

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**

**Thiago Coimbra de Gusmão**

**As potencialidades de um experimento controlado remotamente  
sobre o tema energia renovável: uma análise da percepção de  
estudantes de um curso de licenciatura em Física em fase final de  
formação**

ITAJUBÁ

2024

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**

**Thiago Coimbra de Gusmão**

**As potencialidades de um experimento controlado remotamente  
sobre o tema energia renovável: uma análise da percepção de  
estudantes de um curso de licenciatura em Física em fase final de  
formação**

Dissertação submetida à banca geral examinadora  
como requisito para obtenção do título de mestre em  
Educação em Ciências pelo Programa de Pós-  
Graduação em Educação em Ciências da  
Universidade Federal de Itajubá.

Área de concentração: Educação e Tecnologia

Orientador: *Prof. Dr. Thiago Costa Caetano*

Coorientador: *Prof. Dr. Mikael Frank Rezende Junior*

ITAJUBÁ

2024

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**

**Thiago Coimbra de Gusmão**

**As potencialidades de um experimento controlado remotamente  
sobre o tema energia renovável: uma análise da percepção de  
estudantes de um curso de licenciatura em Física em fase final de  
formação**

Dissertação submetida à banca geral examinadora como requisito para obtenção do título de mestre em Educação em Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências da Universidade Federal de Itajubá.

**BANCA EXAMINADORA:**

Prof. Dr. Thiago Costa Caetano (Orientador)

Prof. Dr. Mikael Frank Rezende Junior  
(Coorientador)

Prof. Dr. Alex Lino (Avaliador externo)

Prof. Dr. João Ricardo Neves da Silva (Avaliador interno)

ITAJUBÁ

2024

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao Deus criador que me manteve com vida, permitiu, assim como me capacitou, a finalizar os estudos.

Agradeço a toda minha família, meu pai, Joab, minha mãe, Anamarcia, meus irmãos, Anneleise e Emanuel, e em especial minha esposa, Jhosiane, que durante o tempo de estudos conseguiu superar vários desafios quando houve a necessidade de minha ausência em casa, amparando e sustentando nossos filhos, Noah e Oliver (este que nasceu no decorrer da formação).

Agradeço á Universidade Federal de Itajubá, que é também meu atual local de trabalho, onde estou cursando o mestrado.

Meus agradecimentos a diretora do Instituto de Física e Química, Geise Ribeiro, que em todo momento foi compreensiva com meus estudos, me apoiando sempre que possível a não desistir, assim como agradeço também todo os técnicos administrativos, sejam eles colegas de trabalho direto ou indireto, que também me prestaram apoio a todo momento.

Agradeço a todos os professores os quais participaram de minha formação, seja com a ministração de aulas ou com discussões nos períodos de pós-aula, dos quais gostaria de destacar o professor Luciano Fernandes, que abriu minha mente em pequenas conversas durante intervalos e cafés, clareando e indicando caminhos para meu trabalho de pesquisa, e o professor João Ricardo, que em todas nossas conversas sempre me apoiou a continuar apresentando um novo ponto de vista que deixava, quase tudo, mais simples.

Agradeço a todos alunos e professores do grupo de estudo TecDec, pelos debates proporcionados, dos quais não foi possível que eu participasse ativamente, mas que me ajudaram a aprofundar meus conhecimentos no campo das tecnologias na educação.

Meus mais sinceros agradecimentos ao meu orientador, Thiago Costa Caetano, e ao meu coorientador, Mikael Frank Rezende Júnior, que desde o início me incentivaram e me apoiaram com críticas muito bem colocadas, fossem elas duras ou não, com elogios sinceros e até mesmos com conversas distraídas sobre assuntos diversos.

Agradeço à toda equipe do Laboratório Remoto por todo apoio durante o desenvolvimento desta pesquisa e pelo empenho em manter o laboratório com um alto padrão de desenvolvimento, temos a melhor equipe de desenvolvimento de experimentos remoto.

Agradeço a minha colega de linha de pesquisa, Jade Carvalho, pelos momentos de café da manhã separados para conversas aleatórias. Conversas essas que me instigaram a querer aprender mais sobre o campo da educação, que ajudaram na construção deste texto e que nos divertiram nos momentos mais tensos da pesquisa.

Por fim agradeço também a CAPES e ao CNPq pelo fomento ao Laboratório Remoto da Universidade Federal de Itajubá.

## RESUMO

Este trabalho tem como proposta traçar um perfil dos licenciandos que se encontram em fase final de formação buscando identificar qual o contato que tais alunos têm com as TDIC (Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação) durante sua formação, assim como as compreensões que apresentam sobre o que são essas tecnologias, e sobre a necessidade da inserção das TDIC como uma ferramenta para o professor no currículo dos licenciandos. Foi desenvolvido um experimento no qual é demonstrada a conversão de energia luminosa em energia elétrica e realizada entrevistas semi-estruturadas com a finalidade de identificar quais as percepções de tais alunos de experimento remoto com o tema energia. Os dados demonstram que inicialmente a compreensão da tecnologia é exclusivamente por meio de dispositivos digitais, e que essa compreensão vai se ampliando durante o curso de licenciatura em Física em suas disciplinas que envolvem tecnologias. Ainda, foi possível também perceber que há necessidade de uma melhor implementação das TDIC na formação dos alunos de maneira que a tecnologia possa ser utilizada como uma ferramenta efetiva para o ensino, uma vez que essa contribui com o processo de ensino. Quando apresentados ao experimento que foi desenvolvido, o interesse e o entusiasmo demonstrado pelos licenciandos com a possibilidade da aplicação do experimento em sala de aula é notório.

Palavras chave: Experimento Remoto; Laboratório Remoto; Energia; Educação e Tecnologias

## **ABSTRACT**

This work aims to draw a profile of undergraduate students who are in the final phase of their training, seeking to identify what contact these students have with TDIC during their training, as well as the understandings they present about what these technologies are, and about the need to include TDIC in the curriculum. An experiment was developed in which the conversion of light energy into electrical energy was demonstrated and semi-structured interviews were carried out with the purpose of identifying the perceptions of such students regarding a remote experiment with the theme of energy. The data demonstrate that initially the understanding of technology is exclusively related to digital devices, and that this understanding expands during the course. There is still a need for better implementation of TDIC in student training so that technology can be used as a teaching tool, as it contributes to the teaching and learning process. When presented with the experiment that was developed, the interest and enthusiasm shown by the undergraduates in applying the experiment in the classroom is notable.

**Keywords:** Remote Experiment; Remote Laboratory; Energy; Education and Technologies

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Conservação de energia em uma partícula durante sua trajetória em um plano bidirecional. ....	12
Figura 2: Emissão de um fóton no modelo atômico de Bohr .....	13
Figura 3: Gráfico e modelo de máquina térmica que representa o ciclo de Carnot. ....	14
Figura 4: Interior do experimento desenvolvido .....	37
Figura 5: Suporte desenvolvido para a placa voltaica do experimento. ....	38
Figura 6: Placa de circuito impresso para controle do experimento desenvolvido. ....	39
Figura 7: Esquemático da placa de circuito impresso desenvolvida .....	40
Figura 8: Placa solar nas posições de a) 0° e b) 45° .....	43
Figura 9: Interface para o usuário do experimento.....	45
Figura 10: Categorização para análise.....	53
Figura 11: Experimento denominado Processos Radioativos do Laboratório Remoto da UNIFEI .....	77



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Perfil dos sujeitos .....	55
Quadro 2: Proposta de categorização .....	60
Quadro 3: Descrição das subcategorias da categoria experimentos na formação .....	61
Quadro 4: Descrição das subcategorias da categoria Tecnologia.....	64
Quadro 5: Descrição das subcategorias da categoria Experimentação remota .....	69

## LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1: Momento angular do elétron.....	13
Equação 2: Fluxo de radiação luminosa.....	42
Equação 3: Fluxo solar .....	42

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

TDIC	Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação
TIC	Tecnologias da Informação e Comunicação
LR	Laboratórios Remotos
IFQ	Instituto de Física e Química
UNIFEI	Universidade Federal de Itajubá

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>5</b>
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>11</b>
2.1. O TEMA ENERGIA	11
2.2. ASPECTOS DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS	21
2.3. AS TECNOLOGIAS COMO UM RECURSO PARA O ENSINO	24
2.4. LABORATÓRIOS VIRTUAIS	27
2.5. LABORATÓRIOS REMOTOS	28
2.6. O DESENVOLVIMENTO DE LABORATÓRIOS REMOTOS	31
2.7. O LABORATÓRIO REMOTO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ	32
2.8. PROPOSTA DO TRABALHO	33
<b>3. O EXPERIMENTO DESENVOLVIDO</b>	<b>37</b>
3.1. O EXPERIMENTO	37
3.2. O CONCEITO	40
3.3. UTILIZAÇÃO	44
<b>4. PROCEDIMENTOS DE PESQUISA</b>	<b>47</b>
4.2. COLETA DE DADOS	48
4.3. ANÁLISE DOS DADOS	50
<b>5. ANÁLISES E DISCUSSÕES</b>	<b>53</b>
5.1. PERFIL DOS SUJEITOS	54
5.2. PERCEPÇÕES DOS LICENCIANDOS	60
5.2.1. <i>Formação</i>	61
5.2.2. <i>Tecnologia</i>	64
5.2.3. <i>Experimentação remota</i>	68
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>80</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>83</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Diversos conceitos em Física são considerados desafiadores sob a óptica do ensino, pois geralmente referem-se a conceitos abstratos. Esse é o caso, por exemplo, do conceito de energia e dos processos nos quais este conceito possui um papel central, como os processos de transformação de energia. É importante mencionar, entretanto, que as dificuldades relacionadas ao ensino do tema não limitam-se a fatores intrínsecos apenas, mas também incluem fatores como: i) a falta de preparo dos professores; ii) inadequações do material didático disponível; iii) carga horária insuficiente para ministrar o conteúdo; iv) lista de conteúdo extensa e rígida; v) deficiências relativamente ao conhecimento prévio dos estudantes e, vi) dificuldade matemática (MORAIS; GUERRA, 2013, p.01).

O conceito de energia é tradicionalmente apresentado aos estudantes com uma abordagem didática direta, sem considerar fatores importantes, como o seu conhecimento prévio. Esse fator é particularmente importante, pois costuma existir grande confusão entre os conceitos de força e de energia entre os estudantes. Outro fator que é normalmente ignorado nas abordagens diretas consiste no fato de que os estudantes têm dificuldade em perceber o conceito de energia em um contexto mais amplo, que transcende os limites da Física e está presente em diversas outras áreas, como a Química e Biologia (Lino, 2016).

Uma estratégia que tem sido bastante empregada com o objetivo de promover a aprendizagem significativa de temas considerados desafiadores refere-se à utilização de atividades práticas – simulações, análise de vídeos, experiências de baixo custo e principalmente experiências tradicionais em laboratório. Mas, como se pode antecipar, a construção, manutenção e utilização de experimentos voltados para esses temas oferecem desafios igualmente significativos. Há de se considerar o custo dos equipamentos e insumos, o local para abrigá-los adequadamente, pessoal técnico para auxiliar em sua montagem, manipulação e em operações logísticas, formação para os professores, entre muitos outros aspectos.

Muitas são as contribuições da experimentação no ensino, que podem partir de atividades de verificação de modelos teóricos ou de demonstração, até atividades de observação e experimentação de natureza investigativa (Araújo; Abib, 2003). Porém a Física que é ensinada nas escolas do Brasil apresenta características predominantemente

teóricas, o que pode ser inferido a partir de livros didáticos (Neto; Parente, 2018), indiciando de forma ainda mais contundente a necessidade existente da realização de experimentos, já que são amplamente discutidos e apontados como instrumentos capazes de gerar aprendizagem significativa por meio de observação e da manipulação dos objetos.

Com respeito à realização de experimentos, constitui um equívoco bastante comum pensar que se tratam apenas daqueles realizados em laboratório, sobre bancadas equipadas e em ambientes controlados. Todavia, isso não é verdadeiro. A experimentação pode acontecer também em diferentes lugares, sejam eles formais, como laboratórios de ensino didático tradicional, laboratórios virtuais e laboratórios remotos, assim como também em ambientes não-formais como em praças, residências e centros de ciências.

Considerando os laboratórios virtuais e remotos, tais possibilidades de uso se apresentaram devido à evolução que ocorreu gradualmente com as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC). Esse tipo de recurso apresenta o potencial para ampliar o acesso aos experimentos, pois os utilizadores podem fazê-lo por meio de uma interface disponível na *internet*, podendo ser acessível em diversos lugares do planeta e em qualquer momento do dia – isso em condições ideais, é claro. As experiências realizadas em laboratórios físicos, por outro lado, impõem alguns limites, sejam eles de tempo, geográficos, de logística, entre outros.

O advento dos experimentos remotos se deu por fatores como a necessidade de superar barreiras geográficas e temporais, possibilitando a realização dos experimentos por alunos de diferentes locais e horários, assim como a redução de custos associados aos experimentos tradicionais, como as manutenções e compra de materiais, que incentivou a busca por alternativas mais econômicas e sustentáveis. Especialmente durante o período pandêmico, nos anos de 2021 e 2022, também se percebeu que podem existir outros tipos de barreiras, como o isolamento social, por exemplo, para as quais a possibilidade de realização de experimentos à distância representa uma excelente alternativa.

A experimentação remota oferece várias contribuições para o ensino, incluindo a possibilidade de explorar conceitos de forma mais elaborada, sem as limitações de tempo e logística associadas a laboratórios presenciais. Isso permite que os professores desenvolvam sequências didáticas mais flexíveis e que os estudantes repitam procedimentos, aprendam com erros e modifiquem seus métodos investigativos.

Essa abordagem pode contribuir para a formação do sujeito de várias maneiras. Em primeiro lugar, a repetição de procedimentos e a análise de resultados permitem que os estudantes se aproximem dos métodos e procedimentos científicos, desenvolvendo habilidades críticas e reflexivas. Além disso, a possibilidade de repetir experimentos e aprender com erros é fundamental para o desenvolvimento do pensamento crítico e da capacidade de resolução de problemas (Araújo; Abib, 2003; Benedet; Medeiros; Roque, 2019).

A experimentação remota também permite que os professores adaptem suas estratégias didáticas às necessidades individuais dos estudantes, tornando o ensino mais personalizado e eficaz. Ademais, a repetição de procedimentos e a análise de resultados ajudam a desenvolver habilidades investigativas, como a capacidade de formular hipóteses, coletar dados e analisá-los. Essa abordagem permite que os estudantes sejam mais próximos dos métodos e procedimentos da ciência, o que pode aumentar sua motivação e interesse em aprender (Lima *et al.*, 2013).

A utilização de experimentos virtuais e/ou remotos despertou, portanto, o interesse como uma ferramenta para o professor no ensino, tanto na educação tradicional quanto na educação a distância, e ganhou destaque no ensino durante a pandemia da COVID-19 (Cardoso; Takahashi, 2011; da Silva *et al.*, 2013; Herrera; Triana; Mesa, 2020; Matarrita; Soto, 2020). Logo, esta pesquisa busca identificar a percepção que estudantes de licenciatura em Física, em fase final de formação, apresentam sobre as TDIC aplicadas a um experimento didático que pode ser controlado remotamente e que trata do tema energia.

Podemos definir Laboratórios Remotos (LR) como aqueles que utilizam de equipamentos e instrumentos reais, que passam por um processo de automatização e que podem ser acessados, controlados e monitorados por meio da *internet* em tempo real (Cardoso; Takahashi, 2011; Caetano, 2021; Caetano *et al.*, 2022). Logo, como o utilizador se depara com um sistema real, deve ser considerado também que o experimento de LR estão suscetíveis a falhas e erros devidos a fatores ambientais e instrumentais, que devem ser considerados nas análises investigativas, sistemáticas, estatísticas entre outras que são pertinentes ao desenvolvimento de habilidades e competências que normalmente são associadas à experimentação em um laboratório didático tradicional.

A utilização de LR promove a democratização e viabiliza o acesso a laboratórios reais, independente de situações externas como demonstrado na pandemia de COVID-19 (Caetano *et al.*, 2022), assim como no ensino a distância, o que demonstra a potencialidade dos LR (Tulha; Carvalho; Coluci, 2019; Silva *et al.*, 2020). Outra potencialidade para a qual pesquisas recentes têm apontado refere-se as possibilidades que atividades experimentais trazem com respeito à modificação, ressignificação de concepções alternativas (Araújo; Abib, 2003; Luciano; Altoe Fusinato, 2018) entre os estudantes. Práticas pedagógicas centradas em atividades práticas, envolvendo a manipulação de objetos parecem ter grande potencial para construção de conceitos cientificamente validados, os quais, muitas vezes, acabam por se tornarem parte do perfil epistemológico dos estudantes (Bachelard, 1996), permitindo que eles afirmem a validade de suas concepções alternativas. Essas práticas, de acordo com o papel que elas conferem aos estudantes, possibilitam que cada indivíduo incorpore o novo conhecimento de forma mais dinâmica, adequando-se aos seus conhecimentos prévios (Moreira, 2018).

As pesquisas no campo do Ensino de Ciências enfatizaram ao longo das décadas de 70 e 80 apenas aspectos negativos do intitulado conhecimento prévio dos alunos e atribuíam a dificuldade de aprendizagem dos alunos a essas ideias não-científicas (Smith; diSessa; Roschelle, 1993). Esse conhecimento prévio dos estudantes tem sido reavaliado tanto no campo da pesquisa quanto no do ensino de ciências. Segundo Khan (2018), promover a modificação das concepções não científicas dos alunos, sejam elas intuitivas ou alternativas poderia, ser uma estratégia utilizada como um ponto de partida para o desenvolvimento de novas compreensões.

Porém, pesquisas também mostraram que essa série de ideias alternativas que os alunos possuem são pessoais, fixas e difíceis de serem alteradas e indicam a teoria da equilibração de Piaget como uma importante contribuição para essa questão dos conceitos prévios (Valadares, 1995). Segundo essa teoria, a equilibração é parte de um processo individual acionado quando um novo conhecimento entra em conflito com um conhecimento já existente fazendo com que o sistema cognitivo produza uma série de construções compensatórias conduzindo a um novo equilíbrio (Piaget, 1977; Nussbaum, 1983).

Assim, considerando que os alunos podem apresentar concepções alternativas e possuir um conhecimento prévio sobre os conceitos a serem estudados, é necessário que sejam confirmados ou confrontados de maneira correta, buscando desenvolver o



pensamento científico para que então aconteça a revisão e reconstrução de modelos explicativos que se aproximem ao máximo de modelos científicos aceitos.

Nesse sentido, um dos conceitos que representa um desafio no momento de ensinar e para sua compreensão trata do conceito de energia. Ao realizar uma análise do conceito de energia, Bunge (2000), aponta que, da forma como geralmente é apresentado nos livros didáticos e da maneira como o conceito é ensinado, o conteúdo é abstrato e pouco informativo. Ainda, é também considerado como uma teoria complexa e difícil de ser ensinada por ser utilizada em diferentes disciplinas, sendo que em cada uma delas o conceito apresenta aspectos diferentes. Outro fator que também contribui para essa dificuldade refere-se e ao fato de que ele comumente aparece associado a palavras como força, resistência, potência, trabalho, movimento entre outros, conforme apontado por Barbosa e Borges (2006), em concordância com Solomon (1992).

Dadas algumas das contribuições que atividades experimentais oferecem para o ensino e os desafios que existem para a instalação e manutenção de equipamentos e laboratórios na maioria das escolas, experimentos controlados remotamente parecem ser uma alternativa interessante, que combinam a elementos da experimentação tradicional e a tecnologia em prol do ensino prático. Naturalmente, nosso olhar volta-se agora para o professor que está sendo formado e colocam-se os seguintes questionamentos: a) o professor percebe os experimentos remotos como um recurso que pode auxiliá-lo no ensino de temas desafiadores como é o caso do tema energia? Esse tipo de tecnologia é algo que pode ser compreendida facilmente por esse profissional? Eles consideram que os resultados provocados pelo uso desse tipo de recurso são satisfatórios? Tendo isso em vista, esta pesquisa propõe analisar a percepção de estudantes de licenciatura em Física que se encontram em fase final de formação com respeito às potencialidades e as limitações associadas a um experimento controlado remotamente sobre o tema energia renovável.

O experimento que será empregado nesta pesquisa foi projetado, desenvolvido e implementado no Laboratório Remoto de Ciências da Unifei. Procedeu-se a uma breve revisão da literatura, buscando identificar experimentos semelhantes. Embora alguns resultados próximos tenham sido encontrados, nenhum possui as mesmas características do experimento que foi desenvolvido, sendo que seu principal diferencial deve-se ao fato de que é um experimento portátil, que pode ser controlado remotamente e cujo acesso é

irrestrito, e possui um caráter didático – algo que foi levado em conta durante o seu desenvolvimento.

Este trabalho se inicia explicando a importância do entendimento do conceito de energia e suas diversas aplicações, bem como a relevância das atividades práticas no ensino, especialmente considerando o uso cada vez mais frequente da tecnologia em experimentos. Também discutimos o que são laboratórios virtuais e remotos, e como está o desenvolvimento desses tipos de laboratórios atualmente. Em seguida, apresentamos o laboratório remoto de ensino da Universidade Federal de Itajubá, onde foi desenvolvido o experimento mencionado neste trabalho.

Depois, detalhamos o experimento em si, explicando os conceitos utilizados e como a movimentação da célula solar possibilita discussões sobre a teoria. Demonstramos também a utilização do experimento, possibilitando a utilização do experimento por alunos e professores externos a UNIFEI.

Em seguida, descrevemos como foram coletados e analisados os dados das entrevistas com os participantes, e discutimos o resultado, que incluem as percepções dos licenciandos sobre a importância das TDIC em atividades práticas durante sua formação e o uso destas inseridas no contexto de experimentação remota como uma ferramenta de ensino para o professor.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1. O tema energia**

Esta pesquisa tem como objetivo analisar a percepção de estudantes de licenciatura em Física de um curso presencial de uma universidade pública brasileira em relação às contribuições que as TDIC, quando aplicadas a um experimento controlado remotamente, podem oferecer para o ensino do tema energia, suas potencialidades e suas limitações. Iniciaremos essa seção com uma breve discussão sobre a importância do tema energia para o ensino da Física e para o Ensino de Ciências de uma forma geral, acreditando que isso possa contribuir para elucidar certos aspectos da pesquisa para o leitor, bem como justificar a escolha do tema.

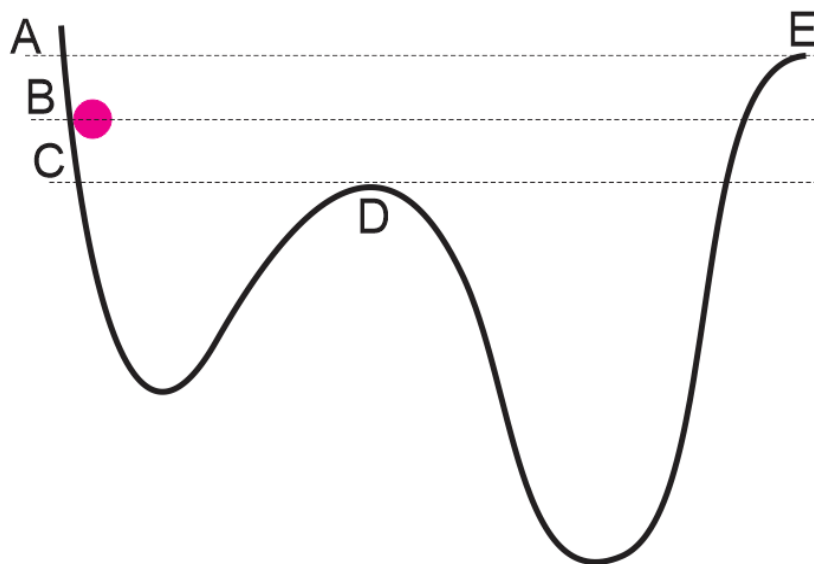
Souza (2015) aponta que o conceito de energia é considerado central no ensino devido ao fato de que o termo é empregado de forma recorrente em diversos conteúdos em todas as áreas das ciências. Considerando a Física de modo particular, o autor salienta que o conceito de energia é fundamental, já que muitos modelos e teorias estão alicerçados neste conceito.

Para exemplificar esse ponto, vamos considerar o campo da mecânica no ensino de Física. O conceito de energia nesta área desempenha um papel fundamental na análise de problemas que estão relacionados à dinâmica, em particular o princípio da conservação de energia. Este princípio afirma que a energia total de um sistema isolado deve permanecer constante ao longo do tempo, em que a energia não é criada e nem destruída, mas transformada entre uma forma e outra. A partir deste princípio é possível deduzir então as equações do movimento e suas respectivas soluções em sistemas que, se analisados exclusivamente a partir do conceito de força, seriam excessivamente complexos.

É o caso, por exemplo, de um corpo que segue uma trajetória bidimensional que não pode ser descrita por uma equação matemática simples, ou sequer pode ser descrita, como demonstrado na Figura 1. Pode-se realizar os seguintes questionamentos sobre o movimento do corpo, considerando que o mesmo iniciou o seu movimento no ponto indicado pela letra B e que não possui rotação (movimento de uma partícula): (1) Qual a

velocidade da partícula ao atingir o ponto D? (2) A partícula irá atingir o ponto E que se encontra no mesmo nível do ponto A?

*Figura 1: Conservação de energia em uma partícula durante sua trajetória em um plano bidirecional.*



*Fonte: O autor; 2023*

Essas são algumas perguntas cujas respostas seriam difíceis de obter, não fosse o princípio da conservação da energia, tendo em vista a complexidade da trajetória da partícula no exemplo dado e a construção do problema. Deste modo, percebe-se que o termo, mais do que um mero conceito, refere-se a uma grandeza à qual existe associada uma lei de conservação, e este fato é fundamental para a compreensão de fenômenos em outras áreas assim como para a construção de modelos teóricos que expliquem o comportamento desses sistemas.

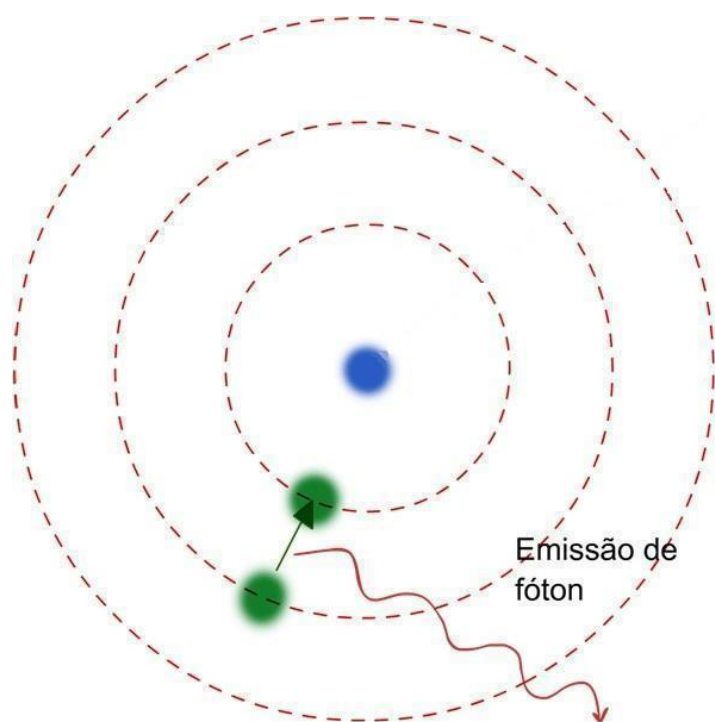
Considerando outro exemplo, agora referente a Física Moderna e Contemporânea (FMC), temos o modelo atômico de Bohr. Um de seus postulados afirma que o elétron apresenta órbitas estáveis em torno do núcleo atômico, onde não ganha e nem perde energia. O momento angular desses elétrons é quantizado e pode assumir apenas valores múltiplos inteiros de  $\hbar$ , que corresponde a constante de Planck dividida por  $2\pi$ , conforme descrito na equação seguinte:

*Equação 1: Momento angular do elétron*

$$\hbar = \frac{h}{2\pi}$$

Para que o elétron realize uma transição de um nível de energia para outro de maior energia, é necessário que ele absorva a quantia exata de energia equivalente à diferença energética entre os dois níveis. Semelhantemente, quando o elétron retorna para o seu estado de menor energia (decaimento espontâneo), um fóton é emitido, cuja energia é exatamente a diferença de energia entre os níveis das camadas entre as quais se deslocou, conforme apresentado na imagem abaixo. Podemos perceber aqui a importância do princípio de conservação mencionado anteriormente na construção de um modelo que pudesse explicar o comportamento observado nas interações entre a radiação e matéria no início do século XX.

*Figura 2: Emissão de um fóton no modelo atômico de Bohr*

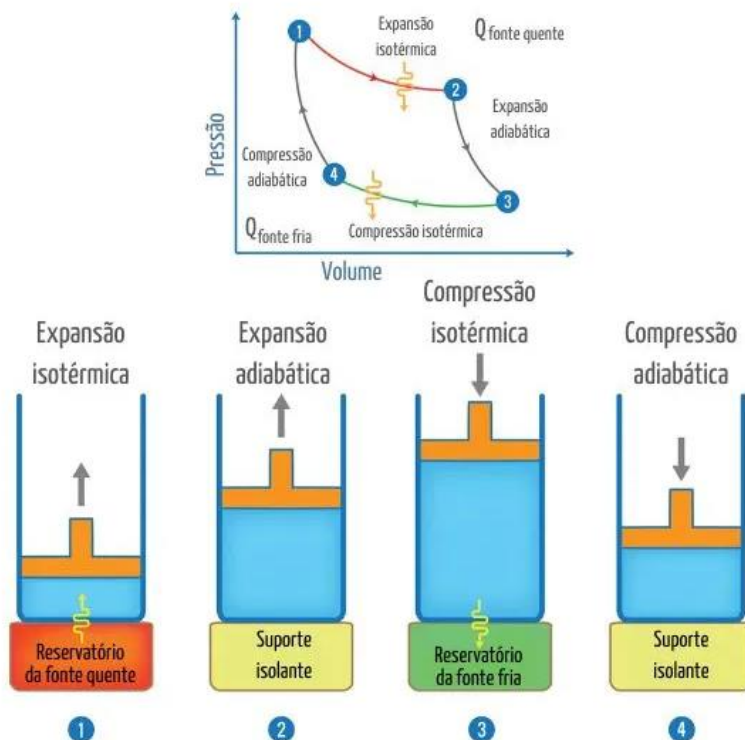


*Fonte: <https://www.qui.ufmg.br/emissao-de-foton/> (editado pelo autor)*

Como um último exemplo, com a finalidade de expressar a importância do tema, consideremos as relações de conservação de energia agora na termodinâmica. Para isso

podemos utilizar do ciclo de Carnot, onde, durante o ciclo, a energia interna do gás - energia cinética associada ao movimento das moléculas do gás - é convertida em trabalho mecânico realizado pela máquina. O ciclo de Carnot possui quatro etapas, sendo elas: aquecimento, expansão, resfriamento e compressão. Na primeira delas a máquina recebe calor da fonte quente e isso faz com que sua energia interna aumente, pois, a quantidade de calor que a máquina recebe é positiva. Na segunda etapa, de expansão, a máquina utiliza parte da energia interna do sistema para realizar trabalho, convertendo-a em energia mecânica, que pode ser utilizada para movimentar um pistão ou realizar outras tarefas. Em um sistema ideal, a variação da energia interna equivale ao calor recebido menos o trabalho realizado pelo sistema. Durante a terceira etapa, o resfriamento, acontece a liberação do calor para a fonte fria pela máquina. Quando essa transferência ocorre, a energia interna do sistema diminui, pois, a quantidade de calor liberada é negativa. Na etapa final há a compressão do vapor utilizado pela máquina preparando-o para o próximo ciclo. A quantidade total de energia no sistema permanece constante ao longo de todas as etapas com a conversão do calor em trabalho e vice-versa.

Figura 3: Gráfico e modelo de máquina térmica que representa o ciclo de Carnot.



Fonte: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/ciclo-carnot.htm>

É possível perceber que a compreensão acerca do conceito de energia pelos estudantes apresenta limitações e muitas das vezes o conceito é confundido com o de força. Isso se deve, entre outros fatores, à forma como o conceito é empregado em contextos não escolares, de forma descomprometida com a precisão do termo. Um caso bastante corriqueiro refere-se ao modo como o conceito de energia é utilizado nas mídias, por exemplo, em que frequentemente podemos ouvir frases como “acabou a força da casa e ficaram sem luz”. A coloquialidade muitas vezes presente nos discursos que envolvem o termo, acaba por gerar, e até mesmo amplificar certos obstáculos oriundos de compreensões equivocadas sobre o termo. Esses obstáculos podem estar associados, por exemplo, a concepções alternativas.

Nesse sentido, na pesquisa realizada por Andrade, Nascimento e Regnier (2016) é analisada a abordagem do conceito energia no ensino de ciências durante os quinze anos que precedem a pesquisa. Os autores concluíram que os trabalhos publicados no referido período trazem duas preocupações principais quando se trata do aprendizado do conceito energia: (1) O desenvolvimento de concepções alternativas espontâneas e (2) os erros na compreensão dos conceitos de conservação e sistemas.

Tais concepções alternativas podem ser definidas como ideias que incluem a energia como algo que pode ser materializado e armazenado em objetos, como uma substância, e até mesmo relacionada com aspectos religiosos ou místicos (Lino, 2016). Essas preocupações ainda se aplicam no ensino atual, pois as concepções alternativas que os estudantes têm sobre o tema, que enfatizam mais as manifestações ou formas de energia como ocorre na linguagem cotidiana, em que o termo energia adquire significados e propriedades não reconhecidos pela ciência, muitas vezes são diferentes do conceito apresentado pelo professor. Isso pode dificultar o processo de aprendizado do aluno se houver a dificuldade no entendimento das novas informações que estão sendo apresentadas, assim como também se houver a dificuldade na compreensão da importância dos fenômenos físicos, pois a energia é transferida e transformada entre diferentes sistemas em um processo contínuo (Barbosa; Borges, 2006).

Considerando ainda questões ambientais relevantes nos dias atuais, é necessário atentar para processos de transformação e geração de energia que acontecem de forma limpa e eficiente, de tal forma que o professor tenha a possibilidade de desenvolver o tema junto aos alunos no contexto de ensino (Silva; Carvalho, 2002), trazendo ao aluno a consciência da utilização de energias renováveis e limpas em seu contexto. Assim

também aponta Azevedo (2013), mostrando que o tema vem sendo trabalhado também de forma a demonstrar a correta utilização destas fontes como uma forma de se substituir as atuais, consideradas poluentes.

Fato é que a preocupação com questões ambientais é cada vez mais importante e urgente, o que torna fundamental que a educação inclua a conscientização sobre tais questões para consciência e sustentabilidade. Com o desenvolvimento do tema junto aos alunos, os professores podem ajudar a desenvolver, e promover, a importância do uso de energias renováveis e limpas. Nos dias atuais, uma das preocupações centrais que estão relacionadas a produção de energia elétrica é a emissão de gases que contribuem para o aquecimento global, que pode ser um forte ponto para discussão em sala de aula, considerando que a transformação de energia que ocorre por meio de painéis solares, por exemplo, não emite o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), que é considerado um dos principais gases causadores do efeito estufa. A produção de energia elétrica ainda pode causar impactos ambientais que afetam a biodiversidade e ecossistemas, como por exemplo as hidroelétricas que prejudicam a vida aquática e os habitats naturais dos animais em torno de rios. Porém, formas de se transformar energias de maneira renovável, como a solar, causam um impacto ambiental muito menor e devem ser consideradas no ensino do tema energia.

A transformação de energias para energia elétrica ainda pode causar impactos ambientais que afetam a biodiversidade e ecossistemas, como por exemplo as hidroelétricas que prejudicam a vida aquática e os habitats naturais dos animais em torno de rios. Porém, formas de se transformar energias de maneira renovável, como a solar, causam um impacto ambiental muito menor e devem ser consideradas no ensino do tema energia.

No artigo de Tomaz *et al.* (2017) há o relato da aplicação de uma sequência didática inspirada em um modelo de Ensino de Ciências baseado em investigação com a finalidade de discutir e desenvolver, na disciplina de biologia, questões voltadas para a temática ambiental, consideradas relevantes quando se trata da energia e suas transformações. Na sequência didática, foi utilizado um experimento remoto denominado “Conversão de Energia Luminosa em Elétrica” do laboratório Remote Labs Learning Environment (RELLE) da Universidade Federal de Santa Catarina, que consiste em um experimento que apresenta a possibilidade de controlar uma lâmpada frente a uma placa solar, e apresenta as leituras de tensão e corrente quando a lâmpada é acesa. Como



resultados obtidos, foi apresentado a importância da utilização de um experimento remoto como um auxiliar na compreensão dos conteúdos teóricos que foram trabalhados em sala de aula. É importante ressaltar, contudo, que, embora exista grande semelhança deste experimento com o que foi desenvolvido neste trabalho, há uma diferença entre eles, essencial para que sejam conduzidas discussões com teor investigativo mais elevado. Essa característica refere-se ao fato de que, no experimento desenvolvido neste trabalho, o utilizador é capaz de alterar o posicionamento da placa e a potência da lâmpada. Essas variáveis são relevantes para diversas discussões que perpassam: a) a Astronomia, com respeito a sistemas de coordenadas e movimento diurno dos astros, em particular o Sol; b) Física, relativamente aos modelos que tratam de eficiência energética e os processos de transformação de energia; c) a Matemática, concernente ao problema geométrico de que trata o correto posicionamento das placas levando-se em consideração o movimento diurno do Sol e com vistas a obter o máximo rendimento dessas placas; d) Engenharia, com respeito aos aspectos da instalação das placas e análise de riscos, visando minimizar o impacto no ambiente e e) ao meio ambiente, com respeito a questão relativa à preservação e aos impactos gerados por essa forma de produção de energia, entre muitos outros fatores. Assim, vê-se que as características do experimento que será apresentado aqui neste trabalho são, entre outras coisas, essenciais para garantir uma abordagem interdisciplinar do tema, algo que é preconizado nos documentos norteadores dos parâmetros curriculares.

Consideremos ainda o trabalho realizado por Mendonça e Pereira (2020) no qual os autores relatam a aplicação de outra sequência didática sobre o conceito de energia, baseada no ensino por investigação e interdisciplinar, com os professores atuantes nos anos iniciais do ensino fundamental da baixada fluminense. A sequência consistia em cinco atividades voltadas para o tema, de maneira a apresentar as manifestações da energia de acordo com o momento histórico. Foi apresentado, como exemplo para a discussão do processo de conversão de energia, uma atividade intitulada “Remontando e reinventando o termoscópio de Galileu”, em que os participantes tiveram de apresentar um instrumento de medição de calor de baixo custo de montagem. O trabalho apresenta como resultados o fato de que a compreensão e as concepções dos participantes sobre o tema energia, assim como a realização de atividades baseadas no ensino por investigação, favoreceram o processo de reflexão sobre os fenômenos observados. Ainda foi apontado

que os docentes participantes reconheceram a importância do ensino do tema para os anos iniciais, além da possibilidade de articulação da interdisciplinaridade.

Agora, visto que o conceito de energia transcende os limites da Física, fazendo parte de diversas outras áreas das ciências, e que existe uma polissemia associada ao termo devida à forma como tem sido empregado de forma muitas vezes indiscriminada pelas mídias e em contextos diversos, é importante que definamos o conceito da forma como será considerado neste trabalho. Aqui será considerada a definição apresentada por Lino (2016), que demonstra em estudo detalhado da história do conceito de energia, considerando também os obstáculos epistemológicos, a compreensão da “[...] energia como um processo de construção de um modelo que nos ajuda a entender os processos de transformação da realidade (Lino, 2016).”

A partir dessa definição, podemos citar como exemplo o ensino do tema na Física, onde se procura tratar a energia como a capacidade de se realizar trabalho, na química, onde a energia geralmente é vista como uma propriedade que está envolvida nas reações químicas, ou ainda na biologia, onde o tema energia é tratado como uma propriedade envolvida em processos biológicos como a transmissão de impulsos nervosos. Para além, podemos mencionar também exemplos do conceito energia quando citados por áreas gastronômicas ou da saúde que consideram a quantidade de energia que um alimento possui, por exemplo.

Barbosa e Borges (2006) afirmam também que a abstração do tema é um problema para o ensino, pois é uma grandeza que não pode ser diretamente observada através dos nossos sentidos, e também por possuir diversas formas como energia mecânica, térmica, elétrica, química, entre outras. Para além disso, essas diferentes formas ainda podem ser transformadas entre elas, o que pode tornar o conceito ainda mais abstrato e complexo ao entendimento.

Devemos considerar também os desafios encontrados por professores para o ensino do tema energia, em que um deles, e talvez o principal, é indicado por Nonenmacher e Araújo (2009), quando menciona que energia é um tema compartilhado no ensino de Física, Química e Biologia, porém seu significado pode sofrer variações em cada disciplina, criando assim barreiras à aprendizagem dos alunos. Enfatiza também que existe a necessidade de o tema ser abordado de maneira interdisciplinar e ainda a necessidade de trabalhar o conceito de energia de forma integrada, proporcionando aos

alunos uma compreensão mais ampla do tema, contribuindo assim para um aprendizado significativo.

Considerando ainda tais desafios, é possível citar, por exemplo, as concepções anteriores ou alternativas que podem influenciar o ensino do tópico atuando como barreiras ao aprendizado, em que os alunos possuem noções preconcebidas sobre energia e que não estão em concordância com a compreensão científica, como a associação da energia somente com a atividade humana (“gastei energia correndo”) ou até mesmo a confusão do termo energia com força ou poder (Valadares, 1995; Barbosa; Borges, 2006; De Jesus S. M. de Mendonça; Pereira, 2020). Logo, é importante que os professores identifiquem concepções alternativas para que então seja possível apoiar os alunos no desenvolvimento de uma compreensão do conceito energia mais alinhada com os preceitos da ciência (Barbosa; Borges, 2006).

Buscando investigar as possíveis contribuições de uma ação pedagógica utilizando placas Arduino para desenvolvimento do tema energia junto aos alunos dos anos iniciais do ensino fundamental, Sobreira, Viveiro e d’Abreu (2017) aplicaram três atividades que buscaram promover a compreensão do conceito energia. Uma das propostas baseou-se na utilização de pequenos motores como geradores, o que possibilitou demonstrar a produção de energia eólica. Também utilizaram pequenas placas solares para que fosse possível a percepção dos alunos sobre a conversão de energia solar. Os autores concluem que, após os alunos explorarem os conceitos de energia por meio do uso de placa de prototipagem, ocorreu o desenvolvimento do vocabulário, incorporando termos relacionados à ciência e tecnologia, assim como o avanço na compreensão de conceitos relacionados à geração e transformação energética. Foi concluído também que a programação favoreceu, de certa maneira, a autonomia e criatividade dos alunos.

Podemos considerar então que o aprendizado do tema pode ser beneficiado com os recursos experimentais, como por exemplo o projeto denominado MUREE (Modernizing Undergraduate Renewable Energy Education), que tem como principal objetivo o desenvolvimento, integração, acreditação e avaliação de cursos de energias renováveis na Jordânia. Na perspectiva do projeto MUREE, há a necessidade de integração de laboratórios remotos com experimentos voltados para a temática de energias renováveis em um sistema de gerenciamento de aprendizagem como apoio pedagógico, e concluem que a integração destes laboratórios como uma atividade

adicional aos cursos é de real interesse para a utilização dos professores como uma ferramenta de apoio (Tobarra *et al.*, 2015).

Soto, Couso e López (2018) apresentam um trabalho em que o ensino do tema também foi beneficiado com recursos experimentais, onde é construído um modelo para o ensino do tema energia e suas ideias associadas por meio da observação de fenômenos físicos sob uma perspectiva da energia mecânica, onde realizam a análise experimental de um processo de frenagem de uma roda. O modelo consiste em uma roda de bicicleta montada de maneira a girar livremente e que, próximo a um de seus lados, possui montada uma pastilha de cobre presa a uma garrafa com água que possui uma conexão a uma seringa. Quando a seringa é pressionada, a garrafa com água infla, fazendo com que a pastilha de cobre encoste na roda, gerando atrito e pausando o movimento. Na pastilha de cobre há sensores de temperatura acoplados. Foi criada então uma sequência didática que apresenta ao aluno discussões sobre o processo de transformação de energia que ocorre na frenagem de uma roda. Os autores ainda concluem com o trabalho que a implementação desta sequência didática em um curto espaço de tempo não consegue construir um modelo científico de energia com os alunos, mas ficou demonstrado que com o decorrer das aplicações, em um longo espaço de tempo, houve progressos importantes dos modelos de energia expressos pelos alunos. Concluem também a utilidade que o experimento construído teve para tratar do tema em outros contextos como ingestão calórica, movimentos de placas tectônicas dentre outros fenômenos (Soto *et al.*, 2017; Soto Alvarado; Couso Lagarón; López Simó, 2018).

Em síntese, as atividades experimentais desempenham um papel fundamental no processo de ensino/aprendizagem, especialmente quando nos deparamos com conceitos complexos, como o de energia. As práticas proporcionam uma compreensão mais profunda e tangível dos fenômenos físicos assim como complementam o conhecimento teórico.

Ao participar de experimentos remotos, os alunos têm a oportunidade de aplicar os princípios teóricos discutidos em sala de aula a situações concretas, o que contribui significativamente para a formação acadêmica. Além disso, tais atividades também proporcionam o desafio de pensar de forma crítica e criativa, promovendo o desenvolvimento de habilidades práticas e analíticas essenciais para a futura atuação profissional.

É importante destacar que esses experimentos não apenas consolidam o entendimento dos estudantes sobre energia, mas também exploram suas aplicações em diversas áreas da ciência e da engenharia. A abordagem interdisciplinar permite ainda uma compreensão mais ampla e contextualizada da importância e do impacto da energia em questões contemporâneas, como sustentabilidade ambiental e eficiência energética.

Portanto, ao se envolverem ativamente com as atividades experimentais, é possível aos alunos o aprimoramento de seus conhecimentos e o preparo para o enfrentamento dos desafios do mundo profissional, o que faz das práticas essenciais para a formação integral de estudantes universitários.

## **2.2. Aspectos das atividades experimentais**

Pesquisas realizadas no campo do Ensino de Física no Brasil (Gatti, 2010; Sousa; Aguiar, 2019; Branco; Adriano; Zanatta, 2020) apontam que, mesmo com os esforços empreendidos por professores e pesquisadores para participarem em oficinas, projetos, simpósios, dentre outros, bem como na produção de materiais didáticos, o ensino enfrenta sérios desafios, os quais estão relacionados com diversos fatores, como, por exemplo, a falta de aulas em laboratórios - ou mesmo a falta de laboratórios didáticos - e a confusão que ocorre com respeito à compreensão do que vem a ser o termo multidisciplinaridade, que por vezes é a causa da perda da identidade da disciplina, como apontado por Moreira (2018). Na verdade, quando nos referimos à falta de laboratório, essencialmente estamos apontando para a carência de atividades práticas, e esse é um ponto que merece ser esclarecido. Isso porque a realização de uma atividade prática não precisa ocorrer dentro de um laboratório, repleto de instrumentos e equipamentos sofisticados. Essa é uma crença bastante comum entre os professores de ciências e muitas vezes está relacionada com a ausência das atividades práticas em suas aulas. Existem muitas alternativas para que o professor possa realizar atividades consideradas como práticas. Podemos citar os experimentos de baixo custo, por exemplo, os quais podem ser reproduzidos pelos estudantes e possibilitam que certas experiências sejam realizadas.

A experimentação é considerada uma das maneiras mais eficazes como apoio a construção do conhecimento científico do aluno, uma vez que pode estar ligada fortemente ao seu cotidiano, possibilitando a conexão entre teoria e prática, onde o uso

de experimentos é considerado uma oportunidade de recordar e contrapor teorias estudadas em sala, e até mesmo retirar novas informações que a experimentação torna acessível (Alves Filho, 2000). Alguns autores também defendem que a experimentação pode favorecer o ensino, uma vez que esteja bem planejada segundo um processo predefinido de ensino e aprendizagem, conforme demonstrado por Villani & Nascimento (2016), e também por Moraes (1998). Variados autores também sustentam que as atividades experimentais possuem um papel fundamental no ensino, fomentando a participação ativa dos estudantes, o que contribui para o desenvolvimento das competências pretendidas por disciplinas na área de ciências, como a Física, Química e Biologia, principalmente no Ensino Médio (Freeman *et al.*, 2014).

De acordo com Giordan (1999), a experimentação desempenha um papel considerado crucial no desenvolvimento do conhecimento científico e é considerada como um dispositivo socio técnico para o pensamento científico. Destaca também que a experimentação contribui na determinação de várias fases do pensamento científico, assim como ajuda na delimitação entre o empírico e teórico.

Gaspar (2014) aponta que a experimentação pode também despertar no aluno o interesse que torna o processo de aprendizagem mais tangível e de fácil compreensão. Além disso, Araújo e Abib (2003) apontam que a utilização de experimentos pode estimular a participação ativa dos alunos despertando sua curiosidade e promovendo o desenvolvimento de habilidades e aptidões que favorecem o aluno com seu próprio aprendizado. Porém, para que isso seja possível, é necessário que os professores planejem e avaliem com cuidado as hipóteses, garantido que sejam apropriadas para o experimento e possam ser demonstradas por meio de evidências, assim como também se deve contextualizá-los, relacionando-os com eventos ou experiências da vida real (Oliveira, 2010; Malheiro, 2016).

Entretanto, a utilização de experimentos em sala de aula por professores também apresenta alguns outros desafios que vão além da falta de aulas em laboratórios ou a ausência dos laboratórios. Autores indicam obstáculos como a falta de equipamentos, ambientes inadequados, falta de preparo dos professores e um número insuficiente de aulas contidas em sua carga horária (Lopes, 2007; Pena; Ribeiro Filho, 2008; Gaspar, 2014).

Diante destes apontamentos é possível considerar que a utilização de experimentos como uma ferramenta de apoio no ensino, considerando inclusive a multidisciplinaridade, é relevante para que os estudantes possam compreender a utilidade e as aplicações daquilo que aprendem na teoria em sala de aula.

A utilização de experimentos para o ensino no campo da Física, assim como na educação como um todo, enfrenta o desafio de relacionar o fenômeno que foi observado com a teoria que foi explicitada (Araújo; Abib, 2003). Para o ensino de Física, tal dificuldade é ainda mais considerável para o aluno devido à dificuldade de relacionar a teoria apresentada em sala de aula com a realidade que o cerca. Como não há a compreensão correta do aluno sobre a teoria, logo existe a dificuldade em reconhecer este conhecimento científico em situações cotidianas possíveis de serem observados em um experimento (Serafim, 2001).

Logo, quando há o entendimento dos alunos sobre a importância da utilização de experimentos para a compreensão de temas considerados complexos, fica evidente o potencial de alguns aspectos das atividades experimentais que possibilitam a visualização de possíveis aplicações de conceitos físicos pelos alunos em seu cotidiano (Galiazzi *et al.*, 2001; Guimarães, 2009; Neto; Parente, 2018), como a utilização de conceitos envolvidos nos processos de transformação de energia, os quais podem ser empregados para a compreensão do que ocorre em uma hidrelétrica, ou da transformação que ocorre em um painel solar, por exemplo.

Porém, a Física que é ensinada nas escolas brasileiras apresenta caráter essencialmente teórico, o que pode ser notado nos livros didáticos, e que evidencia a necessidade da realização de experimentos, uma vez que é amplamente discutido que este recurso constitui um instrumento que tem grande potencial para promover aprendizagem por meio da observação (Zanon; Uhlmann, 2012; Neto; Parente, 2018; Ariston *et al.*, 2022).

Considerando então os desafios postos à experimentação e os obstáculos enfrentados pelos professores, uma alternativa seria a utilização de tecnologias digitais como uma ferramenta de apoio ao professor, que ajude na superação de tais desafios e obstáculos para o ensino.

### **2.3. As tecnologias como um recurso para o ensino**

As Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) estão inseridas em nosso cotidiano e têm impactado no modo como nos comunicamos e têm oferecido novas possibilidades para a transmissão da informação. No campo do ensino, é fundamental saber dispor as informações de maneira que elas possam ser interpretadas pelos estudantes, e, após interpretada e entendida, saber que ações devem ser realizadas para que a informação seja convertida em conhecimento. Logo as TDIC podem ser utilizadas como uma ferramenta auxiliar neste processo, desde que seu uso seja concebido com foco educacional. Dito de outra forma, apenas o uso das TDIC não é suficiente para assegurar a aprendizagem de um conceito, mas sim, é preciso que a utilização dos recursos tecnológicos esteja inserida em um contexto didático cuidadosamente planejado, em que as potencialidades de cada recurso estão associadas a objetivos didáticos específicos, sempre visando a promoção da aprendizagem ou, ao menos, de um ambiente fecundo para que ela possa ocorrer em um ritmo acelerado.

Utilizaremos então da definição do que é tecnologia no contexto de ensino conforme Joaqui e Pesce (2016), que a definem como um conjunto de ferramentas e recursos que podem ser utilizados para construir e difundir conhecimentos, incluindo as TDIC. Essas tecnologias podem ser utilizadas para complementar ou substituir processos didáticos tradicionais nas escolas, mas é fundamental que sejam utilizadas de forma crítica e autônoma para evitar a desumanização do ser humano.

Em uma pesquisa realizada por Joaquim e Pesce (2016), na qual realizaram uma revisão da literatura produzida entre os anos de 2007 a 2014 relativamente ao uso das TDIC em contextos relacionados à Educação de Jovens e Adultos (EJA) no Brasil, foram observados três pontos importantes: 1) não há estudos sobre a formação de professores para a utilização das TDIC; 2) existe concordância entre diversos autores de que as TDIC contribuem para o processo de ensino/aprendizagem dos alunos no contexto pedagógico; e 3) a necessidade de superação da perspectiva técnica e instrumental na integração das TDIC às práticas escolares.

Em um estudo realizado por Branco, Adriano e Zanatta (2020) sobre as condições de acesso de professores e alunos às TDIC, foi observado que os principais obstáculos ao acesso têm relação com a infraestrutura das instituições de ensino, a falta e/ou acesso



restrito a recursos e equipamentos tecnológicos e também a necessidade de melhoria na formação inicial e continuada dos docentes.

Ainda, foi apontado por Nascimento e Uibson (2022), a partir de uma revisão sistemática da literatura sobre a experimentação no Ensino de Física, que os trabalhos que utilizam das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) na experimentação demonstrando na prática os fenômenos físicos, facilitam a assimilação e compreensão dos conceitos apresentados e observados.

Considerando que estamos vivendo na “era das tecnologias”, e que todas as áreas da sociedade são beneficiadas pelas ferramentas tecnológicas existentes, com a educação não poderia ser diferente. Hoje as tecnologias proporcionam inúmeras opções para os processos de ensino e de aprendizagem. Segundo Lopes e Furkotter (2016), para que tais processos se efetivem, é necessário que o professor assuma o papel de um mediador, buscando despertar no aluno o interesse pela aprendizagem, fazendo com que ele desempenhe um papel ativo.

Portanto, o trabalho experimental mediado pelas TDIC também permite que o aluno se posicione no papel de protagonista no seu processo de aprendizagem com a utilização dos recursos tecnológicos que são disponibilizados, o que faz com que experimentos virtuais, simulados ou de acesso remoto, sejam apresentados como uma ferramenta eficaz do ponto de vista didático, assim como uma estratégia para o desenvolvimento de certas habilidades e competências ligadas ao trabalho experimental, como a leitura de instrumentos, o trabalho em grupo, organização das ideias, exposição das ideias, elaboração de hipóteses, concepção de testes experimentais, verificação, argumentação, criatividade, etc.

Existe ainda a proposta da utilização destes recursos como uma alternativa para superar algumas das dificuldades encontradas em sala, tal como a fragilidade e superficialidade do conhecimento adquirido pelos estudantes durante a Educação Básica, o que pode resultar, posteriormente, em desafios na formação de nível superior (Salvador; Gessinger; Lagreca, 2017). Schuhmacher *et. al.* (2016) concluíram que os professores estão de acordo com as potencialidades da Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) em pesquisa realizada sobre a percepção dos docentes quanto à utilização das TICs.

Logo, com as possibilidades e as potencialidades que as TDIC oferecem no contexto da educação, os laboratórios didáticos entraram em uma nova etapa, com a

utilização deste universo virtual, ou mesmo com a utilização deste como um meio de acesso a laboratórios com experimentos virtuais ou que podem ser controlados remotamente, em que não mais se utilizam das tecnologias para a aquisição de dados que serão analisados posteriormente, mas apresentando um experimento que além de receber dados, sejam estes simulados ou não, podem ser visualizados e controlados por completo.

Devemos também considerar que a pandemia de COVID-19 desencadeou uma rápida transformação na educação, que já vinha se adaptando gradualmente às TDIC. Rapidamente as instituições educacionais tiveram que se voltar para os recursos tecnológicos de forma ágil, o que também demandou dos professores uma adaptação rápida e habilidosa ao uso dessas novas ferramentas para o processo de ensino e aprendizagem (Cani *et al.*, 2020).

Ainda, no contexto atual, pós-pandêmico, é possível afirmar que a aplicação das TDIC na educação favorecem a participação e colaboração tanto de professores como dos estudantes na construção do conhecimento, porém, é perceptível a importância da compreensão das novas tecnologias por parte dos docentes, não apenas para sua utilização como ferramenta na educação, mas também para a orientação quanto ao potencial que as tais ferramentas digitais apresentam aos alunos no cotidiano (Lima; Farias; Viana, 2022).

Existem diversos experimentos virtuais de Física disponíveis gratuitamente para *tablets* e *smartphones* no formato de aplicativos que podem ser instalados para diferentes sistemas operacionais, dos quais o aluno que possui um destes dispositivos pode utilizar caso o professor os visualize como uma ferramenta de implementação da experimentação em sua aula, mesmo que este seja virtual (Perez; Viali; Lahm, 2015). Existe ainda a concordância entre os autores que quando se trata dos conteúdos de Cinemática, Dinâmica e Gravitação, por se tratar de conteúdos mais abordados no ensino da Física, a facilidade em se encontrar aplicativos é ainda maior.

Dentre as alternativas de experimentos digitais disponíveis para utilização pelo professor como uma ferramenta de apoio ao ensino, duas se apresentam como mais utilizadas pelos docentes para a demonstração de uma teoria por meio de um experimento, que são os laboratórios virtuais e os laboratórios remotos. Dentre eles, no campo dos laboratórios virtuais, podemos considerar o Laboratório PhET pela sua praticidade (de Macêdo; Dickman; de Andrade, 2012).

## 2.4. Laboratórios virtuais

Os laboratórios virtuais foram considerados uma inovação das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) com a pretensão de revolucionar a área da educação científica. Os laboratórios virtuais já foram apontados como facilitadores da aprendizagem por serem de baixo custo e permitirem que os alunos aprendam o conceito em seu tempo (Manchikanti; Kumar; Singh, 2016). Também constituem ferramentas úteis em metodologias ativas de ensino. Estes laboratórios são baseados em simuladores que podem ser acessados local ou remotamente, e podem se encontrar isolados ou integrados a algum sistema de gerenciamento de aprendizagem eletrônica, conhecidos como *e-learning* (Rodríguez-Andina; Gomes; Bogosyan, 2010), logo possuem acesso irrestrito e, na maioria dos casos, gratuito.

Os simuladores utilizados em laboratórios virtuais são em sua grande maioria entendidos como alternativas práticas e acessíveis à experimentação física, porém, por se operar por meio de simuladores virtuais, os resultados apresentados podem não se aproximar dos valores reais. Os resultados apresentados por tais simuladores não consideram as variáveis do ambiente como temperatura e pressão por exemplo, assim como também não são consideradas variáveis do próprio experimento como desgastes, atritos e dilatações das peças, o que faz com que atividades experimentais baseadas em simulações não sejam consideradas investigativas, na maioria das vezes. Mas mais do que isso, ainda que se direcione esforços para a elaboração cuidadosa de uma atividade investigativa, existem diferenças fundamentais entre um recurso e outro. Em um experimento verdadeiro, o utilizador irá interagir diretamente com o fenômeno e com a complexidade do arranjo experimental, ao passo que, em uma simulação, o utilizador irá interagir com um modelo, normalmente idealizado, em uma configuração rígida em que os dados tanto de entrada quanto de saída estão não só predeterminados, como ficam sugeridos pela interface do programa. Perde-se assim a capacidade de discernir as ações do utilizador entre aquelas que são resultado de um intrincado processo epistemológico e aquelas que ocorrem por mera indução a partir dos elementos que lhe são apresentados.

Com o objetivo de determinar quais os fatores essenciais que um experimento virtual deve conter para favorecer a aprendizagem, segundo a visão de professores de Física, Nunes Cestari et al. (2021) apresentam resultados parciais de uma pesquisa de doutorado concluindo, juntamente com 116 professores de Física da maioria dos estados

do Brasil que foram entrevistados, que há a necessidade de que os experimentos virtuais se tornem mais fiéis à realidade, que os simuladores utilizem de variáveis que sejam as mais próximas possíveis das variáveis reais.

## **2.5. Laboratórios remotos**

Como mencionado anteriormente, os laboratórios remotos (LR) são aqueles que dispõem de experimentos reais que passaram por um processo de automatização e que podem ser controlados remotamente e monitorados em tempo real por intermédio da internet. Idealmente, os experimentos remotos oferecem mais de um ponto de vista do arranjo que está sendo controlado e podem ou não requerer a leitura de instrumentos de medida, dependendo dos pressupostos educacionais subjacentes ao projeto. No caso do Laboratório Remoto de Ciências da Unifei, um dos pressupostos refere-se ao fato de que as experiências devem aproximar-se daquelas que são realizadas pelos estudantes nos laboratórios tradicionais, de forma que eles devem realizar medidas com instrumentos analógicos e digitais nos experimentos com acesso remoto.

Os LR oferecem acesso a experimentos reais sem restrições de tempo e localização, desde que exista a possibilidade de se conectar à internet. Para além disso, a flexibilidade apresentada pelos laboratórios remotos possibilita também que usuários diversos acessem os experimentos disponíveis, o que democratiza o acesso aos laboratórios. Viabiliza também a utilização por escolas de Educação Básica devido ao seu baixo custo de usabilidade, pois elimina a necessidade de instalação de vários equipamentos idênticos e de um espaço físico com estrutura adequada para esses equipamentos. Ainda fornecem a orientação necessária para operações seguras para o equipamento, assim como para docentes e discentes (Rodriguez-Andina; Gomes; Bogosyan, 2010).

Logo, quando o usuário acessa um Laboratório Remoto, espera-se que ele se depare com um sistema real em que o experimento está sujeito a fatores ambientais e instrumentais, que geram erros, os quais devem ser considerados nas análises investigativas, sistemáticas, estatísticas entre outras que são pertinentes ao desenvolvimento das habilidades e competências que normalmente estão associadas à experimentação em um laboratório didático tradicional.

Zubía e Alves (2012) discutem o acesso a laboratórios remotos e suas limitações de maneira a permitir que estudantes e professores realizem experimentos em tempo real independentemente de sua localização. Os autores apresentam também casos de laboratórios remotos aplicados em diferentes níveis de ensino, desde o ensino médio até a pós-graduação, abordando questões sobre o uso destes laboratórios na aprendizagem do aluno como também na utilização pelos professores quando integrados ao currículo. Os autores também discutem os desafios tecnológicos e pedagógicos associados ao uso de laboratórios remotos e fornecem orientações práticas para a implementação desses laboratórios em escolas e universidades.

Em uma pesquisa realizada por Xavier et al. (2019), em que foi apresentado uma proposta de utilização de um laboratório remoto a professores com formação sólida, apontou que, após a apresentação e utilização de um experimento de cinemática, os docentes consideraram que a abordagem foi relevante do ponto de vista pedagógico, indicando o potencial para a educação, como uma ferramenta de apoio ao professor, assim como também apoio ao aprendizado e um elemento motivador para os alunos, pois há a participação dos discentes na execução, coleta e análise dos dados gerados.

A utilização de laboratórios remotos apresenta vantagens tanto para os docentes quanto para os discentes assim como para as instituições que disponibilizam tais laboratórios, logo, a eficiência das abordagens que utilizam tais laboratórios deveriam ser mais exploradas (Bellmunt *et al.*, 2006; Barros; Read; Verdejo, 2008; Vargas *et al.*, 2011). Para além de uma opção promissora que busca minimizar as dificuldades existentes no ensino experimental, a utilização de experimentos remotos tem sido tratada como uma ferramenta de suporte metodológico em sala de aula, sendo apontado por professores e alunos como uma estratégia que contribui para o ensino uma vez que possibilita a revisão da teoria de forma prática (Luciano; Altoe Fusinato, 2018).

Porém, mesmo com a apresentação de diversas vantagens da utilização de laboratórios remotos, Ma (2006) afirma que os alunos preferem a utilização dos laboratórios práticos presenciais, pois consideram que as experiências de aprendizado são, de certa maneira, mais imersiva e interativa, permitindo que os alunos manipulem os objetos com as próprias mãos, assim como consideram também a interação com os professores e com outros alunos, e que pode ser valiosa para o aprendizado, uma vez que possibilita o compartilhamento do conhecimento e das ideias para a resolução de problemas em grupos.

Apesar disso, é importante lembrar que nem sempre as escolas estão preparadas com um ambiente físico de laboratórios para os alunos, seja por questões de infraestrutura, segurança ou custos, o que torna os laboratórios remotos uma opção viável e, até mesmo, vantajosa. Ainda, os laboratórios de acesso remoto podem complementar os laboratórios presenciais, permitindo que os alunos pratiquem e revisem conceitos que foram aprendidos em sala de aula. Também seria razoável assumir que existe um conjunto de habilidades e de competências que podem ser desenvolvidas unicamente com a utilização de experiências dessa natureza ou, pelo menos, podem ser desenvolvidas de forma mais eficiente. Considere, a título de exemplo, o caso de uma sonda que é lançada para realizar a exploração de outro planeta do Sistema Solar. Toda operação dos equipamentos é feita de maneira remota. Ao pousar no planeta, a sonda inicia a coleta de dados e a aquisição de imagens, em seguida as envia para um centro localizado na Terra. Os dados devem então ser analisados e certos comandos serão enviados para a sonda, determinando os próximos passos de sua operação. Pois bem, analisar os dados fornecidos por um equipamento sem estar no mesmo local requer certas habilidades que não são normalmente exigidas quando estamos realizando um experimento de forma presencial. Para entender o significado de um amontoado de números é necessário conhecer o funcionamento dos equipamentos que forneceram aqueles dados, a sua forma de operação e ser capaz de fazer inferências coerentes sobre o ambiente em que o equipamento está operando. Dessa forma, a pessoa que interpreta os dados será capaz de interpretar corretamente os dados e compreender o seu comportamento, identificando tendências estatísticas, anomalias, ruído, erros, entre outros. Esse processo representa a construção de modelos físico-matemáticos por meio dos quais alguém busca explicar o comportamento que observa.

É necessário também considerarmos as limitações que os Laboratórios Remotos podem apresentar, como sua limitação técnica, que é afetada pela qualidade da conexão da internet, sua limitação de equipamentos, que também podem apresentar defeitos e problemas gerando a interrupção de seu acesso para que seja realizada correta manutenção, e também a limitação da abordagem do professor, ou do manual de utilização, como um mediador entre aluno e objeto. Portanto, reconhecemos a necessidade de se considerar as potencialidades e limitações dos laboratórios de acesso remoto buscando oferecer a melhor experiência para o aprendizado dos alunos e para que

possamos trabalhar dentro desses limites em que experiências remotas são consideradas um recurso didático eficaz.

## **2.6. O desenvolvimento de laboratórios remotos**

Grande parte dos trabalhos que fazem referência direta a laboratórios remotos tem como foco a construção de experimentos como material de incentivo e apoio ao professor em suas atividades experimentais (Cardoso; Takahashi, 2011). Silva (2015) ainda salienta que a efetiva utilização de um experimento remoto só ocorrerá se o experimento for bem planejado, com boa qualidade, que sua aplicação seja favorável ao ensino e, ainda, que alunos e professores aceitem a proposta apresentada. Silva (2015) ainda aponta o papel do professor para o sucesso ou o fracasso da utilização do experimento, uma vez que é de responsabilidade do docente a escolha do recurso e a maneira como o mesmo será utilizado. Logo, percebemos a importância da participação de docentes no desenvolvimento de experimentos que serão controlados remotamente, uma vez que há a necessidade da percepção didática durante o desenvolvimento de um experimento que não vai ser realizado de maneira convencional, com a presença de um professor.

Viana e Paschoal Jr. (2022) apresentam um trabalho onde há o desenvolvimento de um experimento controlado remotamente que trata do Movimento Harmônico Simples (MHS), e apresentam a discentes para que seja utilizado com o fim de amenizar a escassez de laboratórios físicos para o ensino de Ciências e Física no sistema de educação básica do Brasil, apresentado pelos autores como a principal carência destacada durante a pandemia COVID-19. Após a utilização do experimento por professores em suas disciplinas, há a conclusão de que houve aumento no quantitativo de alunos que adquiriram o domínio dos conceitos sobre pêndulo simples, apontando para uma consistente possibilidade da utilização de atividades experimentais por meio de laboratórios remotos no processo de ensino-aprendizagem (Viana; Paschoal Jr, 2022).

Logo os laboratórios virtuais e/ou remotos, que são considerados uma inovação, se apresentam ao professor como uma ferramenta a ser utilizada para melhoria no ensino de disciplinas voltadas para as ciências em todos os níveis da Educação e permite a construção do conhecimento em contextos reais de trabalho (Vincent-Lancrin; Karkkainen, 2013; Caetano *et al.*, 2022).

## **2.7. O laboratório remoto da Universidade Federal de Itajubá**

Esse trabalho de pesquisa foi desenvolvido com a utilização do Laboratório Remoto de Ciências do Instituto de Física e Química (IFQ) da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), que tem por definição a apresentada por Caetano et al. (2022), em que um Laboratório Remoto é aquele em que contempla experimentos reais, que passaram por um processo de automatização e podem ser acessados, observados e controlados remotamente por meio de dispositivos conectados à internet. Iremos nos referir a este laboratório simplesmente por Labremoto deste ponto em diante.

O laboratório remoto da UNIFEI possibilita ao usuário acompanhar o que acontece durante a utilização do experimento, assim como realizar leituras de instrumentos de medidas com auxílio das imagens fornecidas pelas câmeras disponíveis. Os experimentos desenvolvidos também permitem a realização de atividades de caráter investigativo, pois possibilitam ao usuário explorar uma relação causal entre variáveis, que podem ser visualizadas e alteradas em tempo real, e o fenômeno observado.

Dentre os princípios orientadores das atividades de desenvolvimento do laboratório remoto da UNIFEI, devemos ressaltar a compreensão de que a experimentação remota não possui o objetivo de substituir a experimentação presencial, mas sim criar um ambiente alternativo para o público escolar, e não escolar, de forma que possibilite o acesso a experimentos para a realização de atividades investigativas em equipamentos que, na maioria dos casos, são inacessíveis devido ao custo, periculosidade ou por qualquer outra razão - os obstáculos à utilização das experiências são muitos e já foram mencionados anteriormente no texto.

Atualmente o acervo do laboratório remoto da UNIFEI conta com 11 (onze) experimentos totalmente implementados e em funcionamento e 2 (dois) que se encontram em fase de testes, assim como possui também outros em fase de desenvolvimento. Todos os experimentos disponíveis na página do laboratório remoto (<https://labremoto.unifei.edu.br>) podem ser acessados 24 horas por dia durante 7 dias por semana de forma totalmente gratuita e sem a necessidade de cadastro por parte do usuário. As sessões não agendadas são limitadas a 10 minutos para garantir que todos tenham a oportunidade de utilizarem os equipamentos, uma forma de democratizar o acesso.



A equipe que atua no projeto conduz trabalhos tanto de pesquisa quanto de desenvolvimento é composta por professores, alunos da graduação e de pós-graduação, de diferentes áreas, e também por especialistas técnicos.

## **2.8. Proposta do trabalho**

Este trabalho tem como objetivo analisar a percepção que estudantes do curso de licenciatura em Física, em fase final de formação, apresentam sobre um experimento controlado remotamente e suas potencialidades para o ensino do tema energia.

Com o propósito de alcançar uma compreensão mais profunda sobre a questão, buscou-se delinear o perfil destes estudantes, identificando que contato tiveram com as TDIC durante sua formação, assim como as compreensões que apresentam sobre essas tecnologias – o que são e para que podem ser úteis no ensino. Também buscou-se examinar de que forma compreendem a questão da inserção das TDIC no currículo – a necessidade e o que isso significa. Ou seja, buscar-se-á responder perguntas como as seguintes: 1) O que é apresentado para os estudantes como tecnologia durante o curso superior de formação de professores para o magistério da Educação Básica? 2) O que entendem que seja uma tecnologia – suas percepções? 3) As tecnologias com que têm contato durante o curso podem ser aplicadas posteriormente como uma ferramenta para o ensino? Os estudantes enxergam as potencialidades desses recursos enquanto ferramenta didática?

Uma vez que os aspectos do perfil dos estudantes, relacionados ao seu conhecimento sobre tecnologias e sua relação para com estas, estejam suficientemente situados, a pesquisa passa a explorar a percepção destes estudantes referente à relação destas tecnologias com questões relativas ao laboratório didático. Nesse momento, outras questões passam a existir, como: qual a percepção dos estudantes sobre atividades experimentais no ensino de Ciências? Qual o conhecimento que possuem sobre a situação atual dos laboratórios nas escolas? As tecnologias oferecem alternativas interessantes para os desafios que os professores enfrentam ao tentarem realizar aulas práticas nas escolas?

Por fim, devido à importância do tema energia para o ensino – a qual já foi discutida em sessões anteriores (Solomon, 1992; Silva; Carvalho, 2002; Barbosa; Borges, 2006; Silva, 2015; Andrade; Nascimento; Regnier, 2016; Pereira, 2018), e a abstração inerente ao tema (Solomon, 1992; Barbosa; Borges, 2006; Pereira, 2018), o foco da pesquisa volta-se para as contribuições que um experimento controlado remotamente pode oferecer para o ensino de conceitos relacionados ao tema energia – tema este que foi escolhido por ser considerado desafiador do ponto de vista didático, já que não apresenta a mesma materialidade que outros conceitos em mecânica, como já mencionado anteriormente.

Uma pergunta que entendemos ser relevante aqui é se o licenciando consegue identificar as tecnologias digitais aplicadas na construção e na operação de um experimento dessa natureza? Neste ponto, podemos analisar a questão em duas frentes: a primeira é referente ao trabalho que ocorre nos bastidores, de construção, e a segunda, sobre os recursos tecnológicos para o utilizador, aquele que irá interagir com a interface e realizar uma atividade didática com o recurso. Por um lado, quando falamos de desenvolvimento, muitos são os recursos empregados e muitos conhecimentos são mobilizados para que um objeto de aprendizagem como o experimento remoto possa existir. Que noção os estudantes possuem sobre esse assunto? E ao utilizar a interface, essencialmente, os utilizadores estão navegando em uma página *web*, o que não deve representar um grande desafio. Mas será que os estudantes compreendem o papel da tecnologia no experimento que está sendo manipulado?

Um experimento sobre o tema energia foi totalmente desenvolvido para os fins de que trata essa pesquisa. O experimento pode ser controlado remotamente e monitorado em tempo real, como todo experimento remoto. Trata-se de um sistema altazimutal que permite controlar o posicionamento de uma placa fotovoltaica com relação a uma fonte de luz – uma lâmpada incandescente convencional. A potência da lâmpada pode ser controlada pelo utilizador e dessa forma ele pode examinar as relações existentes entre a potência luminosa da fonte e a eficiência energética da placa. Essas relações também podem ser confrontadas com parâmetros como ângulo de incidência, uma vez que o experimento permite que o utilizador varie o ângulo da placa. Assim, pode-se discutir conceitos como o de eficiência energética e sua relação com o fluxo luminoso.

Alguns experimentos similares existem para acesso, como por exemplo o experimento do laboratório remoto RELLE (REmote Labs Learning Environment) que

possuem o experimento denominado com “Conversão de Energia Luminosa em Elétrica”, o qual é um experimento com uma placa fotovoltaica fixa e recebe a iluminação de uma lâmpada, em que é possível realizar a leitura de Tensão gerada pela placa de acordo com o estado da lâmpada, ligada ou desligada (RExLab, 2016). Porém o experimento apresentado não permite a movimentação da placa solar ou o controle da potência da lâmpada, que possibilita a alunos e professores investigarem, por exemplo, o que acontece com a geração de energia da placa quando o ângulo de incidência da luz solar, ou a potência luminosa, é alterado. Vê-se, portanto, que as possibilidades didáticas, neste caso, são muito limitadas e dificilmente o professor poderia propor uma atividade investigativa sobre o tema a partir de um arranjo experimental como este.

Outro experimento similar desenvolvido existente, é o experimento do Laboratório de Energia Renovável (RE Lab) da Universidade da Califórnia, em Mountain View (UCSC), o qual foi desenvolvido em tamanho real e possui também o controle de movimento da placa em suas coordenadas de azimute e elevação. É possível acessar o experimento, e por meio de uma *webcam*, acompanhar as condições climáticas e a movimentação da estrutura das placas solares. Possuem também acesso aos instrumentos de medição ligados à placa solar para a coleta de dados (O’Leary; Shattuck; Kubby, 2012). Porém não é permitido o acesso de alunos e pesquisadores externos para que estes possam realizar os procedimentos e aquisição de dados do referido experimento para análise, o artigo apresentado ainda não apresenta como, ou em que página web, é possível acessar o experimento.

Portanto, este trabalho oferece ao menos uma contribuição de imediato, que se refere a um objeto de aprendizagem que pode ser acessado por meio da internet e que se trata de um experimento real, contribuindo, desta forma, para viabilizar a realização de atividades experimentais sobre o tema energia no ensino de Ciências. Para além disto, esperamos que a identificação das percepções dos estudantes de licenciatura em Física, em fase final de formação, sobre as tecnologias em sua formação e sobre a relação entre tecnologias e atividades experimentais.

Esperamos identificar as percepções dos licenciandos sobre um experimento singular, desenvolvido para ser um recurso de aprendizagem que explora o tema energia renovável. Focamos os licenciandos em fase final de formação sobre o que possuem quanto às possibilidades de utilização e inserção das TDIC no contexto educacional com a utilização de um experimento remoto que demonstra conceitos do tema energia, que são

considerados complexos para a aprendizagem. Ainda, apresentar como as tecnologias estão inseridas no currículo atual de formação inicial de um professor, e se está inserida de maneira que os licenciandos possam aplicar tais tecnologias posteriormente em sequências didáticas como uma ferramenta que possibilita superar obstáculos já citados neste trabalho.

Ainda, esperamos também com este trabalho demonstrar a necessidade de avanço na utilização e desenvolvimento de laboratórios remotos como uma ferramenta para professores no ensino de temas diversos, seja ele complexo, como o tema abordado por este trabalho, ou não.

### 3. O EXPERIMENTO DESENVOLVIDO

O experimento, o qual foi denominado “Energia Solar”, foi concebido, planejado e construído para que fosse utilizado nessa pesquisa, e posteriormente foi integrado ao acervo do Laboratório Remoto de Ciências da Unifei. Como mencionado anteriormente, esse experimento é voltado para o tema energia e, uma vez que este é considerado um tema desafiador pelos inúmeros fatores que já foram apontados, deseja-se averiguar certos aspectos relacionados à percepção que estudantes de licenciatura em Física possuem com respeito à utilização de um experimento dessa natureza para o ensino do tema.

#### 3.1. O experimento

O experimento consiste em uma placa fotovoltaica montada sobre um sistema altazimutal com sua face inicialmente voltada para uma lâmpada que está fixada na parede lateral de uma caixa com ângulo de noventa graus conforme mostra a Figura 4. Todo o interior da caixa foi pintado de preto para mitigar o efeito das reflexões internas e também da contaminação por fontes externas ao experimento.

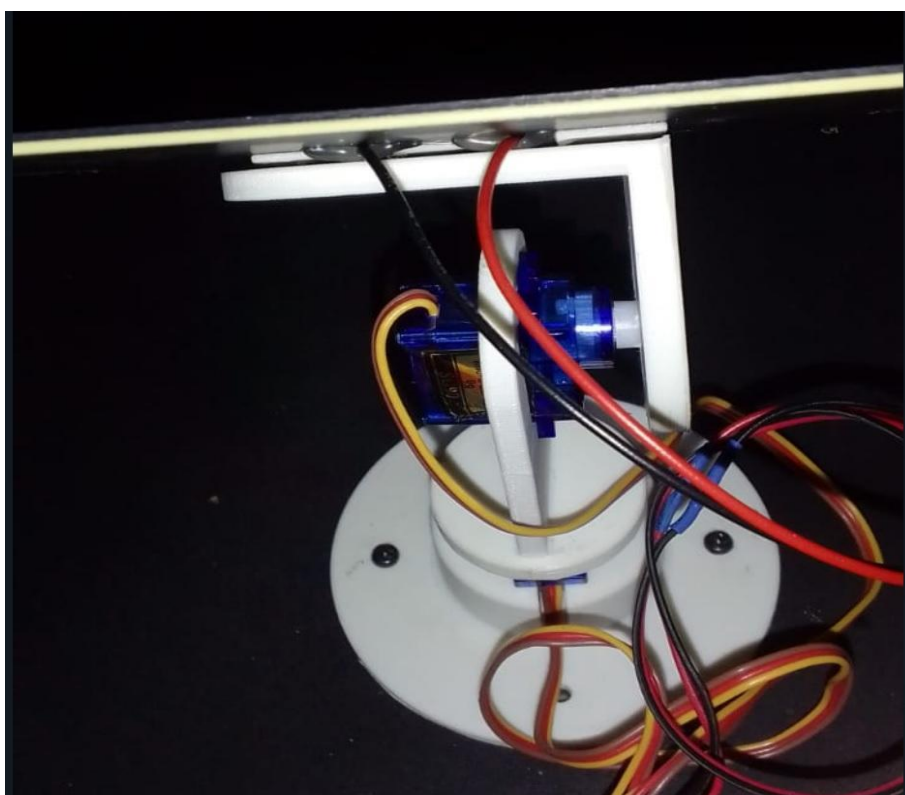
*Figura 4: Interior do experimento desenvolvido*



*Fonte: O autor; 2023*

O desenvolvimento da mecânica do experimento consistiu na fabricação de um suporte inferior para um servo motor, o qual mantém seu eixo de rotação na posição vertical, sobre o qual se encontra um outro suporte, este superior, para um servo motor o qual tem seu eixo orientado horizontalmente, conforme Figura 5. No suporte superior encontra-se fixada uma placa fotovoltaica que pode ser movida em seus eixos de azimute e inclinação, possibilitando investigar relações entre a orientação da placa relativamente à fonte e a tensão e corrente produzida.

*Figura 5: Suporte desenvolvido para a placa fotovoltaica do experimento.*



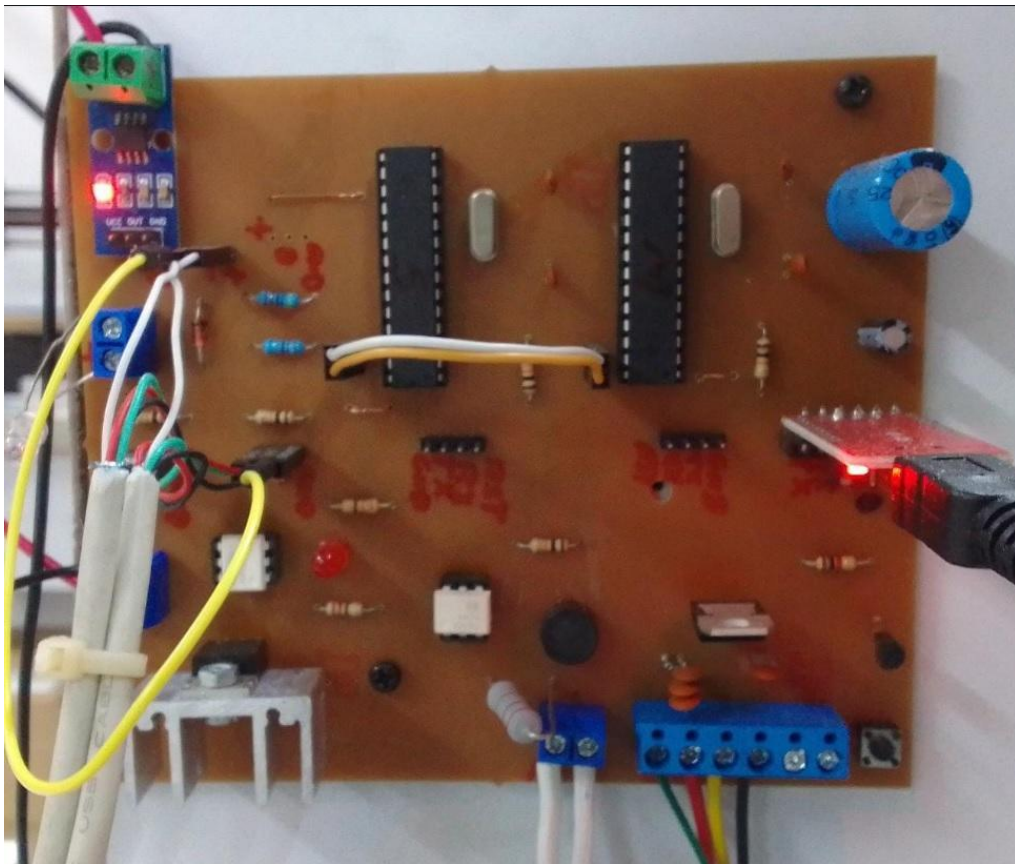
*Fonte: O autor; 2023*

As principais funcionalidades do aparato incluem: a) controle de potência da lâmpada; b) posicionamento de elevação e azimute da placa fotovoltaica e c) leitura de tensão e corrente geradas pela placa fotovoltaica por meio de sensores. Para controlar todas essas funções foi concebido, planejado e desenvolvido um circuito eletrônico que utiliza microcontroladores da família AVR – o modelo empregado foi o ATmega328P – , conforme Figura 6. A placa de circuito impresso foi confeccionada com a utilização de

uma fresadora router CNC e os componentes eletrônicos soldados manualmente com o emprego de técnicas tradicionais de confecção de circuitos.

A programação dos microcontroladores foi desenvolvida em C++. Esse algoritmo, essencialmente, interpreta os comandos que são recebidos do servidor do experimento e executa as ações correspondentes, como o posicionamento da placa fotovoltaica, leitura dos sensores e controle da potência da lâmpada. Podemos nos referir a esse código como firmware do conjunto experimental.

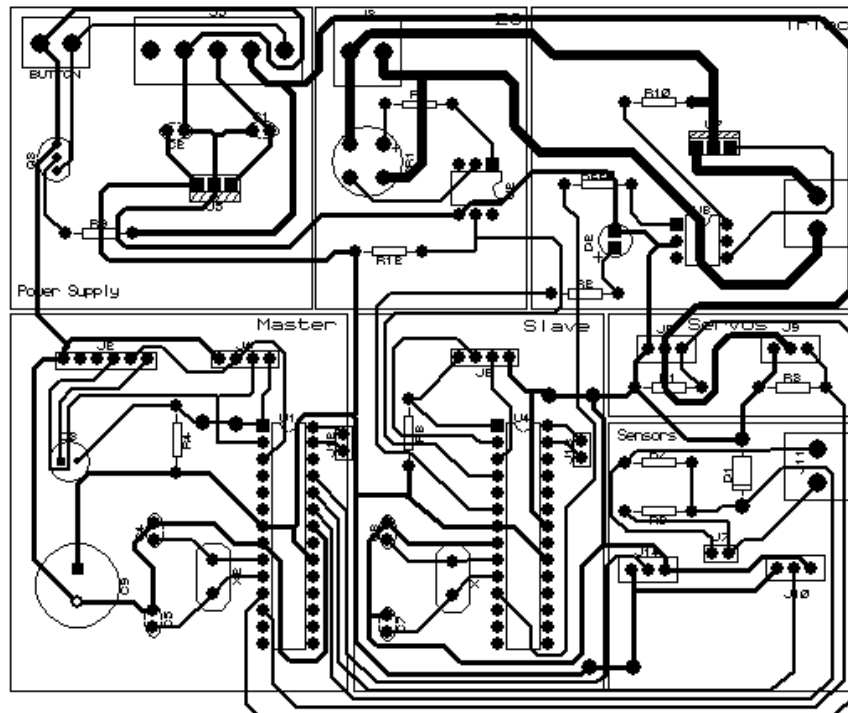
*Figura 6: Placa de circuito impresso para controle do experimento desenvolvido.*



*Fonte: O autor; 2023*

O circuito conta com dois microcontroladores conectados a componentes essenciais assim como aos motores externos ao circuito. Tem como principais funções i) posicionar a célula solar por meio dois servomotores, uma para o controle da elevação e outro para o azimute; ii) controlar a potência da lâmpada; iii) comunicação com o servidor do experimento (Figura 7).

Figura 7: Esquemático da placa de circuito impresso desenvolvida



Fonte: O autor; 2023

A programação do servidor do experimento e da interface gráfica é comum a qualquer experimento do laboratório remoto e foi desenvolvida e implementada em Python. Os algoritmos que são executados no servidor realizam duas funções principais: 1) transmitir os comandos da interface web para o microcontrolador e as respostas do microcontrolador de volta para a interface; e 2) realizar a transmissão contínua de vídeo das câmeras do experimento para a interface gráfica, que geralmente há mais de uma câmera disponível (Caetano, 2019).

A interface gráfica consiste em uma aplicação web que utiliza as linguagens JavaScript, PHP, HTML e MySQL, além de certas bibliotecas e recursos como CSS, jQuery e Ajax. Por meio da interface é possível monitorar o que acontece no experimento em tempo real e a partir de diversos ângulos. Também é possível realizar o envio de comandos através de elementos gráficos user-friendly, como botões e chaves.

### 3.2. O conceito



Os conceitos básicos envolvidos no experimento têm relação com um painel solar, o ângulo de incidência da luz sobre o painel e os mecanismos de produção de energia. Alguns dos estudos possíveis são: 1) relação da eficiência na produção energética em função do ângulo de incidência da luz nas células fotovoltaicas; 2) movimento aparente do Sol ao longo do dia e sua relação com a latitude do observador; os significados e as possíveis relações entre os ângulos de altitude e azimute<sup>1</sup>; 3) fluxo luminoso sobre a placa em função da posição relativa entre ela e a fonte luminosa, entre outros.

Para além dos conceitos básicos, o experimento desenvolvido apresenta várias outras possibilidades didáticas para a discussão de conceitos da Física, como, por exemplo, efeito fotovoltaico uma vez que a célula solar é um componente eletrônico do tipo junção P-N, que transforma a energia da luz solar em energia elétrica, e o modelo de bandas de condução, na Física Moderna. Também é possível discutir processos de interação da radiação com a matéria, conhecido como processos radiativos (e não radioativos, que tem relação com radioatividade dos elementos químicos), como por exemplo os conceitos de fluxo, albedo, refletância, refração, espectro, entre outros. Podemos ainda considerar investigações na termometria sobre os conceitos de capacidade térmica, condutividade térmica, equilíbrio termodinâmico, etc.

Do nascer do Sol até o seu ocaso, sua trajetória aparente vai de leste a oeste, sendo que o plano da sua trajetória irá depender da posição do observador no globo. No caso de um observador localizado na cidade de Itajubá, com latitude de aproximadamente 21 graus sul, esse plano está inclinado para o Norte durante quase todo o ano – exceto próximo ao solstício de verão, quando está ligeiramente inclinado para o sul. Para uma célula solar fixada e apontada para a direção do Sol durante a sua passagem meridiana, em um dia específico do ano, a energia produzida será crescente do nascer do Sol até sua passagem meridiana, à medida que o fluxo de radiação luminosa incidente na placa solar aumenta, e decrescente a partir da passagem meridiana até o pôr do Sol, à medida em que o fluxo de radiação luminosa diminui. É importante notar que, como a inclinação da trajetória aparente do Sol varia com o passar do ano, a eficiência da transformação energética também irá variar, fazendo com que os sistemas fixos de posicionamento das placas sejam ineficientes. Essa é, inclusive, uma questão que pode ser abordada nas aulas

---

<sup>1</sup> Medida de direção horizontal, definida em graus, muito utilizada em astronomia, topografia e engenharia.

de ciências, de forma interdisciplinar, relacionando conhecimentos das áreas de Geografia, Astronomia, Matemática e Física, por exemplo.

O fluxo de radiação luminosa, um conceito que é abordado em laboratório, é uma medida da quantidade de fótons atingindo uma área de um painel solar por unidade de tempo e pode ser calculado da seguinte maneira:

*Equação 2: Fluxo de radiação luminosa*

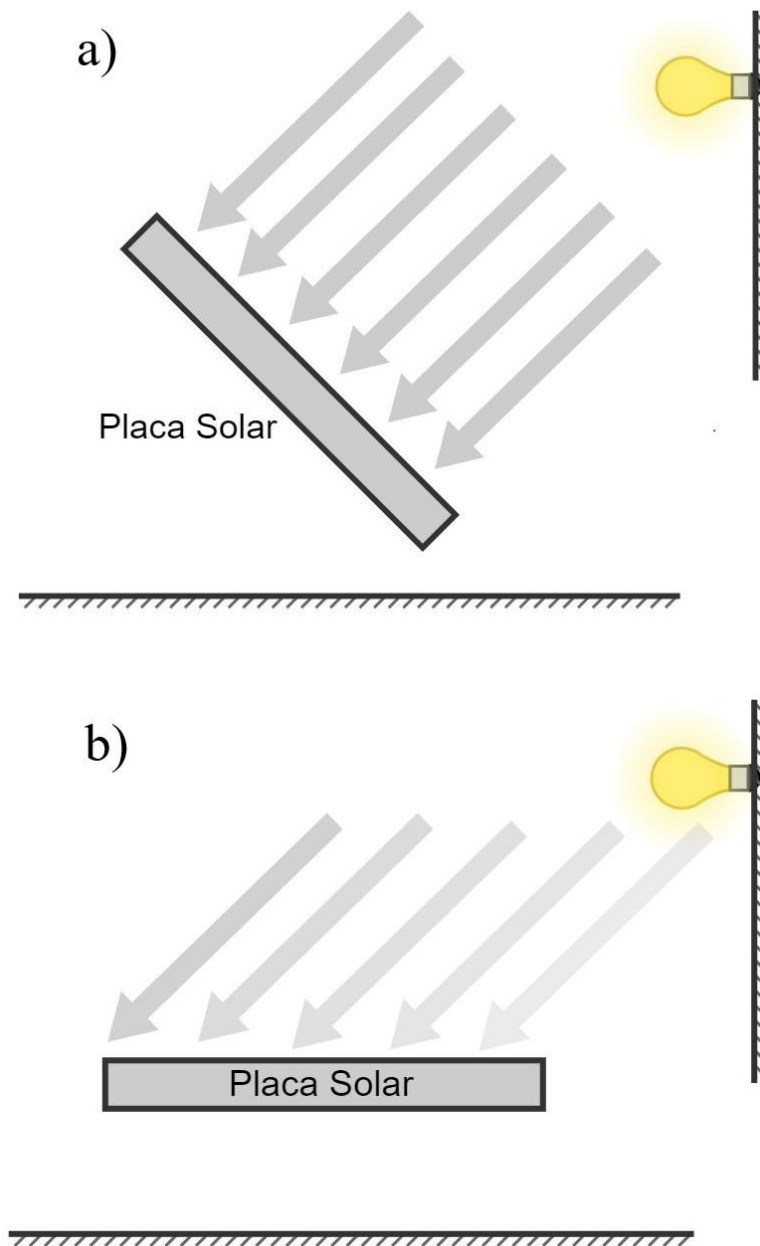
$$\psi = \frac{\text{fótons}}{\text{segundos} * \text{área}}$$

Em que “*Fótons / segundo*” é a quantidade de fótons que atingem o painel solar a cada segundo, e “*área*” é a área da face do painel solar. A área do painel solar é um valor constante, porém a quantidade de fótons que atingem o painel solar vai variar com a intensidade de luz solar ( $I_o$ ) e o ângulo ( $\theta$ ) entre a direção da luz solar e o vetor normal à área do painel solar ( $a_n$ ). Logo podemos então reescrever a equação do fluxo solar como:

*Equação 3: Fluxo solar*

$$\psi = I_o \cos \theta$$

Figura 8: Placa solar nas posições de a)  $0^\circ$  e b)  $45^\circ$



Fonte: O autor; 2023

Quando o painel solar está direcionado para o Sol de maneira que os feixes de luz incidem perpendicularmente a ele – o ângulo  $\theta$  é zero – o fluxo luz solar é máximo. De acordo com a orientação do ângulo  $\theta$  o fluxo luminoso diminui. É possível perceber na Figura 4 que a mesma quantidade de luz é emitida pela fonte, mas o painel solar possui orientações diferentes. Acoplado o painel a um sistema com motores, que o orientariam de maneira que mantenha o painel solar sempre voltado para a direção de maior radiação solar, seria possível fazer com que o painel captasse o máximo de luz disponível naquele

momento, melhorando assim sua capacidade de gerar maior potência de saída – ou seja, aumentando sua eficiência.

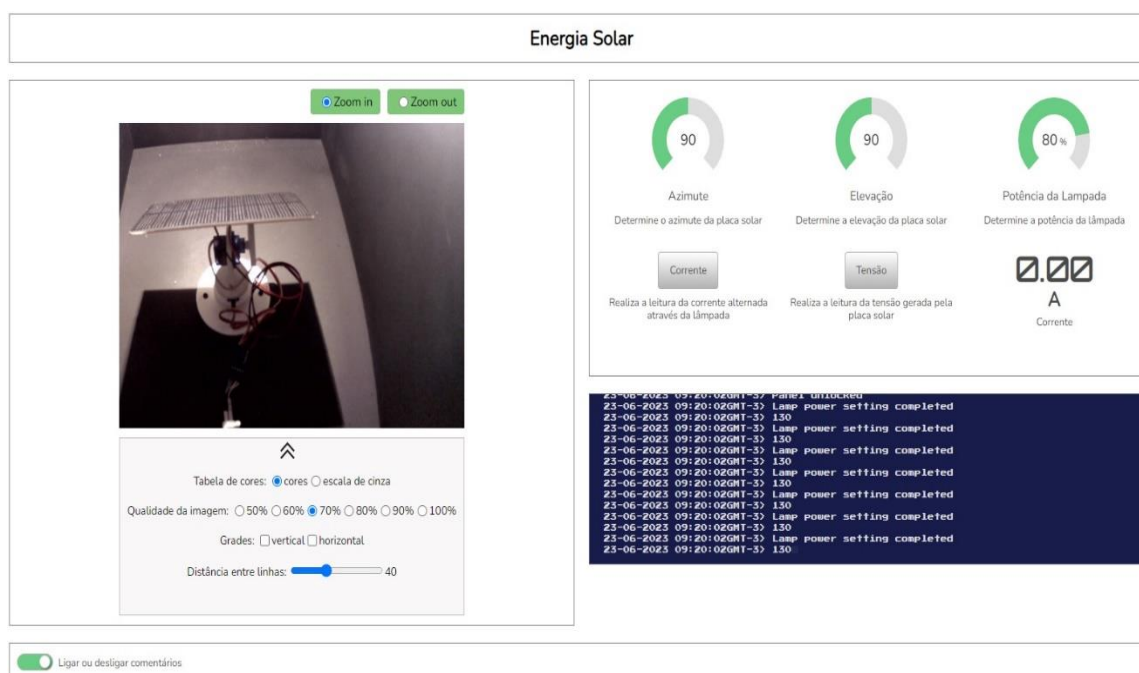
Uma célula fotovoltaica transforma a energia da radiação em energia elétrica, então, claramente, a quantidade de luz que atinge o painel fotovoltaico afetará a quantidade de energia que o mesmo vai fornecer em sua saída. Mas deve ser considerado também, que a carga que é colocada no painel solar também afeta a quantidade de energia produzida. Essa relação entre a carga no painel solar e a energia que ele produz é visualizada em uma característica de corrente-tensão. Neville e Loferski (1995) e Fahrenbruch e Bube (1983) aprofundam nas informações técnicas sobre como um painel solar converte a luz solar em eletricidade, e podem ser apreciados para melhor compreensão.

### **3.3. Utilização**

O experimento desenvolvido conforme tópico anterior se encontra online e disponível para utilização através do site do laboratório remoto da UNIFEI (<https://labremoto.unifei.edu.br>) clicando no botão “Experimentos”, que se encontra atualmente no menu esquerdo do site, selecionando o experimento intitulado “Energia Solar (IFQ-Unifei)”, e clicando em “Acessar”.

Quando o usuário acessa o experimento, é apresentada uma interface onde é possível controlar variáveis, realizar a leitura de sensores e também observar o que está acontecendo em tempo real com o aparato.

Figura 9: Interface para o usuário do experimento



Fonte: O autor; 2023

No experimento é permitido ao usuário alterar as seguintes variáveis:

- Azimute: Através do seletor de ângulo “Azimute” se altera o ângulo azimute da placa solar em relação a incidência da radiação luminosa emitida pela lâmpada;
- Elevação: O seletor de ângulo “Elevação” altera a elevação da placa solar em relação a incidência da radiação luminosa emitida pela lâmpada;
- Potência da lâmpada: Através do seletor de porcentagem “Potencia da lâmpada” se altera a potência luminosa da lâmpada, o que leva diretamente a quantidade de radiação luminosa que incide na placa solar.

É permitido também ao usuário a leitura dos seguintes sensores:

- Tensão: Quando pressionado o botão “Tensão” é apresentado o valor da tensão em Volts (V) gerada pela placa de acordo com a quantidade de radiação luminosa que incide na placa solar;
- Corrente: Quando pressionado o botão “Corrente” é apresentado o valor da corrente elétrica em mili-Amperes (mA) gerada pela placa de acordo com a quantidade de radiação luminosa que incide na placa solar;

Quando qualquer variável é alterada pelo usuário, pode-se observar o experimento se movendo de acordo com os valores selecionados nos controles por meio da câmera disposta no experimento que apresenta as imagens em tempo real.

#### **4. PROCEDIMENTOS DE PESQUISA**

O presente trabalho é de natureza qualitativa pois propõe-se explorar e compreender fenômenos que são considerados complexos, como o comportamento humano, suas atitudes e experiências, o que possibilita ao investigador estabelecer estratégias e procedimentos que tenham como finalidade compreender situações particulares e relevantes de experiências vividas por diferentes indivíduos (Bogdan; Biklen, 1994; Cohen; Manion; Morrison, 2017). A pesquisa qualitativa busca ainda, de forma descritiva e considerando a existência de uma relação indissociável entre o mundo real e a subjetividade dos sujeitos, interpretar e atribuir significados aos fenômenos estudados (Prodanov; Freitas, 2009) interessando-se mais pelo modo como as definições se formam (Bogdan; Biklen, 1994).

Ainda, a pesquisa qualitativa tem por objetivo registrar e organizar em texto discursivo as declarações relatadas, a fim de avaliar sua fundamentação, que podem ser escritas ou verbais, e ainda podem ser acrescidas de imagens e/ou sons que destinam-se a afirmar ou refutar uma afirmação declarada, e/ou fornecer descrições ricas e detalhadas dos fenômenos sociais (Liakopoulos, 2002).

Martins (2004) aponta também que a preocupação do pesquisador quando se utiliza de uma pesquisa qualitativa é a estreita aproximação dos dados, de maneira que seja possível fazer com que os dados obtidos falem da forma mais completa possível, para melhor se aprender e compreender. O autor ainda demonstra que, devido à diversidade do material que foi coletado pelo pesquisador, seja requerido dele uma capacidade de integração e análise que depende de sua capacidade criadora e intuitiva.

##### **4.1. Seleção dos sujeitos da pesquisa**

O grupo dos sujeitos desta pesquisa consiste em estudantes de um curso de licenciatura em Física, em fase final de formação, de uma universidade pública brasileira, pois o principal objetivo é identificar as percepções que estes estudantes apresentam sobre a utilização de um experimento didático controlado remotamente para o ensino do tema energia, suas potencialidades e limitações, bem como o papel da experimentação neste

processo, buscando compreender a importância da preparação dos discentes durante a formação inicial para a utilização de tais experimentos.

O critério de inclusão dos sujeitos baseou-se na carga horária, tendo sido selecionados aqueles cuja integralização do curso estava acima de 80%. Esse limite foi definido considerando-se a integralização mínima necessária para que os estudantes tivessem cursado disciplinas de estágio, pois isso significa que já teriam tido contato com as escolas e com o ambiente de trabalho, para que pudessem ter uma melhor compreensão da dinâmica de uma sala de aula. Além disso, esse limite é suficiente para que tenham concluído as disciplinas fundamentais para a compreensão teórica do tema proposto.

A partir dos critérios adotados, foram selecionados onze estudantes, considerados potenciais sujeitos de entrevista para a pesquisa. Dois deles já haviam se formado, devido às informações no sistema estarem desatualizadas. Outro estudante também foi removido da amostra pois não respondeu ao convite para entrevista e por não ter assiduidade, conforme relato de alguns docentes do curso. Nosso universo de estudantes selecionados conta, portanto, com nove sujeitos que se enquadram nos critérios de inclusão. Nesta pesquisa, buscando preservar a identidade dos sujeitos, iremos nos referir aos alunos como A1, A2, A3 ... e assim por diante.

Considerando as diversas definições apresentadas sobre laboratórios remotos, que por muitas vezes são confundidas com laboratórios virtuais, destacamos que a definição para laboratório remoto utilizada neste trabalho foi apresentada a todos os sujeitos participantes desta pesquisa e, ainda, que os mesmos utilizaram o experimento que foi desenvolvido para essa pesquisa no Laboratório Remoto de Física da Universidade Federal de Itajubá.

## **4.2. Coleta de dados**

Como ferramenta de coleta de dados foi utilizada uma entrevista do tipo semiestruturada, por se tratar do instrumento mais adequado e suficiente para nosso contexto, contendo uma série de perguntas norteadoras relacionadas aos objetivos da pesquisa e que foi organizada de forma lógica e apropriada, onde o entrevistado se



encontra livre para falar sobre o tema, orientado pelo pesquisador, conforme roteiro a ser seguido, como apontado por Gil (2008) e Bogdan e Biklen (1994).

A fim de ajustar o instrumento de coleta de dados, foi conduzida uma entrevista piloto com um professor que possui menos de um ano de formação em licenciatura em Física e é atualmente estudante do programa de pós-graduação em Educação em Ciências da Unifei. A realização de uma entrevista piloto pode revelar incertezas, perguntas desnecessárias, em excesso, com necessidade de complementação ou ajustes de ordens, a fim de reformular o instrumento (Lakatos; Marconi, 2003). Também é útil para que o pesquisador desenvolva sensibilidade sobre questões que podem desencorajar o respondente a fornecer boas respostas. Por exemplo, alguém poderia sentir-se desconfortável em admitir que não conhece determinado recurso tecnológico para o ensino, pois essa pessoa pode presumir, ainda que erroneamente, uma relação dessa carência com o teor de sua competência profissional. Por outro lado, essa mesma pessoa pode tranquilamente – e mesmo desapercivelmente – revelar que não conhece tal recurso se, ao invés, lhe for pedido que liste todos os recursos que costuma empregar em sala de aula. Nesse sentido, após a entrevista piloto, foram feitas poucas alterações do roteiro que foi aplicado na entrevista. Foram realizadas alterações na ordem das questões e reescritas de algumas outras com a finalidade de orientar melhor o entrevistado para o tema proposto.

Houve a alteração da ordem das perguntas do bloco 2, onde se trata da experimentação e a Física, em que foi observado ser mais interessante ao entrevistado dialogar primeiramente sobre a importância da experimentação durante a formação, mantendo assim uma linha de raciocínio clara. Foram reescritas também as questões do bloco 4, de maneira a fazer com que o entrevistado, no momento do diálogo sobre experimentos remotos, antes da utilização do experimento desenvolvido, pudesse refletir mais sobre um experimento voltado para o tema energia e sem a influência de qualquer ideia preconcebida sobre a experimentação.

O roteiro da entrevista foi estruturado em blocos. No primeiro bloco buscou-se levantar dados referentes à trajetória do discente durante sua formação, bem como informações sobre a relação do mesmo com as TDIC nesse período, formas de utilização e conhecimento sobre o assunto. No segundo bloco exploramos a forma como os entrevistados concebem o uso dos experimentos com finalidade didática, seus fundamentos e seu papel pedagógico e, no terceiro bloco, sobre a utilização da tecnologia

combinadas com esses recursos, com questões sobre a incorporação das tecnologias modernas nos experimentos educacionais, tanto em termos de facilitar sua utilização quanto de impactar as práticas experimentais. No quarto bloco é dado foco em questões sobre a importância que o entrevistado atribui à utilização de laboratórios remotos para o ensino, e, ainda, quando há a aplicação de tais experimentos para o ensino de temas complexos como a energia. Após a conclusão destes blocos iniciais, a entrevista é pausada e é apresentado ao entrevistado o experimento que foi desenvolvido sobre o tema energia, e disponibilizado certo tempo para que o entrevistado faça uso do experimento.

O uso do experimento pelo entrevistado, após uma breve introdução sobre as funcionalidades do mesmo, acontece com o objetivo de o prepará-lo para as próximas perguntas, que fazem referência direta ao experimento, assim como fazer com que o sujeito reflita um pouco mais sobre as TDIC aplicadas a um experimento remoto didático e então expressar suas percepções sobre o assunto. O entrevistado não recebeu nenhum roteiro para a utilização do experimento, ficando livre, e sem tempo determinado, para utilizar da maneira que considerar ser mais conveniente. Embora o site do Labremoto esteja programado para permitir a utilização de um experimento por no máximo 10 minutos, foi assegurado ao entrevistado a possibilidade de uso por maior tempo caso necessário. O pesquisador se ausentou da sala por um tempo de aproximadamente 5 minutos, tempo este que considerou suficiente para que o entrevistado explorasse o experimento.

Após a utilização do experimento pelo entrevistado, retornamos ao roteiro da entrevista a partir do quinto bloco, que contém questões que buscam aferir a importância que os licenciandos atribuem ao recurso da experimentação remota e de que forma o experimento pode ser utilizado como uma ferramenta para o ensino do tema proposto segundo a concepção dos entrevistados. Finalizamos a entrevistas dando abertura para que os entrevistados possam colocar suas sugestões para refinamentos no experimento que lhes foi apresentado.

### **4.3. Análise dos dados**

A metodologia escolhida para a análise dos dados coletados é de natureza qualitativa, que segundo estudos, é a abordagem que enfatiza o objeto de estudo das

Ciências Sociais pois lida com a complexidade da vida humana e suas diversas interpretações, considerando também que a realidade social é dinâmica, rica em significados e difícil de ser completamente contida em teorias ou códigos pré-definidos (Coulon, 1995; Minayo, 2001; Bauer; Gaskell, 2008). Tais estudos ainda apontam que a metodologia de natureza qualitativa oferece ferramentas e teorias que permitem uma aproximação mais detalhada à vida humana em sociedade, uma vez que responde a questões muito particulares. Ainda, como apontado por Coulon (1995), para que seja realizada uma análise completa e abrangente, é necessário considerar os detalhes, observações, manifestações e até mesmo a omissão como elementos para a compreensão das informações adquiridas, que implica em utilizar da descrição como uma ferramenta que estabelece as conexões e nos aproxima dos processos que ocorrem no contexto.

Neste trabalho seguiremos as etapas descritas por Miles e Huberman (1994), que as organiza em três etapas, sendo elas redução, exibição e conclusão/verificação. Na primeira etapa então se reduz os dados em um processo de simplificação, onde os dados são selecionados e simplificados em resumos organizados, para que então na segunda etapa, ocorra a apresentação destes dados para uma análise sistemática das informações e, por fim, na última etapa se apresenta discussões e conclusões a partir dos dados que foram analisados.

Na primeira etapa nos familiarizamos com o material a ser analisado, fazendo a transcrição das entrevistas, com uma leitura inicial para que possamos compreender o contexto e os elementos-chave do texto. Para além, o texto ainda pode delimitar o objeto de estudo e definir critérios e categorias que serão utilizados na etapa seguinte.

Na segunda etapa, realizaremos uma análise mais aprofundada do material que foi selecionado, buscando identificar e categorizar os elementos relevantes presentes nos textos, como tema, conceito chave, padrões de discurso e estruturas discursivas. O objetivo principal desta etapa é obter uma compreensão mais detalhada dos dados e extrair informações relevantes que possam ser utilizadas para responder às questões de pesquisa.

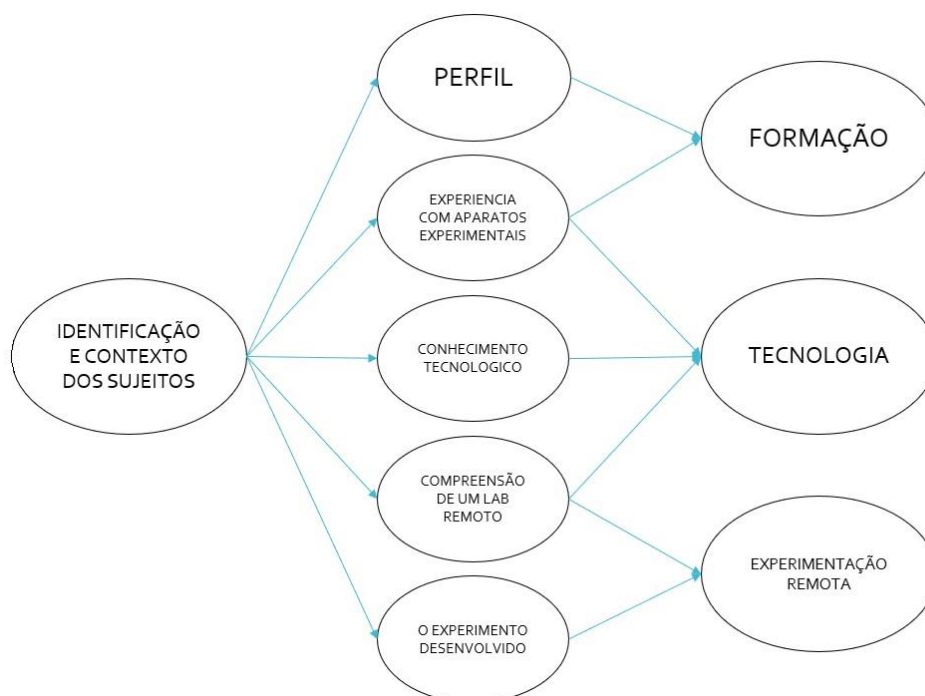
Por fim, é realizada a interpretação mais aprofundada a partir dos dados que foram coletados e investigados nas etapas anteriores buscando identificar padrões, tendências, relações e significados provenientes dos materiais analisados. Para que seja viável tal interpretação é possibilitado ao pesquisador realizar comparações entre diferentes casos ou categorias, buscar evidências que suportem, ou refutem, as hipóteses de pesquisa e

identificar *insights* relevantes para a compreensão do caso estudado. Nesta fase ainda é considerado a visão do pesquisador, suas teorias e conhecimentos prévios. A etapa é finalizada com a apresentação de conclusões e uma compreensão mais sólida dos resultados da análise.

## 5. ANÁLISES E DISCUSSÕES

Nesta pesquisa foram entrevistados seis dos nove estudantes selecionados para participarem da pesquisa. Dois dos sujeitos alegaram que não foi possível encontrar um horário adequado para participarem das entrevistas e um terceiro não respondeu aos convites feitos. Os dados obtidos foram analisados de acordo com as etapas propostas por Miles & Huberman (1994), em que todas entrevistas foram transcritas, reduzidas para os principais dados, que foram resumidos e categorizados.

*Figura 10: Categorização para análise*



*Fonte: O autor; 2024*

As categorias inicialmente criadas com a finalidade de organizar os dados são:

- **Perfil:** Compreender qual o perfil do licenciando entrevistado e saber quais são suas perspectivas gerais sobre a formação inicial de professores, como o motivo da escolha do curso e sua experiência profissional, se houver.
- **Formação:** Compreender qual a perspectiva do licenciando sobre os experimentos que utilizou durante sua formação de forma presencial e que

considerações tem a fazer com esse respeito, assim como a utilização de experimentos com alunos durante as disciplinas de estágios. Considerando também o tempo de pandemia, que afligiu os alunos durante a formação, saber se foi feita a utilização de experimentos “digitais” e como foram as abordagens desses experimentos durante a formação, se houver.

- **Tecnologia:** Perceber qual o envolvimento do licenciando com a tecnologia em seu cotidiano e como é utilizada por ele. Saber ainda se durante as disciplinas de estágio foram utilizados algum tipo de tecnologia para o ensino, seja devido ao cenário pandêmico ou não.
- **Experimentação remota:** Ainda considerando que os alunos entrevistados passaram pelo período de pandemia durante sua formação, buscamos entender qual a compreensão que têm quanto a um laboratório remoto, se há a interpretação e diferenciação correta de outros laboratórios que não podem ser considerados remotos. Também, se houve a utilização de algum tipo de laboratório remoto durante o tempo de pandemia e buscar compreender como foi utilizado e abordado quando o tema proposto era energia.

Buscamos entender também se durante as disciplinas cursadas houve a discussão do tema energia, e se foram propostos experimentos como ferramenta para o ensino do tema e, ainda, se foram utilizadas tecnologias, como um laboratório remoto, para a melhor compreensão do tema.

- **O experimento “Energias renováveis”:** Após a utilização do experimento desenvolvido pelo entrevistado, buscamos entender sua percepção geral sobre a utilização do experimento para o ensino do tema energia, assim como quais são as limitações que enxergam no experimento e que podem ser melhoradas.

### 5.1. Perfil dos sujeitos

Os entrevistados são oriundos de cidades do interior do sul de Minas Gerais, possuem faixa etária entre 21 e 23 anos, do sexo feminino e cursaram o ensino médio em escolas públicas e privadas. Nesta pesquisa, para preservar a identidade dos sujeitos, iremos nos referir aos mesmos como A1, A2 ... e assim por diante. No quadro abaixo

descrevemos os sujeitos de acordo com as experiências que citaram possuir em sala de aula e sua proximidade com as TDIC.

*Quadro 1: Perfil dos sujeitos*

<b>Sujeitos</b>	<b>Atuação em sala de aula</b>	<b>Proximidade com as TDIC no contexto de ensino</b>	<b>Conhecimento de laboratório remoto</b>
A1	Estágio de regência em escola municipal com alunos do ensino médio.	No cotidiano utiliza computadores e celular.  No contexto de ensino, utilizou tecnologias em aulas ministradas, como computadores, microcontroladores, softwares de programação e desenvolvimento de circuitos eletrônicos e o labremoto.  Propõe e pensa em sequências didáticas com a utilização de tecnologias.	Fez parte da equipe de desenvolvimento do laboratório remoto de Física de Itajubá.  Já propôs a utilização de experimentos remotos em aulas.
A2	Professora substituta no estado	No cotidiano utiliza tecnologias como computadores e celulares.  Quanto a aplicação no contexto do ensino, busca criar materiais que sejam	Teve o conhecimento do laboratório remoto durante a sua formação, devido a utilização de experimentos em algumas disciplinas durante o período de pandemia.

		de interesse para os alunos.	Já buscou utilizar os experimentos do labremoto em aulas ministradas.
A3	Atuou apenas no estágio	No cotidiano utiliza computadores, celulares e simulações.  Utilizou simulações no contexto de ensino e apresentou o labremoto aos alunos do estágio.	Teve conhecimento sobre o laboratório remoto durante a sua formação pois teve de utilizar em algumas disciplinas durante no período de pandemia.
A4	PIBID 2020/21.  Iniciação científica na área de cultura e lazer.  Professora de matemática.	Uso das tecnologias no dia a dia para pesquisas da graduação, músicas e filmes.  No contexto de educação, considera como uma ferramenta.	Busca utilizar experimentos simulados e dos experimentos remotos disponibilizados em aulas ministradas.
A5	Atuou apenas no estágio	Uso das tecnologias, computadores e celular, no cotidiano apenas para pesquisas simples.  Entende as tecnologias como um caminho para melhorias, ou facilitador, para o aprendizado.	Teve o conhecimento de laboratório remoto durante a sua formação pois teve de utilizar em algumas disciplinas durante no período de pandemia.
A6	Atuou apenas no estágio	Proximidade com as tecnologias a partir de jogos de computador.	Teve o conhecimento de laboratório remoto durante a sua formação,



		Já realizou “lives” na internet de jogos em que utilizou do momento de maneira didática tirando dúvidas sobre astronomia.	mas não utilizou do mesmo.
--	--	---	----------------------------

*Fonte: O autor*

Dos sujeitos entrevistados para esta pesquisa, todos conheciam o laboratório remoto da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) devido a uma disciplina em comum que envolve o conceito de tecnologias na educação e apenas o sujeito A6 não utilizou os experimentos remotos durante a formação. Todos os outros sujeitos utilizaram os experimentos do laboratório durante a pandemia, por consequência das restrições impostas pela pandemia da COVID-19. É relevante salientar também que o sujeito A1, no momento desta pesquisa, fazia parte da equipe de trabalho do laboratório onde foi desenvolvido o experimento para essa pesquisa, porém não está envolvido no desenvolvimento do experimento remoto utilizado especificamente neste trabalho. Salientamos também que todos os sujeitos da pesquisa utilizaram o experimento controlado remotamente desenvolvido sobre o tema energia durante a pesquisa para responder às questões relacionadas à percepção sobre o uso do experimento no contexto de ensino do tema proposto.

O perfil dos sujeitos entrevistados compreende desde o discente que entrou para o curso de licenciatura em Física por interesse próprio, por se sentir vocacionado para tal e também por já atuar em sala de aula, até o licenciando que iniciou o curso por ser uma escolha mais próxima do que realmente almejava para seus estudos e atuou em sala de aula apenas durante as disciplinas de estágio obrigatórias.

É importante salientar que o perfil do sujeito A4 apresenta um diferencial por ter cursado técnico em eletrônica antes de ingressar no curso superior, fato este que direcionou a escolha para o curso de licenciatura em Física, assim como também

proporcionou certa facilidade durante algumas disciplinas e experimentos durante o curso, o que discutiremos durante algumas percepções neste trabalho, como declarado:

*[...] inclusive Física III eu tive mais facilidade por já ter tido esse conhecimento técnico, que foi mais aprofundado do que no ensino médio.*  
(A4)

A maioria dos sujeitos entrevistados também participaram do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) durante a formação inicial, que ocorreu durante a pandemia COVID-19 e, conforme relata A2, foi de grande importância para a formação quando voltada para a docência, mesmo que realizada na maioria deles de maneira online, como se pode observar a partir da fala seguinte:

*Já fiz PIBID na época da pandemia, foi uma experiência transformadora, porque como não tinha atuado na escola ainda consegui atuar na escola e ainda consegui desenvolver habilidades que trabalhassem no ensino [...]*  
(A2)

A4 também relata que:

*[...] fiz o PIBID, e aí foi na edição 2020/21, também foi online, mas a gente já conseguiu ter um contato inicial com os professores da escola que eu acabei tendo contato [...]. E aí o professor, ele foi muito tranquilo e deu muito abertura para gente mesmo no contexto mais difícil.* (A4)

Podemos perceber que o PIBID possibilita aos alunos de licenciatura o contato com a sala de aula, o que proporciona momentos de reflexão sobre aquilo que é necessário para que os conteúdos de ciências sejam apresentados aos estudantes da Educação Básica e de que forma devem ser apresentados para promover uma aprendizagem significativa. O programa contribui para uma formação de qualidade dos licenciandos na medida em que fomenta o envolvimento dos futuros professores com o ambiente escolar e aproxima a realidade profissional dos cursos de formação.

Devemos considerar também a dificuldade que houve para os professores adaptarem-se ao contexto da pandemia COVID-19, pelo fato de que tanto alunos como professores foram afetados psicologicamente e emocionalmente pelo contexto, como deixa claro o relato de A6:

*[...] tinham, sei lá, dois ou três alunos, todo mundo de câmera fechada e ele falando. [...] em alguns dias tinha um pouco mais gente, mas era só professora com a câmera aberta e ela tentava ainda fazer os slides bonitinho, de um modo que ficasse mais visual, tentava aprimorar aquele material [...] eles tentaram ainda incrementar coisas, mas não tinha uma motivação geral das pessoas nesse período, tava todo mundo sem força nenhuma [...] (A6)*

Embora sejam estudantes de licenciatura em Física que se encontram na última etapa do seu processo de formação, no momento em que foi feito o levantamento de dados dessa pesquisa, os sujeitos A3, A5 e A6 não possuem experiência profissional anterior em sala de aula, atuando apenas nas disciplinas de estágio obrigatórias. Todos os outros entrevistados possuem experiência profissional atuando como professores, como A1 que atuou como professor de idiomas, A2 que atuou como professor substituto estadual e A4

que atuou como professor durante o PIBID, na Iniciação Científica e na disciplina de matemática em uma escola no ensino fundamental.

## 5.2. Percepções dos licenciandos

Faremos referência neste capítulo aos dados emergentes das entrevistas realizadas com os sujeitos desta pesquisa. Após transcrever as entrevistas, foram elaborados metatextos a partir das categorias escolhidas (apresentadas no início do capítulo), as quais associam-se com descrições, interpretações e argumentos integradores. As categorias que foram inicialmente estabelecidas têm o propósito de permitir a compreensão de percepções que os estudantes de licenciatura em Física, em fase final de formação, apresentam com respeito à utilização de um experimento controlado remotamente para o ensino do tema energia, com um viés para discussões que abarcam o tema energias renováveis. Além dessas categorias iniciais, também foram estabelecidas categorias intermediárias, com base naquilo que foi declarado pelos sujeitos e nos referenciais adotados. O quadro a seguir contém a estrutura final das categorias estabelecidas para análise.

*Quadro 2: Proposta de categorização*

CATEGORIAS	SUBCATEGORIAS
Formação	Importância da manipulação de aparatos experimentais para a formação
	Habilidades a serem desenvolvidas
Tecnologia	A tecnologia na formação de professores
	A tecnologia em sala de aula
	A tecnologia aplicada à experimentação
	Quando aplicada a um experimento com o tema energia
Experimentação remota	A compreensão do “remoto”
	A percepção sobre experimentos com o tema energia
	Percepção e aplicação do experimento desenvolvido

*Fonte: O autor*

### 5.2.1. Formação

Antes de explorar percepções dos sujeitos referentes a utilização de experimentos remotos, é conveniente conhecer mais à fundo qual a relação estes sujeitos tiveram com experimentação durante sua formação, bem como com tecnologias digitais. Dessa maneira, buscou-se entender primeiro qual a importância que a utilização de experimentos possui para a formação de professores, segundo a percepção dos entrevistados. Foram feitos questionamentos sobre a utilização de experimentos didáticos durante o processo formativo, criando-se assim a primeira categoria a se destacar sobre a experimentação na preparação de professores.

*Quadro 3: Descrição das subcategorias da categoria experimentos na formação*

SUBCATEGORIAS	DESCRIÇÃO
Importância da manipulação de aparatos experimentais para a formação	Apresentar os relatos relacionados à importância da experimentação para a formação de professores, bem como da manipulação dos aparatos experimentais para a formação de professores
Habilidades a serem desenvolvidas	Sobre as habilidades destacadas a serem desenvolvidas, por alunos na percepção dos licenciandos, quanto a utilização de um experimento.

*Fonte: O autor*

Deve-se ressaltar que a utilização de experimentos didáticos pelos licenciandos durante a sua formação aconteceu, quase que exclusivamente, com experimentos simulados, gravados e/ou remotos, por conta do contexto da pandemia da COVID-19, que impôs o isolamento e distanciamento social.

Foi possível perceber através das falas dos entrevistados que a utilização de experimentos didáticos, quer sejam eles simulados, gravados, remotos ou presenciais, são considerados fundamentais para a formação, ao passo que servem de apoio na compreensão de conceitos abordados durante as aulas teóricas, ponto este que foi destacado por todos os sujeitos entrevistados. Porém, deve-se ressaltar que todos os sujeitos apontaram para a **importância da manipulação do aparato experimental** quando questionados sobre a manipulação dos aparatos e a experiência prática exercitada

em ambiente de laboratórios durante a formação, pois acreditam que isso possibilita uma compreensão melhor do que ocorre no aparato e também possibilita ter maior controle sobre as variáveis experimentais, fato este que fica evidenciado nas falas:

*[...] essa coisa mais física, contato, gera mais curiosidade e a gente tá vendo que o experimento pode dar certo, pode dar errado, pode, sei lá, várias variáveis como você disse eh, isso é fundamental, porque isso a gente tem ideia do que o fenômeno é e o que pode ocorrer, e pode também ver por exemplo erro, incerteza. Então é bom para que a gente possa desenvolver o nosso científico aqui dentro da gente [...]* (A2)

*[...] uma coisa que eu fiz muito agora no presencial foi antes de começar o experimento mexer realmente no instrumento [...] então eu sinto que assim, poder colocar a mão me ajudava a entender melhor. Não sei se é uma coisa exclusiva. Mas eu sinto que para mim facilita mais quando eu tenho essa possibilidade de tato.* (A4)

A sujeito A5 ainda menciona as vantagens de não se ter um roteiro para a realização do experimento, mas sim instruções mais abertas sobre o que deve ser feito para alcançar certo objetivo, permitindo que os alunos manipulem o aparato de maneiras diferentes daquela predefinida pelo roteiro tradicional, o que pode levar ao entendimento mais aguçado sobre as funções de cada elemento do aparato, dando margem, assim, para que os estudantes possam refletir sobre o próprio procedimento experimental, visto que compreendem melhor o papel de cada instrumento, cada equipamento nesse procedimento.

*[...] um laboratório que mais ajudou, que foi o de física, foi de laboratório avançado um, aonde o professor ele soltava a gente no laboratório, dava uma introdução, mostrava o que era o experimento e a gente colhia os dados, ele não era roteirizado. Porque nos outros laboratórios que eram roteirizados a gente já sabia o que ia acontecer, a gente manipulava o experimento para sair do jeito que a gente quer. (A5)*

Esses excertos das falas dos entrevistados vão ao encontro daquilo que autores como Alves Filho (2000), Araújo e Abib (2003) e Gaspar (2014) apontam, que a experimentação é considerada uma das maneiras mais eficazes como apoio a construção do conhecimento científico do aluno, uma vez que pode estar ligada fortemente ao seu cotidiano, possibilitando a conexão entre teoria e prática, onde o uso de experimentos é considerado uma oportunidade de recordar e contrapor teorias estudadas em sala. Além disso, também afirmam que a experimentação promove uma participação ativa dos estudantes, o que parece estar mais evidente na percepção do estudante A5, quando reconhece as vantagens de uma atividade experimental com roteiros mais abertos.

Considerando a importância dada à manipulação do aparato experimental, os sujeitos da pesquisa foram questionados sobre que **habilidades podem ser desenvolvidas** pelos alunos durante as práticas experimentais. Comumente se observa que as habilidades mencionadas, que são consideradas de importância ao desenvolvimento dos alunos, são a de trabalho em grupo e a organização, porém os sujeitos da pesquisa ainda destacaram habilidades como a “[...] capacidade de entender o experimento”(A4), a capacidade de “[...] desenvolver a criatividade e cognição [...]”(A1), a “[...] capacidade de observar, de concluir e de analisar” (A2) e também a possibilidade do aluno “[...] criar ou mesmo projetar as coisas que está querendo fazer [...]” (A6).

Podemos entender então que as percepções dos sujeitos sobre a utilização de experimentos no contexto de formação de professores, converge para a importância da manipulação dos aparatos experimentais, sejam em ambientes presenciais, remotos ou simulados, enfatizando a **relevância dessa prática para a compreensão teórica**.

### 5.2.2. Tecnologia

O próximo passo consiste em entender de que forma os sujeitos utilizam as tecnologias modernas no seu cotidiano e no ensino, se o fazem.

*Quadro 4: Descrição das subcategorias da categoria Tecnologia*

SUBCATEGORIAS	DESCRIÇÃO
A tecnologia na formação de professores	A percepção dos licenciandos quanto a apresentação e utilização de tecnologias na formação de professores.
A tecnologia em sala de aula	Relatos sobre a utilização de tecnologias em sala de aula
A tecnologia aplicada a experimentação	A percepção dos licenciandos quando a tecnologia é aplicada a experimentos didáticos

*Fonte: O autor*

Todos os sujeitos da pesquisa, apesar de inicialmente associarem a tecnologia exclusivamente a dispositivos digitais quando questionados, demonstram a compreensão de que a tecnologia na educação abrange uma variedade de formas, desde instrumentos tradicionais como lápis e papel até recursos digitais mais avançados, como explicitado por A1:

*[...] eu achava que tecnologia era só você ter o computador, sabe? Internet... E aí depois eu comecei a me envolver mais com o tema e ver que pode ser muitas outras coisas [...] (A1)*



Quando questionados sobre a importância da tecnologia na formação de professores todos os sujeitos consideraram de extrema importância, a fim de que o conteúdo das aulas se torne “[...] *mais dinâmico, não fica só aquela coisa da gente ficar falando ali na frente [...]*” (A1), criando também oportunidades para que os professores desenvolvam diferentes materiais. Nesse ponto, é importante chamar a atenção para o fato de que a fala do sujeito em questão sugere, em primeira instância, uma percepção possivelmente ingênua com respeito à utilização das TDICs no ensino. Como mencionado anteriormente neste trabalho, apenas o uso das TDIC não é suficiente para assegurar a aprendizagem de um conceito, mas sim, é preciso que a utilização dos recursos tecnológicos esteja inserida em um contexto didático cuidadosamente planejado, em que as potencialidades de cada recurso estão associadas a objetivos didáticos específicos. Entretanto, a fala de A1 é lacônica nesse sentido e não traz elementos suficientes para que possamos aferir adequadamente o papel das tecnologias na experiência didática a que fez referência, se foi eficaz ou não como uma ferramenta de apoio à aprendizagem.

Portanto, com base unicamente na fala que foi apresentada, a partir dos referenciais teóricos dessa pesquisa, nota-se indícios de uma percepção distorcida com relação ao papel das tecnologias no ensino, na qual atribui-se uma dimensão exagerada aos aspectos plásticos relacionados ao uso em detrimento de aspectos mais substanciais, como a articulação do recurso com o planejamento e com os objetivos de aprendizagem, ou ainda a definição clara de um papel para o recurso em um procedimento voltado para um fim, normalmente didático.

Outrossim, a fala de A1 nos leva a refletir sobre os resultados apresentados nos trabalhos de Joaquim e Pesce (2016) e Schuhmacher *et. al.* (2016), os quais apontam para o fato de que os professores reconhecem as potencialidades das TDICs. É inevitável aventar a possibilidade de que talvez tais potencialidades não tenham sido adequadamente estimadas. Em contrapartida, alguns excertos das falas de outros sujeitos apresentam mais elementos, que permitem reconhecer uma percepção um pouco mais desenvolvida sobre a utilização das tecnologias no ensino:

[...] *assim eu posso ter oportunidade de fazer, criar materiais digitais que sejam mais*

*interessantes para os alunos, e acho que isso é um diferencial, sabe? é importante. (A2)*

*[...] para a didática, fica mais didático e fica mais interessante a aula porque, principalmente conceitos científicos, os conteúdos são muito abstratos, [...] nem sempre a gente consegue usar só da imaginação. (A3)*

Em particular, a fala de A3 está de acordo com Nascimento e Uibson (2022), que concluíram, a partir de uma revisão sistemática da literatura sobre a experimentação no Ensino de Física, que os trabalhos que utilizam das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) na experimentação, demonstrando na prática os fenômenos físicos, facilitam a assimilação e compreensão dos conceitos apresentados e observados.

Para além do desenvolvimento de diferentes materiais de apoio para utilização em sala de aula, o sujeito A6 menciona a utilização das TDIC para o ensino de diferentes maneiras, com a utilização em *Lives* realizadas através da internet e exemplifica:

*“[...] uma relação que eu tenho grande com a tecnologia é a partir de jogos. Eu gosto bastante de jogar. Durante a pandemia fiz Live também [...] apareceram perguntando várias coisas de astronomia assim e eu ia respondendo, então acaba se tornando de certo modo até um pouco didática a live [...]”*

Foi considerado também pelo sujeito A4, que a tecnologia quando aplicada na formação de professores promove a “[...] capacidade de estabelecer um vínculo, mesmo que pela internet com outras universidades, com outros lugares, outros grupos de pesquisa [...]” (A4). Ainda, A1 faz uma crítica considerável quanto à utilização de tecnologias por professores que atuam nos cursos de licenciatura:

*“[...] acho que a gente não deveria ter ainda professores que se escondem atrás da justificativa de: “eu não sei usar, então eu não vou aprender.” [...] acho que é importante porque além da gente conseguir fazer o nosso aluno ter mais interesse pela aula, parece que o nosso trabalho também fica mais legal assim, mais dinâmico, não fica só aquela coisa da gente ficar falando ali na frente [...]” (A1)*

Logo, percebe-se que existe unanimidade entre os sujeitos quanto à importância das tecnologias para a formação de professores – ainda que, em alguns casos, essa importância baseie-se em uma percepção distorcida –, o que reforça a necessidade da integração das tecnologias de maneira significativa no ambiente educacional, uma vez que é destacada como um elemento que torna as aulas mais envolventes e atrativas, além da capacidade de desenvolvimento de materiais didáticos digitais, moldando a tecnologia e possibilitando a abordagem dos temas de diferentes maneiras, enriquecendo assim o processo de aprendizagem.

Segundo a percepção dos sujeitos, deve haver também uma reflexão sobre a resistência de alguns professores na adoção da tecnologia em sala de aula. Essa resistência pode ser considerada uma barreira para o ensino e aprendizado nos tempos atuais, em que é necessário ser superada para que seja promovida uma cultura de aprendizado contínua, enfrentando assim um desafio significativo, uma vez que a integração eficaz da tecnologia no contexto educacional não apenas favorece o interesse dos alunos, mas também enriquece a prática docente.

A seguir, são apresentadas algumas falas dos sujeitos em que relataram a utilização de recursos tecnológicos, que foram utilizados durante a formação, em sala de aula durante a disciplina de estágio obrigatório, indicando que a percepção sobre a possibilidade de utilização das tecnologias como uma ferramenta para o ensino está desenvolvida:

*“Então essa foram as atividades práticas que eu dei para eles, que eu dei poucas aulas, então, essas duas foi que eu usei de fato assim o Arduino e eles fizeram alguma coisa, então foi legal a experiência assim, eu achei que eles acharam interessante, mas eu tentei trazer isso para o lado da física também.” (A1)*

*“[...] as simulações do Phet Colorado eu usei bastante, [...] cheguei a falar um pouco de Arduino com eles (alunos), aí eu levei o lab remoto, mas mais para mostrar [...]” (A3)*

*“[...] dá para explicar a física através do experimento (experimento remoto). E aí às vezes não dá para montar o experimento durante a sala, mas dá para trazer ele de uma forma através da tecnologia [...]” (A4)*

Entendemos então que a percepção dos licenciandos sobre o uso de tecnologias na educação é complexa, com aspectos tanto de compreensão da importância das tecnologias quanto de resistência. Embora a tecnologia seja entendida como essencial para a formação de professores e para o ensino, há indícios de uma percepção distorcida sobre seu papel, assim como também a necessidade de superar a resistência apresentada por alguns professores, o que é um desafio importante para promover uma cultura de aprendizado contínuo.

### **5.2.3. Experimentação remota**

Seguindo para a análise das percepções dos sujeitos sobre a utilização de um experimento remoto para o ensino do tema energia, buscamos saber o que eles entendem por um experimento “remoto”.

Quadro 5: Descrição das subcategorias da categoria Experimentação remota

SUBCATEGORIAS	DESCRIÇÃO
A compreensão do “remoto”	Qual a concepção sobre o que é um experimento remoto que os licenciandos possuem
A percepção sobre experimentos com o tema energia	Demonstra a percepção e conhecimento sobre experimentos com o tema energia que os licenciando em fase final possuem.
Percepção e aplicação do experimento desenvolvido	Após a utilização do experimento desenvolvido qual foi a percepção sobre possíveis aplicações para o ensino

Fonte: O autor

Quando questionados então sobre o que entendem por um experimento remoto, as respostas obtidas demonstram que os alunos têm diferentes interpretações e entendimentos sobre o termo “remoto” no contexto de laboratórios, porém mencionam características em comum, os quais trataremos a seguir.

A primeira característica que fica evidente e foi expressa pelos sujeitos entrevistados é o **ênfase na experiência real**. Todos os entrevistados ressaltaram que um experimento remoto é um experimento real e destacam que a autenticidade do experimento não é comprometida, pois decisões e ajustes podem ser realizadas no tempo oportuno durante a execução do experimento. Logo, nos é sugerido uma valorização da experiência prática, ainda que essa ocorra à distância.

*“Que eu entendo como experimento remoto é que é um experimento real, a única coisa que muda que eu não estou ali tocando nele, mas ainda assim eu tô conseguindo fazer ele funcionar isso é um experimento remoto. Eu consigo ver o que ele tá fazendo, ele tá acontecendo de verdade, só que eu tô segura, né do outro lado da tela [...]” (A1)*

*“Para mim experimento remoto, por mais que você esteja longe, é algo que está acontecendo ali no momento onde você tem a sua coleta e o seu tempo de realizar pesquisa, não é algo 100% roteirizado.” (A5)*

Outra característica da percepção que os sujeitos possuem, que também pode ser identificada, refere-se ao fato de que um **experimento remoto pode ser acessado de qualquer lugar** – desde que exista uma conexão com a internet disponível. A **flexibilidade** que é proporcionada por um experimento remoto foi considerada como uma vantagem significativa pelos sujeitos, ainda assim foi apontada a necessidade da presença de um professor, mesmo que de maneira on-line, para que a utilização do experimento aconteça de forma instruída.

*“Eu acho que é muito legal, é bem interessante, só que acho que vem aquela coisa de novo de o professor ele tá presente, e ele tipo te instruir a como você pode utilizar, porque se você for vir sozinho, você pode ficar meio perdido dentro do laboratório, “Que que eu vou fazer aqui? O que eu aperto? como é que funciona?” então tem que estar tem que ter uma base, ter um suporte [...]” (A3)*

Logo, percebe-se que os sujeitos apresentam uma compreensão razoável sobre o significado do termo remoto quando utilizado no contexto das atividades experimentais, segundo a qual valorizam a autenticidade, a flexibilidade, o controle ativo e a capacidade de interagir com os experimentos em tempo real, destacando a importância de tais aspectos para o aprendizado prático à distância, quando se trata de um laboratório. Isso está de acordo com Caetano (2019), segundo quem os LR oferecem acesso a experimentos reais sem restrições de tempo e localização, desde que exista a possibilidade

de se conectar à internet. Para além disso, a flexibilidade apresentada pelos laboratórios remotos possibilita também que usuários diversos acessem os experimentos disponíveis, o que democratiza o acesso aos laboratórios. Viabiliza também a utilização por escolas de Educação Básica devido ao seu baixo custo de usabilidade, pois elimina a necessidade de instalação de vários equipamentos idênticos e de um espaço físico com estrutura adequada para esses equipamentos (Caetano, 2019).

No momento em que o sujeito A3 aponta para a necessidade de um professor para conduzir a utilização do experimento, fica evidente um aspecto da percepção deste sujeito, a saber, o fato de que atividades experimentais são costumeiramente de cunho demonstrativas ou de verificação da teoria (Araújo; Abib, 2003). De acordo com essa perspectiva, o professor tem dificuldade em discernir entre os aparatos e o experimento, de forma que os aparatos estão sempre associados e encadenados em um processo predeterminado que define o experimento. Este, por sua vez, já possui objetivos específicos e o resultado que se deseja obter é, muitas vezes, conhecido a priori. Assim, quem utiliza o experimento estaria fazendo a verificação ou a demonstração da validade de determinada teoria, que o professor abordará em sala de aula.

De certa forma, essa perspectiva concorda com Ma (2006), quando afirma que os alunos preferem a utilização dos laboratórios práticos presenciais, pois consideram que as experiências de aprendizado são, de certa maneira, mais imersivas e interativas, permitindo que os alunos manipulem os objetos com as próprias mãos. Cabe aqui nos questionarmos se os estudantes não preferem também a prática tradicional justamente pelo fato de demandar pouco esforço cognitivo, já que tudo está determinado em um roteiro. Destarte, a fala de A3 parece sugerir um distanciamento entre os estudantes e os procedimentos da ciência, já que eles não precisam se preocupar com isso. Os procedimentos estão prontos, dados no roteiro, ou mesmo nas instruções pouco mais abertas que um roteiro. Para o sujeito A3 então, as práticas de laboratório não permitem que os estudantes planejem o procedimento experimental, porém as práticas experimentais podem sim desenvolver habilidades de planejamento nos estudantes que a executam, conforme Carvalho et al (2011) apresenta em seu capítulo sobre as práticas experimentais no ensino de Física.

Prossigamos com nossa análise. Antes de ser revelado ao participante que foi desenvolvido para este trabalho um experimento remoto sobre o tema energia, e que utilizariam deste, os sujeitos foram questionados sobre o que pensam da possibilidade de

utilização de um experimento remoto sobre o tema energia, onde foi possível notar que os alunos possuem um nível básico de conhecimento sobre o tema, como conseguir definir diferentes formas de energia e suas transformações, e que o conhecimento prévio que é demonstrado primeiramente pelos alunos faz referência a energia elétrica.

*“Pensando no contexto de um experimento específico que [...] trabalhasse com transformações de energia [...]” (A3)*

*“[...] eu acho que é muito interessante, porque a gente tem uma percepção diferente daquela que... “Ah ligou por mágica” sabe? não funciona por mágica. Então eu acho que trabalhar o tema a energia além de já tá... eu acho que energia, né? Querendo ou não no remoto já tem energia ali envolvida, energia elétrica né.” (A4)*

É possível afirmar também que há um conhecimento conceitual mais avançado sobre os princípios fundamentais da Física quanto a compreensão da conservação de energia do sujeito A6, que exemplificou com a utilização da conservação de energia potencial quando questionado sobre sua percepção da existência de um experimento sobre o tema:

*“Seria bacana porque a parte de conservação, pelo que eu vejo, essa parte de conservação de energia, a gente espera que vai acontecer uma coisa, mas acontece outra, justamente porque energia se conserva, então por exemplo [...] é uma rampinha que ela tem as alturas iguais nos extremos, e ela é assim, e os alunos muitas vezes quando você pergunta, “se você soltar a*



*bolinha ela vai sair da rampa ou ela vai voltar?” muitos falam que vai sair porque você vê uma bolinha descendo e tem um buraco do lado. Qual que é o pensamento do aluno? “Ela vai cair lá dentro do buraco”, mas aí como as alturas são as mesmas, acaba voltando” (A6)*

Assim como, no mesmo contexto anterior, é possível afirmar que há um conhecimento conceitual mais avançado sobre o efeito fotoelétrico do sujeito A2, como exemplificado no excerto a seguir:

*“Algumas coisas de energia, por exemplo tipos de energia, fica muito legal a gente fazer experimento remoto, por exemplo, placa fotovoltaica é muito interessante, até trabalhar a energia eólica, até energia de hidrelétrica, assim, acho que fica muito interessante. [...] por exemplo na fotovoltaica a gente pode puxar efeito fotoelétrico, por exemplo diferenciar né? O que que acontece com as placas e com o efeito fotoelétrico que não são a mesma coisa, dá para poder evidenciar isso pelo laboratório remoto assim dá para falar muita coisa é muito interessante.” (A2)*

O sujeito A2, ainda refletindo sobre a possibilidade de um experimento voltado para o tema energia, considera também o eletromagnetismo assim como o custo para o desenvolvimento e construção de um experimento, e declara:

*“[...] muito bom, porque por exemplo a gente pega um tema eletromagnetismo, como é que a*

*gente vai comprar imãs? Vários imãs para fazer o experimento, assim na universidade aqui nesse contexto é um pouco mais fácil, né? Que já tem esse fim, a verba que vem para pesquisa e tal, mas para cada escola, para cada turma que eu for vou ter que comprar? Então é muito importante na física porque tem coisas que são muito caras.” (A2)*

Ainda, quando oferecido a ideia de um experimento remoto com o tema energia, os sujeitos entrevistados receberam positivamente a ideia da utilização de um experimento voltado para o tema como uma ferramenta para o ensino.

*“Então ter um laboratório que tenha experimentos que mostrem geralmente aquilo que a gente não consiga mostrar ou então que tenha a possibilidade da gente fazer atividades investigativas é interessante é importante pro Ensino de física até para contornar os problemas de aprendizagem de conteúdo específicos[...]” (A1)*

*“Pensando no contexto de um experimento específico que[...] trabalhasse com transformações de energia[...] Acho que também vem aquela coisa do visual, então os alunos podem fazer ali e ver o processo acontecer.” (A3)*

*“ [...] eu acho que principalmente o fato de ser diferente do comum já vai ser um fator muito importante, porque fugir do comum é interessante para chamar atenção dos alunos*

*[...] se torna mais interessante ainda porque a energia não é uma coisa que a gente vê, então quando a gente coloca um experimento, que é remoto, que ele dá essa possibilidade de entender o funcionamento de uma coisa através de algo que a gente enxerga [...]" (A4)*

Vê-se que os sujeitos expressaram entusiasmo com a ideia de experimentos remotos que venham a ser desenvolvidos com o tema energia, destacando a utilização destes como uma ferramenta nas atividades práticas e investigativas que podem ser realizadas no ensino de Física, que é percebido quando enfatizada a possibilidade de que o processo pode ser visualizado facilmente, o que também denotou uma apreciação por uma abordagem inovadora e diferenciada que é capaz de reter a atenção dos alunos, facilitando a compreensão de um conceito que é abstrato. Isso vai ao encontro daquilo que foi apresentado por Xavier et al. (2019), que a utilização de um experimento controlado remotamente foi considerada relevante do ponto de vista pedagógico por docentes que participaram da pesquisa conduzida pelos autores, indicando o potencial para a educação, como uma ferramenta de apoio ao professor, assim como também apoio ao aprendizado e um elemento motivador para os alunos, pois há a participação dos discentes na execução, coleta e análise dos dados gerados.

A partir da constatação de que a ideia de um experimento controlado remotamente para o ensino do tema energia foi bem recebida pelos sujeitos, é razoável inferir que a implementação de um experimento remoto sobre o tema apresenta grande potencial para ser empregado em estratégias didáticas, podendo estimular o interesse e facilitando a compreensão de conceitos, com especial ênfase, o de energia. Os excertos a seguir ilustram o posicionamento de alguns dos sujeitos com relação à ideia do experimento remoto:

*"[...] muito interessante, porque como eu já falei também, né? O uso da célula solar e aí pode explorar como que funciona, né?" (A2)*

*“Ele se encaixou totalmente no caso da energia solar [...]” (A3)*

Apesar da proposta do experimento ter sido bem aceita, é importante salientar também que ressalvas foram pontuadas quanto à implementação do experimento, assim como foram indicadas melhorias que visam beneficiar a aprendizagem, não só do tema proposto, mas de outros conceitos, como:

*“[...] colocar mais de um tipo de lâmpada, porque a gente sabe que dependendo da lâmpada a energia produzida vai ser diferente [...]” (A4)*

*“[...] alterar a cor da lâmpada colocar outras lâmpadas e ver o que acontece. [...] com esse experimento daria para facilitar a compreensão de um aluno assim também na absorção de um comprimento de onda e alteração nas cores [...]” (A5)*

A indicação de implementação para a troca da lâmpada é possível e pode ser realizada de forma manual, porém sempre será necessário que um técnico responsável altere a lâmpada para cada ensaio. É possível também implementar a troca automática de diferentes lâmpadas, como já desenvolvido em um experimento que no momento desta pesquisa se encontra em construção no laboratório remoto da UNIFEI, denominado “Processos Radioativos” (Figura 11), porém, para que seja implementado no experimento, serão necessárias algumas adaptações do sistema desenvolvido. Deve-se considerar também que inicialmente não é o objetivo do experimento para esta pesquisa a utilização de diferentes lâmpadas.

*Figura 11: Experimento denominado Processos Radioativos do Laboratório Remoto da UNIFEI*



*Fonte: O autor; 2024*

Após os sujeitos terem utilizado o experimento remoto, foi possível identificar também outras ideias para a utilização do experimento em sala de aula:

*“Então é legal isso porque consegue demonstrar e ao mesmo tempo a gente consegue investigar como que ela se relaciona com a área da placa o jeito que tá posicionado a quantidade de luz que está sendo emitida ali em cima daquela placa [...]” (A1)*

*“Aí tem a transformação de energia dá para fazer projeto temático com por exemplo, outras abordagens CTS, não só de conteúdo, né? sobre física mesmo, mas dá para fazer muita coisa e trabalhar muito conceitos.” (A2)*

*“[...] acho que a questão didática também, eu acho que é legal também que os alunos podem ver ele funcionando, né? Ele mexendo ali e depois tu pode entender a plaquinha ali, como*

*que ela vai interferir... a elevação... o quanto de luz a placa absorve... como que vai ser o processo de transformação da energia [...]*  
(A3)

Quando questionados sobre a possibilidade de utilização do experimento desenvolvido para o ensino de outros conceitos, os sujeitos fizeram referência à tópicos ensinados tipicamente em Física Moderna, assim como também ficou evidente uma tendência em sugerir que se abordem temas/conceitos de teor socioambiental, conceitos estes que tem impacto direto na sociedade como um todo.

*“Dá para fazer o projeto temático que nem eu disse, até física moderna para poder abrir um gancho [...] tecnologia também né? tecnologia em geral.”* (A2)

*“[...] dá para entrar um pouco na discussão sócio ambiental também, por trás de você trabalhar e aí, tipo, entendendo o conceito da energia, como que funciona, entrar um pouco na discussão sócio ambiental por trás da produção de energia solar [...]*” (A3)

*“[...] eu acho que dá para abrir muito o leque em tentar entender quais são os processos de geração de energia e o que que isso impacta na sociedade sabe não ficar focado só nos processos físicos da geração de energia, social, econômico e o que que isso está afetando [...]*  
(A4)

Então para os sujeitos entrevistados nesta pesquisa, a introdução de experimentos remotos, que possuem foco no conceito de energia, não apenas foi bem recebida, mas

também despertou nos mesmo um considerável interesse. As observações realizadas pelos sujeitos não apenas revelam a atração pelos experimentos, mas também a habilidade dos participantes em conseguir relacionar o conteúdo abordado com outras aplicações práticas para o ambiente escolar, demonstrando também a compreensão do papel da tecnologia no experimento manipulado.

Para além, quando é considerada a possibilidade de ampliar o uso do experimento para o estudo de conceitos que transcendem os limites da Física, como é o caso das discussões em torno de questões socioambientais, podemos perceber a flexibilidade e o amplo potencial educacional de experimentos como o que foi produzido para essa pesquisa, que enriquecem não apenas a aprendizagem mas também ressaltam a importância de métodos de ensino interativos e contextualizados, preparando os futuros educadores para uma compreensão abrangente da ciência e suas implicações na sociedade.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao explorar a percepção dos estudantes de licenciatura em Física sobre um experimento controlado remotamente, buscamos integrar uma série de aspectos desde a compreensão das TDIC até as potencialidades dessa tecnologia como ferramentas didáticas inovadoras.

A análise do perfil dos estudantes revelou a importância do contato com as TDIC durante a formação e sua percepção sobre o papel dessas tecnologias no ensino, uma vez que essa vem sendo inserida no currículo como recursos de ensino. Foi possível então perceber que os licenciandos em fase final de formação inicialmente associam a tecnologia exclusivamente a dispositivos digitais como computadores, internet, celulares dentre outros, sugerindo que possuem uma visão limitada do que se constitui a tecnologia, relacionando apenas a dispositivos eletrônicos modernos. Porém, ao longo do curso a compreensão é ampliada e possibilita ao licenciando reconhecer que, para a educação, a tecnologia tem uma maior abrangência de instrumentos, desde os mais tradicionais como lápis e papel até recursos digitais mais avançados como os computadores, não se limitando apenas aos dispositivos modernos, mas incluindo também ferramentas tradicionais e até mesmo técnicas de ensino específicas, como a aprendizagem ativa e o ensino colaborativo.

Foi possível perceber que o que é apresentado aos alunos como tecnologia durante o curso possibilita que a compreensão seja ampliada, porém devido a pandemia, foram utilizados em sua maioria apenas dispositivos digitais, prejudicando a utilização de outras ferramentas tecnológicas que também podem ser utilizadas no contexto de ensino. Ainda assim, destacamos que há a necessidade de uma abordagem pedagógica que integre efetivamente as tecnologias ao processo educacional de maneira a evidenciar a sua aplicabilidade como uma ferramenta para o ensino.

A percepção dos licenciandos sobre o uso da tecnologia em atividades experimentais na educação é de que essa se mostra importante para tornar as aulas mais dinâmicas e interessantes, uma vez que é reconhecida a capacidade de utilização das TDIC para que o processo de ensino/aprendizagem se torne mais envolvente, despertando o interesse e a atenção dos alunos de maneira que métodos tradicionais podem não conseguir, o que ressalta os desafios enfrentados pelos professores em sala de aula, como a falta de



equipamentos e laboratórios, e a relevância das tecnologias como um meio de superá-los, como a utilização de laboratórios remotos.

É importante notar também que foi considerada a importância das TDIC pelos licenciandos na possibilidade de criar diferentes materiais como ferramentas de apoio para o ensino, oferecendo uma variedade de recursos que facilitam a aprendizagem e promovem a participação ativa dos alunos no processo educacional, como vídeos, experimentos simulados e experimentos remotos.

O experimento desenvolvido para o ensino de conceitos relacionados ao tema energia ainda apresentou observações importantes feitas pelos alunos sobre contribuições que experimentos remotos podem trazer para o ensino de temas complexos, como a energia renovável, ao oferecer uma oportunidade de aprendizado prático e interativo, ampliando as possibilidades de ensino e promovendo uma compreensão mais profunda dos conceitos científicos. Nos atentamos aqui para o interesse e entusiasmo demonstrados pelos licenciandos pela utilização de tecnologias como o experimento remoto, e sua aplicabilidade prática, como uma ferramenta para enriquecer e promover uma compreensão mais profunda dos conceitos científicos por parte dos alunos.

Considerando o avanço na utilização e desenvolvimento de laboratórios remotos como uma ferramenta para os professores, esse estudo evidencia a importância de uma abordagem integrada que valorize o potencial das TDIC no ensino e estimule a inovação pedagógica, promovendo uma educação mais acessível, inclusiva e eficaz através dessa integração.

Por fim, é fundamental destacar que os participantes da pesquisa enfrentaram a pandemia durante o curso e, conseqüentemente, foram forçados a utilizar recursos tecnológicos, incluindo experimentos virtuais e remotos, durante sua formação. Além disso, os alunos tiveram também que aplicar a tecnologia durante o estágio obrigatório, pois as aulas ocorreram de maneira *on-line* ou híbrida no final da pandemia. É relevante considerar e refletir sobre como a tecnologia será incluída na formação das próximas turmas de licenciandos, uma vez que não será mais obrigatória sua utilização.

Os próximos licenciandos compreenderão a importância das TDIC no ensino? Serão capazes de utilizar as ferramentas tecnológicas para o ensino de forma eficaz? São questões importantes que entendemos com este trabalho que devem ser consideradas em trabalhos futuros.



## REFERÊNCIAS

ALVES FILHO, J. de P. **Atividades experimentais: Do método à prática construtivista**. 2000. 448 f. - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis - SC, 2000.

ANDRADE, V. L. V. X. de; NASCIMENTO, R. R. do; REGNIER, J.-C. Principais dificuldades e obstáculos para aprendizagem do conceito de energia. Abordagem exploratória de publicações em ensino de ciências e tratamento no quadro da análise estatística implicativa. [s. l.], v. 14, 2016.

ARAÚJO, M. S. T. D.; ABIB, M. L. V. D. S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s. l.], v. 25, n. 2, p. 176–194, 2003.

ARAÚJO, M. C. P. D.; NONENMACHER, S. Energia: um conceito presente nos livros didáticos de Física, Biologia e Química do ensino médio. **Poiésis - Revista do Programa de Pós-Graduação em Educação**, [s. l.], v. 2, n. 3, p. 1, 2009.

ARISTON, M. M. *et al.* O uso de smartphones para o desenvolvimento de atividades experimentais no ensino de física. **Revista Insignare Scientia - RIS**, [s. l.], v. 5, n. 3, p. 105–124, 2022.

AZEVEDO, P. J. S. **Uma análise dos efeitos da crise económico-financeira sobre as políticas de incentivo às energias renováveis**. 2013. 109 f. - Universidade do Porto, [s. l.], 2013.

BACHELARD, G. **A Formação Do Espírito Científico**. 1ªed. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BARBOSA, J. P. V.; BORGES, A. T. O entendimento dos estudantes sobre energia no início do ensino médio. [s. l.], v. 23, n. 2, p. 182–217, 2006.

BARROS, B.; READ, T.; VERDEJO, M. F. Virtual Collaborative Experimentation: An Approach Combining Remote and Local Labs. **IEEE Transactions on Education**, [s. l.], v. 51, n. 2, p. 242–250, 2008.

BAUER, M. W.; GASKELL, G. **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som**. 7. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2008.

BELLMUNT, O. G. *et al.* A Distance PLC Programming Course Employing a Remote Laboratory Based on a Flexible Manufacturing Cell. **IEEE Transactions on Education**, [s. l.], v. 49, n. 2, p. 278–284, 2006.

BENEDET, M. L.; MEDEIROS, J. S.; ROQUE, T. C. Uso de experimentações remotas na disciplina de Física. [s. l.], 2019.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos. *In*: INVESTIGAÇÃO QUALITATIVA EM EDUCAÇÃO. Porto: Porto, 1994. p. 15–80.

- BRANCO, E. P.; ADRIANO, G.; ZANATTA, S. C. Educação e TDIC: contextos e desafios das aulas remotas durante a pandemia da COVID-19. **Debates em Educação**, [s. l.], v. 12, n. Esp2, p. 328, 2020.
- BUNGE, M. Energy: Between physics and metaphysics. **Science and Education**, [s. l.], v. 9, n. 5, p. 459–463, 2000.
- CAETANO, T. C. Laboratório Remoto de Física. **Sisyphus - Journal of Education**, [s. l.], p. 92-118 Pages, 2019.
- CAETANO, T. C. O experimento “curva de luz” do Laboratório Remoto de Física: uma proposta de atividade investigativa contextualizada epistemologicamente. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s. l.], v. 43, p. e20210169, 2021.
- CAETANO, T. *et al.* The physics remote laboratory: implementation of an experiment on standing waves. **European Journal of Physics**, [s. l.], v. 43, n. 2, p. 025801, 2022.
- CANI, J. B. *et al.* Educação e COVID-19: A arte de reinventar a escola mediando a aprendizagem “prioritariamente” pelas TDIC. **Revista Ifes Ciência**, [s. l.], v. 6, n. 1, p. 23–39, 2020.
- CARDOSO, D. C.; TAKAHASHI, E. K. Experimentação Remota em Atividades de Ensino Formal: um Estudo a Partir de Periódicos Qualis A. [s. l.], v. 11, n. 3, p. 185–208, 2011.
- CARVALHO, A. M. P. de *et al.* **Ensino de física**. [S. l.]: Cengage Learning, 2011.
- COHEN, L.; MANION, L.; MORRISON, K. **Research Methods in Education**. 8. ed. Eighth edition. | New York: Routledge, 2018.: Routledge, 2017. Disponível em: <https://www.taylorfrancis.com/books/9781315456522>. Acesso em: 25 jul. 2023.
- COULON, A. **Etnometodologia e educação**. Petrópolis, RJ, Brasil: Vozes, 1995.
- DA SILVA, J. B. *et al.* Uso de dispositivos móveis para acesso a Experimentos Remotos na Educação Básica. [s. l.], v. 1, n. 2, p. 129–134, 2013.
- DE JESUS S. M. DE MENDONÇA, A.; PEREIRA, G. R. conceito de energia e suas manifestações: uma proposta de ensino investigativo para professores do ensino fundamental. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, [s. l.], v. 11, n. 5, p. 165–184, 2020.
- DE MACÊDO, J. A.; DICKMAN, A. G.; DE ANDRADE, I. S. F. Simulações computacionais como ferramentas para o ensino de conceitos básicos de eletricidade. [s. l.], v. 21, n. Especial 1, p. 562–613, 2012.
- FREEMAN, S. *et al.* Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, [s. l.], v. 111, n. 23, p. 8410–8415, 2014.
- GALIAZZI, M. do C. *et al.* Objetivos das Atividades Experimentais no Ensino Médio: A Pesquisa Coletiva Como Modo de Formação de Professores de Ciências. [s. l.], v. 7, n. 2, p. 249–263, 2001.

- GASPAR, A. Capítulo 1 - A prática experimental no ensino de física: do ensino tradicional às primeiras iniciativas inovadoras. *In: ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE FÍSICA UMA NOVA VISÃO BASEADA NA TEORIA DE VIGOTSKI*. [s. l.: s. n.], 2014. p. 10–30.
- GATTI, B. A. Formação de professores no Brasil: características e problemas. **Educação & Sociedade**, [s. l.], v. 31, n. 113, p. 1355–1379, 2010.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6.eded. São Paulo: Atlas, 2008.
- GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. [s. l.], p. 1–13, 1999.
- GUIMARÃES, C. C. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. [s. l.], v. 31, n. 3, p. 198–202, 2009.
- HERRERA, D. C.; TRIANA, K.; MESA, W. Importancia de los laboratorios remotos y virtuales en la educación superior. [s. l.], v. 1, n. 1, p. 14, 2020.
- JOAQUIM, B. dos S.; PESCE, L. As tecnologias digitais da informação e da comunicação nos contextos da educação de jovens e adultos: Uma revisão de literatura. [s. l.], v. 4, n. 1, p. 86–106, 2016.
- KHAN, S. Model-based Teaching in Science Teacher Education. *In: ECER 2018 - EUROPEAN CONFERENCE ON EDUCATIONAL RESEARCH*, 2018, Bolzano - Italy. **Anais [...]**. Bolzano - Italy: [s. n.], 2018.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. eded. São Paulo: Atlas, 2003.
- LIAKOPOULOS, M. Análise argumentativa. *In: PESQUISA QUALITATIVA COM TEXTO, IMAGEM E SOM*. 2. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002. p. 512.
- LIMA, J. P. C. de *et al.* Aplicação da experimentação remota no ensino básico através de dispositivos móveis. [s. l.], v. 10, n. 2, 2013. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/30793>. Acesso em: 17 jun. 2024.
- LIMA, W. D. S. R.; FARIAS, I. M. D. S.; VIANA, M. A. P. Formação docente e as TDIC no processo e aprendizagem: Recursos e estratégias para a educação online. **Revista Docência e Cibercultura**, [s. l.], v. 6, n. 5, p. 439–457, 2022.
- LINO, A. **O desenvolvimento hitórico do conceito energia: Seus obstáculos epistemológicos e suas influencias para o ensino de Física**. 2016. - Universidade Estadual de Maringá, Maringá - PR, 2016.
- LOPES, S. P. de M. L. **Laboratório de Acesso Remoto em Física**. 2007. - Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Coimbra, 2007.
- LOPES, R. P.; FÜRKOTTER, M. Formação inicial de professores em tempos de TDIC: uma questão em aberto. **Educação em Revista**, [s. l.], v. 32, n. 4, p. 269–296, 2016.
- LUCIANO, A.; ALTOE FUSINATO, P. Concepções acerca da inclusão de um laboratório de acesso remoto com experimentos de física contemporânea. **Revista**

**Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, [s. l.], v. 11, n. 1, 2018. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/5623>. Acesso em: 31 jul. 2023.

MA, J.; NICKERSON, J. V. Hands-on, simulated, and remote laboratories: A comparative literature review. **ACM Computing Surveys**, [s. l.], v. 38, n. 3, p. 7, 2006.

MALHEIRO, J. M. D. S. Atividades experimentais no ensino de ciências: limites e possibilidades. **ACTIO: Docência em Ciências**, [s. l.], v. 1, n. 1, p. 108, 2016.

MANCHIKANTI, P.; KUMAR, B. R.; SINGH, V. K. Role of Virtual Biology Laboratories in Online and Remote Learning. *In*: 2016 IEEE EIGHTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON TECHNOLOGY FOR EDUCATION (T4E), 2016, Mumbai, India. **2016 IEEE Eighth International Conference on Technology for Education (T4E)**. Mumbai, India: IEEE, 2016. p. 136–139. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/document/7814810/>. Acesso em: 31 jul. 2023.

MARTINS, H. H. T. D. S. Metodologia qualitativa de pesquisa. **Educação e Pesquisa**, [s. l.], v. 30, n. 2, p. 289–300, 2004.

MATARRITA, C. A.; SOTO, E. G. Laboratorios remotos: recursos educativos para la experimentación a distancia en tiempos de pandemia desde la percepción de estudiantes. [s. l.], v. 32, n. Extra, p. 181–189, 2020.

MILES, M. B.; HUBERMAN. Qualitative Data Analysis: An Expanded Sourcebook. **Journal of Environmental Psychology**, [s. l.], v. 14, n. 4, p. 336–337, 1994.

MINAYO, M. C. de S. **Pesquisa social: Teoria, método e criatividade**. Petropolis: Vozes, 2001.

MORAES, R. O. O significado da experimentação numa abordagem construtivista: O caso do ensino de ciências. *In*: EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS NAS SÉRIES INICIAIS. Porto Alegre: Sagra Luzzato: [s. n.], 1998. p. 29–45.

MORAIS, A.; GUERRA, A. História e a filosofia da ciência: caminhos para a inserção de temas física moderna no estudo de energia na primeira série do Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s. l.], v. 35, n. 1, p. 01–09, 2013.

MOREIRA, M. A. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos Avançados**, [s. l.], v. 32, n. 94, p. 73–80, 2018.

NASCIMENTO, C. S.; UIBSON, J. Uso de experimentos no ensino de física: Uma revisão sistemática da literatura. *In*: OPEN SCIENCE RESEARCH IV. 1. ed. [S. l.]: Editora Científica Digital, 2022. p. 795–812. Disponível em: <http://www.editoracientifica.com.br/articles/code/220508878>. Acesso em: 31 jul. 2023.

NETO, J. G. P.; PARENTE, N. N. Contribuições e Preferências da Experimentação no Ensino de Física: O Que Dizem os Estudantes do Ensino Médio?. [s. l.], v. 41, n. 2, p. 1–18, 2018.

NUNES CESTARI, T. *et al.* Experimentos Virtuais no Ensino de Física: uma pesquisa sobre a percepção dos docentes. **RENOTE**, [s. l.], v. 19, n. 1, p. 320–329, 2021.

NUSSBAUM, J. Classroom Conceptual Change: The Lesson to be Learned from History of Science, in Proceedings of the International Seminar: Misconceptions in Science and MATHematics. Cornell University, Ithaca, New York, 1983. p. 272–281.

O'LEARY, D. A.; SHATTUCK, J.; KUBBY, J. An Online, Interactive Renewable Energy Laboratory. **IEEE Transactions on Education**, [s. l.], v. 55, n. 4, p. 559–565, 2012.

OLIVEIRA, J. R. S. de. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências : reunindo elementos para a prática docente. [s. l.], v. 12, n. 1, 2010.

PENA, F. L. A.; RIBEIRO FILHO, A. Relação entre a pesquisa em ensino de Física e a prática docente: dificuldades assinaladas pela literatura nacional da área. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [s. l.], v. 25, n. 3, p. 424–438, 2008.

PEREIRA, J. A. **Um recurso didático para o ensino de energia baseado na plataforma arduino**. 2018. - Universidade Tecnológica do Paraná, Ponta Grossa, 2018.

PEREZ, M. da C.; VIALI, L.; LAHM, R. A. Aplicativos Para Tablets E Smartphones No Ensino De Física. [s. l.], v. 7, n. 1, p. 154–173, 2015.

PIAGET, J. **O desenvolvimento do pensamento: Equilibração das estruturas cognitivas**. Lisboa: Dom Quixote, 1977.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo - RS: Feevale, 2009.

REXLAB. **Manual técnico: Conversão de Energia Luminosa em Elétrica**. [S. l.]: Universidade Federal de Santa Catarina, 2016.

RODRIGUEZ-ANDINA, J. J.; GOMES, L.; BOGOSYAN, S. Current Trends in Industrial Electronics Education. **IEEE Transactions on Industrial Electronics**, [s. l.], v. 57, n. 10, p. 3245–3252, 2010.

SALVADOR, V. F. e; GESSINGER, R. M.; LAGRECA, M. do C. B. Físic@virtu@l: ambiente Moodle de objetos de aprendizagem de física como ferramenta auxiliar nos estudos dos alunos. [s. l.], v. 15, n. 1, p. 1–11, 2017.

SCHUHMACHER, V. R. N. *et al.* A percepção do professor sobre suas competências em tecnologias da informação e comunicação. [s. l.], v. 14, n. 1, p. 1–10, 2016.

SERAFIM, M. A fálacia da dicotomia teoria-prática. [s. l.], v. 1, n. 17, 2001.

SILVA, R. S. da. **Análise do uso dos laboratórios de experimentação remota como ferramenta de apoio à aprendizagem**. 2015. - Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2015.

SILVA, J. B. D. *et al.* Laboratórios Remotos como Alternativa para Atividades Práticas em Cursos na Modalidade EAD. **EaD em Foco**, [s. l.], v. 10, n. 2, 2020. Disponível em: <https://eademfoco.cecierj.edu.br/index.php/Revista/article/view/942>. Acesso em: 1 ago. 2023.

SILVA, L. F.; CARVALHO, L. M. D. A Temática Ambiental e o Ensino de Física na Escola Média: Algumas Possibilidades de Desenvolver o Tema Produção de Energia Elétrica em Larga Escala em uma Situação de Ensino. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s. l.], v. 24, n. 3, p. 342–352, 2002.

SMITH, J. P.; DISESSA, A. A.; ROSCHELLE, J. Misconceptions Reconceived: A Constructivist Analysis of Knowledge in Transition. [s. l.], v. 3, n. 2, p. 115–163, 1993.

SOBREIRA, E. S. R.; VIVEIRO, A. A.; D'ABREU, J. V. V. Programação com arduino para estudo do tema energia nos anos iniciais do Ensino Fundamental. **Investigações em Ensino de Ciências**, [s. l.], v. 27, n. 1, p. 85, 2017.

SOLOMON, J. Getting to know about energy in school and society. London, 1992. The Palmer Press.

SOTO, M. *et al.* Promoviendo la apropiación del modelo de energía en estudiantes de 4º de ESO a través del diseño didáctico. **Ápice. Revista de Educación Científica**, [s. l.], v. 1, n. 1, p. 90–106, 2017.

SOTO ALVARADO, M. B.; COUSO LAGARÓN, D.; LÓPEZ SIMÓ, V. Una propuesta de enseñanza-aprendizaje centrada en el análisis del camino de la energía “paso a paso”. **Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias.**, [s. l.], v. 16, n. 1, p. 1–10, 2018.

SOUSA, M. L. de; AGUIAR, M. D. A história do ensino de Física no Brasil: Problemas e desafios. *In:* , 2019, Campina Grande. **VI CONEDU**. Campina Grande: Realize Editora, 2019. p. 10.

TOBARRA, Ll. *et al.* Analysis of integration of remote laboratories for renewable energy courses at Jordan universities. *In:* 2015 IEEE FRONTIERS IN EDUCATION CONFERENCE (FIE), 2015, Camino Real El Paso, El Paso, TX, USA. **2015 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)**. Camino Real El Paso, El Paso, TX, USA: IEEE, 2015. p. 1–5. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/document/7344388/>. Acesso em: 26 jul. 2023.

TOMAZ, R. *et al.* A experimentação remota como recurso pedagógico no ensino de energias renováveis. [s. l.], v. 21, n. V, Simpósio Ibero-Americano de Tecnologias Educacionais (SITED), 2017.

TULHA, C. N.; CARVALHO, M. A. G. de; COLUCI, V. R. Uso de Laboratórios Remotos na educação a distância no Brasil : uma revisão sistemática. [s. l.], v. 22, n. 2, p. 195–209, 2019.

VALADARES, J. A. de C. So. **Concepções Alternativas no Ensino da Física à Luz da Filosofia da Ciência**. 1995. Tese (Doutorado) - Universidade Aberta, Lisboa, 1995.

VARGAS, H. *et al.* A Network of Automatic Control Web-Based Laboratories. **IEEE Transactions on Learning Technologies**, [s. l.], v. 4, n. 3, p. 197–208, 2011.

VIANA, S.; PASCHOAL JR, W. Ensino de Ciências: Atividade experimental de MHS no laboratório remoto da UFPA. [s. l.], p. 303–308, 2022.



VILLANI, C. E. P.; DO NASCIMENTO, S. S. A Argumentação e o Ensino de Ciências: Uma Atividade Experimental no Laboratório Didático de Física do Ensino Médio. [s. l.], v. 8, p. 187–209, 2016.

VINCENT-LANCRIN, S.; KARKKAINEN, K. **Sparkling Innovation in STEM Education with Technology and Collaboration: A Case Study of the HP Catalyst Initiative**: OECD Education Working Papers. [S. l.: s. n.], 2013. OECD Education Working Papers. Disponível em: [https://www.oecd-ilibrary.org/education/sparking-innovation-in-stem-education-with-technology-and-collaboration\\_5k480sj9k442-en](https://www.oecd-ilibrary.org/education/sparking-innovation-in-stem-education-with-technology-and-collaboration_5k480sj9k442-en). Acesso em: 31 jul. 2023.

VITOR RIBEIRO DE SOUZA. **Uma proposta para o ensino de energia mecânica e sua conservação através do uso de analogias**. 2015. - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

XAVIER, M. D. S. *et al.* A Proposal of a Remote Laboratory for Pedagogical Mediation in Kinematics Experiments. *In*: 2019 IEEE FRONTIERS IN EDUCATION CONFERENCE (FIE), 2019, Covington, KY, USA. **2019 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)**. Covington, KY, USA: IEEE, 2019. p. 1–7. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9028590/>. Acesso em: 31 jul. 2023.

ZANON, L. B.; UHMANN, R. I. M. O desafio de inserir a experimentação no ensino de ciências e entender a sua função pedagógica. [s. l.], p. 1–39, 2012.

ZUBÍA, J. G.; ALVES, G. R. **Using remote labs in education: two little ducks in remote experimentation**. Bilbao: Publicaciones De La Universidad de Deusto, 2012.

**ANEXO 01**



**UNIFEI**  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ

### Roteiro de Entrevista

- 1- Levantamento do perfil;
- 2- Experimentação e a física;
- 3- Tecnologia;
- 4- Laboratório remoto;
- 5- Utilização do Experimento desenvolvido;

<b>BLOCO 01</b>
<b>PERGUNTA</b>
Apresente-se com sua trajetória educacional até sua atual formação e atuação profissional (se houver).
Quais suas perspectivas gerais sobre a formação inicial de professores?
Durante a formação, houve algum contato com Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) ou tecnologias relacionadas ao ensino? Se sim, quais? Como foi a abordagem do tema?
<b>BLOCO 02</b>
Qual a importância da experimentação durante sua formação?
Qual a importância da utilização e manipulação de aparatos experimentais e a experiência prática em ambiente de laboratórios em sua formação?
Considerando as respostas anteriores, quais habilidades você considera importante que o aluno desenvolva durante as práticas experimentais?
<b>BLOCO 03</b>
Durante sua formação foi abordado o tema tecnologias? Qual sua relação com a tecnologia? Como utiliza?
De alguma forma tem que perguntar o que usa, como, o que faz, etc....
Qual a importância você atribui as tecnologias para a, ou na formação inicial de professores?
O que você acha do uso de tecnologias em contexto de experimentação? Tem algum exemplo de sua utilização? Durante sua formação foi utilizado ou houve a necessidade do uso?
<b>BLOCO 04</b>
O que é para você um experimento remoto?
Qual sua percepção sobre o uso de experimentos remotos no contexto do ensino de física sobre o tema energia? Pretende utilizá-los em suas aulas?
<b>BLOCO 04 – APÓS UTILIZAÇÃO DO EXPERIMENTO</b>
O experimento proposto é de fácil utilização e pode ser usado para demonstração de tópicos da física no tema energia?
Acredita que há alguma limitação no experimento remoto desenvolvido para o ensino do tema energia?
Consegue imaginar algum benefício aos alunos na compreensão do tema com a utilização do experimento?



# UNIFEI

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ

Para além dos conceitos físicos envolvidos, quais conceitos científicos você imagina que conseguiria abordar com os alunos por meio da utilização do experimento no contexto de ensino?

## BLOCO 05

Você indicaria alguma mudança no experimento que beneficie a compreensão e ensino do tema proposto?