabLabs*, *FabLearn labs*, e outras denominações (Blikstein, Valente, Mouta, 2020). Um importante pilar do movimento *maker*, são os *FabLabs*, espaços idealizados para que as pessoas possam criar, e tornar-se protagonistas tecnológicos e não apenas espectadores, esse conceito surgiu a partir de um curso oferecido por Gershenfeld chamado “*how to make almost anything*” (como construir quase tudo), o objetivo do curso era criar aterfatos por meio de fabricação digital (Gershenfeld, 2005). Com o curso, foi criado um espaço de fabricação digital de relativo baixo custo e passaram a levar o modelo para fora do campus. Nesses espaços, por meio do acesso a ferramentas de fabricação digital, os alunos estudavam as “fronteiras entre ciência da computação e ciência física” (GERSHENFELD, 2012, p. 46). A partir de então, a rede de *FabLabs* se expandiu para comunidades, museus, bibliotecas, feiras de ciências e, por fim, alcançou as instituições de ensino, potencializando os processos de ensino e aprendizagens (Blikstein, Valente, Mouta, 2020).

A partir da multiplicação dos *FabLabs*, uma rede mundial foi organizada, denominada *FabFoundation*, onde se é catalogado a cada criação de novos *FabLabs*, porém, para se caracterizar como um, é necessário atender a quatro qualidades e requisitos, o primeiro e mais importante é o acesso público ao espaço, segundo, subscrever a *Fab Chater* (Regras de Funcionamento do *FABLAB*), o terceiro é compartilhar de um conjunto comum de ferramentas e processos, e o último, todos devem participar de modo global entre os *FabLabs*, ou seja, você não pode se isolar (*The Fab Foundation*, 2015).

A cultura *maker* se apresenta como uma alternativa de âmbito experimental, sendo uma proposta capaz de promover interesse, e assim, os alunos busquem, construam e efetivem seu próprio conhecimento (Fortunato, Tardin, 2020). Blinkstein (2011) afirma a necessidade de

mudanças nos sistemas escolares, e tais, acontecerão por meio de melhorias na gestão escolar e melhorias nas práticas por meio de tecnologias, para o pesquisador é preciso o alinhamento entre boa gestão e investimentos em inovações, e pesquisas, se faz necessário corrigir as rotas das aulas e aprender como ensinar.

O aluno pode construir diversos tipos de projetos, e ter iniciativas que podem ser capazes de motivá-los em diversas faixas etárias e níveis de ensino, explorando suas criatividade por meio da criação de artefatos e aprendem conceitos e passam a desenvolver habilidades significativas, transformando a imaginação em algo real, essa é a ideia defendida pela cultura *maker*(RAABE; SANTANA; BURD, 2016).

O movimento se apropriou dos meios digitais, e assim incentivou a aprendizagem, com o compartilhamento de ideias por meio das criações e descobertas dos inventores, popularizando o pensamento *Maker*. Quando se tem uma ideia de um determinado projeto e infelizmente não tem como custeá-lo, tem-se os “*Makerspaces*”. E o que seriam? (Gonçalves *et al.* 2021).

Gonçalves (2021.p.34) define *Makerspaces*.

Os *Makerspaces* são espaços compartilhados que possuem diversas ferramentas de fabricação digitais de prototipagem rápida, como impressoras 3D, cortadoras a laser, plotter de recorte, plataformas de microcontroladores de baixo custo, computadores com software de desenho digital CAD, equipamentos de eletrônica e robótica, ferramentas de marcenaria, ferramentas de mecânica, máquina de costura e diversos materiais como parafusos, pregos, cola, silicone etc.

Conforme Gonçalves(2021), a partir dos *Makerspaces*, surgiu em 2005 por meio do editor Dale Dougherty a revista *Maker Magazine* que divulga uma vez ao mês ideias e os projetos dos *Makers* (inventores/fazedores), e em 2006 aconteceu a primeira *Make Faire* uma grande feira de ciência e engenharia na Califórnia, onde surgiu o Manifesto *Maker* que postula uma série de premissas que caracterizam esse movimento.

Com o desenvolver da cultura *maker*, a educação a adotou e a cada dia tem se tornado tendência (BLIKSTEIN, 2016; RESNICK, 2020; ANDERSON, 2012), de forma que os alunos são agentes ativo do processo de construção do seu conhecimento, e conseguem relacionar a aprendizagem de forma prática, assim, os estudantes são autores da resolução dos problemas propostos pelo professor mediador. Gonçalves (2021) afirma que a disseminação da cultura *maker*, acabou motivando os especialistas em educação, a estudarem e conhecer de forma mais intensificada as vantagens de se utilizar elementos *maker* no processo de ensino aprendizagem nos ambientes de educação formal.

Quando se analisa a postura do professor e o papel da educação em algumas disciplinas que são consideradas difíceis, como é o caso da Física por muitos estudantes, Piaget (1980) afirma que o estudante, quando entende sua dificuldade de aprendizagem, muitas vezes permanece passivo e bloqueia-se, deixando de lado todas as possibilidades de vencer as dificuldades e dando-se por vencido em seu processo de aprendizagem. Arantes (2019) evidencia a o desenvolvimento de aprendizagens em locais como salas de aulas, local onde acontece uma interação direta entre alunos e professores, e onde se constrói uma relação, e onde se tem uma maior concentração no processo de ensinar e aprender. Novak (1984) em uma perspectiva construtivista afirma que o ato de ensinar entende-se como sendo o convite ao aluno para a aprendizagem, onde se partilha com o educando a construção de um conhecimento em sua completude.

Arantes(2019) afirma que a partir da ideia de Novak, entende-se que ser um bom professor (de Física, por exemplo) não é somente possuir o domínio do conteúdo, é preciso desenvolver habilidades essenciais como: propor atividades práticas e experimentais, motivar os alunos, criar empatia com os estudantes, e considerar os conhecimentos prévios e as experiências dos alunos, esse conjunto de habilidades contribuem para transformar os estudantes em verdadeiros protagonistas proativos, deixando de lado a passividade como nos explica Piaget (1980).

Moreira (2011) enfatiza que por meio da experiência os alunos têm a necessidade de precisar descobrir para poder aprender, e essa ideia está apoiada em Novak (1984) que diz que por meio da descoberta surge no aluno a autonomia de escolha do meio e do conteúdo de sua aprendizagem. É por meio da aprendizagem autônoma em descobertas que o estudante consegue identificar e fazer uma seleção das informações que irá aprender (Novak, 1984).

De acordo com Arantes (2019) as tendências construcionistas e *Maker 's* têm se tornado ferramentas úteis no ensino de Física, por meio de suas atividades práticas ou experimentais, sendo que, a abordagem do conteúdo deve-se relacionar com os conceitos teóricos trabalhados em sala e esse processo amplia as possibilidades de interação professor-aluno e aluno-objeto na perspectiva de se obter eficiência no processo ensino-aprendizagem.

A proposta supracitada corrobora com o que preconiza o BNCEM (2017): as atividades experimentais são de suma importância nas salas de aulas, para assim, contribuir no desenvolvimento de competências e habilidades na Física, de forma a tornar os alunos seres pensantes, que observam, questionam e buscam soluções para os problemas reais. Dentro do Ensino de Física, Meira e Ribeiro (2016), defendem a ideia de que quando se trabalha com a cultura *maker*, se introduz no meio escolar um contexto de formação científica que permite o

desenvolvimento e a aplicação dos conceitos estudados na sala de aula para a produção tecnológica. A abordagem dos autores é no ensino de uma máquina térmica por meio da cultura *maker*, e como resultados, em uma perspectiva do educador, apontou para vantagens em ousar e abrir mão de aulas puramente tradicionais, incorporação do conteúdo no repertório dos estudantes, em meio a desafios os estudantes passaram a ser protagonistas do seu aprendizado e no final da aplicação os estudantes falam com propriedade sobre o tema para os colegas.

Conforme o exposto por Meira e Ribeiro em sua pesquisa, percebe-se que o uso de metodologias ativas, onde o aluno torna-se protagonista de um processo de ensino e aprendizagem é construído gradativamente, e assim, é algo que pode ser palpável para a realidade onde se irá aplicar esse trabalho, considerando que os estudantes possuem essa carência de propostas inovadoras dentro do ensino de Física. Já Ramos e Mometti (2024) abordam em sua pesquisa a necessidade de se trabalhar novas estratégias *maker* por meio de espaços de discussão e reflexão ainda na formação inicial dos professores, sendo que isso potencializará contribuições significativas dos contribuintes na aprendizagem ativa dos estudantes na construção do conhecimento. O pensamento supracitado é válido e tende a contribuir com o ensino, não apenas de Física, mas de maneira geral, e será uma forma de atualizar os meios educacionais, com estratégias novas e que tem grande potencial para efetivar o ensino.

Silva (2023) em sua dissertação apontou como resultados, ao se aplicar atividades que envolvem cultura *maker*, na perspectiva dos estudantes, as atividades que demonstraram ser interessantes e com significados para a construção de um aprendizado de educação sustentável, com isso houve um aumento na participação dos estudantes e transparecem os conceitos sustentáveis sensibilizados nas atividades propostas.

3.2 Marco Legal e Diretrizes para a Educação *Maker* no Brasil

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) foi prevista pela Constituição Federal de 1988, pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) de 1996 e pelo Plano Nacional de Educação (PNE) de 2014. Sua implementação foi oficialmente estabelecida em 22 de dezembro de 2017, com a publicação da Resolução CNE/CP nº 2, que orienta a aplicação da BNCC em todas as etapas e modalidades da Educação Básica (Stella *et al.* 2028).

A BNCC torna-se, a partir de sua publicação, uma referência obrigatória para a elaboração e adaptação dos currículos e das propostas pedagógicas das redes de ensino, abrangendo tanto as escolas públicas quanto as privadas. Além disso, serve como base para a formação de professores e para o desenvolvimento de materiais e conteúdos educacionais. Sua

implementação está alinhada à política nacional da Educação Básica, em conformidade com as diretrizes do Plano Nacional de Educação (PNE) (BRASIL, 2017a).

É válido lembrar que no Artigo 1º que institui a BNCC está de forma clara que, embora o documento tenha caráter normativo, as redes de Ensino têm autonomia em suas propostas pedagógicas.

Art. 1º A presente Resolução e seu Anexo instituem a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), como documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais como direito das crianças, jovens e adultos no âmbito da Educação Básica escolar, e orientam sua implementação pelos sistemas de ensino das diferentes instâncias federativas, bem como pelas instituições ou redes escolares. Parágrafo Único. No exercício de sua autonomia, prevista nos artigos 12, 13 e 23 da LDB, no processo de construção de suas propostas pedagógicas, atendidos todos os direitos e objetivos de aprendizagem instituídos na BNCC, as instituições escolares, redes de escolas e seus respectivos sistemas de ensino poderão adotar formas de organização e propostas de progressão que julgarem necessários (BRASIL, 2017b)

A cultura *Maker* faz parte de um movimento crescente em que as pessoas que estão imersas, exploram e aproveitam as modernas tecnologias digitais para produzir e compartilhar artefatos físicos com uma comunidade mais ampla. As ferramentas do movimento *maker*, quando bem aproveitadas, prometem transformar a educação formal em uma variedade de contextos, quais sejam, criação, interação, compartilhamento e autonomia em apoio à aprendizagem em uma variedade de contextos e disciplinas educacionais formais, (Cohen, *et al.* 2017).

Os educadores a cada dia têm buscado entender e agregar em sua prática a cultura *maker* na educação, visando aumentar as oportunidades dos estudantes se engajarem nas práticas de STEM (*Science, Technology, Engineering and Math*) de forma mais ampla, visto que, estas são áreas onde se percebe maior dificuldade de aprendizagem (Martin, 2015).

Sobre a abordagem da cultura *maker* no Ensino Brasileiro, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) discorre, por meio de suas competências e habilidades, sobre essas atividades:

“Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas” (BRASIL, 2017, p. 9).

Conforme preconiza a BNCC, e considerando o público do Ensino básico (Crianças e Adolescentes) onde estão em uma fase de descobertas de si próprios e do mundo, tem-se como características nessa fase a curiosidade. Então, aliar a curiosidade natural da fase com a construção de conhecimentos, por meio de pensamentos críticos e autônomos, insubmissos a

verdades prontas e/ou reproduzidas, seria o objetivo principal do ensino relacionado à aprendizagem STEM nessa geração (Lopes *et al.* 2019).

4 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo consiste no referencial teórico, estando ancorado nos pressupostos da Aprendizagem significativa de David Ausubel (Ausubel, 1968) e nos princípios de uma UEPS de Marcos Antônio Moreira (Moreira, 2011).

4.1 A teoria da aprendizagem significativa

A educação é um sistema, um processo de comunicação interativo com trocas de informações interpessoais em uma determinada comunidade com propósito específico para ajudá-los a desenvolver conhecimento e o significado da mesma, incorporando-os em sua estrutura cognitiva um patrimônio cultural coletivo (Gomes *et al.*, 2008). De acordo com Tavares (2004), o conhecimento articula o ser humano e o seu ambiente e liberta as potencialidades das pessoas.

Um tema bastante discutido na sociedade acadêmica é a aprendizagem dos educandos, tema que gera debates atemporais e que a cada dia está sendo mais explorado. Existem inúmeras teorias sobre a aprendizagem, neste trabalho abordaremos basicamente a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel¹. Para Ausubel *et al.*, (1980), a premissa da aprendizagem significativa é que os alunos estejam dispostos a associar o material a ser aprendido com sua estrutura cognitiva e a existência de capacidade de aprendizagem de forma substancial e não arbitrária.

Entretanto, na percepção de Ausubel, uma aprendizagem é de fato significativa quando implica em ampliar e reconfigurar ideias já existentes na estrutura mental e relacioná-las a novos conteúdos. Assim, organizar e integrar as informações na estrutura cognitiva do aluno (Gomes, Franco, Rocha, 2020).

No entendimento de Ausubel *apud* Moreira (2011, p. 161):

[...] o armazenamento de informações no cérebro humano como sendo organizado, formando uma hierarquia conceitual, na qual elementos mais específicos de conhecimento são ligados (e assimilados) a conceitos mais gerais, mais inclusivos. Estrutura cognitiva significa, portanto, uma estrutura hierárquica de conceitos que são representações das experiências sensoriais do indivíduo.

O conceito central da teoria de Ausubel é o processo de aprendizagem significativa por meio de uma nova informação associar-se a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do

¹ O pesquisador norte-americano David Paul Ausubel (1918-2008) -(Nova Escola, 2025).

indivíduo, de forma não arbitrária e substantiva. No processo de obtenção de novas informações há uma interação com uma área chamada por Ausubel de "subsunçor", que é uma estrutura do conhecimento específica. Subsunçor pode ser entendido como conceitos, ideias, proposições que já existem na estrutura do cognitivo, capaz de ser "ancorado" a novas informações com significado para os indivíduos. Uma aprendizagem significativa acontece no momento em que uma informação nova "ancora-se" em conceitos relacionados preexistentes na estrutura cognitiva (Ostermann, 2011).

Gonçalves (2005) traz o conceito de subsunçores como ideias ou proposições que já existem na estrutura cognitiva do indivíduo que poderão ser a base que ele utilizará para formar ou reformular, considerando conceitos com significado, novas ideias e uma nova informação. A partir da infância os subsunçores surgem, quando a criança começa a contatar os objetos à sua volta e quando passa a identificar e nomeá-los. Com o tempo os subsunçores podem se modificar e passarem a ser mais abrangentes, passando por uma organização durante o processo de mudança conceitual, abandonar ou trocar por melhor ou com outro significado.

No entanto, os subsunçores nem sempre são relevantes ou realmente existem. Portanto, vale ressaltar que para preencher essa lacuna pode-se recorrer ao meio de aceitação ou aprendizado mecânico, alguns elementos de conhecimento relacionados à formação do subsunçor. A aprendizagem mecânica ou automática pode ter como alvo a intenção de fazer associações puramente arbitrárias e textuais para orientar os alunos para que crie uma base mínima que possa acomodar os subsunçores que serão atendidos no futuro para informações mais detalhadas (Pinto, 2018).

O entendimento sobre aprendizagem mecânica para Moreira (2003), é que a mesma acontece quando as informações novas que são fornecidas aos estudantes possuem pouca ou nenhuma associação aos subsunçores na estrutura cognitiva. Porém[...] é preciso um certo grau de mecanicidade, porque os conteúdos que não podem ser substantivamente modificados são necessários no dia a dia. [...] nem sempre o que se aprende significativamente é compatível com o conhecimento especializado de uma determinada área". (Pontes Neto, 2001, p. 65-78)

A aprendizagem significativa é substancial porque é a "essência" e "preenchimento" para que o conceito seja preso e compreendido, não apenas um nome e/ou uma declaração que não faça sentido para ninguém aprender. Para tanto, novas informações devem interagir com ideias que os alunos já dominam, incluindo conceitos, proposições e símbolos previamente absorvidos. Assim Valadares (2011) afirma que há uma alteração no conhecimento anterior do aprendiz, que será alterado com essa incorporação, tornando-se mais inclusivo. Com isso o

indivíduo pode ampliar seu campo de conhecimento e ter novos posicionamentos no que se refere ao exposto ao mesmo.

Já Tavares (2010) faz uma ressalva sobre o processo de apresentação do conteúdo ao aprendiz, ele afirma que o novo conhecimento também se modificará pela maneira específica como se dará absorção. No caso deve-se considerar a forma como o receptor irá interagir com o que lhe é apresentado, a depender disso, tem-se os resultados favoráveis ou não.

De acordo com Moreira (2011), as duas formas de aprendizagem devem ser consideradas, e não podem ser entendidas como antagônicas, mas interligadas. o autor argumenta que há uma “área cinza” entre as duas aprendizagens, onde acontece a maioria das aprendizagens, essa área pode ser entendida como a transição entre a aprendizagem mecânica e a aprendizagem significativa, que podem estar articuladas de maneira contínua.

Valadares (2011) afirma que para acontecer a aprendizagem significativa é preciso reunir duas condições básicas:

- Fornece aos alunos conteúdos potencialmente importante, que requer um significado lógico, ou seja, conceitualmente coerente, razoável e fácil de ser logicamente relacionado a qualquer estrutura cognitiva adequada e, portanto, não arbitrário, sendo uma característica do próprio conteúdo; existirem subsunçores adequados nos alunos para que a assimilação deste novo conteúdo aconteça.
- Que o aluno tenha uma predisposição psicológica para aprender de maneira significativa.

Em concordância Moreira (2011) apresenta como condição para constituir uma aprendizagem significativa a manifestação e disposição do aluno de forma substantivamente e não arbitrária com o novo material potencialmente significativo em sua estrutura cognitiva. Esse autor afirma que é necessário a disposição do aluno, para interação com o novo conhecimento e, com isso, criar um potencial significativo de assimilação.

Quando ocorre uma aprendizagem significativa, o aprendiz transforma o sentido lógico do material didático em sentido psicológico, pois esse conteúdo se insere em sua estrutura cognitiva de forma especial e cada um tem uma forma específica de inserção, o que torna essa atitude um processo especial (Tavares, 2004).

Moreira (1999, p. 13), afirma que não é apenas associar os subsunçores, mas “[...] uma interação entre os aspectos específicos e relevantes da estrutura cognitiva as novas informações, pelo qual essas adquirem significados e são integradas à estrutura cognitiva”. Dessa maneira os subsunçores são reelaborados, tornando-se mais abrangentes e refinados. Assim, quando ocorre a interação entre o novo conhecimento e as âncoras (subsunçores),

modifica-se a estrutura cognitiva, tornando-a mais elaborada e estável. Portanto, não é suficiente inserir conceitos novos baseados nos conceitos já existentes. Ausubel “recomenda o uso de organizadores prévios que sirvam de âncora para a nova aprendizagem e levem ao desenvolvimento de conceitos subsunçores” (Moreira & Masini, 2011, p. 21).

Uma proposta de Ausubel *et al.* (1980) são os organizadores prévios, que funcionam como “pontes cognitivas”. São formas de orientar a fim de manipular a estrutura cognitiva do estudante, visando o desenvolvimento dos subsunçores. Assim, por meio de recursos e informações introdutórios que devem ser apresentados antes dos conteúdos da matriz curricular e funcionam como ponte entre o conhecimento que o educando já sabe e o que ele precisa aprender para que o conteúdo possa ser realmente aprendido de forma significativa. Importante destacar que o organizador prévio não é um pré-requisito associado a uma determinada matéria ou conteúdo. Os organizadores prévios, conforme o autor, podem ser textos, imagens, simulações computacionais, experimentos, ou a combinação de duas ou mais situações. Porém, deve:

Identificar o conteúdo relevante na estrutura cognitiva e explicar a relevância desse conteúdo para a aprendizagem do novo material; dar uma visão geral do material em um nível mais alto de abstração, salientando as relações importantes; prover elementos organizacionais inclusivos que levem em consideração, mais eficientemente, e ponham em melhor destaque o conteúdo específico do novo material, ou seja, prover um contexto ideacional que possa ser usado para assimilar significativamente novos conhecimentos. (Moreira, 2011, p. 03).

Moreira (1999, p. 13), afirma que não é apenas associar os subsunçores, mas “[...] uma Na visão de Gomes, Franco, Rocha(2020), os organizadores prévios são recursos que contribuem para de fato uma aprendizagem significativa, capaz de modificar a estrutura cognitiva do aprendiz e tornando-a mais efetiva no processo de assimilação e retenção de informações subsequentes. Partindo dessa premissa, é fundamental que os discentes utilizem tal estratégia na preparação de suas aulas e materiais didáticos.

Para Ausubel *et al.* (1980) aprendizagem significativa acontece de duas formas, por descoberta ou recepção, sendo que a pôr descoberta acontece quando o aluno aprende “sozinho”, o estudante descobre algum princípio ou relação entre o conceito e o conhecimento pré-existente. A aprendizagem por recepção, o aluno recebe o conteúdo pronto (aula expositiva) e o estudante atua ativamente no material, de forma a relacioná-lo às ideias relevantes disponíveis em sua estrutura cognitiva (subsunçores).

No intento de uma melhor compreensão, Ausubel *et al.* (1980) divide a aprendizagem em três tipos: aprendizagem representacional, aprendizagem de conceitos e a aprendizagem proposicional. A representacional é a aprendizagem do significado de símbolos

individuais (objetos, exemplos, conceitos), já a de conceitos, acontece com a relação entre os conceitos e as ideias relevantes que estão presentes na estrutura cognitiva, originando um novo significado e por fim, a aprendizagem proposicional, é necessário o conhecimento prévio dos conceitos.

Na visão de Moreira (1997), dependendo de como a informação nova irá interagir com o conhecimento prévio do aluno, a aprendizagem proposicional poderá ser subordinada, superordenada ou combinatória.

Subordinada: a informação nova é assimilada pelo subsunçor passando a alterá-lo. Se a nova proposição simplesmente exemplifica ou explica uma ideia já existente na estrutura cognitiva, essa aprendizagem é derivativa. Se ela for uma extensão ou modificação de conceitos ou proposições previamente aprendidas significativamente (subsunçores), ela é correlativa.

Superordenada: Ocorre quando uma nova informação é relacionável a ideias subordinadas específicas existentes. Acontece quando, partindo dos subsunçores, se forma uma ideia mais geral, que condicionará o surgimento de várias outras ideias. Pode-se usar como exemplo o fato de que à medida que o aluno assimila os conceitos de carro, caminhão e ônibus, ele pode mais tarde aprender que todos os estes são subordinados ao conceito de meio de transporte.

Combinatória: A nova informação não é suficientemente ampla para absorver os subsunçores e muito abrangente para ser absorvida por eles. Há uma combinação de conceitos dando origem a novos esquemas mentais. É quando conceitos ou proposições que não são subordináveis nem são capazes de subordinar algum conceito ou proposição já estabelecido na estrutura cognitiva.

Nesse método, é importante que o professor use exemplos contextuais e aumente gradualmente a dificuldade para que possa aprender de forma significativa e desta forma os aprendizes terão opções secundárias suficientes para ancorar novas informações. Este processo é denominado diferenciação progressiva. Quando o aprendiz não dispõe de subsunções suficientes, costuma-se utilizar os organizadores prévios para introduzir o assunto, podendo ser uma pergunta, uma situação-problema, um vídeo, uma leitura introdutória, ou ser até mesmo uma aula que antecede uma sequência didática (Barbosa, 2020).

4.2 A Unidade de Ensino Potencialmente Significativa - UEPS

Ao analisar o termo sequência didática, tem-se o entendimento que "sequência" traz o significado de "ação de seguir", e com isso pode-se dizer que sequências didáticas são entendidas como "conjuntos de atividades" ou "etapas continuadas" de um determinado assunto, visando ensinar um conteúdo etapa por etapa (Franco, 2018).

Moreira (2011) propõem que as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) funcionem como sequências didáticas que têm suas raízes fundamentadas na teoria de David Ausubel e que favorecem intervenções didáticas. Considerando que só há ensino quando há aprendizagem, logo o ensino é o meio e a aprendizagem é o fim, e esta deve ser imprescindivelmente significativa. Com a UEPS, busca-se facilitar a aprendizagem significativa de ideias, tópicos e conceitos específicos e assim a UEPS funciona como sinônimo de uma sequência didática.

Conforme Franco (2018), para o desenvolvimento de uma sequência didática de forma planejada deve-se ter um objetivo, sendo que, esse deve ir de encontro com as necessidades do aluno. Na sequência didática cria-se uma estratégia com um passo a passo pautado no conhecimento prévio do estudante, para que este seja capaz de compreender o assunto abordado pelo docente.

As UEPS são desenvolvidas em etapas e nas sequências que são desenvolvidas atuam como guias que contribuem para elaboração de unidades didáticas de ensino, nesse desenvolvimento o professor deve ser capaz de observar a realidade escolar e seguir fidedignamente ou adaptar os passos da sequência. (Hilger; Griebeler, 2016).

Por sua vez, Moreira (2011) afirma a importância da produção de um material que siga o objetivo de desenvolver unidades de ensino potencialmente facilitadora da aprendizagem significativa de tópicos específicos de conhecimento declarativo e/ou procedimental. Serão apresentados alguns princípios de elaboração de uma UEPS de forma sintetizada que foram relevantes para o desenvolvimento da UEPS proposta, baseados em Moreira (2011).

O primeiro princípio é afirmado por Moreira (2006), em que o conhecimento prévio, ou subsunção, é a variável isolada que mais influencia a aprendizagem significativa. Para considerar o conhecimento prévio do aluno no contexto atual, também deve-se considerar os acontecimentos ocorridos em sua vida cotidiana e a partir disso observa-se as vivências dos alunos relacionadas ao tema Geradores elétricos e busca-se despertar um interesse no estudante.

E no momento de abordagem do assunto necessita-se de uma cautela, pois, deve-se considerar o impacto que se pode causar nas emoções dos alunos, já que Novak (1988 apud Moreira, 2011, p. 3) afirma, em um princípio, que pensamentos, sentimentos e ações estão

integrados no indivíduo que aprende; essa integração é positiva, construtiva, quando a aprendizagem é significativa.

Moreira (2011) traz como princípio a questão da decisão do aluno, sendo que é o aluno quem decide se quer aprender significativamente determinado conhecimento. Considerando essa afirmação e as condições de acesso do aluno, o estudante quando em ambiente virtual, onde acontece o ensino remoto tem total autonomia para participar, ou não, das atividades propostas e assim impactado nos resultados da aplicabilidade da sequência didática. É preciso elaborar passos que sejam atrativos e organizadores prévios que substanciam um significativo na aprendizagem.

A organização deste trabalho foi elaborada de tal forma que busca atender aos princípios que se colocam para elaboração de uma UEPS. Organizadores prévios apontam para como é possível relacionar novos conhecimentos aos subsunçores e situações-problema também podem funcionar como organizadores prévios. As ideias que os alunos têm a respeito da Geradores elétricos, mesmo que de forma inconsciente, quando organizadas em mapas mentais ou através de situações problemas, contribuirá bastante para o desenvolvimento da sequência didática. Moreira (2011) ressalta que a avaliação da aprendizagem significativa deve ser feita em termos de buscas de evidências, no caso deste trabalho é preciso considerar o posicionamento dos alunos durante e pós execução da UEPS para ter com a coleta de dados evidências que concretize uma significativa aprendizagem, no decorrer das execuções da sequência nas aulas presenciais, será observado os desenvolvimentos dos alunos e suas respectivas evoluções.

Seguindo com os princípios, afirma-se que são as situações-problemas que dão sentido a novos conhecimentos e, com isso, busca-se explorar durante a execução da sequência questões que despertem nos alunos motivação para dar sentido aos novos conhecimentos e que sejam adquiridos com a execução das atividades propostas. Cada etapa da pesquisa foi pensada de forma a facilitar uma aprendizagem significativa, com organizadores prévios facilitadores ao processo de adesão aos novos conhecimentos. Conforme a progressão das atividades tem-se situações-problema com níveis crescentes em complexidade, e essa questão é um princípio defendido, que visa um progresso de qualidade e construtivo no intelecto do aluno (Vergnaud, 1988).

Uma das questões que os autores Vergnaud (1990) e Gowin (1981) trazem como princípio para construção do processo é relacionado ao papel do professor que deve ser de provedor de situações-problema, cuidadosamente selecionadas, de organizador do ensino e mediador da captação de significados de parte do aluno, é preciso um acompanhamento efetivo

do pesquisador com os alunos participantes do projeto, para entendê-los e tornar viável a absorção dos conceitos. O professor precisa entender quais formas causaram um despertar no aluno, um interesse para se dedicar de forma espontânea às atividades propostas, o que está “em alta” para o aluno alvo da UEPS.

Como a aplicação acontece em sala de aula, no ensino presencial, considera-se um princípio, que o episódio de ensino neste caso envolve uma relação quadrática entre aluno, professor, materiais educativos e computador, cujo objetivo é levar o aluno a captar e compartilhar significados que são aceitos no contexto da matéria de ensino (Gowin,1981).

No entanto, considera-se a utilização de materiais instrucionais diversos e estratégias que privilegiam um ensino centrado no aluno e não no professor (Paulo, 2013). Moreira (2011) afirma como princípio a importância que a aprendizagem aconteça de forma não mecânica, e sim crítica, crítica estimulada pela busca de respostas (questionamento) ao invés de memorização de respostas conhecidas, pelo uso da diversidade de materiais e estratégias instrucionais e pelo abandono de narrativa em favor de um ensino centrado no professor, e considerando esses princípios que a aplicabilidade deste trabalho vem contribuir ao meio acadêmico, onde a aprendizagem acontece permitindo um espaço com interações críticas e com atividades dinâmicas, conforme Moreira preconiza nos princípios de elaboração de uma UEPS.

Neste sentido, Moreira (2011, p3-5) destaca alguns passos que devem ser seguidos em sua elaboração:

1. Definir o tópico a ser abordado;
2. Propor ou criar situações em que o aluno possa externar seus conhecimentos prévios;
3. Considerar o conhecimento prévio do aluno e com isso propor situações-problema em nível introdutório;
4. Uma vez trabalhadas as situações iniciais, apresentar o conhecimento a ser ensinado/aprendido, levando em conta a diferenciação progressiva;
5. Retomar os aspectos mais gerais do conteúdo da unidade de ensino, em nova apresentação, porém em nível mais complexo e promover a reconciliação integradora;
6. Dar seguimento ao processo de diferenciação progressiva retomando as características mais relevantes do conteúdo em questão, porém de uma perspectiva integradora, ou seja, buscando a reconciliação integrativas;
7. A avaliação da aprendizagem através da UEPS deve ser feita ao longo de sua implementação e, além disso, deve haver uma avaliação somativa individual após o sexto passo;

8. A UEPS será considerada exitosa se a avaliação do desempenho dos alunos fornecer evidências de aprendizagem significativa. A aprendizagem significativa é progressiva, o domínio de um campo conceitual é progressivo; com isso, busca-se ênfase em evidências, não em comportamentos finais.

Os referenciais apontados na construção da UEPS, complementam-se e visam a interação entre professor, aluno e o material potencialmente significativo, objetivando uma aprendizagem significativa (Calheiro; Garcia, 2016).

5 CAPÍTULO DE FÍSICA

Este capítulo aborda a definição e funcionamento dos Geradores Elétricos e suas aplicações, e aponta a dificuldade no ensino dos geradores na Educação básica.

5.1 Geradores Elétricos

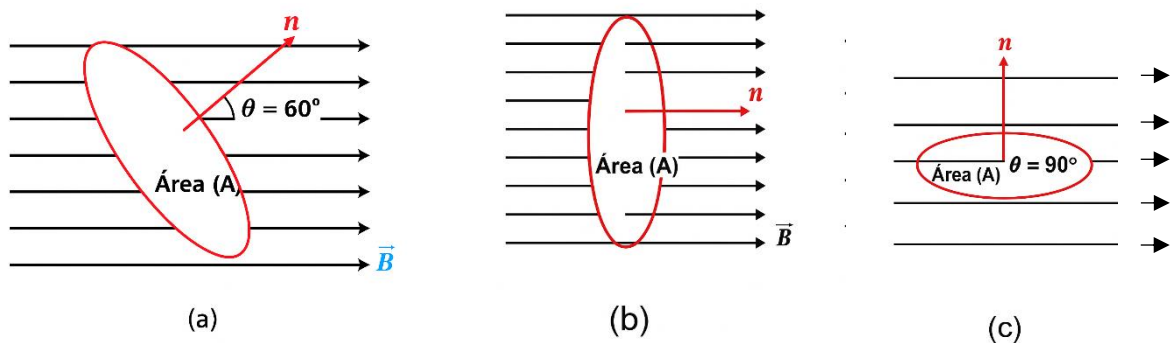
As tecnologias modernas foram desenvolvidas ao longo de muitos séculos, à medida que se investigava e compreendia a condução de corrente elétrica em diferentes materiais. É importante mencionar a descoberta de Oersted em 1819, que demonstrou que a passagem de corrente em um condutor gera um campo magnético. Essa descoberta foi fundamental na evolução da física, levando ao desenvolvimento do eletromagnetismo (Young, 2009). A partir desse experimento, tornou-se viável a criação dos primeiros eletroímãs e motores de corrente contínua.

Faraday e Henry, por volta de 1830, descobriram que o movimento relativo entre ímãs e bobinas gera uma força eletromotriz (fem) nos terminais da bobina, princípio que possibilitou o desenvolvimento dos geradores de corrente alternada. Posteriormente, Nikola Tesla demonstrou que a utilização da tensão alternada em um sistema trifásico é a forma mais eficiente, segura e econômica de geração e consumo de energia. Esse tipo de tensão é produzido quando o rotor de um gerador é movido por diferentes fontes de energia, como a força da água nas hidrelétricas, o vento nas usinas eólicas, a queima de combustíveis fósseis nas termelétricas ou a fissão nuclear nas usinas nucleares. Durante esse processo, a variação do fluxo magnético dos ímãs no rotor gera tensão conforme a lei de Faraday (Jones, 2004).

O fluxo de indução magnética, ou simplesmente fluxo magnético, representa a quantidade de linhas de força do campo magnético que atravessam uma determinada área. Em outras palavras, trata-se de uma grandeza que indica o número de linhas de campo que passam por uma região específica.

Atualmente, explica-se a interação entre dois corpos à distância por meio da ação de campos, sem que haja contato direto entre eles. No caso dos materiais magnéticos ou de condutores percorridos por corrente elétrica, essa interação ocorre através do campo magnético, representado por linhas de força ou linhas de indução magnética, linhas imaginárias que saem do polo norte e entram no polo sul. O espaço em que essas linhas atuam é denominado campo magnético, responsável por transmitir a influência de um corpo sobre o outro à distância, conforme a Figura 1.

Figura 1-Espira circular imersa em um campo magnético: (a) plano da área da espira com ângulo $\theta = 60^\circ$ em relação ao campo magnético; (b) plano da área da espira com ângulo $\theta = 0^\circ$ em relação ao campo magnético; (c) plano da área da espira com $\theta = 90^\circ$ em relação ao campo.



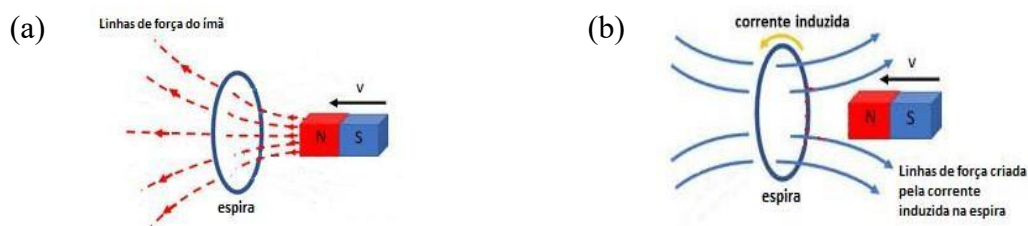
Fonte: Elaborado pelo autor,2025.

Quando uma espira circular é colocada em um campo magnético uniforme (Figura 1), o fluxo magnético que a atravessa depende tanto da área da espira quanto da inclinação de seu plano em relação à direção do campo. Assim, duas espiras com áreas diferentes ou posicionadas em ângulos distintos dentro do mesmo campo apresentarão fluxos magnéticos distintos. Isso ocorre porque a quantidade de linhas de campo magnético que atravessam a espira varia conforme sua área e a orientação de seu plano podendo aumentar ou diminuir o fluxo magnético.

Assim, na Figura 1, observamos que na situação (a) o plano da espira está inclinado em um ângulo θ em relação às linhas de força do campo magnético, o que resulta em um fluxo magnético menor do que na situação (b). Nesta última, o fluxo magnético é máximo, pois o plano da espira está perpendicular à direção do campo magnético, fazendo com que a normal “n” da espira esteja alinhada com o campo. Já na situação (c), o fluxo magnético é nulo, uma vez que o plano da espira está paralelo ao campo magnético, impedindo que linhas de campo atravessem seu interior.

Ao associarmos a espira com um ímã, podemos observar na Figura 2 a atuação do campo magnético (Figura 2a) e o surgimento de um campo magnético induzido (Figura 2b), ambos apresentam as mesmas propriedades e características físicas, alterando-se somente sua intensidade, direção e sentido.

Figura 2-Espira, no formato circular, com o plano perpendicular à direção norte e sul de um ímã, com: (a) aumento do fluxo de indução, isto é, linhas de força do ímã; (b) corrente elétrica induzida na espira gerando o campo magnético induzido.



Fonte: Farias, 2020.

O campo magnético é formado por um conjunto de linhas de força que partem do polo norte de um ímã, espira ou bobina percorrida por corrente elétrica e retornam pelo polo sul. Essas linhas representam a direção e o sentido da ação do campo magnético. Vale importante destacar que as linhas de força interagem apenas entre si, ou seja, um campo magnético só interage com outro campo magnético, dando origem aos fenômenos de atração e repulsão. Assim, quando aproximamos o polo sul de um polo norte, ocorre atração magnética; já a aproximação de polos iguais resulta em repulsão magnética.

A quantidade de linhas de força do campo magnético que atravessa a espira pode ser variada de acordo com a aproximação e afastamento do ímã, e isso faz com que o fluxo de indução magnético varie de acordo com o ângulo θ formado entre a distância angular do campo magnético e o vetor normal formado na perpendicular ao plano da espira (ver Figura 1). A Eq. 1 define o fluxo de campo magnético, onde o tem-se: campo magnético e a variação da área da espira, e a integração é reduzida sobre a área da espira,

$$\Phi = \iint \vec{B} \cdot d\vec{A}. \quad (\text{Eq. 1})$$

Quando o campo magnético é uniforme, o cálculo da Eq. 1 se reduz a Eq. 2, onde A é a área da espira e θ é o ângulo entre o vetor \vec{n} e o campo \vec{B} , sendo em uma direção perpendicular ao plano da espira, como observado situações apresentadas na Figura 1.

$$\Phi = B \cdot A \cdot \cos \theta. \quad (\text{Eq. 2})$$

Com isso, o fluxo de indução é diretamente proporcional a três grandezas. Sendo essas: intensidade do campo magnético, área da espira e ângulo.

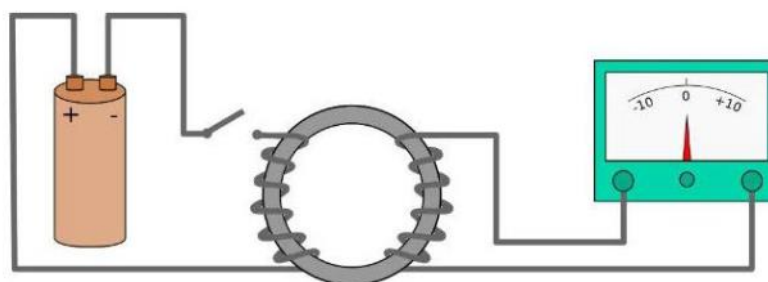
Vale ressaltar que tais considerações apresentadas serão válidas para certos tipos de situações, em especial, para espiras planares, e as unidades de medidas no Sistema Internacional

(SI) utilizadas para essas grandezas são: fluxo magnético tem sua medição dada em Weber (Wb), campo magnético em tesla (T), e a unidade de área é representada por (m²). Portanto, temos que $1\text{Wb} = 1\text{Tm}^2$.

5.2 Faraday e a indução eletromagnética

Michael Faraday (1791–1867) é reconhecido como um dos maiores físicos experimentais da história. Em 29 de agosto de 1831, ele realizou um experimento no qual enrolou dezenas de metros de fio de cobre em um dos lados de um anel de ferro e uma quantidade semelhante de fio, isolado do primeiro, no outro lado, conectando suas extremidades a um galvanômetro. As extremidades do fio do primeiro enrolamento foram ligadas a uma bateria. Faraday observou que o galvanômetro registrava uma breve oscilação apenas no momento em que o circuito do primeiro lado era ligado ou desligado. Com isso, concluiu que a corrente observada no segundo circuito era induzida pela variação do campo magnético gerado pelo primeiro circuito (Nussenzveig, 1997). Conforme a Figura 3.

Figura 3-esquema de um circuito com uma bateria, uma bobina e galvanômetro.



Fonte: Meneses *et al.*, 2023.

Utilizando uma agulha metálica para mapear a força magnética ao redor de um fio percorrido por corrente elétrica, Faraday conseguiu reproduzir e confirmar o fenômeno, o efeito circular descrito por Oersted. No entanto, de modo diferente do apresentado por Oersted, Faraday introduziu o conceito de linhas de força para explicar o comportamento observado. A partir de suas observações experimentais, Faraday formulou a hipótese de que o fenômeno poderia ocorrer de forma simétrica, porém inversa, isto é, que uma força magnética seria capaz de induzir uma corrente elétrica. Para verificar tal suposição, realizou experimentos utilizando duas bobinas dispostas paralelamente. Ao alternar a passagem e a interrupção da corrente elétrica na primeira bobina, observou o surgimento de uma corrente induzida na segunda.

Nessas condições, Faraday identificou as circunstâncias nas quais um ímã permanente também poderia gerar corrente elétrica, estabelecendo, assim, os fundamentos do fenômeno da indução eletromagnética (Farias, 2020).

Assim a lei de Faraday diz: a indução de uma força eletromotriz (corrente) que é entendida como: fluxo ordenado de cargas elétricas (elétrons ou íons) através de um material condutor, como um fio, impulsionado por uma diferença de potencial (tensão) entre dois pontos, funcionando de forma similar ao fluxo de água em um cano e sendo medida em Ampères (A) no Sistema Internacional, depende apenas do movimento relativo entre o ímã e o solenoide/bobina, resultado de uma variação do campo magnético que o atravessa.

5.3 Dificuldades nos processos de ensino aprendizagem da Geradores no Educação Básica

Em meio às perspectivas atuais sobre a educação no Brasil, é perceptível o distanciamento entre o que a escola deveria proporcionar ao aluno e o que ela realmente oferece. É necessário que os professores busquem novos caminhos, para que de maneira afetiva possa transformar suas práticas e oportunizem uma formação crítica do estudante no processo de aquisição de conhecimentos, estimulando-o a pensar, levantar hipóteses, pesquisar, confrontar ideias, avaliar resultados e reavaliar suas concepções dentro e fora do âmbito escolar (Melo, 2015; Costa, 2016; Barroso, 2018).

O ensino e a aprendizagem de Física em seu processo de efetivação possuem vários desafios, tanto para os professores como para os alunos, não há uma priorização de metodologias ativas que coloquem os alunos como protagonistas do processo de ensino e isso é uma problemática que deve ser contornada pelos educadores, através de alternativas que possam efetivar o ensino e aprendizagem de física (Costa; Barros, 2015).

O livro didático acaba sendo um recurso muito utilizado por boa parte dos professores, que de maneira geral, sozinhos se tornam ineficientes. O docente, na maioria das vezes, utiliza apenas aulas expositivas com transmissão de conteúdo, método eficaz, porém cansativo e repetitivo (Kettenhuber; Santos, 2020).

Os estudos mostram que os alunos, ao estudarem os geradores elétricos, apresentam dificuldades para compreender figuras, imagens e simbologias e, conseqüentemente, entender teorias e o funcionamento dos mesmos (Dias, 2009; Moreira, 2017). Apesar da existência de excelentes conjuntos didáticos disponíveis no mercado, verifica-se que, além do alto custo, em muitos casos os kits são distantes da realidade dos estudantes (Reche, 2013).

Considerando o que ressalta a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), onde como professores devemos assegurar que os alunos tenham acesso à conhecimentos científicos que foram produzidos ao longo da história, e aproximá-los das principais práticas de investigação científica. Por isso é fundamental que os estudantes sejam estimulados a realizarem atividades que sejam investigativas e que compartilhem os resultados entre si, mas de forma colaborativa (Meneses., 2023); onde:

Pressupõe organizar as situações de aprendizagem partindo de questões que sejam desafiadoras e, reconhecendo a diversidade cultural, estimulem o interesse e a curiosidade científica dos alunos e possibilitem definir problemas, levantar, analisar e representar resultados; comunicar conclusões e propor intervenções. Dessa forma, o processo investigativo deve ser entendido como elemento central na formação dos estudantes, em um sentido mais amplo, e cujo desenvolvimento deve ser atrelado a situações didáticas planejadas ao longo de toda a educação básica, de modo a possibilitar aos alunos revisitar de forma reflexiva seus conhecimentos e sua compreensão acerca do mundo em que vivem. (BRASIL, 2018, p. 322).

Portanto, para contornar essas dificuldades e os desafios no ensino de geradores, neste trabalho, propomos a construção de maquetes que explorem geradores elétricos, por meio de aparato experimental de baixo custo, com materiais simples que facilmente são encontrados na realidade dos estudantes presentes nessa pesquisa.

6 PERCURSO METODOLÓGICO: DESCREVENDO O CAMINHO PERCORRIDO

Neste capítulo será apresentado o percurso metodológico do desenvolvimento do estudo, buscando descrever a caracterização do estudo, o contexto e sujeitos da pesquisa, os instrumentos de construção dos dados e os critérios de análise de dados.

Quanto à abordagem, o estudo orientou-se por pressupostos da pesquisa qualitativa, observando que não há realidade objetiva independente, porque é construída socialmente. O pesquisador preocupa-se em entender o que aconteceu na aula em vez de identificar as causas. A eficácia da pesquisa qualitativa depende do seu grau de credibilidade e persuasão. Portanto, pesquisas com esse viés precisam fazer uma análise do objeto de estudo para ter evidências que comprovem e justifiquem o ponto que se chega (Parisoto, 2015).

Os métodos qualitativos enfatizam o comportamento e a experiência das pessoas. Isto é, não inclui informações quantitativas. Tal foco deve ser pautado em "na questão do significado que as pessoas dão a eventos e objetos, em suas ações e interações no contexto social e na elucidação e exposição desses significados pelo pesquisador" (Moreira, 2013).

Acerca da construção do significado, este pode ser conotativo ou denotativo. Significado conotativo é pessoal, enquanto significados denotativos são aqueles onde o compartilhamento é cultural, permitindo a comunicação entre indivíduos. Essas diferenças de significado também existem no ambiente escolar. Desta maneira, um conceito com significado aceito pela comunidade científica pode ter outro significado para os alunos. Portanto, os professores devem fazer a negociação de sentido (Toulmin, 1977; Vergnaud, 1988).

6.1 Caracterização do Estudo

De natureza aplicada, o estudo apresenta pontos de contato com a pesquisa pura, onde o processo é dependente de suas próprias descobertas e ganha valorização conforme o seu desenvolvimento; todavia, suas características principais são o interesse na aplicação, utilização e consequências práticas dos conhecimentos (Gil, 2008).

O estudo aconteceu de forma explorativa e descritiva, onde os alunos puderam entender a cada etapa os conceitos e funcionalidades dos geradores, explorando o assunto por meio das montagens de maquetes, e tem-se de forma bem descritiva as impressões e colocações dos estudantes durante as vivências, o que enriquece a busca por indícios de uma aprendizagem significativa.

A proposta de aplicação da UEPS trata-se de um processo de aquisição de conhecimento em uma situação específica que pode contribuir para o desenvolvimento de aprendizagens, sempre tentando fazer com que o estudante aprenda fazendo, colocando a mão na massa. Com a realização da pesquisa, busca-se proporcionar mudança de comportamento nos alunos quanto ao conteúdo de Geradores elétricos. A participação dos alunos foi imprescindível para o acontecimento da UEPS, pois o engajamento e a disposição dos participantes resultaram em dados que contribuíram para alcançar os objetivos do estudo.

6.2 Contexto e sujeitos da pesquisa

Essa intervenção foi desenvolvida por meio de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), com aspectos da cultura *Maker* realizados em uma eletiva (Prática Laboratoriais de Física) realizada de forma presencial, com estudantes do 2º ano do ensino médio de uma instituição de ensino pública situada em uma cidade da região do Cariri, no interior do Ceará. Devido a implementação do novo ensino médio, surgiu obrigatoriamente nas matrizes curriculares da formação geral básica os itinerários formativos, com o intuito de garantir as aprendizagens essenciais que são definidas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), com isso, tem-se as unidades curriculares eletivas (UCE) que oportuniza ao estudante uma abrangência maior em seu percurso formativo, o seu funcionamento acontece inicialmente com o professor escolhendo em um catálogo de eletivas, a que deseja orientar durante o semestre. Em seguida os alunos optam entre duas eletivas, sendo que para a realidade desta pesquisa, tem-se duas turmas, cada uma com quarenta alunos, para o semestre forma ofertadas duas eletivas. A eletiva escolhida para ser ministrada no semestre foi “Práticas Laboratoriais de Física”, nas eletivas as turmas são divididas, e misturadas, assim, para manhã tem-se alunos da segunda série, turmas A e B, estes que optaram por esta eletiva, e o restante acompanham a outra eletiva ofertada.

O planejamento e a organização da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) foram elaborados com base no referencial teórico adotado nesta pesquisa e considerando o contexto de uma escola regular. A pesquisa aconteceu em uma sala de aula, respeitando todos as normativas impostas para grade curricular. A turma era constituída por quarenta alunos.

Assim, é importante destacar que o estudo foi desenvolvido com alunos que estudam em uma escola de tempo parcial. Os encontros ocorreram de maneira híbrida, com aulas presenciais e suporte virtual, às segunda-feira, das 10h30 às 11h20, e o momento remoto

nas quinta-feira às 16h40 às 17h30 entre os meses de fevereiro e junho do ano de 2025, com a participação de quarenta discentes(manhã), com idades entre 15 e 16 anos. A aplicabilidade da UEPS foi de total responsabilidade do pesquisador. O critério de escolha da turma para a aplicação das UEPS ocorreu em função do conteúdo de Geradores estar presente no currículo escolar. Em relação ao conteúdo mencionado, a escolha amparou-se na revisão de literatura narrativa que apontou dificuldades dos estudantes quanto à compreensão do assunto, a dificuldade de contextualizar o uso dos Geradores em situações práticas e no nosso cotidiano. Conforme os preceitos de ética na pesquisa os sujeitos serão identificados com a letra inicial da palavra aluno seguido de um número natural crescente (Aluno 1, Aluno 2, Aluno 3...Aluno n), esse critério objetiva garantir o anonimato dos participantes da pesquisa.

A escola tem algumas limitações físicas, o espaço é reduzido, não há um laboratório que comporte todos os alunos para realizar práticas, assim, as atividades foram desenvolvidas em sala de aula, as salas não são climatizadas, o que influencia diretamente no comportamento dos alunos, as atividades também foram pensadas de maneira a incluir os estudantes que possuem alguma especificidade, pois, há nas turmas das eletivas um total de seis alunos PCD's (Pessoas com Deficiência), que necessitam de uma inclusão e de uma assistência maior.

6.3 Descrição dos instrumentos de coleta de dados

A coleta de dados ocorreu por meio da organização de mapas mentais, apresentações de vídeos da plataforma Youtube (trecho de filme), gravações de vídeos, questões desafiadoras, realização de experimentos na perspectiva da cultura *Maker* sobre a aplicabilidade dos Geradores elétricos, abordagem do assunto através de construções de maquetes, materiais inclusivos e observação do protagonismo do aluno. Essas ações fazem parte da construção da UEPS, procedimento exposto adiante.

Inicialmente, explicou-se para a turma o que é, e como confeccionar mapas mentais, que conforme Novak (2010) trata-se de uma organização e representação de conhecimentos através de ferramentas gráficas. Em sua estrutura incluem conceitos e desenhos, de maneira estruturada, onde se conversam entre si, expressando as ideias dos alunos. Sobre o mapa mental, Niemeyer (1994) caracteriza-os como produtos de mapeamentos cognitivos, tendo diversas formas como: desenhos e esboços de mapas ou listas mentais de lugares de referência, elaborado antes de se fazer um percurso. O objetivo desta ferramenta é identificar os conhecimentos prévios dos alunos com relação a Geradores Elétricos, em que os alunos irão produzir seus próprios mapas mentais ou conceituais, com todo auxílio necessário, a produção acontecerá em grupos de dez alunos, cada equipe.

Em seguida, será exposto um vídeo da plataforma Youtube, com um tempo de quarenta e quatro minutos, o vídeo é um trecho do filme A Batalha das Correntes. Com isso, o aluno terá um contato com conceitos que fazem parte do objetivo de estudo, e por meio dessa exposição, motivados por questões desafiadoras, os alunos deverão respondê-las e discutir entre si, na perspectiva de aproximá-los com o conteúdo. Passada as exposições de vídeos, surge a proposta de uma aula expositiva, com uma abordagem sobre o funcionamento de um gerador em usinas hidrelétricas, eólicas, e nucleares, assim, os alunos poderão entender de maneira mais clara e objetiva como se dá o funcionamento de um gerador e suas aplicabilidades, e como atividade complementar, e como forma de potencializar e fixar o conteúdo, serão encaminhados vídeos sobre geradores elétricos que abordem seus funcionamentos por meio de (Usina Eólica, Hidrelétrica, Pilhas e Nuclear).

As aulas seguintes serão destinadas à construção da aprendizagem por meio dos aspectos da cultura *maker*, onde estudantes irão colocar a mão na massa, e desenvolver maquetes que trabalham conceitos dos geradores elétricos e abordam de maneira contextualizada as aplicabilidades de diferentes tipos de usinas, assim, potencializará o material e as vivências inclinaram-se para uma aprendizagem cheia de significados, com desenvolvimento do protagonismo do aluno. Uma aula integradora será um momento de culminância dos projetos desenvolvidos pelos estudantes, a socialização demonstrará a condição final do aluno frente a aplicabilidade do projeto, e o seu grau de evolução na linguagem científica relacionada ao conteúdo, sendo que os discentes irão retomar em suas exposições os passos que foram necessários para se concretizar sua aprendizagem.

Na perspectiva avaliativa, desde o levantamento do conhecimento prévio até a finalização da aplicação da UEPS, os alunos serão avaliados, de acordo com suas falas, posicionamentos, construções de saberes, e desenvoltura nas construções, já que o presente trabalho se trata de uma abordagem qualitativa.

6.4 Critérios de análise de dados

Quanto à análise dos dados da pesquisa, adotou-se a orientação de Miles e Huberman (1994, *apud* GIL, 2008) que afirmam ser necessário seguir três etapas: redução, exibição e conclusão/verificação. Na redução seleciona-se os dados que foram redigidos no trabalho de campo e em seguida simplifica-os, já na apresentação organiza-se os dados que foram selecionados de forma que possa ser realizada uma análise sistemática das semelhanças e diferenças e o seu inter-relacionamento, e a conclusão considera-se em revisão o significado dos dados, quais são suas regularidades, padrões e explicações.

Na abordagem qualitativa a validade da conclusão quer dizer que ela é digna de crédito, defensável, garantida e capaz de suportar explicações alternativas. Tais procedimentos analíticos baseiam a análise que será exposta no próximo capítulo

6.5 Quadro descritivo da UEPS

O quadro abaixo descreve as atividades que serão desenvolvidas nesta intervenção pedagógica, e foram elaboradas considerando a realidade escolar, os desafios da escola campo e suas potencialidades.

Quadro 1— Descrição das atividades realizadas

Encontros	Duração	Atividades
1º encontro presencial	50 minutos	Apresentação da sequência didática, seu funcionamento e implementação com a turma. Apresentação dos objetivos e uma breve explanação dos pontos da UEPS Os encontros serão realizados em sala de aula em modalidade presencial.
2º encontro presencial	50 minutos	Nesse primeiro momento com o intuito de realizar o levantamento do conhecimento prévio dos alunos, será realizado a construção de quatro mapas mentais, a turma será dividida em quatro equipes, sendo que cada grupo receberá uma folha de isopor adesivado com fita transparente e um conjunto de canetinhas de colorir, os estudantes devem construir juntos os mapas, que estarão pré-elaborados com as seguintes perguntas: Como a água de uma usina hidrelétrica se transforma em eletricidade? Como uma pilha consegue gerar eletricidade e fazer um dispositivo funcionar? Como a energia do átomo se transforma em eletricidade em uma usina nuclear? Como o vento pode ser transformado em eletricidade em uma usina eólica?
3º encontro presencial	120min	A partir das seguintes situações problemas com base no filme “A batalha das correntes”, respondam as perguntas abaixo. O que foi a batalha das correntes? Quais são os principais envolvidos na batalha das correntes? Qual tipo de corrente elétrica cada envolvido defendia? Quem venceu a batalha das correntes? Qual é o nome da empresa de Thomas Edison que existe até hoje? Qual tipo de corrente elétrica utilizamos para distribuir energia para as casas? O que são e como funcionam os geradores elétricos? O'Que é Corrente elétrica?

		Os alunos irão assistir ao trecho do filme, e assim, aproximarem-se com o tema, começando a entender princípios básicos para o funcionamento de geradores elétricos.
4º encontro presencial	50 minutos	Explicar os geradores elétricos e falar sobre a transmissão de energia em uma aula expositiva, por meio do funcionamento de usinas hidrelétricas, eólicas, nucleares considerando uma problemática contextualizada.
5º encontro <i>online</i>	50 minutos	Serão encaminhados vídeos sobre geradores elétricos que abordem seus funcionamentos por meio de (Usina Eólica, Hidrelétrica e Nuclear). Hidrelétrica (Funcionamento) https://youtu.be/KPaPPirOHpl?si=Z_Vc7uZnTmBOeQtL Nuclear https://youtu.be/Ac-Uob6D3Gc?si=f69Fy8az8_uubJ6r https://youtu.be/oaKV_K5GmnE?si=IwLFstzIjOIpZ6li Eólica https://youtu.be/PHdrLRcOGCA?si=kbBKPe6DadJKg27O https://youtu.be/4vsui60D_I?si=ZLURp6KzqZj0HM3o
6º Encontro presencial	50 minutos	Aula expositiva: E sugestões de construção das seguintes maquetes outro encontro presencial mostrando essas sugestões. Usina Nuclear https://youtu.be/y2YU4N4tbG4?si=LbQv9BjHizua35_0 https://youtu.be/7Cu20yLIE50?si=1_REYp1-szD42P3D Eólica https://youtu.be/WAfcSYDH6xA?si=cOegV6VPKrHmSm8o Hidrelétrica https://www.youtube.com/watch?v=3-L-gUk0oOY
7º Encontro presencial	200 minutos	Construção de maquetes, abordando as funcionalidades dos geradores e o funcionamento das usinas.
8º Encontro presencial	50 minutos	Apresentação das usinas e avaliação da aprendizagem, por meio da exposição dos alunos
9º Encontro presencial	50 minutos	Avaliação da aplicação da UEPS.

Fonte: Autor, 2025.

À luz dos critérios de análise de dados estabelecidos por Miles e Huberman (1994, apud Gil, 2008), esse quadro cumpriu, inicialmente, a função de redução dos dados, uma vez que sintetizou e selecionou os principais registros do trabalho de campo, concentrou informações relevantes sobre a sequência didática aplicada, sem perder sua essência pedagógica.

7 INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA, RESULTADOS E ANÁLISES

Neste capítulo descreve-se a aplicação da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), pautada em aspectos da cultura *maker*, em um ensino presencial, com objetivo de se trabalhar conceitos dos geradores elétricos e suas aplicações, em usinas hidrelétricas, nucleares e eólicas, e com isso, proporcionar indícios de uma aprendizagem significativa no Ensino de Física. A escolha da construção da UEPS pautada no faça você mesmo, deu-se por conta da necessidade em contribuir com o ensino de Física, e com o desejo do autor de reparar historicamente com os desafios enfrentados em seu tempo de estudante de nível médio, e paralelo a descrição da intervenção, tem-se a análise dos dados.

No período de ensino médio em 2009, as vivências do autor em um curso integrado (médio e técnico) em eletrotécnica, foram puramente mecanizadas, onde a física em minha visão era tida como chata, pelo fato de ser trabalhada apenas com resolução de questões e o uso exaustivo de fórmulas, sem uma compreensão do que de fato se queria ensinar, na época, no final do curso os estudantes viajavam para Paulo Afonso na Bahia, para conhecer as usinas hidrelétricas e suas funcionalidades. Essa viagem foi uma experiência única que me fez entender que a Física pode ser melhor abordada e que os geradores elétricos podem ser explorados de inúmeras maneiras. Isso foi algo que me fez despertar para construção desta dissertação.

Considerou-se ainda para elaboração deste trabalho de dissertação de mestrado o fato colocado por Silva (2015) na questão das dificuldades de aprendizagem apresentadas pelos alunos na compreensão de conceitos físicos envolvidos no funcionamento dos geradores. Bueno (2019) afirma que é de responsabilidade do professor buscar proporcionar meios e ferramentas que favoreçam o crescimento pessoal e intelectual de seus alunos, e esta proposta vem contribuir no meio acadêmico pelo qual o docente poderá desenvolver uma aula dinâmica e prática, explorando em seus alunos, criatividade, visão crítica, protagonismo e dentre outras possibilidades, onde a tema Geradores elétricos pode ser abordada utilizando-se de metodologias ativas (Cultura *Maker*).

Tendo como ponto de partida da pesquisa: aperfeiçoar a aprendizagem de física em uma turma de terceiro ano, subteve-se que os alunos já tenham consigo alguns conceitos, que permitam o processo de uma aprendizagem significativa. Caso seja necessário a formação de mais conceitos, podem ser obtidos por assimilação e diferenciação progressiva e reconciliação integrativa de conceitos (Pinto, 2018).

Mantovani (2015), em seu trabalho, traz como resultado novos conhecimentos prévios, adquiridos com a aplicação do seu estudo e assim pode gerar novos conhecimentos relacionados ao tema abordado. O trabalho acima aconteceu de forma presencial, já Araújo (2020) realiza sua pesquisa em ambiente virtual e aponta uma boa receptividade dos estudantes ao estudo da botânica, uma melhor compreensão do tema e a identificação da necessidade de um ensino mais contextualizado e significativo, os resultados foram obtidos através de uma autoavaliação.

Há trabalhos similares e com resultados satisfatórios com contribuições para o ensino de física utilizando UEPS como instrumento para uma aprendizagem significativa. A saber, Paulo (2013) investiga o uso de uma UEPS em um ambiente virtual na plataforma Moodle, como instrumento de aprendizagem de física no ensino médio e aponta como resultado um despertar para possibilidade de que os alunos sejam capazes de se tornarem sujeitos ativos dos seus próprios conhecimentos, aproximando o aprendiz dos conteúdos a serem explorados, desafiando e estimulando o desenvolvimento intelectual. A aplicabilidade da sequência didática deste trabalho acontece em ambiente virtual, o que vai ao encontro a algumas características do trabalho do autor acima.

Já Reis *et al.*, (2016), ao aplicar uma UEPS no ensino médio para aprendizagem de operações com vetores, conseguiu evidenciar ocorrência de aprendizagem significativa por parte dos alunos e, com isso, muitas das dificuldades de compreensão dos alunos do ensino médio foram superadas, uma vez que agora estão familiarizados com a determinação de algumas grandezas físicas, através de operações com vetores, apresentadas na geometria analítica.

O desenvolvimento das atividades propostas nesta pesquisa tem sua fundamentação nas bases da aprendizagem significativa do autor Ausubel (1980) e ainda, considera-se o contexto social dos estudantes, e as especificidades de alguns estudantes que participaram da aplicação, com a aplicação da UEPS busca-se proporcionar um ensino não mecânico, com atividades diversas em uma eletiva, e tornar o aluno um ser protagonista e capaz de entender que o processo de aprendizagem pode ser construído por ele, com as orientações necessárias e cabíveis ao professor.

Para os passos da construção desta UEPS, considerou-se os pressupostos descritos por Moreira (2011) e os preceitos da cultura *maker*, como foram citados no referencial teórico deste trabalho. Ressalta-se o fato de que se objetiva construir informações necessárias para que os alunos sejam capazes de identificar desde um simples conceito a funcionalidades de diferentes tipos de usinas. As atividades também contemplaram o uso de diversas estratégias e materiais didáticos, com o intuito de gerar motivação, interesse e autonomia nos estudantes para se alcançar uma aprendizagem significativa em um ensino de práticas de laboratório.

A análise dos dados desta pesquisa foi orientada pelos pressupostos da pesquisa qualitativa, conforme Gil (2008), considerando a interpretação dos fenômenos a partir do contexto em que ocorrem, a análise das falas e produções dos estudantes e a identificação de categorias que emergem do processo investigativo. Os dados foram analisados de forma descritiva e interpretativa, buscando compreender os indícios de aprendizagem significativa a partir das evidências observadas durante a aplicação da UEPS.

Levando em consideração o levantamento feito no referencial teórico deste trabalho, o quadro 2 apresenta os objetivos das atividades realizadas.

Quadro 2 — Objetivos da UEPS

Conteúdo: Geradores Elétricos	Nº de aulas: 11	Série: 2º Ano
Objetivos da aprendizagem	Compreender conceitos como: Força eletromotriz, rendimento, corrente elétrica, resistência interna, tensão dissipada e potência elétrica; De modo crítico, garantir um posicionamento relacionado aos tipos de geradores elétricos; Permitir através da análise, a relação que há entre situações diárias e os conceitos dos geradores; Proporcionar uma leveza no ensino de geradores; Instigar os estudantes através da “mão na massa” a compreensão dos diferentes tipos de geradores.	

Fonte: Autoria própria, 2025.

Considerando a forma como a aprendizagem significativa acontece, de forma natural e não arbitrária, como preconiza Ausebel em sua teoria, na aplicação desta UEPS utilizou-se de estratégias ancoradas no uso de aspectos da cultura *maker*, para obtenção de indícios de uma aprendizagem significativa. A parte principal da pesquisa, requer criatividade e protagonismo dos estudantes, com o aprender fazendo, o aluno descobre a cada passo, durante o processo de construção, constroem-se o aprendizado.

A sítense das intenções pedagógicas funcionou como um momento de redução dos dados, uma vez que orientaram toda a intervenção. A seleção dos objetivos permitiu delimitar os focos conceituais, procedimentais e atitudinais a serem observados durante o desenvolvimento da UEPS, e direcionou a análise dos dados produzidos no trabalho de campo.

As situações proporcionadas aos estudantes foram elaboradas de modo a contribuir para o entendimento e a diferenciação dos conceitos, compreensão de aplicações de geradores em situações diárias e tomadas de posicionamentos críticos referentes ao tema em questão, sendo que o aluno deve desenvolver um olhar crítico em relação às formas transmissão de energias que estão presentes nas usinas nucleares, hidrelétricas e eólicas. No nosso dia a dia a energia elétrica utilizada em nossos lares é algo tão natural, que não se tem uma dimensão de como ocorre o processo de transmissão, a construção de cada etapa ajudará a despertar um interesse no aluno e reafirmará a ideia de Moreira, com algo um material potencialmente significativo.

No que se refere à exibição dos dados, o quadro organizou de forma clara os objetivos que envolvem a compreensão de conceitos fundamentais da eletricidade, como força eletromotriz, corrente elétrica, resistência interna, rendimento e potência elétrica, bem como aqueles relacionados à contextualização e à análise crítica dos diferentes tipos de geradores. Essa organização possibilitou a análise sistemática da coerência entre os objetivos propostos, as atividades desenvolvidas e as evidências de aprendizagem observadas, permitindo identificar relações entre os conceitos científicos e situações do cotidiano dos estudantes.

Em meio a um contexto educacional difícil, no qual inúmeros desafios são enfrentados diariamente para a realização do ensino regular, a UEPS desenvolvida veio para fortalecer o ensino de física, precisamente geradores elétricos, e para torná-lo leve e atrativo neste contexto pós-pandêmico, e para isso utilizou-se de artefatos manuais (construção) para facilitar a obtenção dos objetivos propostos. A avaliação dos objetivos da aprendizagem foi feita levando em conta todos os trabalhos que os estudantes desenvolveram, durante o processo de implementação foram feitas anotações sobre as participações dos alunos, procurando dar ênfase ao que pode ser considerado evidência de aprendizagem significativa dos conteúdos propostos.

Quanto à conclusão/verificação, o Quadro 2 forneceu subsídios para interpretação se os objetivos da UEPS foram alcançados, a partir da análise das falas, produções e maquetes construídas pelos estudantes. Seguem as descrições dos momentos vivenciados durante a aplicação da pesquisa, e os resultados de cada encontro, buscando evidenciar os indícios de uma aprendizagem significativa.

7.1 Descrição dos Encontros

7.1.1 Primeiro encontro

O primeiro encontro aconteceu de forma presencial na escola em uma quinta aula na manhã do dia 10/02/2025, com início das 10:30 até as 11:20. Na ocasião foi realizada a apresentação do pesquisador/professor, em seguida, os alunos se apresentaram, e durante as apresentações havia muitas conversas que dificultaram a escuta, sendo necessário chamar a atenção dos alunos algumas vezes, finalizada as apresentações, o contrato didático foi exposto, onde a eletiva foi detalhada, juntamente com a UEPS (Ver Quadro 3). A eletiva tem por nome Prática laboratoriais de Física e tem como objetivo de aprendizagem: realizar experimentos em mecânica, óptica, eletricidade, magnetismo e Física térmica, relacionando teoria e prática e aplicabilidade na vida contemporânea. Como habilidades tem-se: construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais. Avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

Quadro 3 — Descrição da realização do primeiro encontro presencial

Passos	Características	Atividades e objetivo	Subsunçores
1º Momento Presencial Apresentação da Eletiva e da UEPS	Primeiro contato com a estrutura cerebral do indivíduo (Moreira, 1982); Interação entre as novas informações com a estrutura do conhecimento do aluno (Moreira, 1982). Conhecer a partir das primeiras impressões dos alunos, os comentários sobre o tema (Aquilo que o aprendiz já sabe) - Moreira (2006)	Atividade a ser desenvolvida: O primeiro contato da turma com o pesquisador será realizado de forma presencial em uma sala de aula, onde será apresentada a UEPS's. Objetivo: Conhecer a turma, suas impressões sobre a eletiva e UEPS's, que serão desenvolvidas e observar as ansiedades dos alunos frente ao que se espera das atividades.	Antes dos levantamentos das concepções dos alunos, entender como eles se "encontram", conhecer a empolgação dos alunos, a recepção sobre as atividades que serão desenvolvidas

Fonte: baseado em Moreira (1982,2006).

Conforme o contrato didático, os alunos devem respeitar as aulas, prestando atenção durante as exposições e participando no processo de aprendizagem, de acordo com o andar das atividades, Nesse primeiro momento notou-se que havia alguns estudantes um pouco mais fervorosos, impacientes e que não conseguem se concentrar durante as falas do professor

regente. Antes de expor a descrição da UEPS, alguns comentários destacam-se: “Espero que não seja só besteira, e que não tenha conta no meio, porque se for pra fazer conta eu vou pra outra eletiva” (Aluno 5), “Se for para fazer experimentos deve ser massa” (Aluno 33), “Se tiver conta professor, eu não quero não, eu tenho muita dificuldade em matemática, passe uma coisa bem fácil pra nós, viu?” (Aluno12).

A fala dos alunos afirma a necessidade de fugir do ensino tradicional, como colocou Ausubel, no que tange a buscar um significado para o conteúdo a ser abordado, e ainda na primícia de se contribuir com um material que some ao ensino de Física, considerando a ansiedade dos estudantes por algo que agregue e que não cause neles um sentimento de “medo”. Os alunos após se acalmarem, ouviram toda a proposta e demonstraram interesse em participar e construir as maquetes.

De um ponto de vista metodológico, esse quadro evidenciou uma etapa fundamental da estruturação da UEPS, conforme proposta por Moreira, priorizou o levantamento das concepções iniciais, das expectativas e das ansiedades dos estudantes frente à temática dos geradores elétricos.

No dia 11/02/2025, a mesma proposta foi apresentada as turmas do turno tarde na quinta aula (16:40 as 17:30), parte dos alunos do segundo C e parte do segundo D, e os estudantes fizeram muito barulho, o que dificultou a exposição, ao comparar-se com os estudantes da manhã, tem-se uma disparidade no que tange ao comportamento, os discentes da tarde não conseguem parar para escutar, e as conversas dificultaram muito o primeiro momento. Com dificuldade, foi exposto a proposta e as reações foram menos expressivas, e destaca-se as seguintes colocações dos estudantes: “Eu la quero saber disso, ja tem coisa demais pra fazer e ainda tem essas coisas de experimentos, nam” (Aluno’ 7), “Eu vou é dormir nessas aulas, já basta as materias de cálculo e ainda tem essa, se for dificil eu não quero nem saber professor” (Aluno’ 13), “É para fazer em casa? Se for, eu não faço não, digo logo, porque em casa eu não tenho tempo não, eu trabalho de manhã professor, eu trabalho em casa de familia pela manhã” (Aluno’27).

Considerando a ideia de Moreira (2011), o aluno deve ter disposição para interagir com a proposta e com o novo, assim, resultará em uma aprendizagem significativa. Para isso, é preciso entender como eles se sentem frente ao que se irá vivenciar, e quais são suas disposições para participar das atividades propostas. Assim, nesse primeiro encontro, as impressões das turmas são que, as turmas da manhã são mais dispostas e receptivas, e tendem a terem melhores participações nas etapas seguintes, e as turmas da tarde são mais fervorosas e gostam bastante de conversar, o que tornará a aplicação um pouco mais desafiadora.

Como possível resposta para o comportamento do turno tarde, sugere a falta de climatização nas salas, e o calor acaba deixando os estudantes mais inquietos, influenciando negativamente no comportamento e no processo de ensino e aprendizagem dos estudantes, porém, há outros momentos a se observarem, durante as possibilidades a serem vivenciadas pelas turmas. Pelas falas, nota-se ainda a carência dos estudantes, em atenção, em metodologias ativas que os ajudem a protagonizar, a serem seres ativos e que possam explorar suas criatividade, e esse despertar é um aspecto que pode contribuir para uma aprendizagem significativa, sem ser mecânica (VALADARES, 2011).

O registro abaixo na Figura 4, mostra os estudantes do turno tarde, em seu primeiro contato com a UEPS, onde o pesquisador repassava as orientações das atividades e o funcionamento da eletiva.

Figura 4- Alunos das segundas séries C e D

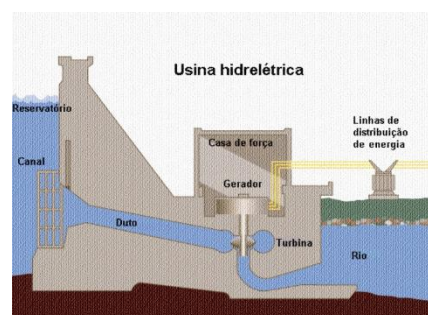


Fonte: Autor, 2025.

A apresentação da UEPS aconteceu por meio de *slides*, que foi utilizado para ordenar os passos da proposta e na tentativa de despertar nos estudantes um interesse pela cultura *maker*, no aprender fazendo. A Figura 5, é o momento visualizado pelos estudantes acima, onde mostra a estrutura de um funcionamento de uma usina hidrelétrica, e se observa como integrante o gerador elétrico. A organização dos passos buscou harmonizar a relação entre os princípios de uma UEPS (MOREIRA, 2011) e os princípios da Cultura *Maker*.

Ao considerar o engajamento, a empolgação e a receptividade dos alunos frente às atividades que serão desenvolvidas, o quadro apresentado evidenciou uma concepção de ensino que ultrapassa a transmissão de conteúdos, priorizando a construção compartilhada do conhecimento.

Figura 5-Funcionamento de uma Hidrelétrica



Fonte: Assessoria do CONCEG, 2022.

A energia potencial no armazenamento das águas, será transformada em energia cinética, de acordo com a liberação das comportas, e será transferida para a turbina hidráulica que começa a transformação em energia elétrica, por meio do gerador. Ausubel (1982) define os subsunçores como sendo ideias, proposições e conceitos já existentes na estrutura cognitiva do indivíduo, que pode servir como “âncora” a uma nova informação de maneira que esta adquira, assim, significado para o mesmo. Ao se considerar essa definição, se faz necessário entender quais são os subsunçores dos alunos frente ao tema que será abordado. A partir desse entendimento, no dia 17 de fevereiro de 2025, realizou-se o levantamento de conhecimento prévio da intervenção pedagógica, conforme as descrições abaixo.

7.1.2 Segundo encontro

O início da aula foi necessário acalmar os estudantes, já que alguns vinham de outra sala, e isso levou em média uns cinco minutos, orientou-se a turma a divisão em grupos menores, sendo que estavam presentes no dia um total de trinta e seis alunos, assim, formou-se quatro grupos de nove alunos, na busca por diagnosticar o conhecimento base a respeito dos Geradores elétricos, segue a descrição do segundo encontro no Quadro 4.

Quadro 4 - Descrição da realização do segundo

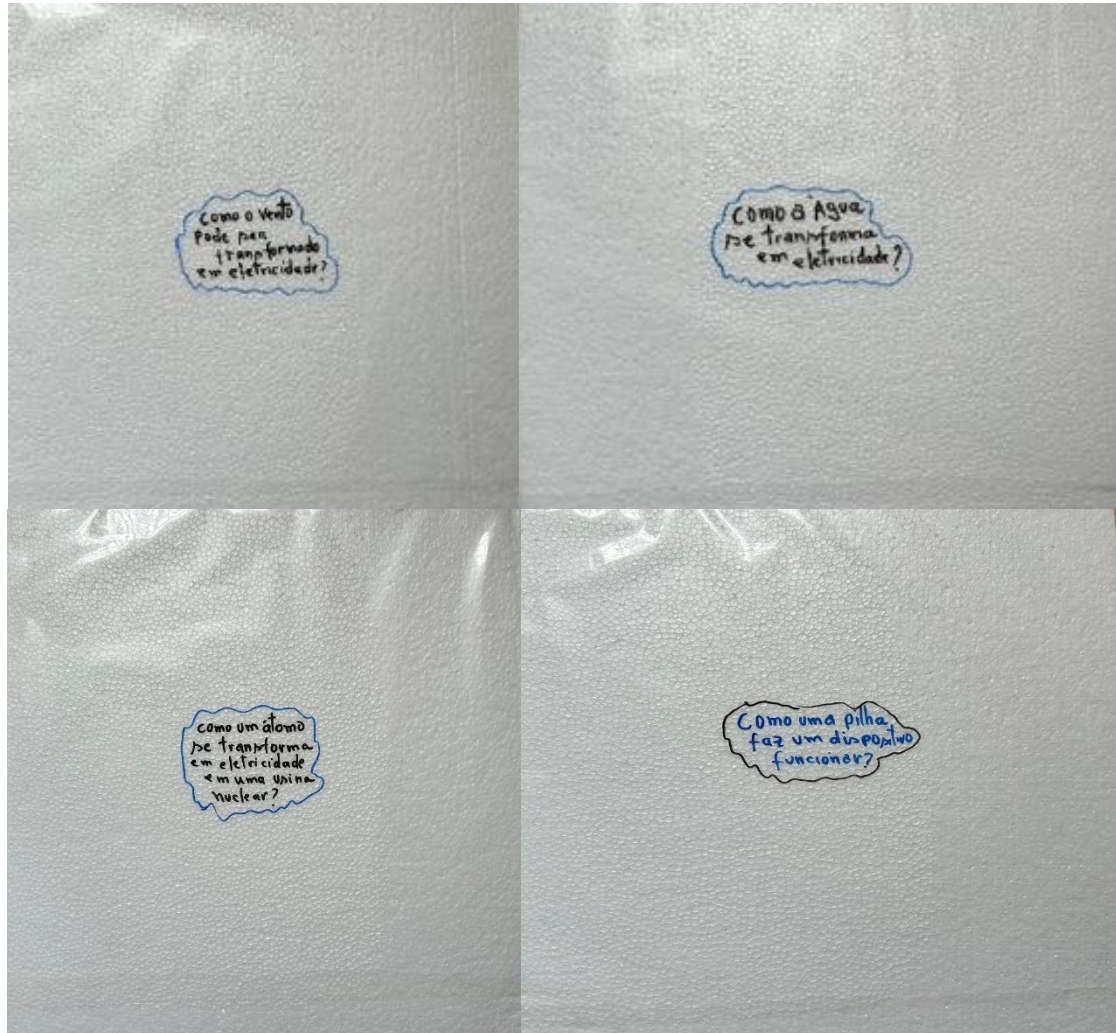
Passos	Características	Atividades e objetivo	Subsunçores necessários
2º encontro Identificação dos conhecimentos prévios dos alunos.	O conhecimento prévio, ou subsunçor, é a variável isolada que mais influencia a aprendizagem significativa MOREIRA, 2006);	Atividade a ser desenvolvida: Após as explanações sobre conceitos e objetivos dos mapas mentais, foi solicitado a turma presente a confecção de um mapa Mental, sendo que a construção aconteceu em	Ideia genérica sobre Geradores Elétricos. Colocações “vagas” sobre usinas:

	Organizadores prévios apontam para como é possível relacionar novos conhecimentos aos subsunçores- Situações problema também podem funcionar como organizadores prévios. (MOREIRA, 2011);	equipes por meio de perguntas desafiadoras. Objetivo: Entender o que os estudantes sabem a respeito do conteúdo que será abordado, diagnosticar o nível de conhecimento dos alunos com relação aos Geradores Elétricos	hidrelétricas, eólicas e nucleares.
--	---	---	-------------------------------------

Fonte: baseado em Moreira (2011).

A priori os alunos acharam que iriam começar a construir as maquetes, ficando explícito a vontade de colocar a “mão na massa”. Orientou-se que cada equipe receberia uma questão problema para responder, esta pré disposta em uma folha de isopor, de maneira que a resolução do problema deve se de maneira a confeccionar um mapa mental, distribuiu-se pinceis e as folhas de isopor para os grupos, na tentativa de responder as perguntas desafiadoras e diagnosticar os níveis de subsunçores dos educandos. Pode-se visualizar as questões na Figura 6 abaixo.

Figura 6-Perguntas desafiantes



Fonte: Autor, 2025.

As questões objetivam despertar nos alunos o interesse em buscar respostas e tornar os símbolos, conceitos e proposições com significados, conforme a visão de Ausubel, significado com potencial convertido em conteúdo cognitivo. Os usos das questões levantaram interesses dos alunos pela resolução do desafio, motivando-o a construir seu conhecimento, ou não. As participações dos alunos aconteceram de maneira natural, sem nenhuma “recompensa”, já que a eletiva não é avaliada nos moldes das disciplinas comuns, com notas bimestrais e as mesmas exigências, o que torna ainda mais rico a aplicação desta UEPS, pois, a participação dos estudantes se for de maneira engajada e gerar significados e não arbitrária, irá de encontro com as ideias defendidas por Ausubel.

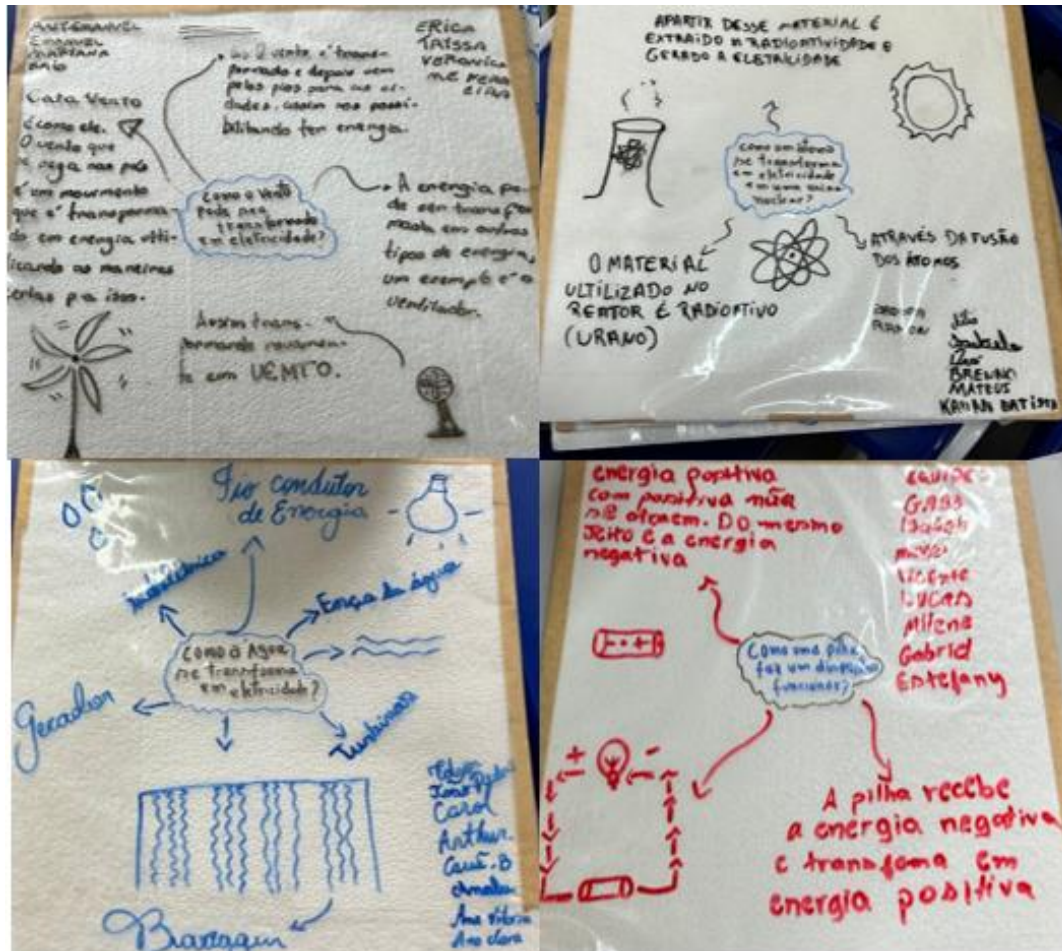
O segundo encontro da UEPS, destinou à identificação dos conhecimentos prévios dos estudantes por meio da construção coletiva de mapas mentais, fundamentou-se diretamente na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, ao considerar os subsunçores como

elemento central do processo de aprendizagem. Conforme destacado por Moreira (2006), o conhecimento prévio constitui a variável isolada que mais influencia a aprendizagem significativa, sendo imprescindível seu diagnóstico antes da introdução de novos conceitos. Nesse sentido, a utilização de perguntas desafiadoras e situações-problema atua como organizadores prévios, favorecendo a ancoragem de novos conhecimentos às estruturas cognitivas já existentes, conforme discutido por Moreira (2011).

Durante as construções dos mapas, boa parte dos estudantes perguntaram qual seria a resposta da pergunta e insistiram por dicas que pudessem levar até a resolução do problema, o que mostra a forma como eles são acostumados a um ensino tradicional, onde o professor é o detentor do conhecimento, e os alunos têm dificuldade de exercitar pensamentos críticos. Conforme os alunos perguntavam, expliquei que eles podiam pensar de maneira coletiva, discutirem e buscarem juntos a resolução, o que facilitou o trabalho de uma construção de um processo colaborativo, e facilita a interação conceitual do grupo. Depois de perceberem que não tinha resposta certa ou errada, e que a ideia era saber o que eles sabiam sobre o tema, os alunos realizaram a atividade. Segue algumas falas dos estudantes durante esse o primeiro contato com as perguntas.” E eu lá sei como a água vira energia, nam professor...essas perguntas são difíceis demais” (Aluno 14), “Tem outra pergunta professor? Eu queria escolher uma facil, uma que a gente saiba... ajuda nós professor, diz aí, porque o vento vira eletricidade “(Aluno’18).

As colocações dos estudantes mostram o quanto eles estão habituados em um ensino mecânico, e o costume de receber as respostas prontas para os problemas que deviam ser respondidos por eles, e o imediatismo por solucionar, na tentativa de “se livra” da atividade proposta. Conforme foram orientados, eles começaram a buscar solucionar as problemáticas e tem-se na Figura 7 as ideias organizadas pelos educandos.

Figura 7-Levantamento do conhecimento prévio



Fonte: Autor, 2025.

Quando se usou a ideia de colocar os alunos em equipes, percebeu durante a atividade que houve um desenvolvimento das habilidades sociais, em pares eles se comunicam mais e os estudantes mais tímidos e que não se expõem quando são indagados, participaram, sentiram confiança em se expressar durante ao levantamento do conhecimento prévio, juntamente com seus colegas conversaram e tentaram responder a questão. Um outro fator é a troca de conhecimento, em pares, eles trocam mais experiências e ideias e buscam em conjunto encontrar estratégias até chegarem à solução, as discussões são importantes, pois, mediaram a interação entre o conhecimento de mundo de cada um, e como resultado obteve-se um maior engajamento. Quando os alunos começaram a sistematizar as ideias, consegui enxergar nesse momento, o que Ausubel afirma sobre a hierarquia conceitual, e a necessidade de interação entre os conceitos, ideias, proposições mais gerais e inclusivas (Moreira, 2006).

A equipe responsável pela pergunta (Como o vento pode ser transformado em eletricidade?) entende que o vento passa por um processo de transformação, o que de fato tem um sentido, no momento de conversão de energia mecânica em energia elétrica, assim, nota-se subsunções adequadas para as novas ideias que serão propostas. Os Aerogeradores são

chamados de cata-vento, por assimilação, os alunos atrelaram pelo fato do vento está presente nos dois instrumentos, eles propõem o transporte de energia quando citam “O vento que se pega nas pás é um movimento que é transformando em energia utilizando as maneiras certas para isso”, os alunos entendem que existe um processo para a transformação de energia e formas de transportes da mesma, o que servirá de base para exploração do funcionamento desse tipo de geração de energia.

A turma que respondeu “Como um átomo se transforma em eletricidade em uma usina nuclear?” demonstrou saber que no processo há um reator, materiais radioativos, porém, confundem o termo fissão nuclear com fusão nuclear. As colocações do grupo demonstram um suporte conceitual adequado com relação as futuras abordagens referentes as usinas nucleares, e a necessidade de algumas intervenções na construção do conhecimento, por identificar em alguns estudantes a ausência de subsuores suficientes para ancoragem de novas ideias e conceitos. Como a água se transforma em eletricidade? Essa questão trouxe respostas curtas, porém, aparece o nome Gerador dentre as respostas, o que demonstra um certo conhecimento dos estudantes referente as futuras abordagens, e conforme os estudantes elaboraram no “mapa” as respostas vão de encontro aos conceitos que de fato respondem à pergunta, os alunos demonstraram fluidez na interação e na busca por solucionar o desafio. Por fim, como uma pilha faz um dispositivo funcionar? As colocações dos alunos não demonstraram subsuores adequados relacionados ao tema, e durante as tentativas de resoluções não buscaram responder de forma conjunta, sempre perguntavam qual era a resposta e afirmavam não saber como faria, somente quando faltava uns 10 minutos para finalizar o momento um dos representantes resolveu escrever algo, na tentativa de solucionar.

A equipe afirmou que não iriam mais realizar as atividades se o grupo fosse composto pela equipe montada nesse encontro, esta equipe em questão caracterizava-se por alunos indisciplinados e que são condicionados a receberem respostas prontas, assim, como intervenção, o pesquisador optou por redistribuir os alunos nas demais equipes, na tentativa de uma melhor efetividade na intervenção.

7.1.3 Terceiro encontro

No terceiro encontro(Quadro 5) foi apresentado o filme “A batalha das correntes” retrata uma disputa entre Thomas Edison e George Westinghouse pelo domínio do mercado de distribuição de eletricidade nos Estados Unidos no final do século XIX. Os estudantes inicialmente demonstraram interesse pela atividade, afirmando que seria algo diferente da rotina

escolar deles, sendo algo que poderia despertar neles um interesse. Os alunos ao verem o filme, terão que responder algumas perguntas, sendo essas, com objetivo de gradativamente aumentar o nível de dificuldade do conteúdo, conforme preza os princípios de uma UEPS, e conforme eles vão assistindo, entendendo a construção do conhecimento por meio das descobertas dos protagonistas do filme, o que caracteriza a cultura *maker* que será abordada em aulas subsequentes.

Quadro 5 - Descrição da realização do terceiro encontro

Passos	Características	Atividades e objetivo	Subsunçores necessários
3º encontro	-Valorização da experiência, aprendizagem por meio de erros e acertos com situações relacionada ao cotidiano (Blikstein, 2016)	Atividade desenvolvida: Os alunos assistiram a trechos do filme “A batalha das correntes”.	Conhecimento sobre corrente elétrica
Primeiro contato com o tema	-Organizadores prévios apontam para como é possível relacionar novos conhecimentos aos subsunçores- Situações problema também podem funcionar como organizadores prévios. (MOREIRA, 2011);	Objetivos: Proporcionar um primeiro contato dos alunos com o assunto, e despertar nele o interesse pelo assunto; Desenvolver o pensamento crítico; Possibilitar aos alunos a liberdade de aprender de uma forma diferente; Estimular a criatividade dos alunos para resolver problemas;	

Fonte: Autor, 2025

O terceiro encontro da UEPS, marcou o primeiro contato dos estudantes com a temática dos geradores elétricos por meio da exibição de trechos do filme A Batalha das Correntes, fundamentou-se nos pressupostos da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel ao utilizar organizadores prévios para introduzir novos conceitos. Conforme discutido por Moreira (2011), situações-problema e recursos audiovisuais contextualizados funcionou como organizadores prévios, favorecendo a relação entre as novas informações e os subsunçores já existentes, neste caso, os conhecimentos iniciais sobre corrente elétrica.

A atividade proposta também dialogou diretamente com os princípios da cultura maker, ao valorizar a aprendizagem pela experiência, pela reflexão crítica e pela liberdade de aprender de forma diferente, conforme destacado por Blikstein (2016). O filme como recurso pedagógico, criou-se um ambiente de problematização que estimulou a curiosidade, a criatividade e o pensamento crítico dos estudantes, incentivando-os a analisarem situações reais e históricas relacionadas ao desenvolvimento da eletricidade.

Durante a exibição, alguns alunos baixaram a cabeça e dormiram, e os demais de forma atenta assistiram com atenção, transparecendo estarem gostando do filme, ao finalizar, expliquei para eles que seria realizado um momento de roda de conversa com algumas perguntas relacionadas aos trechos que foram exibidos. Quando terminou, os alunos que estavam dormindo, acordaram. Algumas falas podem ser destacadas ao final do filme, no caso, falas dos estudantes que estavam dormindo, sendo esses, em torno de 5 alunos. “Ah bom...se eu soubesse que tinha perguntas eu tinha prestado atenção, eu fiz foi dormir professor”(Aluno 32), “Porque você não disse que ia ter perguntas depois? não professor, isso é errado, aí agora o senhor vai diminuir minha nota, era para ter avisado antes, e não ter deixado nós dormir” (Aluno 4).

As falas evidenciam novamente o costume com o ensino tradicional, onde o aluno não é protagonista do processo, e o condicionamento dos estudantes as notas, e recompensas, e foi justamente por prever esses comportamentos que se pensou nas perguntas, sendo essas: O que foi a batalha das correntes? Quais são os principais envolvidos na batalha das correntes? Qual tipo de corrente elétrica cada envolvido defendia? Quem venceu a batalha das correntes?, Qual é o nome da empresa de Thomas Edison que existe até hoje?, qual tipo de corrente elétrica utilizamos para distribuir energia para as casas? e O que são e como funcionam os geradores elétricos? O que é Corrente elétrica? As duas primeiras indagações têm intuito de entender se o aluno prestou o mínimo de atenção nos trechos do filme, ou se ele simplesmente dormiu durante a exibição do filme, e as demais despertaram nos discentes curiosidades e entender que os protagonistas foram os principais seres responsáveis por suas aprendizagens, construindo a partir de suas criatividade e invenções, e com isso tem-se hoje em dia as distribuições de energia mundialmente.

Conforme foi perguntado, os alunos interagiram, com respostas diversas, segue algumas.

A guerra foi uma disputa entre dois caras, que queriam dominar o mercado de transmissão de energia, todos dois queriam ganhar, porque no início não tinha energia elétrica ainda (Aluno 13).

Era dois caras, um é Thomas Edison e o outro o nome é difícil, é...Teslo, é...não professor, eu não sei dizer não. (Aluno 6).

Foram três envolvidos, Thomas Edison, George Westinghouse e Nikola Tesla, eu prestei atenção, eu não sabia que nossa energia vinha daí, e agora eu entendi que nossa energia é com corrente alternada, a mesma de Tesla. (Aluno 27).

As correntes que tinha no filme era duas, Corrente contínua e Corrente alternada, a contínua tem nas pilhas ou em baterias, já a alternada vem dos geradores elétricos, e quem ganhou foi Tesla, porque a do outro homem só servida para distâncias curtas, o filme quem disse professor (Aluno 7).

Ei professor, o senhor sabia que essa empresa do filme, eu não sei dizer o nome não, porque eu não sei inglês, mais eu sei que elas em parceria com outra lançaram em 2015 um seriado chamado The Message, que fala de decodificações de uma mensagem de 70 anos que veio do espaço sideral(Aluno 23).

Essa pergunta eu sei responder, é a alternada, por que foi Tesla quem ganhou a guerra e no filme disse que a dele conseguia distribuir energia para longas distâncias, e que ela era mais perigosa, eu acho que é por isso que tem risco de tomar choque (Aluno 9).

Gerador é uma máquina que transforma um tipo de energia em outra, pelo que eu vi aí no filme, é isso, porque ele transformou a energia do movimento em energia elétrica (Aluno 17).

Percebe-se que, de fato os alunos estavam assistindo e prestando atenção nos trechos dos filmes, pois suas colocações são assertivas e contemplam as indagações, o que é bom para o momento, e já nota-se alguns indícios de uma possível aprendizagem significativa. Nesse encontro pode-se evidenciar o que Ausubel afirmou no referencial teórico desse trabalho, que o aluno precisa está pré disposto a apreender, e a maioria dos estudantes nesse encontro se pré dispuseram a participar, com atenção na atividade e engajamento nas respostas. Conforme os pressupostos da atividade *maker*, podem desenvolver habilidades como, criar, fazer, pensar e aperfeiçoar o que está em construção (Gavassa *et al.*, 2016).

A construção das maquetes irá de encontro com uma tarefa educacional que é necessária no âmbito escolar, que é conscientizar crianças, jovens e adultos sobre o consumo sustentável e o fortalecimento das responsabilidades da sociedade, para adotar um novo estilo de vida. Blikstein (2016).

7.1.4 Quarto encontro

A aula expositiva(Quadro 6) tem característica voltada para um ensino tradicional, quando puramente expositiva, porém, esta aula parte de um problema, objetivando explorá-los

nas construções das maquetes juntamente com o ensino atrelado a cultura *maker*. A cidade de vocês está crescendo rapidamente e com isso há inúmeras quedas de energia, assim, em uma situação hipotética vocês são a liderança da cidade e precisam investir entre energia hidrelétrica, eólica ou nuclear, e devem considerar as vantagens e desvantagens de cada uma, cada equipe definida inicialmente, deverá optar por uma e entender como funciona. Assim, iniciou-se a aula, com abordagens de cada tipo de energia, tratando de funcionamento e as partes constituintes de cada.

Quadro 6-Aula expositiva sobre Geradores e suas aplicações

Passos	Características	Atividades e objetivo	Subsunçores necessários
4º encontro Aula expositiva dialogada	Problemas reais para ponto de partida dos projetos mão na massa	Atividade desenvolvida: Será apresentada uma aula expositiva com slides, com problemas reais. Objetivos: Proporcionar aos alunos uma organização de conceitos e de ideias referente ao tema; Desenvolver o pensamento crítico; Estimular a criatividade dos alunos para resolver problemas;	Conhecimento sobre corrente elétrica

Fonte: Autor, 2025.

O quarto encontro, caracterizou-se por uma aula expositiva dialogada com a apresentação de problemas reais, considerando sempre a realidade dos alunos, estabeleceu-se uma relação direta com a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel e promoveu a organização e hierarquização dos conceitos relacionados à corrente elétrica. Esse momento favoreceu a diferenciação progressiva, permitindo que os estudantes ampliasse e reorganizasse seus conhecimentos prévios a partir de explicações sistematizadas, conforme indicado por Moreira(2011).

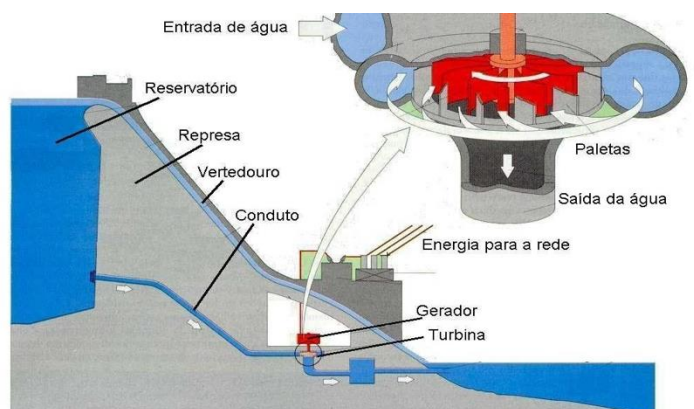
O uso dos problemas reais como ponto de partida, fez com que o encontro também se articulasse com os princípios da cultura *maker*, ao preparar os alunos para futuras atividades “mão na massa”, nas quais serão desafiados a aplicar os conceitos estudados de forma criativa e contextualizada.

O primeiro tópico abordado foi sobre as usinas hidrelétricas, mostrando para os estudantes que a energia elétrica vem da força da água, a água é armazenada em um reservatório (barragem, rio)e nesse momento possui uma energia potencial, chamamos esse processo de

captação, depois ela é canalizada por dutos, e assim a energia vigente é a cinética, pois a água adquire uma certa velocidade na descida pelos dutos, e chega as turbinas e gira as pás, gerando uma energia mecânica, e a partir dai essa energia é transformada pelo gerador, e em seguida, distribuída. Nesse instante, perguntou-se aos alunos se eles já ouviram falar sobre geradores e como respostas tem-se esse recorte: “Eu ouvi falar, nas aulas passadas, naquele filme que nós assistimos sobre a briga das correntes elétricas, que o senhor passou para nós, é ele quem transforma a energia que tem na água em energia que chega nas nossas casas” (Aluno 17).

O aluno demonstrou de forma clara e generalizada uma assimilação sobre os geradores elétricos, isso em decorrência as aulas anteriores, oque significa que há uma organização na estrutura cognitiva do estudante, outrora, apenas os conhecimentos prévios, no presente momento uma ideia geral e coesa sobre o assunto. A maioria das falas vão de encontro com a do Aluno 17, oque sugere um avanço na aprendizagem até o momento de aplicabilidade da UEPS. A explicação foi por meio da Figura 8, abaixo:

Figura 8-Funcionamento de uma Usina Hidrelétrica.



Fonte: Gaia, 2013.

Como contribuição, relatou-se a experiência do pesquisador autor ao realizar uma visita técnica nas usinas de Paulo Afonso na Bahia, onde o mesmo teve a oportunidade de entender na prática o funcionamento e assimilar de forma clara e significativa o conteúdo outrora visto em sala, no intento de enriquecer a aula, e despertar curiosidade dos estudantes para o processo de ensino aprendizagem nas aulas subsequentes.

Em continuidade com a aula, foi a vez de expor o funcionamento dos parques eólicos, sendo que seu funcionamento se dá por meio do vento que movimentam as pás dos aerogeradores, estas giram o rotor que transmitem a rotação para a caixa multiplicadora, esta, aumenta a velocidade de giro, e o eixo transmite a rotação para o gerador, que tem como função converter a energia mecânica em elétrica, porém essa corrente é contínua, e aí o conversor

transforma em alternada, encaminhada por cabos subterrâneas até uma subestação de transformação e distribuída nas linhas de transmissão, conforme a Figura 9.

Figura 9-Componetes de Aerogerador



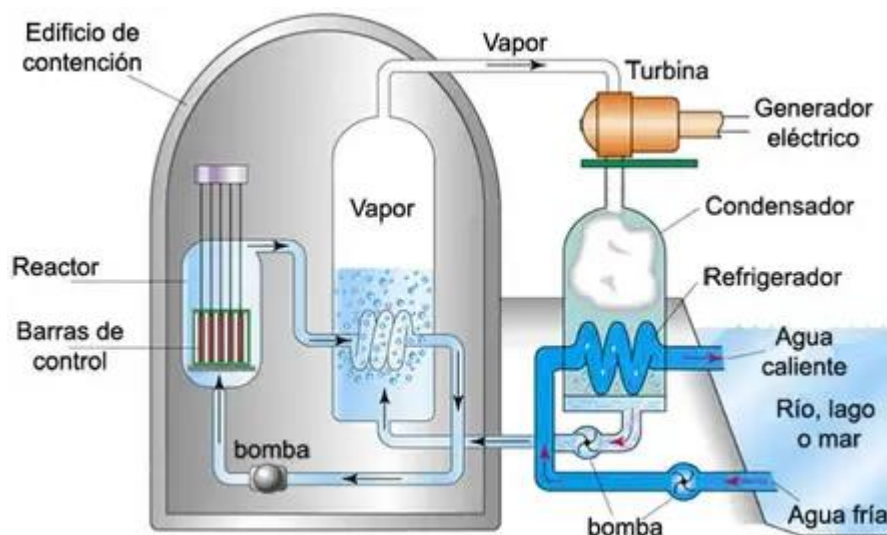
Fonte: Mundo da Elétrica, 2025.

Nesse momento da aula, alguns alunos estavam conversando bastante, sendo necessária uma intervenção, para poder prosseguir, e assim, perguntou-se: o que vocês acham da transmissão de energia pelos parques eólicos?

Eu acho que essa maneira aí é melhor, porque ela parece não precisar desmatar, e só precisa de vento, minha equipe vai escolher essa, eu gostei mais dessa daí (Aluno 11). Vocês só estão esquecendo uma coisa, esses bichos quando estão funcionando faz uma zoadá grande, eu tenho uma prima que mora perto de um parque desse em Taiba, e ela me disse que a zoadá é grande e direto, que incomoda demais (Aluno 28). Se for para escolher entre essas duas, eu prefiro essa dos ventos, porque aqui em (nome da cidade) tem vento sobrando, agora água falta quase toda semana, eu acho que minha equipe vai fazer uma maquete dessa dos ventos (Aluno 19).

Pelas colocações dos alunos, nota-se uma compreensão das vantagens e desvantagens das formas de transmissão de energia apresentadas, o que infere uma aproximação do que se quer ensinar, potencializando o material sugerido para construção desse processo de ensino e aprendizagem. E como uma outra alternativa tem-se as usinas nucleares que utiliza a energia da fissão nuclear para gerar eletricidade, transformando o calor liberado na fissão do Urânio em vapor de água, que por sua vez, movimenta as turbinas e aciona os geradores. Observa-se na Figura 10 o funcionamento de uma usina nuclear.

Figura 10-Funcionamento de uma usina nuclear



Fonte: Oriol Planas, 2009.

Alguns estudantes estavam de cabeça baixa, dormindo, e outros conversando, e os demais (a maioria) estavam prestando atenção, nesse momento chamei a atenção de todos, para buscá-los para a aula, acredita-se que pelo fato de ser uma aula expositiva, ainda que dialogada, o traço do tradicionalismo tenha causado um tédio nos alunos que estavam dormindo e conversando. Coube lembrar a questão problema do início da aula, assim, os alunos dispersos retomaram seus lugares no processo de aprendizagem do momento.

O costume com decorar fórmulas e receber o conteúdo sem interação com o professor são traços evidentes na turma, o que prejudica a inserção de novas metodologias, percebe-se alguns alunos acomodados com o tradicionalismo, sendo esses, os menos participativos. Para o momento vivenciado, destaca-se alguns cometários. “Essa nuclear é perigosa, porque usa material radioativo, Deus me livre de mexer com isso, e se acontecer um acidente com uma usina dessa, a cidade toda pode ser prejudicada professor” (Aluno 3), “Eu gostei dessa daí, porque ela parece ser melhor na produção de energia, nossa equipe vai ficar com ela, e nós vamos assistir alguns vídeos na internet para entender mais como ela funciona”(Aluno 18), “Dessas três, nos vamos ficar com a primeira, a Hidrelétrica, porque ela é com água e isso tem nos açudes, essas duas são mais difíceis de entender e pode ter conta para fazer, nós não queremos nada que tenha de fazer conta professor” (Aluno 22).

Ao finalizar as explicações, as equipes se organizaram e escolheram qual seria sua opção para solucionar a problemática levantada anteriormente, sendo que ficou algumas com hidrelétricas, eólicas e nucleares. A aula foi finalizada com a percepção de que os alunos queriam saber mais sobre cada tipo de transmissão de energia, e o funcionamento dos geradores, como acontecia essa transformação em energia elétrica. Os trechos do filme anteriormente exibido fez um *link* com a aula, pois os alunos no final demonstraram interesse em contruir suas

maquetes, o que faz alusão as invenções de Tesla e Thomas, e fortalece a ideia de aprender construindo, no caso, com a mão na massa, princípio da cultura *maker*.

A maioria da turma de forma fervorosa, expuseram a vontade de construir suas maquetes e se animaram com a possibilidade de fazer isso dentro da sala de aula, destacando a necessidade de se trabalhar algo prático nas aulas de Física, uma área carente de investimento em metodologias ativas e tida como “difícil”, pelo preconceito de atrelar formular e calcular exaustivos a ela.

7.1.5 Quinto encontro

A eletiva acontece presencialmente, mas tem uma carga horária online, que deve ser realizada em contra turno do estudante, e como sugestão tem-se encontros no *Google Meet*, o que infelizmente não acontece na prática, pelo fato dos alunos não se disporem a participar *online*, assim, como estratégia, foram criados grupos de *WhatsApp* para melhorar a interação e buscar um significado para aprendizagem dos educandos. O quinto encontro (Quadro 7) aconteceu por meio dos grupos de *WhatsApp*, onde foi enviado links com o funcionamento de usinas hidrelétricas, nucleares e eólicas.

Quadro 7-Aula assíncrona sobre usinas e seus funcionamentos

Passos	Características da cultura <i>maker</i>	Atividades e objetivo	Subsúncios necessários
5º encontro <i>online</i> Aula Assíncrona	Estimular o pensamento fora da caixa; Incentivar as soluções de problemas reais; Aprendizagem com o erro; Integração de conhecimentos	Atividade desenvolvida: Será enviado para os alunos links de vídeos que abordam o funcionamento de algumas de produção de energia elétrica, e em sala será discutido o conteúdo abordado em cada vídeo. Objetivos: Proporcionar aos alunos uma organização de conceitos e de ideias referente ao tema; Desenvolver o pensamento crítico; Estimular a criatividade dos alunos para resolver problemas;	Conhecimento sobre corrente elétrica; Energia

Fonte: Autor, 2025.

A ideia desse momento virtual objetivou desenvolver nos estudantes habilidades que trabalhem a criatividade e explore conceitos de forma prática e visual, assim, foi enviado

um link para cada equipe. A primeira equipe foi enviada (Como funciona uma USINA HIDRELÉTRICA? Quais são os tipos de USINAS HIDRELÉTRICAS?) https://youtu.be/KPaPPirOHpI?si=Z_Vc7uZnTmBOeQtL. O vídeo aborda o funcionamento de uma usina hidrelétrica, que gera energia elétrica, sendo basicamente criada ao transformar a força potencial das águas em energia elétrica, e fala um pouco sobre a usina mais conhecida do Brasil, a de Itaipu, localizada no rio Paraná, na divisão do Brasil com o Paraguai.

A hidrelétrica tem em sua estrutura três pilares fundamentais, a represa, a barragem e a usina. A represa é o reservatório de água, e a barragem é a estrutura que barra essa água, o lado onde essa água é presa chama-se de montante, e o outro lado, é o vertedouro (água devolvida ao rio). A parte da usina é responsável pela conversão da energia potencial em energia elétrica. A energia potencial é transformada em energia cinética, por meio de uma tubulação, esta, ligada do reservatório até o vertedouro criando um desnível entre os dois pontos, de um ponto mais alto para outro ponto mais baixo, e isso faz com que a água ganhe velocidade, dentro da tubulação instala-se uma turbina, e quando a água atinge a turbina, ela gira e transforma a energia cinética em energia mecânica, a turbina é acoplada em um gerador que fica instalado no eixo desta turbina. O gerador é o responsável por converter a energia mecânica em energia elétrica e em seguida vai para uma subestação, que eleva os níveis de tensão, para que a transmissão não haja muitas perdas e possam ser entregues as linhas de transmissão, depois passa por outra subestação, para reduzir a tensão e chega ao transformador, e em seguida vai para nossas casas.

Os estudantes responsáveis por estudar sobre o funcionamento das Hidrelétricas, puderam vivenciar nessa atividade o uso da tecnologia, e aprender uma linguagem técnica sobre o assunto, e conforme o funcionamento foi exposto, abre margem para o aluno ousar, criar, além de entender como funciona, traçar estratégias para criar as suas maquetes de usina hidrelétrica, com ênfase no funcionamento do gerador (Paula, Oliveira, Martins, 2019).

Segue uma fala de um estudante durante o momento de socialização dos vídeos vistos em casa, a fala a seguir é sobre o primeiro vídeo supracitado:

Ei professor, eu gostei desse vídeo, ele foi bem explicativo, eu sabia só que era com as águas, só que com essa vídeo-aula eu entendi ainda mais, porque as águas quem se transforma em energia, no caso a energia que tem em nossa casa passa por esses processos aí todos, e eu achei interessante a parte do gerador, por que é nele que vira energia elétrica, eu e minha equipe já sabemos o que vamos fazer na nossa maquete (Aluno 35).

O estudante em questão traz em sua fala um interesse pelo tema reafirmando a ideia de Ausubel, a pré-disposição do indivíduo para aprender determinado assunto, o que inferi um indício de uma aprendizagem significativa, e o despertar criativo, quando diz “eu e minha

equipe já sabemos o que vamos fazer na nossa maquete”, e de acordo com Brockveld (2017) o aluno adquire ferramentas que os possibilita compreender e aprimorar seus conhecimentos que outrora foram recebidos em aulas expositivas, assim, com esse vídeo, o aluno aprende a aprender.

O segundo vídeo (https://youtu.be/oaKV_K5GmnE?si=u2dL0vBWzXkuae_C) abordou o funcionamento das usinas nucleares tratando inicialmente de como acontece a fusão nuclear e a fissão nuclear, e deixando claro que no funcionamento de uma usina nuclear tem-se a fissão nuclear, onde os núcleos dos átomos pesados, a exemplo o urânio-235, é dividido em núcleos menores, e liberando energia, sendo que tudo isso acontece dentro de reatores, para controlar possíveis acidentes. Uma usina nuclear é composta normalmente por três fases, a primária, secundária, e a refrigeração. Na fase primária, temos um reator dentro de um vaso de pressão blindado, onde acontece a reação em cadeia, nesse momento tem-se em uso elementos químicos como cádmio para controlar a aceleração e desaceleração da fissão nuclear, na fase secundária a água que foi aquecida pelo calor do reator se transforma em vapor de água, e quando esse vapor está em alta pressão ele é canalizado para uma turbina, e esta, ligada a um gerador elétrico, que é através dele que se produz a energia elétrica que iremos utilizar em nossas casas, depois que o vapor passou pelo gerador, ele entrará em fase de resfriamento, que será transformado em água líquida para ser reutilizada no processo. No sistema de resfriamento, o funcionamento é como se fosse um radiador de carro gigante e que normalmente também utiliza água como líquido refrigerante, e podemos ver nas chaminés gigantes das usinas.

As equipes responsáveis pelas usinas nucleares, demonstraram um maior interesse ao assistirem o vídeo, e comentaram que puderam entender alguns conceitos, que anteriormente ainda não eram claros em suas cabeças, e com isso, demonstraram um maior engajamento, o que conversa diretamente com a ideia de Moreira (2011), onde o indivíduo pré-dispõe a aprender, e se faz presente protagonizando o processo de aprendizagem, com participações efetivas e valorosas para seu crescimento acadêmico.

O vídeo que abordou sobre os parques eólicos foi (<https://youtu.be/PHdrLRcOGCA?si=kbBKP6DadJKg27O>) O conteúdo tratou da forma como é gerada a energia elétrica por meio dos ventos, sendo que, inicialmente usa-se mais ou menos a lógica de um cata-vento de criança, a ideia é aproveitar a força do vento para girar a máquina, na composição da torre eólica tem-se um rotor de três pás(hélices), essas pás tem a mesma aerodinâmica de uma asa de um avião, esse formato, faz com que o vento provoque um giro no conjunto de pás do rotor, quanto mais alto, mais forte os ventos, assim, tem-se uma base bem forte fixa na terra que seja capaz de sustentar o peso da estrutura, com um torre bem alta

para alcançar os ventos mais fortes e uma nacela (local onde fica os equipamentos necessários para gerar a energia) e onde se encaixa o rotor com o conjunto de pás. A energia cinética presente na velocidade do vento irá girar o rotor que está ligado a um eixo central, e ele aciona um gerador elétrico lá dentro da nacela, e essa energia elétrica gerada é convertida e controlada por uma série de sistemas eletrônicos e transformadores de potência e assim, é distribuída pela rede elétrica até chegar em nossas casas.

Os alunos ao comentarem o vídeo, recorte abaixo, abordaram de maneira a corroborar com os aspectos criativos de uma aprendizagem prática, e nota-se uma evolução na linguagem com conceitos técnicos referente ao tema, indo de encontro com os pressupostos de uma UEPS, conforme preconiza Moreira (2011).

Então professor, pelo que eu entendi, o Gerador está presente em todos os três tipos de produção de energia, ele é o responsável por realizar a transformação da energia, tanto nas hidrelétricas, eólicas e nas nucleares, na primeira(hidrelétrica), ele converteu a energia mecânica da turbina em elétrica, na nuclear o vapor que girou a turbina acionou o gerador, e ele também transformou a energia, e nos parques eólicos são eles quem convertem a energia cinética dos ventos em elétrica, então a maquete que vamos fazer irá explorar os geradores e essa conversão de energia(Aluno 28).

O estudante traz em sua fala traços que evidenciam indícios de uma aprendizagem significativa, por entender a funcionalidade dos geradores no processo de conversão de energia nas diversas abordagens e com isso, tem-se o princípio de uma UEPS, com uma diferenciação progressiva e a reconciliação integradora do conteúdo, sendo que inicialmente essa funcionalidade não era bem definida no cognitivo do estudante, e no momento tem-se como subsunção bem estabelecido (Moreira 2011).

O uso desses vídeos dentro da abordagem dessa pesquisa teve um propósito, além de reforçar a definição do tema em questão, serviu para criar e propor situações que fomentaram as discussões já explanadas, assim, o aluno teve a oportunidade de entender conceitos mais abstratos e funcionou como um despertar para uma aprendizagem ativa que impulsionará nas produções das maquetes. Esse momento da intervenção pela ótica da cultura *maker* propiciou condições para que os aprendizes sejam criativos e críticos, e assim, desenvolvam habilidades de resolver problemas em grupos (MARTINEZ; STAGER, 2013; HALVERSON; SHERIDAN, 2014; KURTI; KURTI; FLEMMING, 2014; BLIKSTEIN; WORSLEY, 2016).

Ao finalizar esse momento, percebeu-se que os estudantes estavam mais empolgados com as construções de suas maquetes, e essa percepção deu-se com suas falas durante o finalzinho desse encontro, “Nossa equipe já sabe o que vai fazer, uma maquete de uma hidrelétrica que eu vi na internet, bem massa” (Aluno 13), “Professor, a equipe pode

escolher alguma no Youtube?” (Aluno17), “Tem como o senhor dá umas ideias pra gente?” (Aluno 38).

Sempre mantendo a coerência com a teoria da aprendizagem significativa ao favorecer a integração de novos conceitos relacionados à produção de energia elétrica aos subsunçores já existentes, como corrente elétrica e energia. O uso de vídeos educativos contribuiu para a organização conceitual dos estudantes, funcionando como recurso facilitador da ancoragem cognitiva e da compreensão dos fenômenos físicos abordados. Na perspectiva da cultura maker, esse encontro valorizou o pensamento “fora da caixa”, a aprendizagem a partir do erro e a resolução de problemas reais, mesmo em ambiente virtual.

Conforme a motivação e a necessidade de orientação, o próximo encontro sugere alguns modelos de maquetes para que os estudantes tenham como base seus projetos, porém, deixando claro que eles podem e devem usar sua criatividade e aproveitar cada passo do processo, para que a aprendizagem seja efetiva.

7.1.6 Sexto encontro

A aula começou o pesquisador explicando que o momento seria de exposição de ideias para que pudesse servir como um norte nas futuras produções dos estudantes, mas deixando claro que a decisão de escolha e de produção seriam deles, para que a aprendizagem seja ativa e com a mão na massa, e possam agregar os conceitos já trabalhados com as novas vivências que eles irão protagonizar, conforme o Quadro 8.

Quadro 8 – Aula expositiva sobre algumas ideias de maquetes

Passos	Características da cultura <i>maker</i>	Atividades e objetivo	Subsunçores necessários
6º encontro presencial	Estimular o pensamento fora da caixa; Incentivar as soluções de problemas reais; Aprendizagem com o erro; Integração de conhecimentos Valorização do trabalho em Equipe	Atividade desenvolvida: Será exibido alguns exemplos de vídeos, expondo maquetes de usinas hidrelétricas, eólicas e nucleares. Objetivos: Despertar; Desenvolver o pensamento crítico; Estimular a criatividade dos alunos para resolver problemas;	Conhecimento sobre transformações de energias Funcionamento de: usina Nuclear, Hidrelétrica e Parque Eólico

Fonte: Autor, 2025.

O primeiro vídeo² foi de uma maquete de usina nuclear, realizada por uma criança, vídeo este disponível na plataforma *Youtube*, a maquete foi feita com materiais de fácil acesso e aborda de forma simples a funcionamento de uma usina desse tipo, justamente para funcionar como material motivador, e despertar nos alunos do ensino médio, no caso da eletiva(Praticas de laboratoriais de Física) o sentimento de capacidade e aumentar o interesse pelo processo de ensino aprendizagem, ao qual estão imersos.

Quando os estudantes, assistiram ao vídeo, um Aluno (27) teceu o seguinte comentário “Se uma criança dessa fez essa maquete, nós temos condições de fazer e entender o funcionamento dessas usinas e dos geradores”, o que implica em dizer, que os alunos foram instigados, e com esse corte, entende-se que eles se sentiram desafiados, o que é positivo, pois, o aluno irá pré-disposto a compreender e vivenciar o processo, inclinando-se para princípios de uma aprendizagem significativa.

O segundo vídeo³, aborda passo a passo a construção de uma maquete de um gerador eólico com materiais recicláveis, como o vídeo é detalhado e ensina cada detalhe, reforça a ideia de aprender fazendo, princípio da cultura *maker*, e como no final tem-se a maquete construída, essa construção revisita o princípio da UEPS (organizadores prévios mostram a relacionalidade entre novos conhecimentos e conhecimentos prévios). À medida que o aluno vai avançando, ele vai entendendo como funciona determinada parte que compõe o funcionamento de um aerogerador, e esse entendimento da sentindo a uma aprendizagem efetiva. Alguns alunos acharam à sugestão muito difícil, porém, foi ressaltado que eles tinham autonomia para escolherem a maquete que melhor se adequassem a realidades deles, para que seja de fácil acesso e torne o material potencialmente significativo.

O último vídeo⁴, uma maquete de hidrelétrica em funcionamento, sintetiza de forma pratica o que já foi explorando anteriormente, e mais uma vez mostra aos estudantes como é possível construir o aprendizado com os recursos que se tem, assim, é necessário a pré-disposição dos indivíduos. O uso de materiais recicláveis reforça o compromisso com o meio ambiente, e abre margem para que os alunos aprendam por meio de resolução de problemas que são reais. Segue alguns comentários dos alunos desse momento expositivo.

² https://youtu.be/y2YU4N4tbG4?si=LbQv9BjHizua35_0

³ <https://youtu.be/WAfzSYDH6xA?si=cOegV6VPKrHmSm8o>

⁴ <https://youtube.com/shorts/AxKsji4MVx8?si=2idyn48omQ5jcyPl>

Professor, até que eu gostei desses exemplos aí, mas eu achei que eles são complicados demais para fazer, eu vou procurar um mais fácil, pode ser? o nosso é sobre hidrelétrica, eu vou dar uma olhada no *youtube* e ver se acho um mais fácil para nossa equipe, nós já criamos um grupo no *Whatsap* para conversar sobre nosso trabalho (Aluno8).

Professor, deu pra se basear bem, o nosso é dos Aerogeradores, eu já tinha dado uma pesquisa e tinha visto esse vídeo aí, eu vi outros vídeos também, e vi que eles causam um problema nas comunidades próximas onde eles estão, porque o barulho é muito alto, e tem muitas reclamações sobre isso (Aluno13).

O nosso é das usinas nucleares, nós já sabemos como funciona a parte do gerador, ele converte a energia mecânica do vapor, que foi gerado pelo calor da fissão que nós aprendemos com o vídeo que o senhor mandou pra gente, essa energia é transformada em elétrica.

Nesse momento percebe-se alguns indícios de aprendizagem significativa, o fato do aluno lembrar conceitos vistos outrora, inclina-se para uma aprendizagem duradoura, e a empolgação afirma a pré-disposição dos estudantes em participar do momento de intervenção pedagógica, e como princípio dá uma UEPS, tem-se a diferenciação progressiva, a reconciliação integradora e a consolidação que foram levada em consideração para escolha dessa atividade, onde os alunos em suas falas mostram essa evolução, e pesquisador ao atuar como professor regente proveu situações-problema, cuidadosamente selecionadas em momentos anteriores, organizando o ensino e mediado a captação de significados de parte do aluno (Vergnaud; Gowin).

Sob a perspectiva da cultura *maker*, esse encontro valorizou o pensamento criativo, a aprendizagem baseada em problemas reais e o trabalho em equipe, ao apresentar modelos concretos que estimularam a reflexão, a análise crítica e a proposição de soluções. A observação de maquetes possibilitou aos estudantes visualização de aplicações práticas dos conceitos teóricos, incentivando a aprendizagem por meio da experimentação e da análise de erros e acertos, princípios defendidos pela abordagem *maker*.

Os momentos seguintes descrevem a produção das maquetes e a construção do conhecimento dos alunos, assim, considerando como uma etapa de grande importância da intervenção pedagógica, tem-se três seções a seguir, elas trarão de forma detalhada a construção de cada maquete, da usina hidrelétrica, nuclear e eólica. Todos os alunos, em equipe, realizaram as construções em sala de aula, sob a supervisão do pesquisador, sendo que a produção das maquetes aconteceu em quatro encontros, cada encontro durando 50 minutos (hora/ aula), totalizando 200 minutos.

7.1.7 Sétimo encontro: construção das maquetes

7.1.7.1 Usina Hidrelétrica

As equipes iniciaram as construções empolgados, porém com algumas dúvidas, o que é natural para o início da construção e esperando para o processo de aprendizagem por meio da cultura *maker*, já que se faz necessário o uso da criatividade e resolução de problemas. Inicialmente perguntou-se aos estudantes: Já que vocês vão construir uma usina hidrelétrica, o que vocês analisariam antes da construção? as respostas foram diversas, “eu analisaria a área que vai construir a hidrelétrica, porque tem que desmatar pra construir, e se tiver famílias morando nessa área?” Aluno 17. “pois eu construía, porque as hidrelétricas fornecem energia para muitas casas, o benefício é maior, e as famílias é só dá um valor para eles comprarem uma casa em outro lugar” Aluno 31.

Percebe-se nas falas dos alunos uma criticidade ao preocupar-se com o desmatamento, e ao deixar claro a necessidade do fornecimento de energia elétrica, o que contextualiza a aprendizagem, por se trabalhar particularidades sociais, econômicas e culturais dos indivíduos (Costa, 2005).

A equipe começou explicando como seria o funcionamento da usina, dizendo que a energia gerada pela usina hidrelétrica era a transformação da força potencial das águas em energia elétrica, e nessas colocações percebe-se indícios de uma aprendizagem significativa, pós, ao relembrar a pergunta desafiadora (Como a água se transforma em eletricidade?) no segundo momento da aplicação dessa UEPS, percebe-se a resposta, ainda que seja de maneira genérica. Para construção da represa, os alunos usaram uma caixa de papelão, para representar o acúmulo de água, pintando de azul, e a barragem para conter as águas dos reservatórios foi feita também de papelão, pintada de preto, simulando o concreto usando para construção das barragens e a usina representada por isopor.

Durante a construção dessa maquete, os alunos usaram como materiais: isopor, tinta guache, papelão, tesouras, cola quente, palitos de churrascos, fios de cabos de internet, algodão e leds, tudo de fácil acesso e com pouco custo, o que implica na acessibilidade para construção de um processo de ensino e aprendizagem sustentável e criativo, onde os estudantes podem aprender construindo com o que se tem em casa. Com o uso desses materiais, a pesquisa contribuiu para redução de lixo, sendo que há uma diminuição na quantidade dos resíduos que seriam enviados para a natureza e promoveu o trabalho da conscientização ambiental, pois os alunos foram estimulados a terem atitudes mais responsáveis, respeitando o meio ambiente.

Na construção da represa, perguntou-se ao grupo “porque essa represa está mais elevada do que o restante da maquete?” como forma de instigar os alunos a pensarem e buscar

solução de tal questão, e essa aprendizagem caracteriza-se como sendo de conceitos, onde o aluno irá atrelar atributos critérios comuns as represas das hidrelétricas, e como respostas teve as seguintes colocações. “Professor, tem que ter esse desnível, porque onde a água fica tem uma energia acumulada, uma energia potencial, para depois se transformar em energia cinética, que irá rodar as pás da turbina” Aluno 6.

Ao andar pela sala, nota-se a interação das equipes e o engajamento na construção, assim, evidencia-se a pré-disposição dos estudantes, conforme Ausubel (1988) aborda em suas teorias sobre o processo de aprendizagem, os estudantes ao segurar um motorzinho, indagou: “nosso gerador será esse motorzinho, professor?” Aluno 3, e antes de algum posicionamento do pesquisador, o Aluno 26 comentou “exatamente, Aluno 3! Esse motorzinho ele vai funcionar como um gerador. Quando girar o eixo dele, ele converte a energia mecânica da água em energia elétrica.”. O aluno relacionou os geradores elétricos e a transformação de energia, a algo concreto e familiar para os demais integrantes da turma, e isso favorece a subsunção de novos conhecimentos a um conhecimento prévio, nota-se que o aluno já tinha algo intuitivo de que os motores podem “fazer as coisas funcionarem” e isso se conecta com suas experiências anteriores. Na interação conclui-se que o estudante não apenas apresentou um fato, mas também facilitou a significado pelos alunos.

Aproveitando a pergunta do estudante, sobre o motor, e como forma de entender os subsunçores presentes na estrutura cognitiva dos alunos, o pesquisador indagou: antes de montar essa maquete, vocês já sabiam algo sobre motores ou eletricidade? E como foi que isso ajudou a vocês entenderem como funciona um gerador elétrico? “Professor, eu já mexi em um motor de um ventilador da minha casa, para o ventilador funcionar, ele precisa de um motor, para poder transformar a energia elétrica em energia mecânica, e no gerador é assim também, ele transforma um tipo de energia em energia elétrica” Aluno 28. Ausubel defende a ancoragem em conhecimentos prévios, e com a fala do estudante nota-se esse processo acontecendo, de forma natural.

A equipe espontaneamente começou a apresentar os materiais e as funções de cada um na maquete por meio das indagações propostas pelo pesquisador e pelos próprios colegas da equipe. Ao notar um pacote de algodão na mesa, um da equipe disse: “e esse pacote de algodão?” Aluno 9, “o algodão irá representar a queda da água, o movimento da água que irá girar a turbina, e é isso que faz o gerador funcionar” Aluno 30. Nessas colocações, a cultura *maker* constrói um significado e o estudante pode visualizar o processo, de forma que se aproxima da realidade do funcionamento de uma usina hidrelétrica.

Em continuidade, o pesquisador indagou, e como a água(algodão) chega até o gerador? e o que irá acontecer no momento que ela chegar? “A água quando desce, ela empurra as pás da turbina, e ai ela gira, professor, e quando ela gira o eixo do gerador vai girar também, porque esse movimento vai transformar a energia que é mecânica em energia elétrica” Aluno 9. Nesse momento, pode-se entender a importância da cultura *maker* no ensino de Física, do aprender fazendo, colocando a mão na massa, os alunos usaram de muita criatividade para construir a água(algodão), e em suas colocações associa-se a uma aprendizagem de conceitos, onde houve a compreensão de símbolos de forma que se entende critérios abstratos do funcionamento (Moreira, 2006). A Figura 11 mostra a maquete construída pela equipe.

Figura 11-Maquete de uma usina hidrelétrica



Fonte: Autor, 2025.

A construção do trabalho foi realizada com materiais simples e de fácil acesso, como mostra a imagem, o que facilitou a vivência, boa parte foi conseguido na própria escola, como as tintas e isopores, e os demais materiais os alunos trouxeram.

Na construção da maquete, a consciência sobre o processo de aprendizagem aconteceu quando os alunos conseguiram fazer o motor girar e acender o *led*, porque nesse instante, eles perceberam como realmente funciona um hidrelétrica, e o que de fato o gerador faz no processo de funcionamento da mesma, pois, de início sabiam apenas que existia energia, mais não como ele era gerada, e isso reflete uma aprendizagem com significado de forma consciente e com propósito. A ação colaborativa permitiu aos educandos a troca de ideias e as discussões foram fundamentais para soluções das perguntas norteadoras e incitadoras, assim eles construíram o conhecimento juntos, de maneira a oportunizar os estudantes que possui um ritmos de aprendizagem mais aquém em detrimento aos demais, e uma maneira de integrar toda a turma, com isso a prática *maker* foi fundamentada nessa etapa do processo de aprendizagem.

A cultura *maker* transformou o conteúdo abstrato em algo concreto e funcional, assim, houve uma reflexão sobre o processo de aprendizagem e uma ressignificação no ensino, onde os estudantes deixaram claro que quando o conteúdo é abordado de maneira puramente

teórica é algo mais difícil e chato, o que reforça a ideia de Ausubel de que a aprendizagem se torna mais eficaz quando significativa.

7.1.7.2 Construção da maquete de uma Usina Nuclear

A equipe trouxe os materiais necessários para a construção da maquete, que foram: isopor, papelão, tinta guache, algodão, papel A4, palito de churrasco e papel crepom, e a equipe foi instigada a refletir criticamente sobre cada elemento que compõe o processo de geração e distribuição de energia. Sendo que isso aconteceu durante toda a construção da maquete, de forma a explorar além da reprodução das estruturas físicas, onde os estudantes puderam questionar-se e elaborar suas próprias respostas, considerando o que eles já conheciam sobre os geradores e as usinas nucleares. A Figura 12 mostra a maquete da usina nuclear construída pelos alunos.

Figura 12-Usina nuclear



Fonte: Autor, 2025.

Durante o processo de execução os alunos relacionaram os conhecimentos existentes aos novos conteúdos referente à energia nuclear, de maneira que ressignificaram os saberes, onde a noção sobre turbinas, vapor e transmissão de energia foram permitindo essa reorganização, e isso aconteceu com o estudante sendo o ser ativo do processo, de maneira que se estimulou a experimentação, a aprendizagem por meio dos erros, a criatividade na construção da maquete e a resolução de problemas concretos por meio do “aprender fazendo”.

É notório que a equipe durante a construção não se limitou somente a uma atividade manual, mas vivenciou de fato a investigação coletiva, onde os alunos perguntaram e ao mesmo tempo abriram caminhos para respostas construídas criticamente, evidenciando a ação e reflexão o que potencializa a compreensão conceitual e o engajamento ativo dos estudantes.

Na elaboração da maquete um estudante indagou, “por que essas torres têm que ser tão alta assim, precisa ser desse tamanho?” Aluno 18, e como resposta o Aluno 27 disse “por

que tem que resfriar, é preciso liberar o vapor da água, antes eu achava que era fumaça, mais não é, na verdade essas torres servem para fazer o controle da temperatura e garantir o funcionamento da usina com segurança”. Nesse momento, percebe-se a que a coletividade é uma etapa necessária no processo de aprendizagem, pois houve uma interação maior dos alunos nas atividades, e um maior interesse.

Dois alunos estavam construindo um cilindro de papel, e o pesquisador perguntou, o que é isso que vocês estão fazendo, os estudantes responderam: professor, aqui é o reator nuclear, mais o que ele faz nós não sabemos não, (risos), assim, um outro estudante respondeu, “professor, é nele que acontece a fissão dos átomos, liberando o calor, como nós vimos nos vídeos e na explicação do senhor na aula, esse calor vai transformar a água em vapor e isso vai girar as turbinas” Aluno 33. Ao citar as vivências anteriores, é nítido o quão gradativo foi a construção do conhecimento, o aumento de complexidade do conteúdo de forma a adequar-se com uma das etapas de uma UEPS.

As discussões aconteceram durante todos os encontros, alguns alunos transitaram entre as equipes, perguntando, opinando, e isso enriqueceu ainda mais o momento, porque houve um despertar de curiosidade entre os estudantes, e no momento de conversa sobre a construção do reator, um aluno da equipe da maquete da hidrelétrica perguntou, “E como é que isso daí vai transformar em energia?” Aluno 6.

A equipe de prontidão, respondeu, de maneira que as respostas se completaram, afirmaram que o gerador é o responsável por converter a energia mecânica em energia elétrica através da indução eletromagnética, isso quer dizer que, dentro do gerador, existe uma bobina de fios e um ímã. Quando a turbina gira, o movimento faz o campo magnético variar em relação à bobina. Essa variação induz uma corrente elétrica, de acordo com a Lei de Faraday da indução eletromagnética. As colocações dos alunos mostraram um entendimento de conceitos, em uma perspectiva assertiva e a materialização do entendimento aconteceu por meio da cultura *maker*, o que permitiu que a teoria deixasse de ser algo distante e passasse a ser algo que eles conseguiram recriar com as próprias mãos.

Ao afirmar que a variação do campo magnético gera corrente pela Lei de Faraday, os alunos estão ancorando novos conhecimentos (usina nuclear e indução eletromagnética) em algo que já faz parte do repertório deles: a ideia de ímã, fios e movimento. Esse vínculo facilitou a compreensão porque conectou a teoria abstrata com imagens mentais concretas e com experiências práticas possíveis.

As equipes estavam dispostas na seguinte ordem, Hidrelétricas, Nuclear e Eólica, e pelo fato de os alunos estarem próximos e socializando sobre as etapas das construções das

maquetes, indagou-se a eles, qual a principal diferença entre os geradores e um hidrelétrica e uma usina nuclear? De imediato, um grupo respondeu que a diferença estava na forma como a turbina se movimentava: na nuclear é o vapor que gira a turbina; na hidrelétrica, é a água. E destacou a necessidade do gerador em uma usina nuclear, enfatizando a transformação de energia. Nessas colocações, percebe-se o discernimento e a evolução das aquisições de novos subsunçores dos estudantes. Segue trechos de falas dos alunos durante o processo de construção da maquete e da aprendizagem: “Eu achei que a energia vinha direto do reator, mas agora entendi que o reator só produz o calor para gerar vapor. O que realmente transforma isso em eletricidade é o gerador” Aluno 29, “Então o gerador é o coração da usina. Sem ele, a gente teria só calor e vapor, mas não teria a energia que chega nas casas.” Aluno 04, “ Tanto faz se a energia vem do urânio, da água da represa ou do vento... no fim, o que manda mesmo é girar a turbina que está ligada ao gerador, ne professor? ”Aluno 17, “Agora eu entendo por que a maquete tem a parte da torre e da estrutura de transmissão: depois que o gerador produz a energia, ela precisa ser levada para a cidade.” Aluno 14.

Em uma análise detalhada e relacionando as falas com a teoria de Ausubel, nota-se que os alunos partiram de um conceito equivocado, quando diz que a energia sai do reator e durante o processo foi capaz de reorganizar sua estrutura cognitiva, diferenciando um reator de um gerador, e isso é um indício de aprendizagem significativa, em outro momento o aluno faz analogias sobre a função do gerador, trazendo para si e compreendendo a função de um gerador em uma usina, e mostram uma generalização de conceito, quando percebe que o gerador é um elemento comum a diferentes tipos de usinas e que pode ser integrado em geração e distribuição de energia, o que amplia a compreensão do sistema como um todo.

7.1.7.3 Construção da maquete de uma torre eólica.

A equipe inicialmente atenta as orientações, foram surpreendidos com duas questões problemas, no intuito de desafiá-los e instigá-los na construção da maquete,

“Como o vento, que a gente sente bater no rosto, pode virar luz na nossa casa?”

“O que será que existe dentro dessa torre de pás gigantes que vemos nas estradas?”

Os estudantes começaram dialogar entre si, e algumas soluções foram aparecendo, segue algumas falas dos alunos: “professor, o vento não tem como acender a luz não, eu acho que isso só acontece por causa do gerador, porque ele quem transforma o movimento das pás em energia elétrica” Aluno 3, “Está acontecendo a transformação do vento em energia elétrica pelo gerador, ne?” Aluno 7. Pode-se evidenciar um avanço referente a aprendizagem

significativa, os alunos já conseguem relacionar fenômeno do cotidiano com conceitos científicos, quando eles associam o movimento das pás com a transformação de energia, o Aluno 3 afirmou que o gerador é o responsável pela transformação de energia, isso mostra que ele entende que há um elemento mediador nessa transformação.

O Aluno 7 conseguiu reforçar a ideia do Aluno 3, e de forma bem explícita evidenciou a transformação por meio do gerador. Essas duas colocações tiveram a concordância da equipe, e isso demonstra que eles não estão apenas memorizando definições, mas houve um significado quando eles articularam essa experiência concreta com observações e conceitos que são científicos. O pesquisador e professor apenas instigou os estudantes com perguntas, e eles, por meio da cultura *maker* em um processo investigativo e uma construção que foi coletiva da equipe, discutiram, levantaram hipóteses e corrigiram concepções outrora errônea, de fato, eles foram os verdadeiros construtores do conhecimento.

Na Figura 13 tem-se a maquete construída pela equipe.

Figura 13- Maquete de um aerogerador.



Fonte: Autor, 2025.

Para construção, a equipe trouxe e usou papelão, motor e um *led*, coisas simples de se conseguir e que muitas vezes se tem em casa, no caso do papelão o estudante quando retira do meio ambiente contribui com um meio mais sustentável e isso ainda colaborou para uma conscientização dos alunos sobre a reciclagem. Inicialmente os alunos construíram a torre feita de papelão e pintada de tinta guache, eles pintaram de branco. No momento que os alunos estavam pintando a torre o pesquisador indagou: por que tem que ser branco a cor da torre? O Aluno 28 respondeu “por que atende as normas de segurança visual que são exigidas, e faz com que dure mais tempo as turbinas. O estudante conseguiu reconhecer uma função que é prática e preventiva, o que foi além da aparência estética.

As pás do aerogerador também foram feitas de papelão, os estudantes testaram vários tamanhos até chegar a um que tivesse o tamanho e inclinação ideal, e durante essa

elaboração também discutiram qual hélices estavam gerando mais energia (fazendo o LED brilhar mais forte). Nessa etapa do processo percebeu-se que os conhecimentos prévios dos alunos foram ativados, com esses testes eles tiveram que acessar conhecimento como: a força do vento, a área de contato e a transformação de energia, e isso fez com que eles construíssem novos significados, porque perceberam como a variação de alguns componentes (tamanho e inclinação) afetou o desempenho do aerogerador.

Houve uma relação entre a teoria e a prática, pois, eles observaram que o LED é um indicador da intensidade luminosa, e isso os fez compreender a eficiência da conversão da energia gerada pelo vento (energia mecânica) em energia elétrica. Essas vivências não foram uma aprendizagem mecânica, foi um processo contextualizado e com atribuição de sentidos.

A casinha feita de papelão representa a sociedade consumidora da energia elétrica, dentro dela os estudantes colocaram um motorzinho que pode ser facilmente encontrado em brinquedos de crianças, o motor aqui funciona realizando o papel do gerador no aerogerador, quando o vento bate nas pás, elas giram e movimentam o motor e esse motor irá gerar a corrente elétrica acedendo o LED, que representa as luzes de nossas casas.

Durante a elaboração da maquete um aluno comentou: “O ruim é que se não tiver vento, acabou a energia.” Aluno 23, e antes de alguma intervenção do pesquisador, outro estudante disse: “é, a energia eólica depende do vento, mais o trabalho principal é do gerador, porque ele quem converte essa energia em energia elétrica.”. Aqui visivelmente tem-se uma compreensão das limitações da fonte de energia e um foco na função principal do gerador, o que afirma a atenção do aluno voltada para a construção de sua aprendizagem, de forma natural.

Quando a maquete estava sendo finalizada um estudante disse: “professor, eu queria conhecer um parque eólico, o senhor devia levar a gente para conhecer, porque construindo esse eu fico imaginado como isso acontece em uma escala maior. “Aluno 9, o professor e mediador explicou que infelizmente não se tem os recursos para levá-los a um parque de verdade, mas nota-se nessa fala uma relação entre a maquete e o fenômeno real, sendo isso um indício de aprendizagem significativa.

Nessa construção a cultura *maker* esteve em ação, o professor funcionou como um mediador, onde ele lançou alguns problemas que incentivou nos alunos a curiosidade e a experimentação, a construção aconteceu de forma compartilhada, eles relacionaram com o mundo real, levantaram hipóteses e validaram suas ideias ancorando novas sobre o papel do gerador elétrico. As colocações dos estudantes são resultado de um ambiente onde se valorizou a curiosidade, a criatividade, e com isso eles observaram e questionaram, o que possibilitou o protagonismo estudantil.

7.2 ANÁLISES DE DADOS SINTETIZADA

A construção das maquetes para o ensino de geradores elétricos foi uma experiência rica, onde teve várias discussões e reflexões críticas dos alunos, com um alinhamento da cultura *maker* a uma UEPS, de iniciou a proposta foi que se formasse quatro equipes, porém, uma das equipes acabou não realizando as atividades propostas, e dentro da intervenção os alunos foram remanejados para outras equipes, assim, três equipes foram responsáveis pela elaboração de maquetes que representaram usinas hidrelétrica, nuclear e eólica, sempre utilizando materiais simples, de baixo custo e facilmente acessíveis, o que trouxe um caráter sustentável e criativo da proposta.

Na lógica da cultura *maker*, a metodologia dar-se pelo aprender fazendo, de maneira a valorizar a experimentação, resolução de problemas e a cooperação entre pares. Na elaboração da usina hidrelétrica houve uma preocupação socioambiental no tocante ao desmatamento e a remoção das famílias, o que evidenciou a sensibilidade e criticidade dos alunos frente a questões reais. A equipe avançou e reconheceu que a geração de energia se dá por meio da transformação da energia potencial da água em energia elétrica. Na perspectiva de Ausubel, considera-se que houve indícios de aprendizagem significativa, já que os novos conceitos foram ancorados em ideias que já existiam na estrutura cognitiva deles.

Já na elaboração da usina nuclear, a aquisição de conhecimento foi gradativa, inicialmente eles confundiram o reator com uma fonte direta da energia elétrica e durante as etapas revisitaram e reorganizaram as informações. A reorganização da estrutura cognitiva trouxe aos alunos a diferenciação entre reator e gerador, diferenciação essa abordada por Ausubel. O momento que os estudantes explicaram o funcionamento da indução eletromagnética, ancorando conteúdos abstratos em representações concretas, reforçou a relevância do processo investigativo e da aprendizagem contextualizada. E por fim, os alunos foram instigados a construir uma torre eólica e refletiram como o vento se transforma em eletricidade, esse momento demonstrou como acontece a integração entre teoria e prática, aqui, os alunos acessaram conhecimentos prévios e construíram novos significados quando perceberam a influência de fatores no desempenho do aerogerador.

A UEPS foi potencializada pela cultura *maker*, o que trouxe uma materialização de conceitos abstratos, que se fossem abordados de maneira tradicional seria exaustivo para os alunos, já com o uso dessa metodologia explorou-se a criatividade a cooperação e favoreceu o protagonismo discente. Esse fazer coletivo criou um ambiente investigativo em que os erros foram vistos como oportunidades de reflexão, e o conhecimento foi construído de forma colaborativa. Os passos foram desenvolvidos a luz da teoria de Ausubel, e com base em todas

essas vivências pode-se afirmar que houve um favorecimento a uma aprendizagem significativa e indícios dela, já que o conteúdo foi incorporado à estrutura cognitiva dos estudantes, por meio de conexão com as experiências prévias. Além disso, a interação entre os colegas fortaleceu a predisposição para aprender, outro fator enfatizado por Ausubel como condição essencial para que o conhecimento faça sentido.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa pesquisa ancorou-se na teoria de David Ausubel (Aprendizagem significativa) por meio de uma UEPS defendida por Marco Antônio Moreira, sendo que essa esteve atrelada a cultura *maker*, partiu de uma problemática real nas salas de aulas, onde se aplicou essa intervenção, os alunos quando estudavam em anos anteriores a abordagem do conteúdo de geradores elétricos sempre tinham muitas dificuldades, pois, a maneira tradicional como se abordava a temática era enfadonha e desestimulante, e isso não gerava resultados satisfatórios. Partiu-se dessa problemática e desenvolveu-se atividades que se trabalharam o protagonismo do estudante, de maneira que ele se tornou o ser ativo no processo de aprendizagem.

Diante da realidade onde se aplicou a pesquisa, o objetivo foi investigar de que modo a implementação de uma UEPS, fundamentada na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel e integrada a aspectos da cultura *maker*, poderia contribuir para tornar o processo de ensino e aprendizagem mais dinâmicos, participativo, contextualizado e que com significados, pós intervenção, pode-se afirmar que as atividades desenvolvidas gerou indícios de uma aprendizagem com significado, os alunos de maneira gradativa conseguiram aprender de forma leve e de livre vontade, o que vai de encontro a teoria de Ausubel, onde o estudante esteve pré-disposto a participar do processo de Ensino e aprendizagem.

Passeando pelos objetivos específicos, podemos afirmá-los como atingidos, já que os conceitos relacionados aos geradores foram integrados a estrutura cognitiva dos educandos, e isso pôde ser visto nas falas e posicionamentos deles, as construções das maquetes conseguiu aproximar o conteúdo da realidade, os estudantes assumiram um papel de protagonista e usaram de muita criatividade para elaboração dos projetos, e em todo tempo percebeu-se uma construção de criticidade sobre as formas de geração de energia, claro que dentro das limitações de cada estudante. Ainda nesse interim, podemos afirmar que o trabalho colaborativo foi mais efetivo e os alunos se sentiram mais motivados quando comparados com as vivências tradicionais do Ensino do tema abordado.

Os resultados obtidos evidenciaram indícios de aprendizagem significativa, uma vez que os estudantes conseguiram relacionar novos conceitos às suas estruturas cognitivas prévias,

reelaboraram ideias e desenvolveram uma postura crítica frente às implicações sociais e ambientais da produção de energia elétrica.

Realizou-se um aparato da pesquisa e tem-se como conclusão bons resultados, gerou-se da fato indícios de uma aprendizagem significativa e um processo mais atrativo de Ensino, com uma maior participação, atenção e desenvolvimento de pensamento crítico, porém não se deve deixar de relatar os desafios enfrentados, a falta de carga horária para aplicação acabou sendo um ponto que dificultou o desenvolvimento da pesquisa, as más condições físicas das salas de aulas, pois trata-se de uma sala não climatizada e o calor é intenso, o que acabou gerando desconforto para o público participante.

De acordo com os resultados e a realidade onde aplicou essa pesquisa, podemos sugerir como propostas de trabalhos derivadas deste, a implementação da usina termelétrica, uma expansão para outros conteúdos da Física, um aprimoramento das maquetes e interdisciplinaridade, já que existem outros ambientes mais favoráveis a aprendizagem, com estruturas físicas melhores e ambientes climatizados.

A cultura *maker* funcionou muito bem nessa intervenção pedagógica, houve de fato um ressignificado da prática de Ensino na sala de aula e isso me fez refletir sobre minha didática como professor de Física, ao ver essa transformação no espaço escolar em um ambiente de investigação, colaborativo e muito mais motivador me instigou a valorizar a experimentação e buscar sempre o despertar da curiosidade dos alunos, o engajamento e pesquisar mais sobre essas metodologias ativas no ensino de Física. Pude perceber que para o meu público a utilização de materiais de baixo custo foi facilmente acessível e mostrou-se uma alternativa viável, e que não foi preciso de algo mirabolante para proporcionar um Ensino e aprendizagem efetivo, o que fica de sugestão para os colegas de profissão de nível médio das escolas. Como professor de Física posso concluir que tenho a necessidade de estudar práticas pedagógicas inovadoras, pois elas irão contribuir diretamente com a minha formação continuada.

Em resumo, esse trabalho oportunizou experiências com sentido e as conectou com a realidade dos alunos, onde o professor foi de fato o mediador e os alunos se tornaram protagonistas do próprio processo de aprendizagem em cada etapa construtiva de maneira criativa, eles colocaram a mão na massa.

9 REFERÊNCIAS

ANDERSON, C. **A nova revolução industrial: Makers**. Tradução de Afonso Celso da Cunha Serra. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

ARANTES, Giordano Muneiro. **Desenvolvimento de material didático no contexto educacional: exemplos na disciplina de física para o ensino médio**. 2019. Tese (Doutorado) – [s. n.].

ARAÚJO, N. P. Construção de exsicatas como recurso didático: contribuições para uma aprendizagem significativa de botânica em tempos de ensino remoto emergencial. In: **CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO**, 2020, Maceió. Anais [...]. Maceió, AL, Brasil, 2020.

ARAÚJO, T. V. L. **Implementação de um Makerspace na perspectiva STEM em séries iniciais do ensino fundamental**. 2019. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Humanas, Sociais e da Natureza, Universidade Federal Tecnológica do Paraná, Londrina, 2019.

AUSUBEL, D. P. A aprendizagem significativa. **São Paulo: Moraes**, 1982.

AUSUBEL, D. P. The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000. 212 p.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Tradução de Eva Nick *et al.* Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BARBOSA, R. R.; BUFFON, L. O. Uma proposta para vivenciar, no ensino médio, os conceitos iniciais de termodinâmica por meio de uma unidade de ensino potencialmente significativa. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 2, p. 380-406, 2020.

BARROSO, M. F.; RUBINI, G.; SILVA, T. Dificuldades na aprendizagem de Física sob a ótica dos resultados do Enem. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 40, n. 4, e4402, 2018.

BAZIN, M. Three years of living science in Rio de Janeiro: learning from experience. In: **Scientific Literacy Papers**. Oxford: University of Oxford Department for External Studies Scientific Literacy Group, 1987. p. 67-74.

BLIKSTEIN, P. Viagens em Troia com Freire: a tecnologia como um agente de emancipação. **Educação e Pesquisa**, v. 42, n. 3, p. 837-856, 2016. Disponível em: <http://gg.gg/ktm14>. Acesso em: 14 fev. 2025.

BLIKSTEIN, P.; VALENTE, J. A.; MOURA, É. M. Educação maker: onde está o currículo? **Revista e-Curriculum**, v. 18, n. 2, p. 523-544, 2020.

BLIKSTEIN, P.; WORSLEY, M. Children are not hackers: building a culture of powerful ideas, deep learning, and equity in the Maker Movement. In: PEPPLER, K.; HALVERSON, E. R.; KAFAI, Y. B. (ed.). **Makeology: makerspaces as learning environments**. New York: Routledge, 2016. v. 1, p. 64-79.

BRASIL. MEC -Ministério da Educação (Org.). **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2017a. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/conselho-nacional-de-educacao/base-nacional-comum-curricular-bncc>>. Acesso em: 20 maio. 2025

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular: Educação é a Base – Ensino Médio. Brasília, 2017a. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/conselho-nacional-de-educacao/base-nacional-comum-curricular-bncc>. Acesso em: 20 maio 2025.

BROCKVELD, Marcos Vinícius Vanderlinde; SILVA, MR da; TEIXEIRA, Clarissa Stefani. A cultura maker em prol da inovação nos sistemas educacionais. **SOUZA, MV DE (ORG.). Educação Fora da Caixa: Tendências Internacionais e Perspectivas sobre a Inovação na Educação**. São Paulo: Blucher, v. 4, p. 55-66, 2018.

BROCKVELD, M. V. V.; TEIXEIRA, C. S.; SILVA, M. R. A cultura maker em prol da inovação: boas práticas voltadas a sistemas educacionais. In: **Anais da Conferência ANPROTEC**. 2017.

COHEN, Jonathan *et al.* Makification: Towards a framework for leveraging the maker movement in formal education. **Journal of Educational Multimedia and Hypermedia**, v. 26, n. 3, p. 217-229, 2017.

COSTA, J. R. Uma proposta problematizadora para o ensino do eletromagnetismo sob uma perspectiva histórico-experimental: o Telégrafo. 2016. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática)–Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande.

DE PAULA, Bruna Braga; DE OLIVEIRA, Tiago; MARTINS, Camila Bertini. Análise do Uso da Cultura Maker em Contextos Educacionais: revisão sistemática da literatura. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 17, n. 3, p. 447-457, 2019.

DE PAULA, Bruna Braga; MARTINS, Camila Bertini; DE OLIVEIRA, Tiago. Análise da crescente influência da cultura maker na educação: revisão sistemática da literatura no Brasil.

Educitec-Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico, v. 7, p. e134921-e134921, 2021.

DIAS, A. C. G.; BARLETTE, V. E.; MARTINS, C. A. G. A opinião de alunos sobre as aulas de eletricidade: uma reflexão sobre fatores intervenientes na aprendizagem. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 4, n. 1, p.107-117, 2009.

DIESEL, Aline; BALDEZ, Alda Leila Santos; MARTINS, Silvana Neumann. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. *Revista Thema*, v. 14, n. 1, p. 268-288, 2017.

DO NASCIMENTO, TIAGO LESSA. *Repensando o ensino da Física no ensino médio*. 2010.

DUARTE, A. S.; SANCHES, Regina Aparecida; DEDINI, G. F. Do movimento maker a customização em massa: O uso das tecnologias da informação e comunicação na indústria têxtil e de confecção. In: **11h Congresso Brasileiro de Inovação e Gestão de Desenvolvimento do Produto**. 2017. p. 1-10.

Congresso Brasileiro de Inovação e Gestão de Desenvolvimento do Produto, pages 1–10. Disponível em: <<https://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/do-movimento-maker-customizacao-em-massa-o-uso-das-tecnologias-da-informacao-e-comunicacao-na-industria-txtil-e-de-confeco-27555>> Acesso em: 03 jan. 2025.

Educational Multimedia and Hypermedia, 26 (3), 217-229. emancipação. *Educação e Pesquisa*, [online], v. 42, n. 3, p. 837-856, 2016. Disponível em: <http://gg.gg/ktm14>. Acesso em 14 de fevereiro. 2025.

FARIAS, Alan Marques. *Proposta didática para o ensino de geradores elétricos em laboratórios virtuais e reais*. 2020.

FORTUNATO, Ivan; TARDIN, Maycon Lindor Pinheiro. Um inventário das teses e dissertações sobre cultura maker. **Ciências em Foco**, v. 13, p. e020016-e020016, 2020.

Framework for Leveraging the Maker Movement in Formal Education. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 26(3), 217-229.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1997.

Gavassa, Regina C. F. B.; Munhoz, Gislaíne B.; Mello, Luci F.; Carolei, Paula. *Cultura maker, aprendizagem investigativa por desafios e resolução de problemas na SME-SP (Brasil)*. 2016.

Disponível em: Disponível em: http://fablearn.org/wp-content/uploads/2016/09/FLBrazil_2016_paper_127.pdf . Acesso em: 17 abril 2025.

GERSHENFELD, Neil. How to make almost anything: the digital fabrication revolution. *Foreign Affairs*, v. 91, n. 6, p. 43-57, 2012.

GOMES, A. P *et al.* A educação médica entre mapas e âncoras: a aprendizagem significativa de David Ausubel, em busca da arca perdida. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 32, n. 1, p. 105-111, 2008.

GOMES, Erica Cupertino; FRANCO, Xaieny Luiza de Sousa Oliveira; ROCHA, Alexsandro Silvestre da. Uso de simuladores para potencializar a aprendizagem no ensino de Física. 2020.

GONÇALVES, Diângelo Crisóstomo. **O ensino de física: um olhar para a educação Maker**. 2021. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Goiás (Brazil).

GONÇALVES, L. J.; SILVEIRA, F. L. Uso de animações visando a aprendizagem significativa de Física Térmica no Ensino Médio. 2005. 97 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Ensino de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

HALVERSON, Erica R.; SHERIDAN, Kimberly M. The maker movement in education. **Harvard Educational Review**, Cambridge, v. 84, n. 4, p. 495-504, 2014

Internacional sobre el aprendizaje significativo. 1997, Burgos. MOREIRA, M.A. *et al.* (Orgs.)

JONNES, J. **Empires of light: Edison, Tesla, Westinghouse, and the Race to Electrify the World**. New York: Random House, 2004.

KURTI, R. Steven; KURTI, Debby L.; FLEMING, Laura. The philosophy of educational makerspaces: Part 1 of making an educational makerspace. **Teacher Librarian**, Bowie, MD, v.41, n. 5, p. 8-11, 2014.

LOPES, Leticia *et al.* Cultura maker como fomento para o aprendizado em práticas de STEM em uma escola pública na região metropolitana de Porto Alegre, RS, Brasil. In: **I Congresso Internacional de Ciencias Exactas y Naturales**. 2019.

LOURENÇO, Márcio Tavares *et al.* O USO DE UM GERADOR ELÉTRICO DE BAIXO CUSTO COMO PROPOSTA DIDÁTICA PARA AS AULAS DE FÍSICA DO ENSINO MÉDIO (2015).

MANTOVANI, S. R. Sequência didática como instrumento para a aprendizagem significativa do efeito fotoelétrico. 2015. 54 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Ensino de Física, Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente da Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2015.

Martin, L. (2015). The Promise of the Maker Movement for Education. *Journal of PreCollege Engineering Education Research*,

MARTINEZ, Sylvia L.; STAGER, Gary. *Invent to learn: making, tinkering, and engineering in the classroom*. Santa Barbara: Constructing Modern Knowledge Press, 2013.

MEIRA, Samara L. Brito; RIBEIRO, Jair Lúcio Prado. **A Cultura Maker no ensino de Física: construção e funcionamento de máquinas térmica**. Fablearn Brazil, v. 2016, 2016.

MELO, M. G.; CAMPOS, J. S.; ALMEIDA, W. S. Dificuldades enfrentadas por professores de ciências para ensinar física no Ensino Fundamental. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia**, v.8, n. 4, p. 241-251, 2015 .

MENESES, Ilda Tavares *et al.* Demonstração experimental das leis de Faraday: uma abordagem qualitativa utilizando materiais do cotidiano. **Brazilian Journal of Development**, v. 9, n. 05, p. 16987-17003, 2023.

MORAN, J. M. **Ensino e aprendizagem inovadores com tecnologias audiovisuais e telemáticas**. In: MORAN, J. M.; MASETTO, M.T.; BEHRENS, M.A.(Ed). *Novas tecnologias e mediação pedagógica*. Campinas, SP: Papirus, 2010.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo, E. P. U., 2011.

MOREIRA, M. A. Unidades de enseñanza potencialmente significativas–UEPS. **Aprendizagem Significativa em revista**, v. 1, n. 2, p. 43-63, 2011.

MOREIRA, Marco Antonio. Aprendizagem Significativa: da visão clássica à visão crítica (Meaningful learning: from the classical to the critical view). In: **Conferência de encerramento do V Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Madrid, Espanha, setembro de. sn, 2006**.

MOREIRA, Marco Antonio. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: Editora pedagógica e universitária, 1999.

NOVAK, J. D. *Aprender a aprender*. Lisboa, Paralelo, 1984.

NUSSENZVEIG, Herch Moysés. **Curso de física básica: Eletromagnetismo** (vol. 3). Editora Blucher, 2015.

OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J.H. Teorias de aprendizagem. Porto Alegre: Evangraf, 2011.

PAPERT, Seymour. Constructionism: a new opportunity for elementary science education. Proposta para a National Science Foundation, Massachusetts Institute of Technology, Media Laboratory, Epistemology and Learning Group, Cambridge MA, 1986.

PARISOTO, M. F. Ensino de Termodinâmica a partir de situações da Engenharia: integrando as metodologias de projetos e as unidades de ensino potencialmente significativas. 2015.

PINTO, F. C. R.; PENA, A. F. V. Proposta de sequência didática baseada na aprendizagem significativa: construção de uma mini estação meteorológica com 83 arduino. 2018. 207 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, 2018.

PIPA COMUNICAÇÃO. Educação criativa. Disponível em: https://www.pipacomunica.com.br/livrariadapipa/produto/educacao-criativa/. Acesso em: jan. 2025.

PODER EXECUTIVO. Accessed July 12, 2024. <https://www.crede05.seduc.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/123/2024/05/Lei-Complementar-no-22-e-suas-alteracoes.pdf>

PONTES NETO, José. A. S. Sobre a aprendizagem significativa na escola. MARTINS, E. J.S. et. al. Diferentes faces da educação. São Paulo: Arte & Ciência Villipress, 2001, p. 13-37. possibilita transformar a sala de aula em espaço maker. **I Conferência Fablearn Brasil**,

RAABE, A. L. A. *et al.* Educação criativa: multiplicando experiências para a aprendizagem. **Recife: Pipa Comunicação**, 2016.

RAABE, André Luís Alice; SANTANA, André Luiz Maciel; BURD, Leo. Lite Maker: Uma estação móvel que possibilita transformar a sala de aula em espaço maker. In: **1ª Conferência FabLearn Brasil**. 2016.

RAMOS, Jade Fraga; MOMETTI, Antonio Luis. A Cultura Maker na Formação Inicial de Professores de Matemática. **Anais da Semana da Matemática e Educação Matemática**, v. 3, 2024.

RECHE, Evandro A.; BRIDI, Eder; MARTINS, Walkyria KAG. Conversor eletromecânico como ferramenta de aprendizado no Curso de Engenharia Elétrica da UFMT: um trabalho de monitoria. In: **Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**, XLI. 2013.

RESNICK, M. **Jardim de infância para a vida toda: por uma aprendizagem criativa, mão na massa e relevante para todos**. Tradução de Mariana Casetto Cruz, Lívia Rulli Sobral. Porto Alegre: Penso, 2020.

SALES, Giliane Felismino et al. Cultura maker no Ensino de Ciências na Educação Básica: uma revisão sistemática da literatura. **Revista Educar Mais**, v. 7, p. 444-459, 2023.

SAMANGAIA, R; NETO, D. D. Educação científica

SILVA, Renata Arantes dos Santos. **Cultura Maker e educação sustentável nos anos iniciais do ensino fundamental: um estudo da motivação em interface com BNCC e ODS**. 2023. Mestrado Profissionalizante – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2023.

STANFORD UNIVERSITY. Paulo Blikstein. Disponível em: <<https://lemanncenter.stanford.edu/people/paulo-blikstein>> 2018. Acesso em: 08/01/2025.

STELLA, Ana Lucia *et al.* BNCC e a cultura maker: uma aproximação na área da matemática para o ensino fundamental. **Revista InovaEduc**, n. 4, p. 1-37, 2018.

TAVARES, R. Aprendizagem significativa, codificação dual e objetos de aprendizagem. **Revista Brasileira de informática na Educação**, v. 18, n. 02, p. 04, 2010.

TAVARES, R. Aprendizagem significativa. **Revista conceitos**, v. 10, n. 55, 2004.

The Fab Foundation. [Fabfoundation.org](https://fabfoundation.org/getting-started/#fablabs-full). Published 2015. Accessed January 9, 2025. <https://fabfoundation.org/getting-started/#fablabs-full>

TOULMIN, S. La racionalidad humana. El uso colectivo y la evolución de los conceptos. **Madrid: Alianza**, 1977.

VALADARES, J. A teoria da aprendizagem significativa como teoria construtivista. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 1, n. 1, p. 36-57, 2011.

VOLKWEISS, Anelise *et al.* Protagonismo e participação do estudante: desafios e possibilidades. **Educação por escrito**, v. 10, n. 1, p. e29112-e29112, 2019.

YOUNG, H.D.; FREEDMAN, R.A. **Física III: Eletromagnetismo**. 12. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2009.204 p.v. 3.

APÊNDICE A -PRODUTO EDUCACIONAL

UNIVERSIDADE REGIONAL DO CARIRI - URCA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
POLO 31

PR DUTO EDUCACI NAL

AUTORES: Francisco Nilson Oliveira de Souza, José Arcênio dos Santos Lourenço,
Bruno Tavares de Oliveira Abagaro

O USO DA



NO ENSINO DE GERADORES
ELÉTRICOS

Juazeiro do Norte
2025



APRESENTAÇÃO

Este produto educacional é parte integrante da dissertação: O USO DA CULTURA *MAKER* NO ENSINO DE GERADORES ELÉTRICOS, desenvolvida no âmbito do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo 31 – URCA / Juazeiro do Norte-CE, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Caro professor!



Este material foi pensado especialmente para você que está em sala de aula e busca tornar o ensino de Física mais significativo, envolvente e próximo da realidade dos alunos.

Aqui apresentamos uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) sobre o ensino de geradores elétricos, fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e integrada a elementos da cultura *maker*. A proposta é simples e ao mesmo tempo desafiadora: aplicar essa UEPS em turmas da Educação Básica e verificar sua efetividade no processo de ensino e aprendizagem.

O foco principal está no “aprender fazendo”. Colocar a mão na massa, testar, errar, ajustar e tentar novamente faz toda a diferença. Nesse processo, o aluno assume um papel de protagonista, enquanto o professor atua como mediador da aprendizagem.

Pensando em apoiar o seu trabalho, este produto educacional traz o passo a passo da UEPS, servindo como um guia prático que pode auxiliar tanto na aplicação em sala de aula quanto como uma forma de formação continuada para nós, professores, que enfrentamos diariamente os desafios do ensino.

É importante destacar que essa proposta não é engessada. Pelo contrário: ela pode — e deve — ser adaptada à sua realidade, ao perfil da sua turma e ao contexto da escola. As atividades foram pensadas para serem práticas, motivadoras e viáveis, sem comprometer o currículo escolar, mas sim enriquecendo os conteúdos já previstos.

Por fim, reforçamos a importância da cultura *maker* no ensino de geradores elétricos. É por meio dessa metodologia que os alunos conseguem compreender cada etapa do funcionamento de um gerador, identificar as principais grandezas físicas envolvidas e, principalmente, conectar os novos conhecimentos às suas estruturas cognitivas, tornando a aprendizagem realmente significativa.

Boa aula!



O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de financiamento 001.

O USO DA

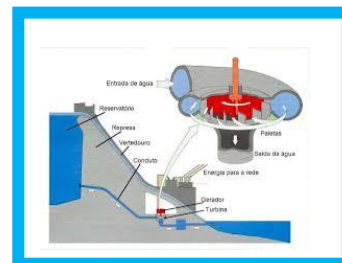


NO ENSINO DE GERADORES
ELÉTRICOS

Sumário

1. Introdução.....	4
2. Fundamentação Teórica.....	5
3. UEPS	6
3.1- Roteiro da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa	6
3.1.1-Primeiro Encontro (1 h/a aproximadamente)	6
3.1.2-Segundo Encontro (1 h/a aproximadamente)	7
3.1.3-Terceiro Encontro (2 h/a aproximadamente)	7
3.1.4-Quarto Encontro (1 h/a aproximadamente)	8
3.1.5-Quinto Encontro (1 h/a aproximadamente).....	9
3.1.6-Sexto Encontro (1 h/a aproximadamente)	10
3.1.7-Sétimo Encontro (200 minutos aproximadamente).....	10
3.1.8-Oitavo Etapa (50 minutos aproximadamente).....	11
3.1.9-Nona Etapa (50 minutos aproximadamente)	12
4-Roteiros	12
5-Considerações Finais.....	15
6-Referências.....	16
7 - Anexo A	17
8 - Anexo B	19

1. Introdução

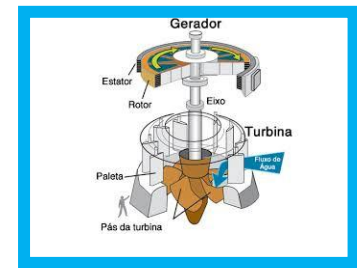


O ensino de Física quando abordado de maneira puramente tradicional, com abuso de fórmulas e transmissão de conceitos, tende a dificultar a construção de significados duradouros. Considerando esse contexto sobre o ensino e a realidade onde se aplicou a intervenção se fez fundamental adotar metodologias que favoreçam a participação ativa do aluno, e que possibilitem estabelecer relações entre os conhecimentos científicos e suas experiências cotidianas.

A proposta que será apresentada neste Produto Educacional surge como uma alternativa didática que buscou integrar a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel à perspectiva da cultura *maker*, valorizando o protagonismo, a experimentação e o aprender fazendo.

A Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) foi desenvolvida com o objetivo de possibilitar uma aprendizagem mais concreta e motivadora sobre o tema geradores elétricos, articulou conceitos teóricos à prática experimental. Essa abordagem, foi baseada na cultura *maker*, visou ressignificar o espaço da sala de aula em um ambiente colaborativo de investigação, onde o aluno participou da construção do processo de aprendizagem, e testou e aprimorou suas próprias ideias, e trabalhou não apenas o conhecimento conceitual, mas também algumas habilidades criativas e socioemocionais.

Com isso, este produto educacional apresenta como proposta uma sequência de atividades estruturadas de modo progressivo, respeitando os princípios de ancoragem cognitiva defendidos por Ausubel relacionadas com práticas “mão na massa” típicas do movimento *maker*. Com esse produto deseja-se os professores da Educação Básica tenham um guia e se sintam interessados em promover uma aprendizagem mais significativa, crítica e engajada no ensino de Física, e assim, as formações dos sujeitos sejam mais ricas e os tornem autônomos, criativos e capazes de compreender os fenômenos científicos que permeiam o seu cotidiano.



2. Fundamentação Teórica

Uma maneira de incentivar e valorizar o protagonismo do aluno é basear-se em vertentes educacionais que multipliquem iniciativas que sejam pautadas em projetos, problemas e metodologias que o intuito seja resolver problemas atuando com base na coletividade colaborativa no desenvolvimento de projetos e, tem-se ainda, a influência do movimento *maker*, que valoriza a cultura do faça você mesmo, estimulando pessoas a se desenvolverem por meio de suas próprias mãos (Raabe, 2016).

Os indícios da cultura *Maker*, surgem na curiosidade das pessoas, no buscar entender como funcionava os equipamentos, faz parte do cotidiano de vários indivíduos. A busca por tentar consertar o equipamento quando deixava de funcionar, a procura do defeito, e quando possível, os consertava (GONÇALVES, Diângelo Crisóstomo *et al.*, 2021). De acordo com Gonçalves *et al.*(2021), por meio da curiosidade, as pessoas praticavam suas habilidades manuais, com seus materiais disponíveis. Alguns fazem dessas habilidades uma profissão e outros hobbies, como uma maneira de “passar o tempo”. Sobre a cultura do “faça você mesmo” (em inglês, Do it yourself – DIY). Brockveld, Silva e Teixeira (2018, p. 57) argumentam que:

Em um nível primário, a cultura do Faça Você Mesmo (DIY – Do It Yourself) traz a ideia do reaproveitamento e/ou conserto de objetos, ao invés do descarte e aquisição de novos. Em uma análise mais profunda, o DIY propõe uma mudança de visão sobre o que significa possuir algo, e sobre os hábitos de consumo incutidos na visão de mundo dominante.

A cultura *maker* é traduzida do inglês do *it yourself*, que pode ser entendido como faça você mesmo, estimulando pessoas comuns a construir, modificar, consertar e fabricar seus próprios objetos com as próprias mãos (Duarte, Sanches, Dedini, 2017). Uma interpretação completa, que trata sobre o movimento *maker*, é proposta por Samagaia (2015, p.2).

O movimento conhecido como “*Makers*” se fundamenta em uma tradição frequentemente revisitada. Trata-se do “Faça você mesmo” ou “Do it Yourself” (DiY) que vem sendo desdobrado em um conceito complementar o “Do it with others” (DiWO). A essência das ações destes coletivos consiste na constituição de grupos de sujeitos, amadores e / ou profissionais atuando nas diferentes áreas ligadas à ciência e a tecnologia, que se organizam com o objetivo de suportar mutuamente o desenvolvimento dos projetos dos seus membros.

Paulo Blinkstein um professor renomado em Stanford e na Universidade de Colúmbia é um dos responsáveis pelo pioneirismo do movimento *maker*, e pelo fato de se trabalhar com estudantes de países em desenvolvimento como Brasil, México, Senegal e Costa Rica, a cultura se espalha, as suas pesquisas são focadas em uso de tecnologias para aprendizagem adaptando

dispositivos sofisticados para as crianças aprenderem ciências e matemática, criando ambientes de aprendizagem construtivos (STANFORD UNIVERSITY, 2018).

De acordo com Blikstein (2020) a ideia do “faça você mesmo” no meio da educação, não é algo novo, alguns educadores como Dewey (1916), Freinet (1998), Montessori (1965) e Freire (2008), já discutiam correntes pedagógicas pautadas na “mão na massa”, com os aparatos da época, como madeira, cartas e etc. Já Papert e seus colaboradores, abordam em uma perspectiva do uso das tecnologias digitais, que tem seu fundamento na construção do conhecimento por meio do engajamento espontâneo do aprendiz com objetos de seu interesse (que cunharam o termo “construcionismo”) (PAPERT, 1986).

3. UEPS

Esta pesquisa foi realizada com a abordagem qualitativa, com a intenção de investigar minuciosamente e mostrar as potencialidades do uso da cultura *maker* atrelada a uma UEPS, tendo como aporte teórico a aprendizagem significativa de Ausubel e o metodológico por meio da cultura *maker*(mão na massa), a fim de proporcionar indícios de uma aprendizagem significativa por parte dos estudantes.

A busca dos dados para esta pesquisa aconteceu na unidade escolar E.E.M José Correia Lima, constituída com estudantes do segundo ano A e B das turmas do turno da manhã, da disciplina eletiva Práticas laboratoriais de Física, nos meses de abril, maio e junho. A turma escolhida é constituída por quarenta alunos. Para a realização da sequência vale ressaltar a necessidade da autorização do núcleo gestor e a disponibilização do número de aulas necessárias.

3.1- Roteiro da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa



3.1.1-Primeiro Encontro

Inicialmente apresentou-se as atividades que seriam desenvolvidas, e como se daria o funcionamento e a implementação na turma, esse primeiro momento teve como objetivo sentir a turma e quais foram as primeiras impressões sobre as atividades que seriam desenvolvidas posteriormente, já que para Ausubel o indivíduo deve estar predisposto a aprender, esse momento serve para entender as ânsias de cada aluno.

Como sugestão, deve-se apresentar em *slides*, para uma melhor visualização do tema e para exploração de recursos visuais que possam prender a atenção dos estudantes.



3.1.2-Segundo Encontro

Nesse segundo momento o intuito foi realizar o levantamento do conhecimento prévio dos alunos, por meio da construção de quatro mapas mentais, em folhas de isopor adesivadas, elas foram adesivadas para poder ser editável e facilitar a reorganização dos conceitos dos alunos, de maneira a provocar mudanças nas estruturas já existentes dos educandos, como defende Ausubel em suas abordagens.

No caso da turma, o total de alunos foram 40, e como a escola tem condições físicas limitadas, dividiu-se em equipes proporcionais, e pelo fato de se ter apenas a sala para realizar essa atividade, o barulho interferiu negativamente nessa etapa, assim, sugere-se em outras oportunidades além da divisão de equipes, uma divisão de espaços para abordagem dessa atividade, para que os alunos possam discutir, refletir e integrar-se de maneira mais confortável e silenciosa.

Para realização desse momento utilizou-se várias canetinhas coloridas, o objetivo de usa-las é já começar a trabalhar os aspectos da cultura *maker*, onde

desenvolve-se criatividade, autonomia e protagonismo, como se estruturar o mapa, quais cores usar e como conectar os conceitos, isso são características da cultura *maker*.

Em cada mapa pré-elaborados com as seguintes perguntas: Como a água de uma usina hidrelétrica se transforma em eletricidade? Como uma pilha consegue gerar eletricidade e fazer um dispositivo funcionar? Como a energia do átomo se transforma em eletricidade em uma usina nuclear? Como o vento pode ser transformado em eletricidade em uma usina eólica? Essas questões funcionaram como organizadores prévios, guiando o pensamento e ativando estruturas cognitivas já existentes. Aqui os alunos relacionaram de forma integrativa novos conceitos às ideias pré-existentes, reorganizaram suas estruturas cognitivas e promoveram uma compreensão inicial dos processos de transformação de energia.



3.1.3-Terceiro Encontro

A turma assistiu ao trecho do filme “Guerra das Correntes”⁵ com duração de 44:03, a abordagem do vídeo foi usada como atividade inspirada na Cultura *Maker*, porque incentivou a curiosidade, a experimentação e a criação de ideias como se abordou no trecho do filme com Edison e Tesla. Já na perspectiva de Ausubel, o vídeo funcionou como um organizador prévio que aos alunos permitiu a relação dos novos conhecimentos sobre sistemas elétricos com suas experiências cotidianas, de maneira a aproximar o tema das vivências que são naturais aos estudantes.

⁵ <https://youtu.be/2CWLk4ImQqM?si=344gcxKcGMFEtqvH>

Após a exibição do vídeo algumas questões foram levantadas, no intuito de debater e construir conhecimento em equipe, que como estratégia pedagógica possibilita a troca de ideias, experiências e diferentes formas de pensar corroborando para uma aprendizagem coletiva. As perguntas são simples, pois, considerou-se o nível dos alunos e a busca por aproximar os estudantes com o tema geradores elétricos, de maneira gradativa o tema irá de afunilando, como preconiza uma UEPS. A partir das seguintes situações problemas com base no filme “A batalha das correntes”, respondam as perguntas abaixo. Segue as perguntas abordadas:

O que foi a batalha das correntes?

Quais são os principais envolvidos na batalha das correntes?

Qual tipo de corrente elétrica cada envolvido defendia?

Quem venceu a batalha das correntes?

Qual é o nome da empresa de Thomas Edison que existe até hoje?

Qual tipo de corrente elétrica utilizamos para distribuir energia para as casas?

O que são e como funcionam os geradores elétricos?

O'Que é Corrente elétrica?

Nas perguntas tem-se uma sequência lógica de construção do conhecimento, que buscou aproximar os estudantes de uma compreensão dos geradores elétricos, com esse vídeo eles foram introduzidos de maneira contextualizada a história da eletricidade, e isso despertou neles a curiosidade e o interesse, assim, funcionou como um organizador prévio sobre energia e eletricidade do dia a dia deles. Todas essas indagações aproximaram o tema “Geradores Elétricos” para uma abordagem mais humana, criativa e ativa. Os estudantes compreenderam não só como a energia foi produzida, mas eles também tiveram acesso ao conhecimento científico e como ele foi construído.



3.1.4-Quarto Encontro

No quarto encontro usou-se uma *data-show* para expor aos estudantes o funcionamento e as aplicabilidades dos geradores elétricos, como se dava os tipos de transmissão de energia em usinas nucleares, hidrelétricas e parques eólicos, buscou-se aproximar o estudante por uma via contextualizada, onde se faça sentido entender o tema e de maneira natural, sem tornar algo arbitrário, além de aproximar os estudantes, buscou-se nesse momento uma compreensão mais geral do tema.

A aula iniciou com uma situação problema (como podemos garantir o fornecimento de energia elétrica para toda população?), assim, os alunos podem trabalhar criticidade e são estimulados a pensar, resolver e assumirem papéis d protagonistas. Os vídeos utilizados na

exposição do conteúdo serviram para despertar nos alunos a curiosidade, princípio da cultura *maker*, e instigá-los a serem criativos.

Os princípios físicos envolvidos ficam mais evidentes quando abordados de maneira visual, através dos recursos audiovisuais, os exemplos apresentados (usinas hidrelétricas, eólicas e nucleares) abordou as vantagens e desvantagens e os possíveis impactos ambientais, além de aumentar gradativo o nível de complexidade do conteúdo, coloca os estudantes frente a tomadas de decisões, eles começam a pensar em soluções para as desvantagens apresentadas.

Nesse e nos demais encontros a avaliação devem ser processual, considerou-se a participação nas discussões, o engajamento nos encontros e a capacidade de explicar com suas próprias palavras.



3.1.5-Quinto Encontro

O quinto encontro aconteceu parcialmente virtual e parcialmente presencial, por meio do *WhatsApp*, possibilitou que os estudantes tivessem ao conteúdo de maneira automática e com linguagem mais dinâmica, como forma de respeitar os ritmos de aprendizagens e oportunizar diversas ferramentas que possam aumentar as chance de se obter indícios de uma aprendizagem significativa.

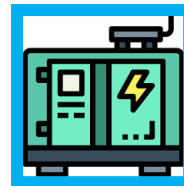
Enviou-se os *links*⁶, e essa estratégia foi usada para articular a teoria com a prática evidenciando a perspectiva *maker* e abordar os geradores de maneira que garantiu o engajamento digital e a construção prévia de significados, novos conhecimentos foram ancorados na estrutura cognitiva dos alunos.

Os alunos trouxeram suas observações e compartilharam em sala, tiraram dúvidas e fizeram comparações entre do diferentes tipos de usinas, nesse encontro eles evidenciaram os elementos que são comuns aos diversos tipos de geração de energia. De maneira surpreendente e com suas próprias palavras, eles falaram sobre o movimento das turbinas, indução eletromagnética e a transformação de energia mecânica em elétrica.

Nesse encontro destaco a interação de alguns alunos que presencialmente são mais tímidos, pelo *WhatsApp* eles participaram de maneira bem ativa, perguntando e opinando sobre o assunto do encontro vigente. Em consonância com a cultura *maker*, a colaboração e o trabalho em equipe foi ponto forte nesse encontro, os alunos dialogaram e compartilharam saberes nessa etapa. O uso das tecnologias como mediador do processo de ensino-aprendizagem favoreceu a

⁶https://youtu.be/KPaPPirOHpl?si=Z_Vc7uZnTmBOeQtL
https://youtu.be/AcUob6D3Gc?si=f69Fy8az8_uubJ6r
https://youtu.be/oaKV_K5GmnE?si=IwLFstzIjOIpZ6li
<https://youtu.be/PHdrLRcOGCA?si=kbBKP6e6DadJKg27O>
https://youtu.be/4vsui60D_IE?si=ZLURp6KzqZj0HM3o

autonomia e a aprendizagem prévia, permitindo que os alunos chegassem ao momento presencial com hipóteses e curiosidades sobre o tema.



3.1.6-Sexto Encontro

Considerando a necessidade de se avançar na complexidade do assunto, dentro das etapas tem-se essa aula expositiva para afunilar o conteúdo, nessa aula explorou-se o funcionamento físico dos geradores e como esses princípios se aplicam nas usinas abordadas na pesquisa, essa aula foi expositiva-dialogada, para o estudante continuar exercendo seu papel protagonista, o início deu-se com a discussões sobre os vídeos enviados no *WhatsApp* e depois mediei como o movimento se transforma em em eletricidade, conduzi os alunos a identificarem imã, bobina e o movimento relativo entre eles(elementos fundamentais em um gerador).

Explicou-se sobre o fluxo magnético em uma espira que gera corrente elétrica induzida, e a conversão da energia mecânica em elétrica no três tipos de usinas e oque tornou mais significativo nessa etapa foi ver os alunos relacionando os conceitos só funcionamentos apresentados nos vídeos, entenderam que o principio do gerador é o mesmo. E para finalizar sugeriu-se por meio de vídeos⁷, algumas maquetes como possibilidades para as equipes desenvolverem, lembrando que deixei claro que eles tinham autonomia para criar e desenvolver a que melhor se adequa-se as realidades das equipes.



3.1.7-Sétimo Encontro

Esse é o momento que os alunos colocam a mão na massa, essa etapa foi desenvolvida em quatro encontros consecutivos de 50 minutos, as construções forma em equipes, e os recursos foram materiais de fácil acesso e recicláveis e (Papelão, isopor, cola quente, fita adesiva, tintas guaches, *led*, motor, tesoura, papel e cola bastão).

As equipes já estavam organizadas, sendo que cada uma ficou responsável por um tipo de usina geradora de energia elétrica(hidrelétrica, eólica ou nuclear), cada equipe já sabia qual maquete iria construir, podendo ser funcional ou representativa. Esse momento considero um dos pilares da UEPS, pois demonstrou a articulação entre a teoria e a pratica de forma realmente concreta.

⁷UsinaNuclear - https://youtu.be/y2YU4N4tbG4?si=LbQv9BjHizua35_0
https://youtu.be/7Cu20yLIE50?si=l_REYp1-szD42P3D
 Eólica - <https://youtu.be/WAfzSYDH6xA?si=cOegV6VPKrHmSm8o>
 Hidreletrica - <https://youtu.be/3-L-gUk0oOY?si=0pMkxIjJGOLZOvdH>

Os alunos vivenciaram o processo de transformação de energia passo a passo e compreenderam os princípios físicos dos geradores elétricos durante as construções das maquetes, e como professor, atuei como mediador, orientei quanto aos elementos físicos presentes em um gerador e as equipes iniciaram as montagens das bases das maquetes, com isopor e papelão, boa parte dos materiais foram reaproveitados e pegos na própria escola. Os alunos nessa etapa da UEPS, imergiram em uma experiência inspirada na cultura *maker*, onde se valorizou o “aprender fazendo”, e a autonomia criativa deles.

Indícios de uma aprendizagem significativa foi o propósito dessa relação entre a cultura *maker* e a teoria de Ausubel, e com isso obteve-se ancoragens de novos conhecimentos as estruturas cognitivas dos alunos, os alunos planejaram, criaram e montaram as maquetes explorando cada funcionalidade do processo, destacando o papel do gerador elétrico.

Para confeccionar a energia eólica, hidrelétrica e nuclear, eles usaram coisas simples e de fácil acesso em suas realidades, a cada passo da construção os alunos experimentaram, testaram algumas hipóteses, resolveram alguns problemas e corrigiram as rotas com ajustes de ideias, sendo essas, características fundamentais da cultura *maker* e que favoreceu a mobilização dos subsunçores de cada estudante, sendo o pesquisador responsável por auxiliar na reorganização cognitiva das ideias, dando novos significados aos conceitos físicos estudados.



3.1.8-Oitavo Encontro

Na oitava etapa, os alunos apresentaram suas maquetes que foram construídas nas etapas anteriores, o objetivo desse momento foi consolidar indícios de aprendizagem significativa outrora percebidos e avaliar a aprendizagem dos estudantes sobre o tema geradores elétricos, observou-se a compreensão, as explicações e a relação dos conceitos físicos estudados nas etapas anteriores. Os grupos apresentaram suas maquetes para os demais colegas da turma e para alguns professores convidados.

Os estudantes mostraram com entusiasmo o funcionamento e descreveram os processos de transformações de energia nas maquetes, enfatizando os princípios físicos dos geradores elétricos. A equipe responsável pela usina eólica de uma forma bem clara apresentou como o movimento das pás impulsionadas pelo vento, aciona o eixo do gerador converte a energia cinética em elétrica, e descreveu todos os materiais usados em sua maquete, simples e de fácil acesso. A condução da equipe trouxe riqueza em detalhes e consolidou o avanço de alguns membros, no falar e na segurança ao repassar o conteúdo.

As ênfases abordadas pelas equipes hidrelétrica e nuclear evidenciaram os indícios de uma aprendizagem significativa, para além da estética das maquetes, houve uma compreensão conceitual e um raciocínio científico trabalhado pelos alunos. Os discursos as demonstrações práticas consolidaram todas as vivências e a efetividade da aplicação da UEPS.

A avaliação da aprendizagem ocorreu de forma qualitativa e processual, e considerou-se os seguintes critérios: criatividade aplicabilidade, compreensão conceitual, significação do conhecimento, clareza e argumentação, protagonismo e colaboração. De forma a entrelaçar o pensamento de Ausubel e os aspectos da cultura *maker* e essa etapa foi fundamental para que os alunos expressassem o que compreenderam e reorganizassem cognitivamente os seus conhecimentos.

3.1.9-Nono Encontro

A avaliação da UEPS foi realizada em sala, com intuito de verificar de fato a efetividade da proposta que foi desenvolvida a partir de teoria de Ausubel em articulação com a cultura *maker*, e assim como no início buscou-se entender como os alunos estavam, no final das vivências é preciso entender a evolução e as marcas deixadas nos alunos, já que esse processo aconteceu em unidade.

Para finalização da intervenção realizou-se uma autoavaliação coletiva sobre todo processo de aprendizagem, por meio de uma roda de conversa os alunos e o professor relataram o que aprenderam ao longo das etapas, a necessidade de dar significado ao conteúdo visto em sala, o engajamento na construção, como a cultura *maker* contribuiu para o aprendizado mais concreto e as dificuldades que foram encontradas e solucionados em equipes.

Ao considerar as contribuições de todos, tem-se à luz da teoria de Ausubel quando atrelada a cultura *maker*, uma pesquisa efetiva e significativa, onde de fato aconteceu a ancoragem em subsunçores prévios e uma reconstrução cognitiva dos conceitos físicos abordados em geradores elétricos. Essa etapa verificou a eficácia pedagógica da intervenção e identificou possibilidades de aprimoramento, sendo essas: um espaço mais amplo, um ambiente mais ventilado, menor número de alunos e maiores cargas horárias para a disciplina de Física.

4-Roteiros

É necessário detalhar como aconteceu todos os momentos, os alunos foram de turmas de segundos anos da escola, e a intervenção aconteceu em uma eletiva chamada(Física

Laboratorial), por a carga horaria ser maior e a temática se encaixar com a eletiva, as turmas são compostas por mais ou menos 43 alunos, cada, e a eletiva funciona com a mesclagem dessas turmas, de modo a ficar metade em uma eletiva e metade em outra, assim, em todos os horários das eletivas os estudantes se juntaram em uma sala e participaram da intervenção .

Os materiais usados para o desenvolvimento da intervenção foi: papelão, isopor, cola quente, cola de isopor, tesoura, *led*, motorzinho, tinta *guache*, papel, cartolina, algodão, palito de churrasco, fita adesiva, pincel, vídeos, *whatsapp*, slides, ventiladores, pilhas e baterias.

O passo a passo para construção das maquetes foi:

- Levantamento do conhecimento prévio do tema geradores elétricos.

Esse passo consistiu em diagnosticar o que os alunos já sabem sobre o tema “Geradores Elétricos”. Esse levantamento foi realizado por meio de discussões e construção de mapas mentais coletivos. Essa etapa permitiu identificar subsunçores existentes e direcionou o planejamento das atividades seguintes.

- Problematização com o tema.

Em seguida, foi proposto questões-problema que despertaram a curiosidade e promoveram a reflexão dos estudantes, tais como:

“Como a energia mecânica pode ser transformada em elétrica?”

“De que forma uma usina hidrelétrica ou eólica gera eletricidade?”

Essa etapa estimulou a motivação intrínseca e estabeleceu o contexto significativo para o estudo.

- Instigar a criticidade dos alunos;

Utilizou-se recursos audiovisuais, como o filme *A Guerra das Correntes*, *slides* explicativos e vídeos curtos sobre diferentes tipos de usinas. Esses materiais funcionaram como organizadores prévios, e permitiu a conexão entre o conteúdo científico e situações reais do cotidiano, de modo que os alunos pudessem refletir de forma crítica sobre as diversas formas de produção de energia.

- Trabalhar a autonomia dos estudantes.

A construção das maquetes tornou os estudantes mais ativos no processo de aprendizagem, em cada etapa, eles assumiram o papel de protagonistas em momento de validações de hipóteses, em criticar formas de consumo de energia e resolução de problemas.

- Escolhas das maquetes

Os estudantes selecionaram os tipos de usinas geradoras de energia elétrica (hidrelétrica, eólica ou nuclear) que iriam representar por meio de uma maquete funcional ou representativa.

Esse momento marcou a transição entre a construção conceitual, que foi trabalhada anteriormente, e a aplicação prática do conhecimento que é uma característica essencial da cultura *maker*.

- Levantamento dos materiais;

Depois que cada equipe definiu as maquetes e o como iriam iniciar os projetos, os grupos fizeram o levantamento dos materiais necessários para a construção das representações das usinas geradoras de energia elétrica. O objetivo foi desenvolver a autonomia, o senso de responsabilidade e a capacidade de organização dos alunos, e em paralelo promoveu reflexões sobre sustentabilidade e reaproveitamento de recursos, pilares fundamentais da cultura *maker*.

- Construção da maquete em paralelo com o trabalho da criatividade dos alunos.

Aqui, os alunos colocaram a “mão na massa”. Utilizaram materiais simples e de baixo custo, esse momento representou o ápice da proposta didática, pois materializou a integração entre teoria e prática e concretizou o princípio do “*aprender fazendo*”, essencial à cultura *maker*. Aqui, os estudantes transformam o conhecimento adquirido nas etapas anteriores em produções tangíveis, aplicando conceitos físicos de forma criativa, colaborativa e significativa. Durante a atividade, os estudantes testaram hipóteses, fizeram ajustes e interagiram entre si, em um ambiente colaborativo.

- Problematização durante o processo

A problematização aconteceu durante todo processo das construções das maquetes, e não em um momento isolado. Essa abordagem buscou estimular o pensamento crítico e reflexivo, e conduziu os estudantes à investigação dos fenômenos físicos envolvidos e a buscar de soluções para os desafios encontrados durante a execução do projeto.

- Apresentação das maquetes;

Os grupos apresentaram suas maquetes aos colegas e à comunidade escolar, explicaram o funcionamento, as transformações de energia envolvidas e os princípios físicos observados nos geradores elétricos. Essa etapa favoreceu a expressão oral, argumentação científica e valorização do protagonismo estudantil. Como sugestão, recomendo avaliar aspectos como: clareza conceitual, criatividade, aplicabilidade e trabalho em equipe.

- Observação da evolução da ancoragem de conhecimentos na estrutura cognitiva dos alunos.

Essa etapa constituiu momentos de avaliações, onde se considerou indícios de aprendizagem significativa ao longo do processo, e reflexões sobre o desenvolvimento da pesquisa. A teoria de Ausubel serviu como aporte teórico para compreender como os novos

conhecimentos foram incorporados às estruturas cognitivas prévias dos alunos.

Durante as atividades práticas e discussões, realizou-se registros sistemáticos sobre o desempenho dos grupos, em todo tempo observando indícios como: uso adequado da terminologia científica, explicações coerentes sobre os fenômenos observados, capacidade de aplicar os conceitos em novas situações e integração de ideias discutidas em etapas anteriores. Esses indicadores revelaram o grau de significação da aprendizagem e a efetividade da proposta didática.

Cada etapa de elaboração das maquetes tem uma intencionalidade, e deve-se instigar os alunos a colaborativamente repensar ideias, reelaborar conceitos e despertar a criatividade e criticidade dos envolvidos, dentro das possibilidades de cada pesquisa.

5-Considerações Finais

A UEPS sobre os geradores elétricos fundamentada na teoria da aprendizagem significativa e nos princípios da cultura *maker*, tem grande potencial em integrar teoria e prática em um processo de ensino dinâmico, colaborativo e contextualizado. Diante disso, ao longo das etapas propostas, observou-se que os estudantes se mostraram mais engajados, curiosos e participativos, evidenciando indícios de uma aprendizagem significativa na medida em que conseguiram relacionar novos conceitos às suas experiências e reformular suas concepções iniciais.

Aos leitores desse produto, afirmo com base no desenvolvimento dessa pesquisa, a vivência do “aprender fazendo”, garantiu o desenvolvimento da autonomia e do protagonismo estudantil, e estimulou a criatividade, o pensamento crítico e a capacidade de resolução de problemas. As construções das maquetes funcionais representaram não apenas uma atividade prática, mas um momento de consolidação conceitual, no qual os alunos puderam compreender de forma concreta os princípios físicos envolvidos nos geradores elétricos e nas transformações de energia.

Por fim, este produto educacional funciona como um recurso didático que pode ser adaptado e replicado por outros professores, observando as especificidades de cada contexto escolar. Sua implementação demonstrou que é possível articular os fundamentos teóricos de Ausubel com metodologias ativas como a cultura *maker*, e potencializou o ensino de Física e promoveu uma aprendizagem mais significativa, criativa e conectada com as demandas contemporâneas da educação científica.

6-REFERÊNCIAS

BLIKSTEIN, Paulo; WORSLEY, Marcelo. Crianças não são hackers: Construindo uma cultura de ideias poderosas, aprendizado profundo e equidade no movimento maker. In: **Makeology** . Routledge, 2016. p. 64-80.

BROCKVELD, Marcos Vinícius Vanderlinde; SILVA, MR da; TEIXEIRA, Clarissa Stefani. A cultura maker em prol da inovação nos sistemas educacionais. **SOUZA, MV DE (ORG.). Educação Fora da Caixa: Tendências Internacionais e Perspectivas sobre a Inovação na Educação. São Paulo: Blucher**, v. 4, p. 55-66, 2018.

DUARTE, A. S., SANCHES, R. A., DEDINI, G. F. Do movimento maker a customização em massa: O uso das tecnologias da informação e comunicação na indústria têxtil e de confecção, 2017. **11h Congresso Brasileiro de Inovação e Gestão de Desenvolvimento do Produto**, pages 1–10. Disponível em: <<https://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/do-movimento-maker-customizao-em-massa-o-uso-das-tecnologias-da-informao-e-comunicao-na-indstria-txtil-e-de-confeco-27555>> Acesso em: 03 jan. 2025.

GONÇALVES, Diângelo Crisóstomo *et al.* **O ensino de física: um olhar para a educação Maker**. 2021.

KAFAI, Y. B. (ed.). **Makeology: makerspaces as learning environments**. New York: Routledge, 2016. v. 1, p. 64-79.

RAABE, André Luís Alice; SANTANA, André Luiz Maciel; BURD, Leo. Lite Maker: Uma estação móvel que possibilita transformar a sala de aula em espaço maker. In: **1ª Conferência FabLearn Brasil**. 2016.

SAMANGAIA, R; NETO, D. D. Educação científica

STANDFORD UNIVERSITY. Paulo Blikstein. Disponível em: <<https://lemanncenter.stanford.edu/people/paulo-blikstein>> 2018. Acesso em: 08/01/2025.

Anexo A**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Estimado Diretor, _____

Por este meio informamos o desenvolvimento da pesquisa “O USO DA CULTURA MAKER NO ENSINO DE GERADORES ELÉTRICOS”. A pesquisa está sendo realizada pelo professor Francisco Nilson Oliveira de Souza, aluno do Ensino de Física do Programa de Pós-Graduação em Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Universidade Regional do Cariri (URCA). O objetivo geral é aplicar e verificar a efetividade de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) fundamentada na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, integrada a aspectos da cultura *maker* em sala de aula de turmas da Educação Básica.

Ressaltamos que a sua colaboração é fundamental para o desenvolvimento desta pesquisa, pois possibilitará a aplicação, análise e avaliação da UEPS, garantindo dados significativos sobre a prática pedagógica. Esclarecemos que a identidade dos alunos em nenhum momento será divulgada, como forma de preservar a identidade dos envolvidos na pesquisa.

Quando for necessário exemplificar determinada situação, a privacidade dos mesmos será assegurada uma vez que mantereí o nome dos alunos em segredo. Os dados coletados serão utilizados apenas NESTA pesquisa e os resultados serão publicados em eventos e/ou revistas científicas.

A participação é voluntária e a qualquer momento você pode desistir de autorizar a participação do estudante e pedir para retirar o seu consentimento, seja antes ou depois da coleta de dados, independentemente do motivo e sem nenhum prejuízo ao estudante. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição.

A sua participação no estudo não traz riscos e nem complicações legais. O benefício será a contribuição da pesquisa para fortalecer o campo de estudos científicos que tratam sobre o ensino de Física, particularmente sobre as contribuições da cultura *maker* no ensino dessa disciplina na Educação Básica. O estudante não terá nenhum tipo de despesa para participar desta pesquisa, bem como nada será pago por sua participação.

Você receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone e o endereço do pesquisador, podendo tirar suas dúvidas sobre a pesquisa e sobre a sua participação, agora ou a qualquer momento.

Após estes esclarecimentos, solicito abaixo o seu consentimento de forma livre para autorizar a participação dos estudantes nesta pesquisa.

Anexo B**CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Tendo compreendido a temática, os objetivos, a forma como será desenvolvida a pesquisa, a minha colaboração no estudo, e estando consciente dos riscos e dos benefícios que a participação do estudante implica, concordo em autorizar a participação dos estudantes na pesquisa e para isso eu dou o meu consentimento livre e esclarecido.

Várzea Alegre-CE, 12 de fevereiro de 2025.

NOME COMPLETO DO DIRETOR

FRANCISCO NILSON OLIVEIRA DE SOUZA

Pesquisador

CONTATOS DO PESQUISADOR:

ENDEREÇO: Rua 13 de maio, 125, Centro, Várzea Alegre – CE. CEP 63.540-000;

CELULAR: (88) 99474-5309

E-MAIL: nilson.oliveira@urca.br