



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA NATUREZA**  
**MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**  
**POLO 59**

**Rhanna Machado Araújo**

**Investigação Científica Voltada às Energias Renováveis: uma proposta de ensino  
significativo e crítico.**

Rio Branco, Acre

Abril de 2025

**Rhanna Machado Araújo**

**Investigação Científica Voltada às Energias Renováveis: uma proposta de ensino  
significativo e crítico.**

Dissertação apresentada ao Polo 59 do  
Programa de Mestrado Nacional Profissional  
em Ensino de Física da Universidade Federal  
do Acre como requisito parcial à obtenção do  
título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Castanheira da Silva  
Coorientador: Prof. Dr. José Carlos da Silva Oliveira

Rio Branco, Acre

Abril de 2025

- A663i      Araújo, Rhanna Machado, 2000 -  
                Investigação científica voltada às energias renováveis: uma proposta de ensino significativo e crítico / Rhanna Machado Araújo; orientador: Prof. Dr. Marcelo Castanheira da Silva: coorientador; Prof. Dr. José Carlos da Silva Oliveira – 2025.  
                98 f.: il.; 30 cm.
- Inclui apêndice.
- Dissertação (Mestrado) apresentada ao Polo 59 do Programa Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal do Acre, como requisito parcial para à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Física.
1. Ensino por investigação. 2. Ensino de física. 3. Aprendizagem significativa Crítica. 4. Curso de investigação científica. I. Silva, Marcelo Castanheira da (Orientador). II. Oliveira, José Carlos da Silva (Coorientador). III. Título.

CDD: 530



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA  
ATA DE DEFESA DE MESTRADO

**SESSÃO PÚBLICA DE APRESENTAÇÃO E DEFESA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE RHANNA MACHADO ARAÚJO, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA (PPGPROFÍSICA), MATRÍCULA 20232130006, OFERTADO PELA UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE (UFAC), REALIZADA NO DIA 07 DE ABRIL DE 2025, INTITULADA "INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA VOLTADA ÀS ENERGIAS RENOVÁVEIS: UMA PROPOSTA DE ENSINO SIGNIFICATIVO E CRÍTICO".**

Ao sétimo dia do mês de abril do ano de dois mil e vinte e cinco, às nove horas do horário de Rio Branco-AC (9h), na Sala de videoconferência do Bloco de Mestrados - uso do local agendado junto à coordenação do MPECIM - do Campus Universitário Sede e, também, ao(s) membro(s) externo(s) que não puderam estar presencialmente, através do seguinte link do Google Meet: <https://meet.google.com/zjv-abw-lav>, realizou-se a Sessão Pública de Apresentação e Defesa da Dissertação de Mestrado intitulada "Investigação Científica Voltada às Energias Renováveis: uma proposta de ensino significativo e crítico", da mestrandia **Rhanna Machado Araújo**, como critério parcial para a obtenção do Título de **Mestra Profissional em Ensino de Física**. A Banca Examinadora foi presidida pelo professor Doutor **Marcelo Castanheira da Silva**, orientador (PPGPROFÍSICA/Ufac) e, também, contou com a participação dos seguintes membros: a professora Doutora **Bianca Martins Santos**, Examinadora Titular Interna (PPGPROFÍSICA/Ufac), o professor Doutor **Carlos Mergulhão Júnior**, Examinador Titular Externo (Campus Ji-Paraná/UNIR), a professora Doutora **Vanessa Carvalho de Andrade**, Examinadora Suplente Externa (Universidade de Brasília/UnB) e o professor Doutor **José Carlos da Silva Oliveira**, coorientador da mestrandia (PPGPROFÍSICA/Ufac). O professor Doutor **Marcelo Castanheira da Silva**, orientador e presidente, abriu os trabalhos da presente sessão de apresentação e defesa de dissertação de mestrado enaltecendo a importância do evento para o curso de mestrado e, em seguida, expôs como seria a metodologia utilizada para a realização da defesa de dissertação de mestrado. A mestrandia teve de 15 a 30 (quinze a trinta) minutos para a exposição da dissertação e os docentes examinadores tiveram, cada um, de 15 a 30 (quinze a trinta) minutos para as considerações acerca do trabalho apresentado pela mestrandia. Observado o tempo regimental, os examinadores arguíram a candidata sobre a dissertação apresentada. Após a arguição de cada examinador, a mestrandia teve de 15 a 20 (quinze a vinte) minutos para fazer as suas considerações dirigidas a cada examinador, havendo réplica dos docentes examinadores. Na sequência, o orientador fez alguns esclarecimentos sobre a dissertação em tela. Após finalizado o processo de arguição e defesa, a sessão pública foi suspensa às 11h13min (onze horas e dez minutos) e, em sessão privada, os examinadores atribuíram o resultado. Reaberta a sessão pública, às 11h13min (onze horas e dezenove minutos) foi anunciado o resultado da avaliação. A candidata foi considerada **APROVADA, sendo-lhe concedido o prazo de 60 (sessenta) dias para proceder aos devidos ajustes e exigências feitas pela Banca Examinadora e, também, deverá ser depositada a versão final da dissertação junto à Secretária do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu Profissional em Ensino de Física - PPGPROFÍSICA, que deverá encaminhá-la para a sua homologação em reunião de colegiado do Curso, em conformidade com o que estabelece o Regimento Interno do Programa**. Nada mais havendo a tratar, foi lavrada a presente ata, que vai assinada pela Banca Examinadora e pela mestrandia.

**PARECER DA BANCA EXAMINADORA - DEFESA DE MESTRADO**

Nome da discente: **RHANNA MACHADO ARAÚJO**

Título: **Investigação Científica Voltada às Energias Renováveis: uma proposta de ensino significativo e crítico**

Data: **07 de abril de 2025**

( ☒ ) Aprovada ( ☐ ) Reprovado

Justificativa: A dissertação "Investigação Científica Voltada às Energias Renováveis: uma proposta de ensino significativo e crítico" desenvolvida pela mestrandia **Rhanna Machado Araújo** sob a orientação do Professor Doutor **Marcelo Castanheira da Silva** e coorientação do Professor Doutor **José Carlos da Silva Oliveira**, contém os elementos necessários para caracterizá-la e qualificá-la como uma produção oriunda do MNPEF. O trabalho apresenta relevância científica do tema desenvolvido no projeto, com clareza na contextualização do problema de pesquisa e apresentação adequada dos objetivos. Possui a necessária composição em capítulos estruturantes de uma dissertação de mestrado na área, contendo: Introdução, Pressupostos Teóricos, Revisão de Literatura, Metodologias, Resultados e Discussões e, também, Referências Bibliográficas. Apresenta o Produto Educacional em seu apêndice. O produto educacional foi devidamente aplicado no contexto da educação básica e o relato é satisfatório; tanto na perspectiva de seu conteúdo, quanto de sua apresentação, observa requisitos de sua modalidade. A banca examinadora está adequada para a avaliação do presente trabalho. A dissertação foi liberada para a sequência dos trâmites de defesa. Este é um parecer de natureza técnica, cabendo à banca examinadora analisar e avaliar a dissertação em seu mérito, em sua qualidade científica e formalidade acadêmica. Além disso, solicita-se a observação dos documentos orientadores do MNPEF em: <https://www1.fisica.org.br/mnpef/sobre-dissertacoes-e-produtos>. Portanto, a banca deliberou pela aprovação da defesa com as correções apontadas acima devendo ser realizadas no prazo de 60 (sessenta) dias.

Rio Branco - AC, 07 de abril de 2025.

Assinado Eletronicamente

**MARCELO CASTANHEIRA DA SILVA**

Orientador - PPGPROFÍSICA/Ufac

Assinado Eletronicamente

**JOSÉ CARLOS DA SILVA OLIVEIRA**

Coorientador - PPGPROFÍSICA/Ufac

Assinado Eletronicamente

**BLANCA MARTINS SANTOS**

Membro Titular Interno - PPGPROFÍSICA/Ufac

Assinado Eletronicamente

**CARLOS MERGULHÃO JÚNIOR**

Membro Titular Externo - Campus Ji-Paraná/UNIR

Assinado Eletronicamente

**VANESSA CARVALHO DE ANDRADE**

Membro Suplente Externo - Universidade de Brasília/UnB

Assinado Eletronicamente

**RHANNA MACHADO ARAÚJO**

Discente (Matrícula 20232130006)

	Documento assinado eletronicamente por <b>Rhanna Machado Araújo</b> , <b>Usuário Externo</b> , em 09/04/2025, às 12:14, conforme horário de Rio Branco - AC, com fundamento no art. 6º, § 1º, do <a href="#">Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015</a> .
	Documento assinado eletronicamente por <b>Marcelo Castanheira da Silva</b> , <b>Professor do Magisterio Superior</b> , em 09/04/2025, às 13:14, conforme horário de Rio Branco - AC, com fundamento no art. 6º, § 1º, do <a href="#">Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015</a> .
	Documento assinado eletronicamente por <b>Profª. Bianca Martins Santos</b> , <b>Professora do Magisterio Superior</b> , em 10/04/2025, às 08:35, conforme horário de Rio Branco - AC, com fundamento no art. 6º, § 1º, do <a href="#">Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015</a> .
	Documento assinado eletronicamente por <b>Carlos Mergulhão Junior</b> , <b>Usuário Externo</b> , em 10/04/2025, às 15:39, conforme horário de Rio Branco - AC, com fundamento no art. 6º, § 1º, do <a href="#">Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015</a> .
	Documento assinado eletronicamente por <b>José Carlos da Silva Oliveira</b> , <b>Professor do Magisterio Superior</b> , em 11/04/2025, às 16:25, conforme horário de Rio Branco - AC, com fundamento no art. 6º, § 1º, do <a href="#">Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015</a> .
	Documento assinado eletronicamente por <b>Vanessa Carvalho de Andrade</b> , <b>Usuário Externo</b> , em 14/04/2025, às 04:42, conforme horário de Rio Branco - AC, com fundamento no art. 6º, § 1º, do <a href="#">Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015</a> .
	A autenticidade do documento pode ser conferida no site <a href="https://sei.ufac.br/sei/valida_documento">https://sei.ufac.br/sei/valida_documento</a> ou click no link <a href="#">Verificar Autenticidade</a> informando o código verificador <b>1611791</b> e o código CRC <b>AFD9A84F</b> .

**Rhanna Machado Araújo**

**Investigação Científica Voltada às Energias Renováveis: uma proposta de ensino  
significativo e crítico.**

Dissertação apresentada ao Polo 59 do  
Programa de Mestrado Nacional Profissional  
em Ensino de Física da Universidade Federal  
do Acre como requisito parcial à obtenção do  
título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em 07 de abril de 2025.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Dr. Marcelo Castanheira da Silva – Orientador  
Universidade Federal do Acre

---

Dr. José Carlos da Silva Oliveira – Coorientador  
Universidade Federal do Acre

---

Dr. Carlos Mergulhão Júnior – Examinador Titular Externo  
Universidade Federal de Rondônia – Campus: Ji-Paraná

---

Dra. Bianca Martins Santos – Examinadora Titular Interna  
Universidade Federal do Acre

---

Dra. Vanessa Carvalho de Andrade – Examinadora Suplente Externa  
Universidade de Brasília

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todos que caminharam ao meu lado, seja em momentos bons ou ruins.

Em especial à minha Mãe, que sempre escutou todos os meus desvaneios, e enxugou todas as minhas lágrimas.

À Vovó, Vovô e a Nana, que sempre me deram o amor que eu precisava para ser eu mesma.

Às minhas tias professoras, que mostraram que a educação quando bem executada pode sim mudar vidas.

À Lary, Doce, Bia, Luís, João e Erik que me motivaram a ser a melhor amiga e profissional que eu poderia ser.

Ao meu namorado Vinícios, que mesmo antes de sermos amigos me incentivou a entrar nesse mestrado porque sabia do meu potencial.

Ao meu pai, que me ensinou a ser forte.

E a eu mesma, por acreditar no meu dom de ensinar.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos meus professores do MNPEF polo 59, por me ensinarem de forma ímpar a física e o ensino dela. À Sociedade Brasileira de Física (SBF) e a coordenação do Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF).

Um agradecimento especial ao meu professor orientador Marcelo Castanheira da Silva, que tornou o meu trabalho muito mais valioso com seus auxílios e conselhos, além de sempre respeitar minhas ideias e ideais.

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



## **EPIGRAFE**

“O próprio ato de compreender é uma celebração da união, da incorporação, ainda que numa escala muito modesta, à magnificência do Cosmos.” (O Mundo Assombrado Pelos Demônios, 1995, p. 48).

## RESUMO

O presente trabalho, que resultou em um curso de investigação científica focado em energias renováveis, foi desenvolvido com base nos princípios da Aprendizagem Significativa Crítica do professor Marco Antônio Moreira (2005). Nesse contexto, o ensino de Física, abordando o tema das energias, foi relacionado às práticas investigativas e metodologias científicas, por meio do ensino por investigação. O curso foi aplicado a uma turma composta por sete alunos do ensino médio de diversas escolas públicas de Rio Branco, Acre, com aulas ministradas de forma híbrida, combinando videochamadas para as sessões teóricas com visitas presenciais a locais como os laboratórios da Universidade Federal do Acre (UFAC). O objetivo do curso foi incentivar os jovens a seguir carreiras científicas e acadêmicas, além de promover o estudo da física e conscientizá-los sobre a importância da implantação de energias renováveis na Amazônia. Outro objetivo destacado foi auxiliar professores de física com as mudanças no currículo da Base Nacional Comum Curricular, criando um produto educacional aplicável nas rotas de aprofundamento. As doze aulas do curso foram divididas em quatro módulos: o primeiro abordou a definição física de energia, o segundo explorou o universo da investigação científica e suas práticas, o terceiro elucidou o fornecimento de energia no Acre, e o quarto e maior módulo introduziu a criação de um trabalho científico/acadêmico. Os alunos escolheram como tema de pesquisa a energia fotovoltaica aplicada no Acre. E posteriormente, coletaram dados de trinta e uma pessoas sobre suas opiniões a respeito da energia fotovoltaica e outros questionamentos, destacando os pontos positivos e negativos de possíveis aplicações dessa energia renovável. A pesquisa da dissertação adotou uma abordagem qualitativa de cunho interpretativo, priorizando a experiência dos alunos e o conhecimento adquirido. Por fim, a análise de dados revelou que os resultados foram majoritariamente favoráveis à didática investigativa das aulas, e que os alunos puderam compreender na prática a investigação científica. Esses dados também reafirmaram a eficácia da Aprendizagem Significativa Crítica (Moreira, 2005) e seus princípios.

Palavras-chave: ensino por investigação; ensino de física; aprendizagem significativa crítica; curso de investigação científica.

## **ABSTRACT**

This work, which resulted in a scientific investigation course focused on renewable energies, was developed based on the principles of Critical Meaningful Learning by Professor Marco Antônio Moreira (2005). In this context, the teaching of Physics, addressing the topic of energies, was related to investigative practices and scientific methodologies through inquiry-based teaching. The course was applied to a class of seven high school students from various public schools in Rio Branco, Acre, with lessons delivered in a hybrid format, combining video calls for theoretical sessions with in-person visits to places such as the laboratories of the Federal University of Acre (UFAC). The aim of the course was to encourage young people to pursue scientific and academic careers, as well as to promote the study of physics and raise awareness about the importance of implementing renewable energies in the Amazon. Another highlighted objective was to assist physics teachers with the changes in the curriculum of the National Common Curricular Base, creating an educational product applicable in the deepening routes. The twelve lessons of the course were divided into four modules: the first addressed the physical definition of energy, the second explored the universe of scientific investigation and its practices, the third elucidated the energy supply in Acre, and the fourth and largest module introduced the creation of a scientific/academic work. The students chose photovoltaic energy applied in Acre as their research topic. Subsequently, they collected data from thirty-one people about their opinions regarding photovoltaic energy and other questions, highlighting the positive and negative points of possible applications of this renewable energy. The dissertation research adopted a qualitative interpretative approach, prioritizing the students' experience and the knowledge acquired. Finally, the data analysis revealed that the results were mostly favorable to the investigative didactics of the classes, and that the students were able to understand scientific investigation in practice. These data also reaffirmed the effectiveness of Critical Meaningful Learning (Moreira, 2005) and its principles.

Keywords: inquiry-based teaching; physics teaching; critical meaningful learning; scientific investigation course.

## **SUMÁRIO**

### **1. INTRODUÇÃO 11**

### **2. PRESSUPOSTOS TEÓRICOS 14**

#### **2.1 SOBRE A ENERGIA 14**

##### **2.1.1 ENERGIA SOLAR 19**

#### **2.2 ETAPAS DA INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA 22**

#### **2.3 ARTIFÍCIOS DE ENSINO: O MAPA MENTAL 25**

#### **2.4 ARTIFÍCIOS DE ENSINO DIGITAIS 27**

#### **2.5 A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA 27**

### **3. REVISÃO DE LITERATURA 30**

#### **3.1 INFORMAÇÕES SOBRE OBRAS INVESTIGATIVAS NO ENSINO BÁSICO 33**

#### **3.2 INFORMAÇÕES SOBRE OBRAS RELACIONADAS AO ENSINO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS 39**

#### **3.3 INFORMAÇÕES SOBRE A UTILIZAÇÃO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA NO ENSINO BÁSICO 44**

### **4. METODOLOGIA 49**

#### **4.1 METODOLOGIA DA DISSERTAÇÃO 49**

#### **4.2 METODOLOGIA DO PRODUTO EDUCACIONAL 50**

##### **4.2.1 QUANTO AO LOCAL E APLICAÇÃO 51**

### **5. RESULTADOS E DISCUSSÕES 53**

#### **5.1 QUANTO ÀS AULAS E O PROJETO CIENTÍFICO. 53**

#### **5.2 QUANTO AOS COMENTÁRIOS DOS ALUNOS PARTICIPANTES. 60**

### **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS 64**

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 66**

### **APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL 78**

### **APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO 95**

### **APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO E TERMO DE RESPONSABILIDADE DO PESQUISADOR 97**

## 1. INTRODUÇÃO

Em dezembro de 2017 a orientação para a implementação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) no ensino básico de todo o Brasil (Alves e Oliveira, 2022) foi publicada. Apesar de não ser uma ideia nova, que estava sendo desenvolvida desde 2015, fez com que muitos educadores e alunos temessem à qualidade da sua execução, visto que as ordens de implementações gerais tinham como objetivo máximo o ano de 2020 (Alves e Oliveira, 2022).

Ao explorarmos essa proposta pedagógica do novo currículo brasileiro vemos que uma das novidades mais notáveis do Novo Ensino Médio (2017) foram os itinerários formativos, que de acordo com o Currículo de Referência Único do Acre – Ensino Médio (2021 p. 50):

[...] Consolida-se enquanto parte diversificada do currículo, ao qual estão inseridos diversos componentes que corroboram para situações de aprendizagens e atividades educativas que o estudante poderá escolher, conforme seu interesse, proporcionando-lhe a possibilidade de aprofundamento em uma determinada área do conhecimento e/ou Formação Técnica e Profissional [...]

Sendo assim, o itinerário atua de forma que o aluno passa a ter autonomia para escolher qual área afim poderá ser explorada por ele, além da parte tradicional do currículo. E justamente por priorizar a parte diversificada do currículo, disciplinas como a física ficam submetidas aos grupos “afins”, como a área das ciências da natureza e suas tecnologias, que fundem a física, química e biologia.

Outra característica dos itinerários formativos são os seus componentes, dentre eles as rotas de aprofundamento, elas são definidas pelo Currículo de Referência Único do Acre (2021) como: “situações de aprendizagem e atividades educativas que o estudante poderá eleger, conforme seu interesse” nota-se um conceito considerado generalista ao se parecer com a definição do próprio itinerário. O que se deve destacar é que as rotas não possuem um formato definido, pois o aluno escolhe a sua área de interesse, mas não se sabe o que de fato irá estudar e em quais circunstâncias. Portanto terá que partir do aluno decidir seu futuro escolar em temas restritos, veja figura 1.

Figura 1 – Itinerários formativos e suas rotas de aprofundamento.



Fonte: Currículo de Referência Único do Acre (2021).

Dentre os temas gerais, quanto à área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, a rota intitulada “Energia, para que te quero?” propõem o estudo de energias com uma abordagem investigativa. No entanto, as informações fornecidas para sua execução são insuficientes, pois carecem de instruções claras e materiais adequados tanto para os docentes quanto para os alunos. A única informação disponível refere-se ao eixo estruturante de investigação científica, conforme disposto no Parecer do MEC nº 1.432/2018:

[...] centra-se na realização de práticas e produções científicas. Justifica-se pela necessidade social de apropriação de conhecimentos e habilidades que permitam acessar, selecionar, processar, analisar e utilizar dados sobre os mais diferentes assuntos. Assim, tem como objetivo aprofundar conhecimentos fundantes das ciências; ampliar as habilidades de pensar e fazer científico; e compreender e enfrentar situações cotidianas, intervindo na sociedade. O foco pedagógico é a pesquisa científica.

A pesquisa científica é de fato importante como método pedagógico na física, no entanto uma educação significativa e crítica também se faz necessária. Segundo David Ausubel (Ausubel, Novak e Hanesian, 1980, p. 85) “o fator mais importante que influi na aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe. Isto deve ser averiguado e o ensino deve depender desses dados”, e de acordo com Paulo Freire no livro *Pedagogia do Oprimido* (Freire, 1987, p. 45) “[...] o educador problematizador refaz, constantemente, seu ato cognoscente, na cognoscibilidade dos educandos [...] são agora investigadores críticos, em diálogo com o educador, investigador crítico, também”. Explorando as duas ideias apresentadas, a Aprendizagem Significativa Crítica (ASC) (Moreira, 2005) faz com que o aluno consiga aprender através do seu conhecimento prévio, e da percepção do mundo ao seu redor, além de ensinar a pertencer a uma cultura, mas também aprender a ser crítico e criativo em relação a

ela. Essas noções além de serem opostas ao ensino tradicional podem dialogar com a perspectiva de ensino por investigação, já que a observação, detecção de problemas, formulação de hipóteses, aplicações de métodos e soluções são propícias para um indivíduo crítico.

Ademais, de acordo com o pesquisador, e idealizador da ASC, Marco Antônio Moreira: o ensino de física está defasado por vários motivos, um deles é a pesquisa básica. Segundo ele os professores do ensino básico não entram em contato produções com acadêmicas, ou nem fazem parte das pesquisas (Moreira, 2018, p. 2). Logo, essa lacuna deve ser preenchida de alguma forma, o professor de nível básico e os pesquisadores necessitam de uma comunicação maior, tendo em vista as mudanças impostas pela BNCC (2017) e o Novo Ensino Médio (2017).

Sendo assim, tendo como o objetivo principal de promover e despertar o interesse dos alunos no ensino de física por meio da investigação científica sobre energias renováveis, e também visando suprir a demanda dos professores de física da rede pública para implementar as rotas de Ciências da Natureza, com foco no eixo estruturante de investigação científica direcionado às energias renováveis, apresenta-se a seguinte proposta pedagógica e produto educacional: um curso de investigação científica voltado para energias renováveis.

Desenvolvido com base na Aprendizagem Significativa Crítica de Moreira (2005) e nos moldes do ensino por investigação científica, este trabalho tem como atualidade prática aplicar de maneira adequada o ensino por investigação no ensino básico e na disciplina de física, principalmente nas rotas de aprofundamento. Outro objetivo é relacionar o ensino de Física, ao conceituar o que é a energia, com o debate das problemáticas ambientais.

Nos capítulos seguintes acompanharemos os pressupostos teóricos da dissertação, a sua fundamentação teórica, a metodologia do produto educacional, a metodologia da própria dissertação, os resultados e discussões obtidos em torno do produto educacional, as considerações finais, e por fim os apêndices contendo o produto educacional.

## 2. PRESSUPOSTOS TEÓRICOS

Tendo como produto educacional o curso de ICVER, os fundamentos teóricos que sustentam esse trabalho foram baseados no conceito físico e ambiental de energia, na pesquisa em torno das etapas de uma investigação científica, a relação com o ensino, na Aprendizagem Significativa Crítica (Moreira, 2005) e nos artifícios de ensino como mapas mentais (Buzan, 1960), e tecnologias digitais. Todos os tópicos abordados auxiliaram na criação das aulas do curso e no produto educacional como um todo.

### 2.1 SOBRE A ENERGIA

De acordo com Halliday e Resnick (2016, p. 160): “tecnicamente, energia é uma grandeza escalar associada ao estado de um ou mais objetos, sendo uma grandeza física que denota a capacidade de corpos e sistemas realizarem trabalho”. Energia, em grego, significa “trabalho” (do grego *énérgēia* e do latim *energia*) e, inicialmente, foi usada para se referir a muitos dos fenômenos explicados através dos termos: “vis viva” (ou “força viva”) e “calórico” (Bucussi, 2006).

Nas décadas que antecederam a 1850 as investigações sobre o conceito de energia protagonizaram uma revolução do pensamento científico europeu (Bucussi, 2006), estava se estruturando o Princípio de Conservação da Energia (Kuhn, 1977). A partir dessa quebra de paradigma foi verificado que a energia seguia ao princípio da conservação, implicando que ela também não pode ser criada nem destruída. O trabalho é definido como a medida da energia transferida para um objeto como resultado da aplicação de uma força ao longo de um deslocamento.

A inter-relação entre trabalho e energia reside no fato de que o trabalho representa a transformação ou transferência de energia que ocorre em um objeto sujeito à aplicação de uma força externa. Quando o trabalho de uma força é realizado sobre um objeto, este experimenta variações na quantidade de energia armazenada.

O trabalho de uma força constante aplicado sobre um objeto, de acordo com o livro Fundamentos de Física 1 (Halliday e Resnick, 2016, p. 147), é expresso pelas seguintes equações:

$$W = F \cdot d \cdot \cos(\theta) \rightarrow W = \vec{F} \cdot \vec{d} \quad (1)$$



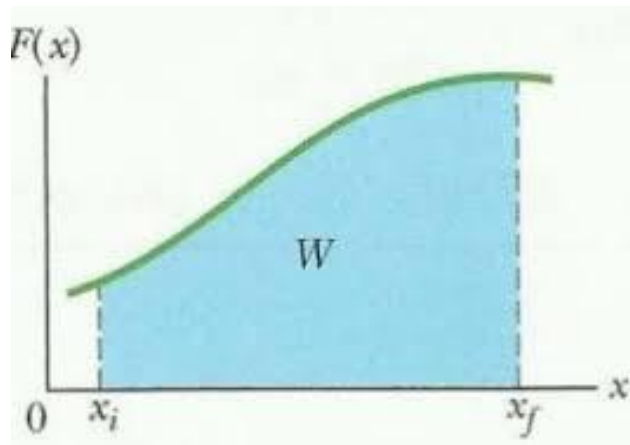
$W$  representa o trabalho realizado,  $\vec{F}$  a força aplicada,  $\vec{d}$  o deslocamento do objeto,  $\theta$  é o ângulo entre a força e o deslocamento.

Já o trabalho realizado por uma força variável é expresso por (Halliday e Resnick, 2016, p. 158):

$$W = \int_{x_i}^{x_f} F(x) \cdot dx \quad (2)$$

A figura 2 mostra o gráfico de uma força variável em função do deslocamento. Observamos que o objeto se comporta como uma partícula e a força aplicada depende da posição, que se move de uma posição inicial  $x_i$ , para uma posição final  $x_f$ , e pode ser calculado integrando a força.

Figura 2 - Representação do trabalho de uma força variável.



Fonte: Moodle E-disciplinas USP, 2023.

A energia cinética  $K$  é associada ao movimento de uma partícula de massa  $m$  e da velocidade escalar  $v$  (no domínio da Mecânica Clássica a velocidade da partícula é muito menor que a velocidade da luz). O Teorema trabalho-energia cinética, que relaciona o trabalho aplicado a uma partícula à sua variação de velocidade, pode ser expresso por (Halliday e Resnick, 2016, p. 159):

$$W = \int_{v_i}^{v_f} m \cdot v \cdot dv \rightarrow W = \frac{1}{2} m \cdot v_f^2 - \frac{1}{2} m \cdot v_i^2 \rightarrow W = \Delta K \quad (3)$$

Definimos a energia cinética  $K$  como:

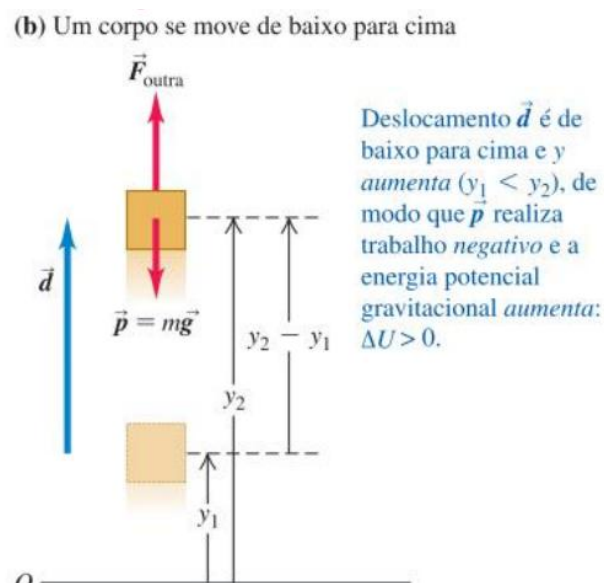
$$K = \frac{1}{2} m \cdot v^2 \quad (4)$$

Obtemos esta formulação, que destaca a relação quadrática entre a velocidade do objeto e a sua energia cinética, enfatizando a importância do movimento na energia associada a um sistema.

Outro tipo de energia é a potencial, ela é uma forma de energia associada à posição ou configuração de um objeto em um campo de forças. Duas formas comuns de energia potencial são as gravitacionais e as elásticas.

A figura 3 representa um esquema para determinar a energia potencial gravitacional de um corpo sendo deslocado de baixo para cima.

Figura 3 - Representação da energia potencial gravitacional.



Fonte: Instituto de Física da Universidade Federal Fluminense (2004).

Considerando que o deslocamento realizado pelo corpo e a força peso estão em sentidos contrários, pois o objeto está subindo, podemos definir a relação entre o trabalho realizado pela força peso ( $W_g$ ) e a variação da energia potencial do sistema ( $\Delta U$ ) de acordo com Halliday e Resnick (2016, p. 179) como:

$$W_g = -\Delta U \quad (5)$$

Isolamos a variação da energia potencial gravitacional ( $\Delta U$ ) na equação. Em seguida, aplicamos a fórmula do trabalho realizado pela força peso. Por fim, integramos a equação dentro dos limites estabelecidos, conforme indicado por Halliday e Resnick (2016, p. 177).

$$\Delta U = - \int_{y_i}^{y_f} (-m \cdot g \cdot dy) \rightarrow \Delta U = m \cdot g \cdot (y_f - y_i) \rightarrow \Delta U = m \cdot g \cdot \Delta y \quad (6)$$

Considerando que a energia potencial depende de um referencial e é definida a menos de uma constante, onde o que importa é a variação do valor na dinâmica da partícula, podemos definir variação da energia potencial como energia potencial gravitacional ( $\Delta U = U_g$ ) e a diferença de posição no eixo y como altura ( $\Delta y = h$ ).

Logo, a energia potencial gravitacional pode ser dada pela seguinte fórmula:

$$U_g = m \cdot g \cdot h \quad (7)$$

No qual  $g$  é a aceleração da gravidade e  $h$  é a altura do objeto acima de um ponto de referência.

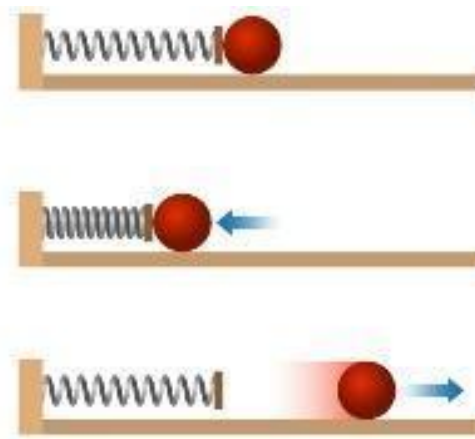
Já a energia potencial elástica ( $U_e$ ) é obtida utilizando a relação trabalho e a variação da energia potencial, juntamente com a lei de Hooke, ou a equação da força elástica ( $\vec{F} = -k\vec{x}$ ). Logo, integrando a equação com o limite final e inicial da mola (Halliday e Resnick, 2016, p. 177-178), obtemos a equação abaixo:

$$\Delta U = - \int_{x_i}^{x_f} (-k \cdot x \cdot dx) \rightarrow \Delta U = \frac{1}{2} \cdot k \cdot x_f^2 - \frac{1}{2} \cdot k \cdot x_i^2 \quad (8)$$

Sendo  $k$  a constante elástica do material e  $x$  a deformação em relação à posição de equilíbrio. E considerando a variação da energia potencial como a energia potencial elástica ( $\Delta U = U_e$ ),  $x_f = 1$  e  $x_i = 0$ , obtemos a formulação abaixo, que destaca a relação quadrática entre a velocidade do objeto e a sua energia cinética, enfatizando a importância do movimento na energia associada a um sistema:

$$U_e = \frac{1}{2} k \cdot x^2 \quad (9)$$

Figura 4 - Ilustração da energia potencial elástica com uma mola e um corpo.



Fonte: Brasil Escola (2022).

A relação entre as energias – cinética e potenciais – se dá através das seguintes relações matemáticas (Halliday e Resnick, 2016, p. 159):

$$\Delta K = W \quad (10)$$

Como  $W = -\Delta U$ ,

$$\Delta K = -\Delta U \rightarrow K_f - K_i = -(U_f - U_i) \quad (11)$$

$$K_f + U_f = K_i + U_i \rightarrow \Delta E_{mec} = \Delta K + \Delta U = 0 \quad (12)$$

Onde  $\Delta E_{mec}$  representa a variação da energia mecânica do sistema dado em Joules (J), que é constituída pela soma da variação da energia cinética e da energia potencial, e forma o princípio de conservação da energia de um sistema.

Ainda de acordo com o livro Fundamentos de Física 1 (Halliday, Resnick, 2016, p.191): “... podemos definir a potência P como a taxa com a qual uma força transfere energia de uma forma para outra”. Sendo assim, se uma determinada quantidade de energia  $\Delta E$  é transferida durante um intervalo de tempo, a potência média desenvolvida é:

$$P_{méd} = \Delta E / \Delta t \quad (13)$$

E a potência instantânea:

$$P = dE/dt \quad (14)$$

Em resumo, o estudo do trabalho e energia fornece um arcabouço teórico importante para a compreensão e análise de uma variedade de fenômenos físicos. Desde problemas simples de mecânica até questões mais complexas em diversas áreas da Física. Além disso, diversos tipos de energia são reconhecidos e provenientes da Energia Mecânica, tais como a Energia Térmica, relacionada ao nível de agitação das partículas constituintes da matéria, a Energia Elétrica, gerada a partir das cargas elétricas das partículas subatômicas, a Energia Química, uma forma de energia potencial armazenada nas ligações entre átomos que compõem as moléculas, a Energia Nuclear, contida nos núcleos dos átomos.

A energia, como um todo, possui um papel fundamental no universo e na evolução da vida humana, desde a descoberta do fogo e, mais a frente, com a criação de novos meios de transporte, surgimento das indústrias (nas respectivas revoluções industriais), e na invenção

de novos equipamentos tecnológicos. No entanto, o uso da energia também auxiliou momentos obscuros da humanidade, seja através da criação de diversos tipos de armas de guerras, como as bombas nucleares e tem contribuído para o esgotamento de recursos naturais. Esta evolução rápida da sociedade, se compararmos com a existência do próprio planeta Terra, faz com que a nossa dependência da utilização de energia, no ponto de vista mecânico, seja cada vez mais crescente. De acordo com o livro Economia do Meio Ambiente: Teoria e Prática (May, 2010, p. 45):

[...] a humanidade depende da capacidade dos ecossistemas de prover recursos e serviços e ainda absorver os resíduos. Por isso, discutir o prazo de validade da espécie humana na Terra requer atenção [...].

Foi somente no século XX que surgiram os primeiros esforços significativos para explorar e desenvolver fontes de energia renovável como alternativas viáveis aos combustíveis fósseis. Um marco importante, de acordo com o jornal The New York Times (1973), foi a crise do petróleo na década de 1970, que despertou a consciência global para a finitude dos recursos não renováveis e a necessidade urgente de diversificar as fontes de energia.

Todavia, apesar das energias renováveis estarem mais evidentes, isso ainda é um objetivo que precisa de mais atenção, em razão da rapidez das mudanças climáticas. Segundo o que foi noticiado pela Tv Cultura (2023) o secretário-geral da ONU, António Guterres deu a seguinte declaração, “A única surpresa é a velocidade das mudanças climáticas, que já estavam aqui. É assustador e é apenas o início. A era do aquecimento global acabou. A era da ebulição global chegou”. Portanto, tendo noção dessas mudanças significativas e urgentes, notamos que as energias renováveis devem parar de ser apenas mencionadas como opções de uso, e começar a substituir de fato as energias não renováveis.

Lógico que é preciso salientar que as energias utilizadas devem ser além de renováveis, energias limpas, que são derivadas de fontes naturalmente regeneradoras, ou por meio de intervenção humana apropriada, que possuem impacto menor na natureza.

### **2.1.1 ENERGIA SOLAR**

A energia renovável escolhida pelos alunos do curso de Investigação Científica Voltada às Energias Renováveis (ICVER) foi a energia solar, pois no contexto do estado do Acre a energia solar emerge como uma das opções mais promissoras devido à sua ampla disponibilidade e ao potencial para oferecer uma fonte limpa e abundante de eletricidade. De

acordo com uma análise feita no estado do Acre, nos municípios de Rio Branco, Brasília e Cruzeiro do Sul, foi notado que:

A média anual (IGH) diária das três localidades foi superior à estabelecida no Atlas de Energia Solar do Brasil para a região Norte, em 0,37 kWh/m<sup>2</sup>, e foi semelhante ao encontrado nas regiões Centro-Oeste e Sudeste, porém com a vantagem da baixa variabilidade interanual em função, principalmente, da baixa latitude do Estado do Acre (Relva, et al, p. 32, 2023).

Logo, podemos nos beneficiar com a sua ampla gama de aplicações, desde sistemas fotovoltaicos residenciais e comerciais até usinas solares de grande escala. Nos últimos anos, a geração distribuída de energia solar tem se tornado cada vez mais popular, permitindo que indivíduos e empresas gerem sua própria eletricidade e reduzam sua dependência da rede elétrica convencional. E apesar da sua baixa adesão, pois o estado do Acre é o terceiro que menos produz energia solar no Brasil, ocorreu um aumento de 90% nas fontes geradoras de energia fotovoltaica no estado em 2023, de acordo com site G1 Acre (2023). Isso mostra um avanço significativo na produção de energia solar na região.

Em relação ao histórico da energia solar/fotovoltaica, segundo Fadigas (2012), o início e os primeiros testes relacionados a eficácia ocorreram em meados de 1839, pelo cientista francês Alexandre Edmond Becquerel. Posteriormente os físicos William Grylls Adams e Richard Day (1877) verificaram que a célula de selênio possuía a propriedade de converter a luz solar em energia elétrica. No entanto, após outros testes, foi constatado que o selênio convertia apenas 1% da incidência solar (Fadigas, 2012). Apenas em 1883 foi verificado que o silício convertia a energia recebida em torno de 6%. A partir do século XX os avanços em relação à energia fotovoltaica ocorreram devido a ajuda do cientista Albert Einstein com a definição do efeito fotoelétrico (Alves, 2019, p. 24).

De acordo com o livro Fundamentos de Física 4 (Halliday e Resnick, 2016, p. 178-179) O efeito fotoelétrico explica o fenômeno de uma placa metálica emitir elétrons quando uma luz é incidida sobre ela e foi proposto que o fóton teria a seguinte energia:

$$E_{\text{fóton}} = h \cdot f \quad (15)$$

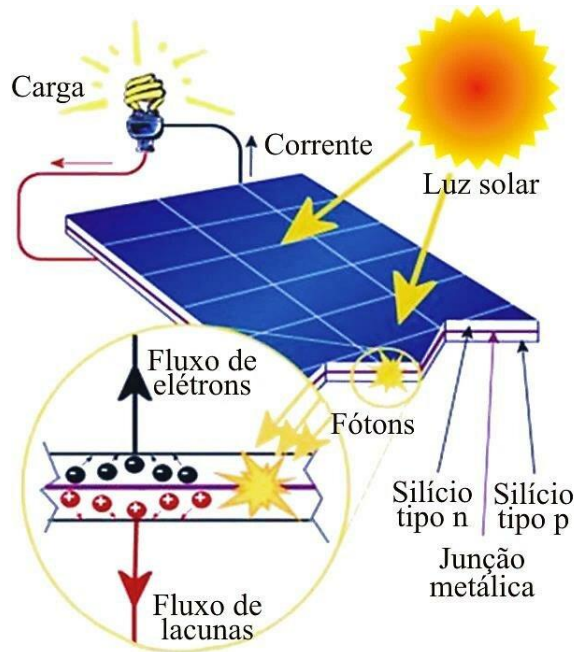
Onde  $h$  é a constante de Planck ( $h \approx 6.626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ ) e  $f$  é a frequência da luz.

O efeito fotoelétrico define também que a energia dos fótons da luz deve ser superior à função trabalho do material, a energia mínima para liberar um elétron ( $\Phi$ ), para que dessa forma os elétrons sejam emitidos. Logo, a energia cinética ( $K$ ) dos elétrons é dada por (Halliday e Resnick, p. 182):

$$K = E_{fóton} - \phi \quad (16)$$

Já o efeito fotovoltaico, por outro lado, é o princípio por trás das células solares. Sendo assim, quando a luz incide sobre um semicondutor como o silício, os elétrons são excitados, criando pares elétron-lacuna (p-n) (Fadigas, 2005).

Figura 5 - Ilustração da luz solar incidente na placa solar, e o fluxo de elétrons e lacunas.



Fonte: Silva; Vigoderis. (2022).

Os pares elétron-lacuna (p-n) geram um campo elétrico interno que separa esses pares e uma diferença de potencial é criada, gerando uma corrente elétrica ( $i$ ), a fórmula simplificada é dada por:

$$i = (P \cdot \eta) / V_{out} \quad (17)$$

Onde  $P$  é a potência da luz incidente,  $\eta$  é a eficiência da célula e  $V_{out}$  é a tensão de saída. A potência da luz solar (em watts, W) que incide sobre o painel fotovoltaico é dada pela irradiância solar ( $G$ ) em determinada área ( $A$ ) do painel solar:

$$P = G \cdot A \quad (18)$$

Quanto à eficiência da célula, temos a relação entre a potência gerada pelo sistema, com a potência incidente na célula fotovoltaica (Fadigas, 2005, p. 33):

$$\eta = (P_{gerada} / P) \cdot 100\% \quad (19)$$

## 2.2 ETAPAS DA INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA

Ao sermos inseridos na realidade acadêmica, nos deparamos com diversas maneiras de produzir ciência, e uma delas é a investigação científica. Dentro de uma investigação científica deve-se seguir protocolos que assegurem a construção de novos conhecimentos, ou corrobore com outros preexistentes. Tais protocolos são conhecidos como práticas investigativas, cujos métodos e técnicas são utilizadas para coletar, analisar, e comprovar dados que disponibilizam respostas confiáveis para questões que estão sendo investigadas, questões essas que motivaram o início de uma investigação científica, e isso pode ser aplicado também dentro da sala de aula no ensino básico. De acordo com Disse Sereia e Michele Piranha (2015, p. 2):

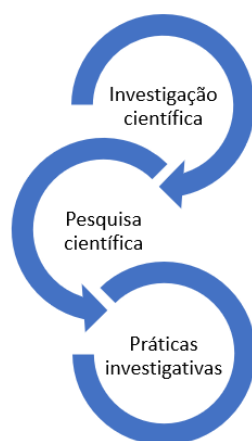
A prática investigativa ou atividade experimental é o tipo de atividade que favorece o processo de ensino aprendizagem, pois aproxima o cotidiano do aluno a investigação científica. Passando a se tornar mais ativo e ter mais interesse no que foi proposto, elaborando hipóteses e fazendo assim uma reflexão mais aprofundada do fenômeno ou situação.

Já a pesquisa científica é uma das formas mais tradicionais de se utilizar a prática investigativa, pois ela é conduzida com o objetivo de obter novo conhecimento, responder a perguntas de pesquisa específicas ou resolver problemas. De acordo com Ruiz (1996, p.48) “a pesquisa científica é a realização concreta de uma investigação planejada, desenvolvida e redigida de acordo com as normas da metodologia consagradas pela ciência”. Assim, essa prática pode ser considerada uma importante estratégia educativa, pois, quando bem aplicada, permite que o aluno assuma o papel de protagonista de sua própria aprendizagem. Isso ocorre à medida que ele é levado a criar hipóteses e reflexões sobre seu cotidiano, investigando-as por meio da prática investigativa.

Tendo em vista a falta de trabalhos na literatura que façam uma explanação precisa entre os processos investigativos, podemos fazer a seguinte relação: a investigação científica para ser feita necessita de uma pesquisa científica, que para ser realizada depende das práticas investigativas, como sinaliza a figura 5.

Figura 6 – Relação entre investigação científica, pesquisa científica e práticas investigativas.





Fonte: Autora da pesquisa (2024).

Ao estudarmos mais o tópico do que é a prática investigativa iremos nos deparar com os seus protocolos, que consistem em: observar, questionar, levantar hipóteses, experimentar, coletar dados, analisar resultados, concluir e divulgar. E o que leva à comprovação eficaz dessas hipóteses é a aplicação da metodologia científica.

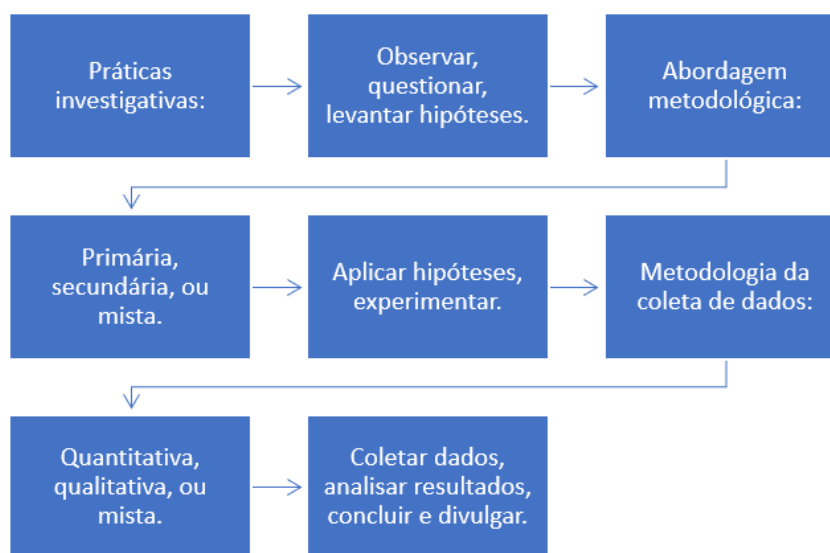
Metodologia vem do grego; *meta* que significa para além de; *hodos*, caminho; *logos*, discurso ou estudo, ela consiste em estudar e avaliar os vários caminhos disponíveis e as suas utilizações (Vilelas, 2020). A metodologia tem papel principal em uma pesquisa científica na coleta e no processamento de dados. Existem diferentes métodos para coletar dados de uma pesquisa, dependendo do tipo, do objetivo e do escopo da pesquisa. Os métodos podem ser classificados em dois grupos principais, se for relacionado à sua abordagem: métodos de coleta de dados primários e métodos de coleta de dados secundários.

De forma que, os métodos primários de coleta de dados estão ligados à obtenção de informações diretamente da fonte original por meio da experimentação ou observação direta de um fenômeno. A metodologia de coleta de dados secundários utiliza informações já coletadas e disponíveis em outras fontes, como livros, artigos, de forma que há uma intermediação (Moreira e Caleffe, 2006).

Quanto a análise e processamento de dados, podemos definir se a metodologia de coleta será qualitativa, quantitativa ou mista. A pesquisa qualitativa foca na compreensão de fenômenos complexos e na construção de significados sociais, enquanto a pesquisa quantitativa busca explicações através da análise de variáveis (Günther, 2006).

Dessa forma, podemos fazer uma nova relação, onde as práticas investigativas são formadas por etapas, e uma dessas etapas, é a metodologia científica, que torna a pesquisa científica mais confiável e concreta (figura 6).

Figura 7 – Relação entre práticas investigativas e metodologia científica.



Fonte: Autora da pesquisa (2024).

Quando a pesquisa científica se encontra em processo de análise de dados, a utilização de relatórios científicos é essencial, já que o relatório científico é uma síntese dos resultados de uma investigação científica, e o seu propósito é transmitir de maneira clara e precisa o desenvolvimento de uma pesquisa ou experimento à comunidade científica. Isso possibilita que outros cientistas compreendam e, caso necessário, reproduzam o estudo:

É a exposição escrita na qual se descrevem fatos verificados mediante pesquisas ou se história a execução de serviços ou de experiências. É geralmente acompanhado de documentos demonstrativos, tais como tabelas, gráficos, estatísticas e outros. (UFPR, 1996).

Ademais, se uma pesquisa científica se encontra em fase de conclusão, ela necessita de meios de divulgação. As maneiras tradicionais de serem feitas divulgações de um trabalho científico são por meio de artigos e resumos científicos, onde geralmente são divulgados em anais ou revistas digitais que possuam respaldo no meio acadêmico (qualificação), justamente para afirmar que os estudos e metodologias foram aplicados de maneira correta.

Dessa forma, o resumo tem como sua finalidade fornecer uma visão geral do estudo, para que os leitores possam entender rapidamente o seu objetivo, os principais resultados e

conclusões da pesquisa sem que haja a necessidade de ler o trabalho completo. Ele deve abordar os principais pontos da pesquisa, como a dúvida inicial ou hipótese, a metodologia utilizada, os principais resultados e as conclusões mais importantes. Já os artigos científicos, relatam de forma mais completa e precisa os detalhes da pesquisa, permitindo que outros pesquisadores possam avaliar, replicar e construir sobre os resultados apresentados. É uma forma de comunicação científica formal que segue um formato estruturado com seções, como introdução, metodologia, resultados, discussão, conclusões e referências bibliográficas.

Os artigos científicos constituem a unidade de informação do periódico científico. Por meio deles, as informações do autor são transformadas em conhecimento científico, que é de domínio público. Se o artigo é divulgado adequadamente, ele poderá ser lido, citado e utilizado [...] (Pereira, 2012, p. 1).

Em resumo, vemos que a investigação científica desempenha um papel crucial na educação, pois pode promover o pensamento crítico, a curiosidade e a descoberta ativa. Ao envolver os alunos em projetos de pesquisa, eles podem desenvolver habilidades essenciais, como a formulação de perguntas, a coleta e análise de dados, e a comunicação de resultados, que são protocolos da prática investigativa. Ademais, a investigação científica permite que os alunos experimentem o método científico na prática, isso pode ser feito por meio do ensino investigativo.

## **2.3 ARTIFÍCIOS DE ENSINO: O MAPA MENTAL**

Os mapas mentais têm sua origem na teoria do processamento da informação, especialmente na obra de Tony Buzan (1960), que popularizou essa técnica na década de 1970. Eles são baseados no conceito de que o cérebro humano processa e organiza informações de maneira não linear, utilizando associações e padrões para armazenar e recuperar conhecimento. O mapa mental é uma boa representação desse processo cognitivo, permitindo a visualização e a conexão de ideias.

O mapa mental reúne todas as faculdades corticais – palavra, imagem, número, lógica, ritmo, cor e consciência espacial - tudo em uma mesma técnica de eficiência excepcional. É assim que ele deixa você livre para explorar o espaço infinito do seu cérebro (Buzan, 2003, p.84).

A eficácia dos mapas mentais está enraizada em princípios psicológicos fundamentais, como a teoria da Gestalt, criada no início do século XX, que postula que o cérebro percebe padrões e organiza informações de forma holística, ou seja, visa a totalidade das coisas. Os mapas mentais utilizam esse princípio ao usar elementos visuais, como cores e imagens, para enfatizar conexões e hierarquias entre os conceitos. Além disso, a teoria da codificação dual (Paivio, 1971) destaca a importância da representação visual e verbal na aprendizagem e na

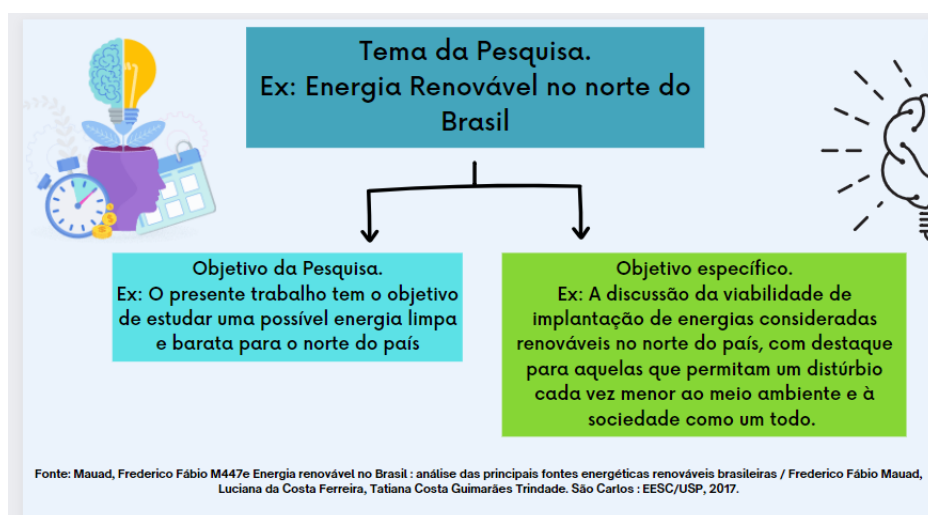
memória. Os mapas mentais combinam essas duas formas de codificação, aumentando a retenção e a compreensão do material.

Na pesquisa científica, os mapas mentais são uma ferramenta valiosa para organizar e sintetizar informações. Eles podem ser usados na fase de planejamento, para mapear hipóteses e objetivos, e na análise de dados, para visualizar padrões e relações entre variáveis. Em contextos educacionais, em especial no ensino de física, os mapas mentais podem ser uma ferramenta versátil para alunos e professores. Eles ajudam os alunos a organizar e revisar o material de estudo, melhorando a compreensão do conteúdo a ser ministrado, facilitando uma aprendizagem significativa. Os professores podem usar mapas mentais como recursos de ensino, criando materiais visuais para apresentações e atividades em sala de aula. Segundo o site Ferrari (2016), “A utilização de Mapa Mental é uma forma dinâmica de desenvolver o raciocínio lógico e a criatividade, pois eles representam informações de forma visual”. E também de acordo com Tony Buzan, no livro Mapas Mentais: Métodos Criativos para Estimular o Raciocínio e Usar ao Máximo o Potencial do Seu Cérebro (2009, p. 77).

[...] Contar histórias e explicar assuntos científicos, fatos do passado, regras musicais e matemáticas com a ajuda de Palavras-chave e imagens no formato de um Mapa Mental têm um impacto forte e permanente no modo como uma criança recebe e retém essas informações e se lembra delas [...]

No curso de investigação científica o mapa mental foi utilizado como recurso facilitador na organização dos objetivos, e outras etapas da pesquisa, como a metodologia, um exemplo prático é exposto na figura 7. Apesar de ser apresentado apenas como uma sugestão, ele foi amplamente utilizado pelos alunos.

Figura 8 – Modelo de mapa mental apresentado aos alunos no curso de IC, definição de tema e objetivos.



Fonte: Autora do produto educacional (2023).

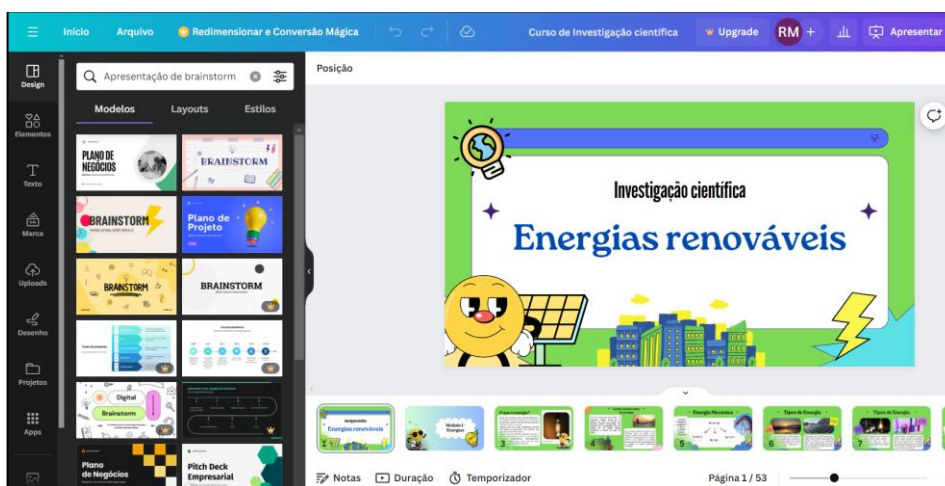
Em suma, os mapas mentais são uma ferramenta poderosa para representar e organizar o conhecimento de forma visualmente estimulante. Sua aplicação na pesquisa científica e na educação demonstra vantagens em utilizar abordagens não lineares para comunicar ideias complexas.

## 2.4 ARTIFÍCIOS DE ENSINO DIGITAIS.

O curso de Investigação Científica Voltado a Energias Renováveis, foi ministrado por meio do ensino híbrido, onde a maior parte das aulas foram repassadas de forma online, e outras em encontros presenciais. Por conta disso, alguns aplicativos foram utilizados, como: *Google Meet*, aplicativo de videochamadas gratuito, e o aplicativo/site *Canva*, especializado em artes gráficas.

O produto educacional foi criado no aplicativo *Canva*, plataforma de design criada em 2013, que permite a criação também de slides com alta qualidade. Por ser gratuito e de fácil manuseio ele pode ser amplamente utilizado por alunos e professores (figura 8).

Figura 9 – Aplicativo/plataforma *Canva*, que foi utilizado para criar parte do produto educacional.



Fonte: Canva (2023).

Os alunos também o utilizaram para criar os seus projetos de pesquisa, na formulação dos mapas mentais, na escrita, e na apresentação final do projeto.

## 2.5 A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA

A Aprendizagem Significativa Crítica (ASC) é uma teoria de aprendizagem idealizada pelo educador Marco Antônio Moreira, oriunda da Aprendizagem Significativa de David

Ausubel (1963), e mais especificamente do Ensino Subversivo de Postman e Weingartner (1969). O que difere a aprendizagem significativa crítica das demais é que ela está diretamente ligada ao pensamento crítico e à capacidade do educador em fornecer ao aluno condições de aprender a partir do que ele já sabe, e a racionalizar os elementos da sua realidade como ser humano. De acordo com Moreira (2010, p. 7) “aprendizagem significativa crítica: é aquela perspectiva que permite ao sujeito fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, estar fora dela”.

A ASC tem essa nomenclatura pois o conhecimento apresentado e adquirido possui de fato significado. Além disso, difere da aprendizagem mecânica, nome dado ao ensino tradicional e defasado, voltado à memorização de fórmulas, frases, datas, sem levar em conta o conhecimento prévio do aluno. A proposta da aprendizagem significativa crítica é de que os estudantes se tornem agentes ativos e participativos no processo educacional. Eles são encorajados a construir seus próprios significados através da interação com os outros e com o contexto ao seu redor. Ademais, são incentivados a questionar e transformar a realidade em que vivem, enquanto desenvolvem uma consciência crítica e cidadã.

Para alcançar esses objetivos, os professores precisam adotar uma postura mediadora. Eles devem promover a curiosidade, o diálogo, a cooperação, a autonomia e a criatividade dos alunos. Isso implica utilizar uma variedade de estratégias e recursos, abandonando a mera transmissão de conhecimento através da narrativa. As estratégias que podem ser utilizadas, segundo Moreira (2010, p. 20-21), são:

1. Aprender que aprendemos a partir do que já sabemos (Princípio do conhecimento prévio).
2. Aprender/ensinar perguntas ao invés de respostas (Princípio da interação social e do questionamento).
3. Aprender a partir de distintos materiais educativos (Princípio da não centralidade do livro de texto).
4. Aprender que somos perceptores e representantes do mundo (Princípio do aprendiz como perceptor/representador).
5. Aprender que a linguagem está totalmente implicada em qualquer e em todas as tentativas humanas de perceber a realidade (Princípio do conhecimento como linguagem).
6. Aprender que o significado está nas pessoas, não nas palavras (Princípio da consciência semântica).
7. Aprender que o ser humano aprende corrigindo seus erros (Princípio da aprendizagem pelo erro).

8. Aprender a desaprender, a não usar conceitos e estratégias irrelevantes para a sobrevivência (Princípio da desaprendizagem).
9. Aprender que as perguntas são instrumentos de percepção e que definições e metáforas são instrumentos para pensar (Princípio da incerteza do conhecimento).
10. Aprender a partir de distintas estratégias de ensino (Princípio da não utilização do quadro-de-giz).
11. Aprender que simplesmente repetir a narrativa de outra pessoa não estimula a compreensão (Princípio do abandono da narrativa).

A abordagem da ASC procura romper com a visão tradicional e bancária de ensino, que trata os alunos como receptáculos passivos a serem preenchidos com informações. Pelo contrário, reconhece os alunos como indivíduos históricos, sociais e culturais, dotados de saberes, experiências e interesses próprios.

Na visão “bancária” da educação, o “saber” é uma doação dos que se julgam sábios aos que julgam nada saber. Doação que se funda numa das manifestações instrumentais da ideologia da opressão a absolutização da ignorância, que constitui o que chamamos de alienação da ignorância, segundo a qual esta se encontra sempre no outro (Freire, 1996, p.58).

Essa abordagem valoriza a contribuição dos alunos para a construção coletiva do conhecimento e tenta os capacitar a se tornarem agentes de mudança na sociedade, afinal o conhecimento adquirido não será apenas significativo, mas também será crítico à realidade do aluno. Quando associamos essa abordagem ao curso de investigativa (com foco em energias renováveis) podemos fazer com que o objetivo do aluno não seja puramente técnico, mas também social, já que as energias renováveis a serem investigadas necessitam suprir uma necessidade humanitária e ecológica. A aprendizagem significativa crítica está totalmente ligada a esse ensino, que torna o aluno agente da sua educação e o torna capaz de mudanças ao seu redor.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

Por ser um tema amplo que propõe unir a ideia de um curso de investigação científica, o ensino investigativo, o ensino de física por meio de energias renováveis, somando com a aplicação da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica (ASC), a catalogação da literatura neste capítulo tentou se tornar a mais tangente possível ao tema central da dissertação. Sendo assim, para facilitar a revisão de literatura, as palavras-chaves de pesquisa, de acordo com o Quadro 1, foram entrelaçadas em volta de uma temática principal tendo o termo “ensino básico” como guia.

<b>Quadro 1:</b> Relação entre temas e palavras-chave.	
<b>Principais temas:</b>	<b>Palavras-chave:</b>
1. Investigação científica	<p><b>Português:</b> Ensino investigativo; Ensino por investigação científica; Ensino de física por investigação científica; Curso de investigação científica.</p> <p><b>Inglês:</b> Investigative teaching; Teaching through scientific investigation; Teaching physics through scientific investigation; Scientific investigation course.</p> <p><b>Espanhol:</b> Enseñanza investigativa; Enseñanza a través de la investigación científica; Enseñar física a través de la investigación científica; Curso de investigación científica .</p>
2. Energias renováveis	<p><b>Português:</b> Curso de energias renováveis; Investigação científica em energias renováveis; Ensino de energias renováveis; Ensino de física com energias renováveis; Energias renováveis.</p> <p><b>Espanhol:</b> Curso de energías renovables;</p>



	<p>Investigación científica en energías renovables; Enseñanza de energías renovables; Enseñar física con energías renovables; Energías renovables.</p> <p><b>Inglês:</b> Renewable energy course; Scientific research in renewable energies; Teaching renewable energies; Teaching physics with renewable energy; Renewable energy.</p>
3. Aprendizagem Significativa Crítica	<p><b>Português:</b> Aprendizagem significativa crítica e o ensino de física; Aprendizagem significativa crítica e o ensino por investigação; Aprendizagem significativa crítica e o ensino de energias renováveis.</p> <p><b>Espanhol:</b> Aprendizaje significativo crítico y enseñanza de la física; Aprendizaje crítico significativo y enseñanza basada en la investigación; Aprendizaje significativo crítico y enseñanza de energías renovables.</p> <p><b>Inglês:</b> Critical meaningful learning and physics teaching; Critical meaningful learning and inquiry-based teaching; Critical meaningful learning and teaching renewable energy.</p>

Em seguida, usando como referência a dissertação de Diego Rodrigues de Souza (2019, p. 43), três locais serviram como pesquisa de literatura, sendo elas: o repositório de dissertações do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), a biblioteca digital Scientific Electronic Library On-line – SciELO e o Portal de Periódicos da

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES. Além disso, foram consultados trabalhos publicados em formato de artigos, dissertações e teses, tanto na língua portuguesa, quanto na inglesa e espanhola. Quanto à análise dos trabalhos, foi utilizado o modelo de leitura transversal, com foco na metodologia e resultados.

Voltando ao Quadro 1, onde os temas propostos se relacionam com as palavras-chave, três categorias de trabalhos foram criadas: 1. Informações sobre obras investigativas no ensino básico; 2. Informações sobre obras relacionadas ao ensino de energias renováveis; e 3. Informações sobre a utilização da Aprendizagem Significativa Crítica no ensino básico. Dessa forma, após a consulta nas fontes de literatura, 42 trabalhos foram selecionados e categorizados de acordo com o seu formato de divulgação, como mostrado no Quadro 2.

<b>Quadro 2:</b> Quantidade de artigos, dissertações ou teses encontradas.				
<b>Categorias:</b>	<b>Artigos: 37</b>	<b>Dissertações: 4</b>	<b>Teses: 1</b>	<b>Total: 42</b>
1. Obras investigativas no ensino básico	16	3	0	19
2. Obras relacionadas ao ensino de energias renováveis	12	1	0	13
3. Obras de ensino que utilizam a ASC	9	0	1	10

A seguir, expandindo o quadro 2 em mais três quadros para cada uma das categorias de pesquisa, os trabalhos foram analisados de acordo com as seguintes informações (Souza, 2019):

- Tipo de obra: definir se são artigos, dissertações ou teses.
- Autor(es) e ano de publicação. Devendo salientar que os trabalhos selecionados não são discriminados pelo ano de publicação, com exceção de obras que estão com seus dados muito defasados em decorrência do tempo.
- Título da obra.

- Tipo de produto didático: a fim de entender qual tipo de produto foi desenvolvido e, se de fato, ele existe ou é apenas um estudo de caso.
- Público-alvo: é necessário saber para quem o trabalho foi desenvolvido e que o foco seja a aplicação no ensino básico.
- Principal referencial teórico: uma maneira de analisar se o trabalho tem um referencial metodológico como guia.

### 3.1 INFORMAÇÕES SOBRE OBRAS INVESTIGATIVAS NO ENSINO BÁSICO

O quadro 3 representa a categoria 1 e é destinado a obter informações sobre as obras de ensino investigativo existentes para o ensino básico.

<b>Quadro 3:</b> Informações sobre obras investigativas no ensino básico.					
<b>Tipo de obra</b>	<b>Autor(es) / Ano de publicação</b>	<b>Título da obra</b>	<b>Tipo de produto didático ou estudo</b>	<b>Público – Alvo</b>	<b>Principais referenciais teóricos</b>
1. Artigo	Tabosa e Perez / 2021	Análise de sequências didáticas com abordagem de Ensino por Investigação produzidas por estudantes de licenciatura em Física	Análise de sequências didáticas investigativas	Ensino básico	Não identificado
2. Artigo	Luz e Oliveira / 2008	Identificando os nutrientes energéticos: uma abordagem baseada em ensino	Atividade educacional	Oitavo ano do ensino fundamental	Não identificado

		investigativo para alunos do Ensino Fundamental			
3. Artigo	Pazmino / 2020	Pesquisa de campo para um material didático de aprendizado investigativo	Material didático	Segundo e terceiro ano do ensino básico	Não identificado
4. Artigo	Silva e Martinho / 2017	Investigações matemáticas com números: experiência com alunos do 2.º ano do ensino básico	Atividade educacional	Segundo ano do ensino básico (Portugal)	Não identificado
5. Artigo	Zômpero et al / 2023	O ensino por investigação na área de ciências da natureza: estudo comparativo entre Brasil, Chile e Colômbia	Estudo comparativo	Ensino básico	Não identificado
6. Artigo	Dalcin et al / 2005	A iniciação à educação científica e compreensão dos fenômenos	Entrevista	Ensino básico	Não identificado

		científicos: A função das atividades informais			
7. Dissertação	Nobre / 2016	O ensino investigativo do movimento de pequenos corpos do Sistema solar a partir de recursos disponíveis na internet	Blogs com atividades investigativas	Ensino básico	Souza, Sasseron, Carvalho, a alfabetização científica.
8. Dissertação	Assenso / 2017	Ensino de física por meio de atividades de ensino investigativo e experimentais de astronomia no ensino médio	Atividade pedagógica investigativa	Ensino médio	Não identificado
9. Dissertação	Souza / 2018	Proposta de ensino investigativo usando a indução eletromagnética e piezoeletricidade aplicados aos sensores	Sequência didática investigativa	Ensino médio	Piaget e Vygotsky.

		de guitarras e violões			
10. Artigo	Sousa e Santos / 2021	Avaliar para aprender em ciências Experimentais	Estudo de caso de atividades investigativas	Terceiro ciclo do ensino básico (Portugal)	Não identificado
11. Artigo	Serrazina e Ribeiro / 2013	As interações na atividade de resolução de problemas e o desenvolvimento da capacidade de comunicar no ensino básico	Atividade pedagógica investigativa	Quarto ano do ensino básico (Portugal)	Não identificado
12. Artigo	Oliveira et al / 2024	Sequência didática pautada no ensino por investigação para aulas de microbiologia no Ensino Médio	Sequência didática investigativa	Ensino médio	Zabala e Piaget
13. Artigo	Ladino-Martínez e Fonseca-Albarracín / 2010	Propuesta curricular para la enseñanza de las ciencias naturales en el nivel básico con un enfoque físico	Proposta curricular	Ensino básico (Colômbia)	Não identificado

14. Artigo	Scherrer, Alvarenga e Coelho / 2021	Abordagem investigativa no ensino da gravitação a partir de buracos negros	Sequência didática	Ensino médio	Não identificado
15. Artigo	Hernandez e Chua / 2020	Problem posing inquiry approaches in enhancing the learners' scientific discovery process skills	Proposta didática	Décimo ano do ensino médio (EUA)	Não identificado
16. Artigo	Mbano / 2004	Pupils' thinking whilst designing an investigation	Proposta pedagógica	Ensino básico (República do Malawi)	Cognitive Acceleration Through Science Education (CASE)
17. Artigo	Calabrese / 2023	How do we design curricula to foster innovation, motivation and interest in STEM learning?	Currículos de ensino	Ensino fundamental (EUA)	Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM)
18. Artigo	Gaigher et al / 2022	Understanding About Scientific Inquiry in a	Estudo de caso	Décimo segundo ano (África do Sul)	Science, Technology, Engineering and

		South African School Prioritizing STEM			Mathematics (STEM)
19. Artigo	Zhang / 2018	Withholding answers during hands-on scientific investigations? Comparing effects on developing students' scientific knowledge, reasoning, and application	Proposta didática	Ensino fundamental (EUA)	Não identificado

Dos dezenove trabalhos selecionados quatorze continham produtos educacionais relacionados ao ensino investigativo (Luz e Oliveira, 2008; Pazmino, 2020; Silva e Martinho, 2017; Nobre, 2016; Assenso, 2017; Souza, 2018; Serrazina e Ribeiro, 2013; Oliveira et al, 2024; Ladino-Martínez e Fonseca-Albarracín, 2010; Scherrer, Alvarenga e Coelho, 2021; Hernandez e Chua, 2020; Mbano, 2004; Calabrese, 2023; Zhang, 2018), porém nenhum analisava de fato o que seria uma investigação científica em uma visão acadêmica. No entanto, eles aplicaram modelos pedagógicos investigativos relacionados à observação de fenômenos e a criação de hipóteses, já os outros artigos restantes eram destinados aos estudos de caso de trabalhos e pesquisas em sala de aula (Tabosa e Perez, 2021; Zômpero et al, 2023; Dalcin et al, 2005; Sousa e Santos, 2021; Gaigher et al, 2022).

Ademais, somente seis trabalhos da tabela acima são relacionados diretamente aos conteúdos de física (Tabosa e Perez, 2021; Nobre, 2016; Assenso, 2017; Souza, 2018; Ladino-Martínez e Fonseca-Albarracín, 2010; Scherrer, Alvarenga e Coelho, 2021), onde três apresentam produtos educacionais. O artigo restante (Tabosa e Perez, 2021) faz uma análise de sequências didáticas investigativas. Esse artigo em específico se mostrou muito útil ao



apresentar uma forma de se catalogar as sequências didáticas e, assim, definir se são incoerentes, coerentes, acadêmicas, projetistas, investigadoras ou indagadoras, segundo Schwarz e Gwekwerere (2007). As sequências em questão foram produzidas por alunos de física do primeiro período da UFPA (Tabosa e Perez, 2021) e apesar de não terem sido aplicadas no ensino básico, serviram como apoio no capítulo de resultados e discussões desta dissertação.

Sobre as literaturas internacionais que foram citadas, duas foram desenvolvidas empregando o método STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática; do inglês Science, Technology, Engineering, and Mathematics), resultado de uma evolução de práticas educacionais desenvolvidas no final da década de 1990 até o início dos anos 2000 (Lins et al, 2019). De origem estadunidense, ela busca integrar as disciplinas de sua própria sigla de forma interdisciplinar e prática, visando a formação dos alunos voltada ao mercado de trabalho tecnológico. Ademais, os resultados das pesquisas que utilizaram o STEM ocorreram de maneira quantitativa, onde o conhecimento era colocado em prova por meio de questões objetivas “antes” da aplicação e “após” de maneira imediata.

Por fim, deve-se destacar que muitas obras relacionadas à disciplina de física não estavam acessíveis e, portanto, não puderam ser avaliados, embora se enquadrassem no tema do ensino investigativo.

### 3.2 INFORMAÇÕES SOBRE OBRAS RELACIONADAS AO ENSINO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS

O quadro 4, relativo às informações da categoria 2, mostra as obras relacionadas ao ensino de energias renováveis.

<b>Quadro 4:</b> Informações sobre obras relacionadas ao ensino de energias renováveis.					
<b>Tipo de obra</b>	<b>Autor(es) / Ano de publicação</b>	<b>Título da obra</b>	<b>Tipo de produto didático ou estudo</b>	<b>Público – Alvo</b>	<b>Principais referenciais teóricos</b>
1. Dissertação	Ferreira / 2019	Uma sequência de ensino aprendizagem sobre as	Sequência didática	Nono ano do ensino fundamental	Aprendizagem significativa de Ausubel

		energias renováveis solar, eólica e hidrelétricas			
2. Artigo	Oliveira, Ferreira e Gomes / 2019	Uma abordagem sobre PCHs no ensino médio como ferramenta introdutória para o ensino sobre energias renováveis	Abordagem metodológica com simuladores	Terceiro ano do ensino médio	Cognitivismo de Ausubel
3. Artigo	De Oliveira et al / 2016	Popularização de conceitos e tecnologias de geração de energia com fontes renováveis em escolas de ensino médio de Itabira – MG	Palestras informativas	Ensino médio	Metodologia da transferência de conhecimento
4. Artigo	Dos Santos et al / 2020	Ensino de Física e Sustentabilidade: Energia Solar - Produção, Consumo e	Aulas e atividades pedagógicas	Terceiro ano do ensino médio	Aprendizagem significativa de Ausubel

		Potência, Como Fonte Alternativa na Produção de Energia Renovável			
5. Artigo	Silva et al / 2017	Energia Solar Fotovoltaica: Um tema gerador para o aprendizado de Física	Plano de aula experiment al	Ensino médio	Teoria de Piaget e a Aprendizagem Significativa de Ausubel
6. Artigo	Dos Santos et al / 2017	Uma abordagem metodológica do ensino sobre Energia Eólica no Ensino Médio	Plano de aula e atividades práticas	Terceiro ano do ensino médio	Piaget e Vygotsky e a zona de desenvolvimen to proximal
7. Artigo	Ballesteros e Gallego- Torres / 2019	La educación en energías renovables desde las controversias socio- científicas en la educación en Ciencias	Abordagem metodológi ca	Ensino básico. (Colômbia )	Não identificado
8. Artigo	Silva / 2019	O Ensino de Física e as Energias Renováveis	Revisão bibliográfic a	Ensino médio	Aprendizagem significativa de Ausubel
9. Artigo	De la Hoz,	The	Abordagem	Curso	Aprendizagem

	De Blas e Bargallo / 2004	Renewable Energy course at the Technical Engineering School of Barcelona (EUETIB/UPC)	pedagógica	técnico (Espanha)	Baseada em Projetos (PBL)
10. Artigo	Muliyati et al / 2023	Development of STEM project-based learning student worksheet for Physics learning on renewable energy topic	Planilhas de ensino	Ensino básico (Malásia)	Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM), e Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL)
11. Artigo	Kersánszk, Holik e Márton / 2023	Minecraft Game as a New Opportunity for Teaching Renewable Energy Topics	Atividade gamificada	Ensino básico (Hungria)	Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM)
12. Artigo	Nordin, Samsudin e Harun / 2016	Teaching renewable energy using online PBL in investigating its effect on	Abordagem pedagógica	Ensino médio (Malásia)	Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL), e Construtivismo

		behaviour towards energy conservation among Malaysian students: ANOVA repeated measures approach			
13. Artigo	Rabbani et al / 2023	Design Thinking Strategy Integrated PjBL-STEM in Learning Program: Need Analysis to Stimulate Creative Problem- Solving Skills on Renewable Energy Topic	Estudo de caso	Ensino médio (Indonésia )	Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM), e a Resolução Criativa de Problemas (CPS) ou Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL)

Foram selecionados treze trabalhos, porém a maioria deles fundamenta seus resultados metodológicos em poucos encontros em sala de aula, seguidos por uma coleta rápida de dados, o que dificulta a obtenção de resultados significativos. Vale destacar que quatro dos treze trabalhos analisados utilizaram a abordagem de Aprendizagem Significativa de Ausubel (1963) (Ferreira, 2019; Dos Santos et al., 2020; Silva et al., 2017; Silva, 2019).

Além disso, os produtos educacionais apresentados em dez obras consistiram majoritariamente em planos de aula ou abordagens metodológicas sobre o ensino de energias renováveis na disciplina de Física, como, por exemplo, a sequência didática desenvolvida por Ferreira (2019), aplicada ao ensino fundamental.

Quanto aos trabalhos feitos fora do Brasil, três utilizaram o já citado método STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics), e três também utilizaram a metodologia PBL (Problem-Based Learning; Aprendizagem Baseada em Problemas), onde dois deles são a combinação dos dois métodos (Mulyati et al, 2023; Rabbani et al, 2023). A PBL foi desenvolvida pela Universidade de McMaster, no Canadá em 1969. Nela é proposto ao docente apresentar um problema real ou simulado aos alunos, que o devem resolver, ao invés de haver uma imediata transmissão de conteúdo teórico. Essas características também conversam com o ensino investigativo, apesar dos trabalhos da categoria 2 serem ligados ao ensino de energias renováveis.

Quanto à temática “Curso de energias renováveis” a literatura selecionada é relacionada a um curso técnico de energias renováveis em Barcelona, na Espanha (De la Hoz, De Blas e Bargallo, 2004). Somente ele foi catalogado pois se aproximava ao formato do ensino básico em conjunto com cursos técnicos da atual BNCC (Base Comum Nacional Curricular).

### 3.3 INFORMAÇÕES SOBRE A UTILIZAÇÃO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA NO ENSINO BÁSICO

Já o quadro 5 relaciona as informações da categoria 3, sobre as obras que utilizam a ASC no ensino básico:

<b>Quadro 5:</b> Informações sobre obras que utilizam a ASC no ensino básico.					
<b>Tipo de obra</b>	<b>Autor(es) / Ano de publicação</b>	<b>Título da obra</b>	<b>Tipo de produto didático ou estudo</b>	<b>Público – Alvo</b>	<b>Principais referenciais teóricos</b>
1. Artigo	Lucchese et al / 2023	Rubricas Pedagógicas Analíticas: um instrumento de avaliação	Rubricas pedagógicas como instrumento avaliativo	Terceiro ano do ensino médio	Aprendizagem Significativa Crítica de Moreira

		continuada no Ensino de Física			
2. Artigo	Assis e Teixeira / 2007	Dinâmica discursiva e o ensino de física: análise de um episódio de ensino envolvendo o uso de um texto alternativo	Abordagem pedagógica com texto lúdico	Terceira série do ensino de jovens e adultos	Aprendizagem Significativa Crítica de Moreira
3. Artigo	Tuyarot e Tesseroli / 2017	Objetos educacionais digitais na ead e educação inclusiva na área de física	Objetos educacionais digitais	Ensino básico	Aprendizagem Significativa Crítica de Moreira, e a Aprendizagem Significativa de Ausubel
4. Artigo	Hammel, Miyahara e Santos / 2019	O estudo do espectro eletromagnético: o ensino através de uma sequência didática – UEPS	Sequência didática (Unidades de Ensino Potencialmente Significativas)	Ensino básico	Aprendizagem Significativa Crítica de Moreira
5. Artigo	Ferreira et al / 2022	A WebQuest como proposta	WebQuest	Ensino médio	Aprendizagem

		de avaliação digital no contexto da aprendizagem significativa crítica em ciências para o ensino médio			Significativa Crítica de Moreira
6. Artigo	Lima e Damasio / 2019	O violão no ensino de acústica: uma proposta com enfoque histórico-epistemológico em uma unidade de ensino potencialmente significativa	Sequência didática (Unidades de Ensino Potencialmente Significativas)	Ensino médio	Aprendizagem Significativa Crítica de Moreira e a epistemologia de Paul Feyerabend
7. Artigo	Da Silva, Rotta e Garcia / 2018	O forno solar como ponte entre a física e o conforto das edificações	Atividade pedagógica	Segundo ano do ensino médio (Técnico)	Aprendizagem Significativa Crítica de Moreira
8. Artigo	Magalhães, Villagrà e Greca / 2020	Análise das Habilidades e Atitudes na Aprendizagem Significativa Crítica de Fenômenos Físicos no	Abordagem pedagógica	Ensino fundamental	Aprendizagem Significativa Crítica de Moreira



		Contexto das Séries Iniciais			
9. Tese	Vieira / 2012	Ensino por investigação e aprendizagem significativa crítica: análise fenomenológica do potencial de uma proposta de ensino	Proposta de ensino	Ensino básico	Aprendizagem Significativa Crítica de Moreira
10. Artigo	De Chiaro, Aquino e Lima / 2019	A argumentação presente na construção de Mapas Conceituais como propulsora de uma Aprendizagem Significativa Crítica / The argumentation present in construction of Conceptual Maps as driver of Critical Meaningful Learning	Mapas conceituais	Ensino médio	Aprendizagem Significativa Crítica de Moreira

A proposta foi de selecionar trabalhos que utilizassem como principal referencial teórico a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica (ASC) (Moreira, 2005). Dessa forma, dez trabalhos foram analisados sendo um deles uma tese de doutorado, intitulada como: “Ensino por investigação e aprendizagem significativa crítica: análise fenomenológica do potencial de uma proposta de ensino” (Vieira, 2012), ela traz justamente uma junção de duas questões propostas por esta dissertação, que é o ensino por investigação e a ASC, tendo tido resultados positivos quanto essa proposta de ensino e a complementação de ideias entre elas.

Em relação aos outros trabalhos em formatos de artigos, eles também conseguiram apresentar abordagens didáticas interessantes quanto ao ensino investigativo e crítico, pois de forma diferente dos artigos que utilizavam da Aprendizagem Significativa (Ausubel, 1963) nos grupos anteriores, os trabalhos que utilizam da ASC na categoria 3 propuseram a metodologia significativa com mais etapas, além de análises mais profundas dos resultados obtidos em sala de aula, como por exemplo a abordagem pedagógica com texto lúdico do trabalho de Teixeira e Assis (2007).

## **4. METODOLOGIA**

Este capítulo apresenta a abordagem metodológica da pesquisa, estruturada em dois eixos. O primeiro trata dos procedimentos investigativos e da análise dos dados coletados, com base nos fundamentos da pesquisa qualitativa. O segundo detalha a concepção e aplicação do produto educacional, incluindo suas adaptações durante o processo de implementação.

### **4.1 METODOLOGIA DA DISSERTAÇÃO**

O presente trabalho teve como base a metodologia de coleta de dados primária, de forma que as informações partiram diretamente das experiências da docente e dos alunos do curso durante as aulas. De acordo com o site da Universidade Federal de Goiás (lapei.face.ufg.br, 2022), a coleta de dados primária "[...] ocorre quando o pesquisador vai a campo para coletar os dados ainda não obtidos. Isso pode ser feito por meio de determinadas técnicas que subsidiam a coleta, sejam os dados quantitativos ou qualitativos".

Quanto ao processamento desses dados, a abordagem escolhida foi a qualitativa de caráter interpretativo, em que o estudo se concentra em entender a vivência e o sentido das pessoas a partir de seus próprios pontos de vista e não do ponto de vista do investigador (Ribeiro et al, 2023).

A abordagem qualitativa dialoga melhor com as características da Aprendizagem Significativa Crítica, pois parte da visão do aluno e de seu aprendizado, além de evidenciar a maneira como isso influencia sua dinâmica com o "mundo real". De acordo com Antônio Chizzotti no livro Pesquisa em Ciências Humanas e Sociais (2000, p. 79):

[...] Um segundo marco que separa a pesquisa qualitativa dos estudos experimentais está na forma como apreende e legitima os conhecimentos. A abordagem qualitativa parte do fundamento de que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, uma interdependência viva entre o sujeito e o objeto, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito [...].

Logo, a ótica na qual obtivemos os resultados desta pesquisa buscou priorizar a experiência direta dos alunos como investigadores científicos em cada etapa, desde as orientações até a divulgação dos resultados e conclusões acerca do tema escolhido.

## 4.2 METODOLOGIA DO PRODUTO EDUCACIONAL

O produto educacional, um curso de Investigação Científica Voltado às Energias Renováveis (ICVER), é composto por um plano de curso com doze aulas de uma hora cada, divididas em quatro módulos, além de um material didático digital contendo aulas expositivas. O primeiro módulo aborda a definição de energia, o segundo explora o universo da investigação científica e as práticas investigativas, o terceiro elucida o fornecimento de energia no estado do Acre, apresentando dados geográficos e energéticos recentes, e o quarto e maior módulo apresenta os passos necessários para a realização de um trabalho científico/acadêmico, como consta no quadro 6:

<b>Quadro 6:</b> Informações quanto aos módulos de ensino.		
<b>Módulos</b>	<b>Tópicos abordados</b>	<b>Quantidade de aulas</b>
1 – Energia.	O que é energia; Tipos de energia; Energias renováveis e limpas; Lei de conservação de energia; Energia e trabalho.	1-2
2 – O que é investigação científica?	O que é investigação científica; Práticas investigativas; Diferença de pesquisas, relatórios, artigos e resumos; Como fazer uma pesquisa acadêmica.	1-2
3 – O fornecimento energético do Acre,	Características do estado do Acre; Sistema Integrado Nacional (SIN); Usinas termoeletricas.	1-2
4 – A criação de um trabalho científico.	Definição de tema; Objetivo; Introdução; Público-alvo/Local; Metodologia; Resultados e Discussões; Conclusões.	9-10

Além disso, o curso conta com materiais complementares, como vídeos de divulgação científica, implementação de projetos sobre energias renováveis e experimentos de física, como mostra no produto educacional no apêndice A.

Já a metodologia do trabalho foi baseada em princípios da Aprendizagem Significativa Crítica (Moreira, 2005), com o objetivo de despertar o interesse pelo meio científico, pela física e por uma visão crítica das problemáticas ambientais contemporâneas. A seguir, no quadro 7, são apresentadas as ações desenvolvidas em sala de aula, de acordo com o plano de curso, que relacionam os princípios da Aprendizagem Significativa Crítica (ASC) com os temas trabalhados em cada módulo.

<b>Quadro 7: Aplicações dos princípios da ASC nos módulos do curso de ICVER.</b>		
<b>Princípios da ASC utilizados</b>	<b>Módulos</b>	<b>Ações</b>
Princípio da interação social e do questionamento; Princípio do conhecimento prévio.	Módulo 1 – Energia	Debates sociais, culturais e científicos em torno das energias renováveis e limpas.
Princípio da interação social e do questionamento; Princípio do conhecimento prévio.	Módulo 2 - O que é investigação científica?	Debates acerca do que forma o meio científico e acadêmico, e o que uma investigação científica.
Princípio da não centralidade do livro de texto.	Módulo 3 – Fornecimento energético do Acre.	Apresentação de vídeos de divulgação científica, projetos sustentáveis, experimentos de física, etc.
Princípio da incerteza do conhecimento; Princípio da aprendizagem pelo erro; Princípio da interação social e do questionamento.	Módulo 4 – A criação de um trabalho científico.	Correções e orientações acerca do projeto científico, e questionamentos quanto a aplicação das práticas investigativas.

Essa sistematização permite visualizar como os fundamentos teóricos foram traduzidos em práticas pedagógicas ao longo das aulas.

#### **4.2.1 QUANTO AO LOCAL E APLICAÇÃO**

O curso de ICVER foi aplicado na Escola do Legislativo Acreano (ELA) entre julho e setembro de 2023. A turma era composta por sete alunos do ensino médio de diversas escolas

públicas de Rio Branco (AC), e as aulas foram ministradas semanalmente no formato híbrido com uma hora de duração, predominantemente por videoconferência via Google Meet.

Vale destacar que, inicialmente, o projeto seria implementado em uma turma de rotas do segundo ano do ensino médio de uma escola pública básica. No entanto, devido a dificuldades institucionais, como a indisponibilidade de horário para a realização do mestrado, a pesquisa foi realocada para uma turma formada por meio de edital na Escola do Legislativo Acreano (ELA), mantendo os objetivos e metodologias originais.

Os encontros presenciais ocorreram no laboratório de física da Universidade Federal do Acre (UFAC) e no laboratório de informática da Escola do Legislativo Acreano (ELA). A seleção dos alunos foi feita por meio de edital disponível no site da Assembleia Legislativa do Estado do Acre (ALEAC), com os seguintes pré-requisitos: estar matriculado no ensino médio e, preferencialmente, ser oriundo da rede pública acreana. Dos 12 inscritos iniciais, sete permaneceram até o final do curso, com cinco desistências, que ocorreram por falta de recursos tecnológicos em razão das videoconferências.

Para uma possível reaplicação do produto por outros professores, recomenda-se o uso do material didático digital, podendo-se incluir experimentos práticos conforme a disponibilidade. Visitas a ambientes acadêmicos são incentivadas, mas não obrigatórias, caso haja limitações logísticas. Além disso, o curso pode ser integrado ao Novo Ensino Médio (2017) como parte das rotas de aprofundamento, em formato semestral com um encontro semanal presencial.

## **5. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Como foi citado anteriormente a pesquisa a seguir possui caráter qualitativo e interpretativo, por isso parte dos resultados não foram obtidos logo após a aplicação do produto educacional, tendo em vista que é necessária uma passagem de tempo para perceber se houve indícios de uma aprendizagem significativa e crítica. Sendo assim, os resultados foram divididos de duas formas distintas, inicialmente serão explanados os relatos de experiência e descrição das aulas de acordo com a professora docente, juntamente com a análise do projeto científico realizado pelos alunos participantes, de modo a observar a influência da didática investigativa e crítica aplicada durante o curso. E por fim, serão explanadas e analisadas as respostas discursivas de um questionário aplicado aos sete alunos no mês de junho de 2024, nove meses após o encerramento do curso, de forma a compreender a percepção dos participantes quanto aos temas de energias solares, projeto científico e a didática aplicada durante as aulas.

### **5.1 QUANTO ÀS AULAS E O PROJETO CIENTÍFICO.**

As doze aulas do curso de ICVER foram distribuídas em quatro módulos. O módulo 1 sobre energia, foi programado para ser dado em apenas uma aula, e por isso foi completamente desenvolvido no primeiro encontro do curso. Onde os seguintes tópicos foram abordados: O que é energia; Tipos de energia; Energias renováveis e limpas; Lei de conservação de energia; e Energia e trabalho.

Em “O que é energia” e “Tipos de energia”, a professora teceu a definição e explorou diferentes tipos de energias, trazendo questionamento aos alunos com base no princípio do conhecimento prévio (Moreira, 2005), permitindo que eles participassem e associassem as informações recebidas durante a aula com situações do cotidiano, como por exemplo a energia elétrica disponível nas casas, e na energia solar proveniente dos raios solares. Em seguida no tópico de “Energias renováveis e limpas” a docente questionou aos alunos se eles sabiam de fato diferenciar uma energia renovável de uma energia limpa, onde a maioria respondeu não, após este debate a diferença foi explanada e pontos importantes acerca da noção do meio ambiente foram levantados, aplicando o princípio da interação social e do questionamento e o princípio do conhecimento prévio (Moreira, 2005). Os últimos tópicos foram abordados de maneira teórica e complementados com definições matemáticas, tendo em vista que os alunos precisavam ter uma noção do significado completo do ponto de vista

da física. No entanto, por estarem cursando diferentes anos de ensino médio, eles não possuíam homogeneidade na compreensão de cálculos físicos relacionados ao tema.

O segundo módulo também foi apresentado em apenas uma única aula e consistiu em quatro temas principais que foram abordados e desenvolvidos em aulas futuras, sendo eles: O que é investigação científica; Práticas investigativas; Diferença de pesquisas, relatórios, artigos e resumos; e como fazer uma pesquisa acadêmica.

Inicialmente foi apresentada a definição do que seria uma investigação científica, bem como a contextualização de uma breve história da evolução científica na humanidade. Em seguida houve a exposição do que seriam práticas investigativas e como elas auxiliavam uma investigação científica, de maneira que os estudantes conseguissem analisar nas aulas seguintes a aplicação do método científico. A diferença entre os tipos de divulgação científica também foi debatida. No entanto, deve-se destacar que antes da exploração deste módulo, os alunos, ao serem questionados, demonstraram não ter conhecimento acerca do que seria de fato uma investigação científica, apenas possuíam uma imagem restrita aos ambientes laboratoriais. Essa percepção inicial dialoga diretamente com o princípio do conhecimento prévio e o princípio da interação social e do questionamento (Moreira, 2005), permitindo que os alunos ressignificassem o conceito de ambiente científico ao longo das atividades.

O módulo 3 também estava restrito a uma aula prevista no plano de curso e abordava tópicos referentes ao fornecimento energético do estado do Acre. Primeiramente, foram exploradas as características geográficas da região acreana. Em seguida, foi apresentado o que é o Sistema Interligado Nacional (SIN), e de que forma o estado do Acre é beneficiado com ele. Dessa forma, foi retomada a discussão do módulo 1 sobre fontes energéticas limpas versus renováveis, sendo aplicado o princípio da interação social e do questionamento (Moreira, 2005), dado que promoveu o debate entre os alunos sobre o uso de usinas termelétricas no interior do estado do Acre, em regiões que não são contempladas pelo SIN.

Sobre o último módulo, que foi dedicado a criação de um trabalho científico, os alunos aprenderam os passos para se iniciar uma investigação científica, sendo eles divididos em: Definição de tema; Objetivo; Introdução; Público-alvo/Local; Metodologia; Resultados e Discussões; Conclusões.

Na primeira aula do módulo 4, com os grupos já formados, a turma entrou em uma roda de conversa juntamente com a docente e iniciou o processo de criação, onde foi apresentado os dois primeiros passos de uma prática investigativa, que consistiam em



observar situações para que se defina um tema e designar os objetivos desta investigação. Logo, os alunos foram orientados a realizar três tarefas, onde precisavam definir qual energia renovável seria pesquisada, quais os objetivos dessa pesquisa e a desenvolverem um mapa mental. E mais precisamente nessa etapa, a projeção dos objetivos gerais e específicos seriam a base do mapa mental.

Logo, na aula seguinte foi definido que o projeto científico seria focado em uma possível aplicação em larga escala da energia solar/fotovoltaica no estado do Acre. Deve-se destacar que os alunos encontraram dificuldade em se dividir em grupos, e propuseram formar um grupo único com 7 integrantes, o que foi aceito. Além disso, nessa mesma aula foram apresentados os objetivos do trabalho em forma de mapa mental como mostra a figura 10.

Figura 10 – Mapa mental, criado pelos alunos durante as aulas, contendo os objetivos do trabalho científico.



Fonte: Alunos do curso de ICVER (2023).

Com uma recapitulação dos dados de módulos anteriores, os alunos puderam recolher os objetivos gerais e específicos já definidos, e inseri-los dentro da introdução, em conjunto com outros referentes ao tema, relacionando-os com a energia fotovoltaica. Como consta na figura 11.

Figura 11 – Introdução do trabalho final sobre energias fotovoltaicas, feita pelos alunos.

## INTRODUÇÃO

Este trabalho se propõe a analisar e avaliar as opções de energia renovável mais adequadas para a capital do Acre, Rio Branco, considerando suas características geográficas, ambientais e socioeconômicas. Para atingir esse objetivo, exploraremos as principais vantagens e desvantagens de diversas fontes de energia renovável, pesquisas com porcentagem, com o intuito de fornecer um panorama abrangente que possa guiar a tomada de decisões informadas. O estudo busca contribuir para a busca de soluções sustentáveis que não apenas atendam às necessidades energéticas da região, mas também promovam a preservação do meio ambiente e o bem-estar da comunidade local



Fonte: Alunos do curso de ICVER (2023).

Já na aula destinada à metodologia, houve uma explicação detalhada de exemplos de metodologia em projetos científicos. Por exemplo, a apresentação de metodologias de coleta de dados primárias, secundárias, ou mista, que une características de ambas. E também sobre o caráter da pesquisa, qualitativo, quantitativo ou qualiquantitativo. Sendo assim, os grupos escolheram uma metodologia que melhor se aplicava ao trabalho, sendo ela de caráter qualiquantitativo, com coleta de dados mista. A figura 12 mostra os tópicos a serem discutidos por eles ao longo da apresentação, com base na coleta de dados.

Figura 12 – Tópicos abordados pelos alunos no trabalho científico.

## ENERGIA Fotovoltaica

1. O que é energia fotovoltaica?
2. Ela causa algum risco para o meio ambiente?
3. A sociedade pode utilizar por conta própria?
4. Funciona em dias nublados e a noite?

Fonte: Alunos do curso de ICVER (2023).

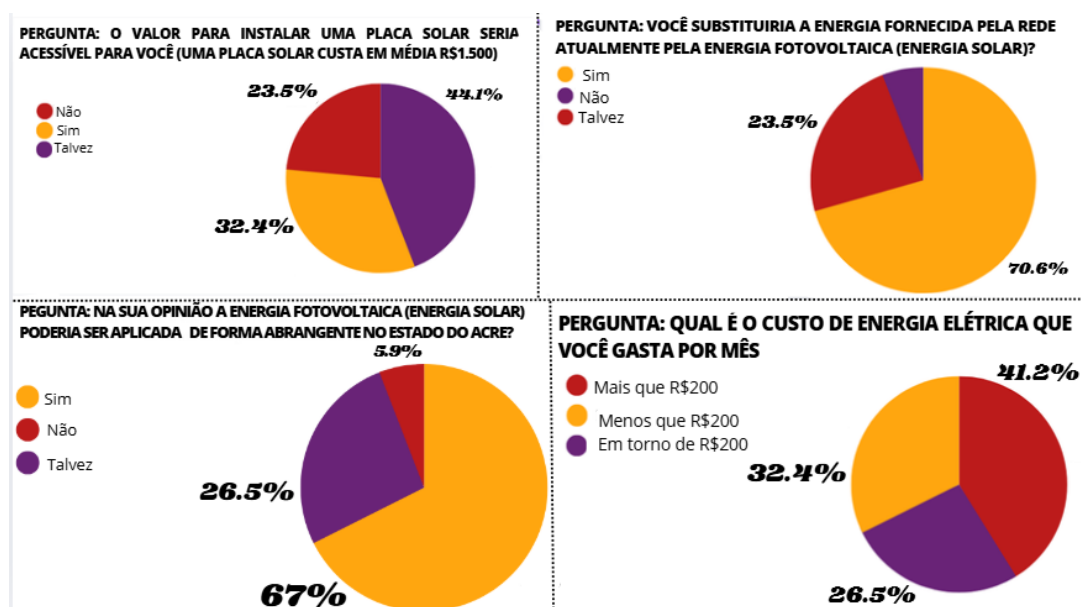
A coleta de dados mista ocorreu em razão dos alunos escolherem tanto pesquisar por meio digital sobre as utilidades e desvantagens da energia fotovoltaica, quanto ao coletarem informações em forma de entrevista com diversas pessoas que residem em Rio Branco, e suas respectivas opiniões acerca do seu uso. Na figura 13 por exemplo, as informações foram obtidas de forma secundária, através de fontes informativas sobre energia fotovoltaica. Já nas figuras 14 e 15 as informações foram coletadas de forma primária por meio de uma entrevista feita com 31 pessoas, tendo como tema a utilização da energia solar, e outras questões.

Figura 13 – Pesquisa com coleta de informações secundárias.



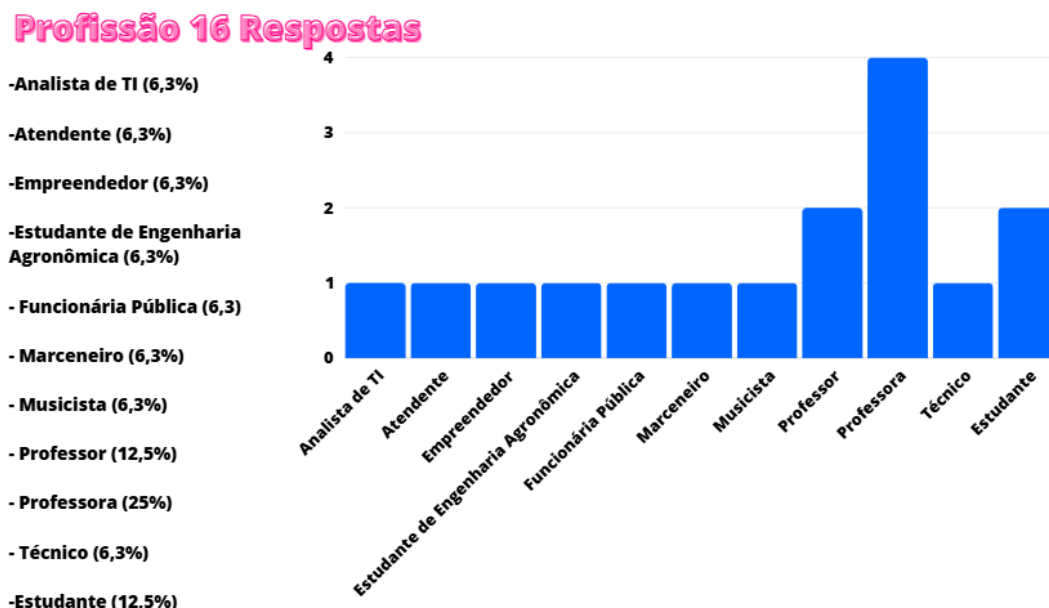
Fonte: Alunos do curso de ICVER (2023).

Figura 14 – Pesquisa com coleta de informações primárias.



Fonte: Alunos do curso de ICVER (2023).

Figura 15 – Pesquisa com coleta de informações primárias.



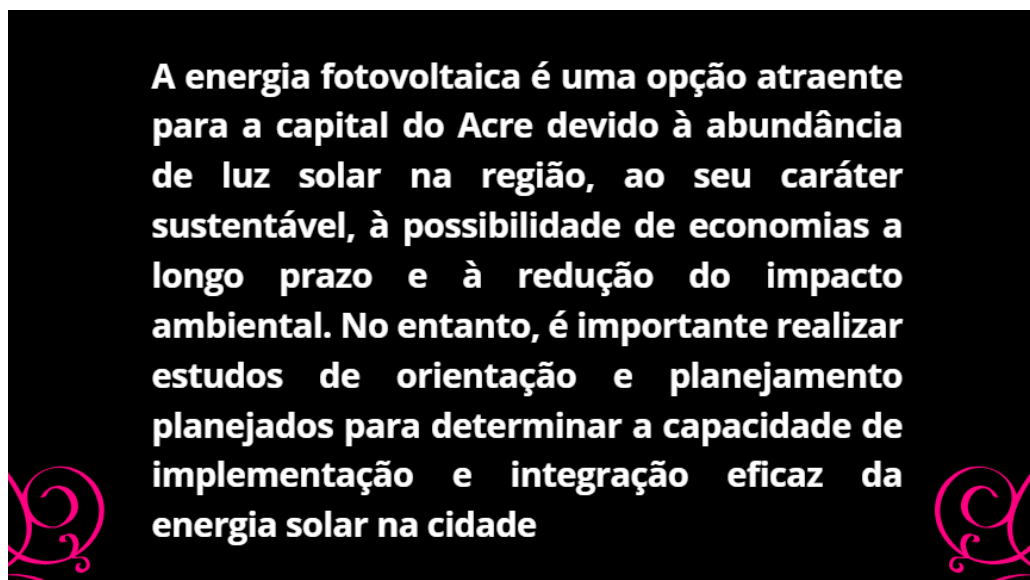
Fonte: Alunos do curso de ICVER (2023).

A apresentação dos resultados e discussões ocorreram após as visitas laboratoriais, coleta de dados, e correções por parte da docente. Nessa aula, os grupos explicaram por meio de slides os resultados obtidos e, em seguida, foram apresentadas a eles propostas como: “O que você esperava responder com sua pesquisa?” e “Quais foram as principais descobertas da sua pesquisa?”, aplicando o princípio da interação social e do questionamento, assim como o princípio da incerteza do conhecimento (Moreira, 2005), a fim de conseguirem desenvolver uma conclusão através de perguntas.

Na aula seguinte, foi preciso ver se o projeto estava coerente com a proposta adotada pelo grupo. Sendo assim, eles também foram expostos a outros questionamentos como: “Você conseguiu atingir os objetivos do seu trabalho?”, “Quais foram as limitações da sua pesquisa?” e “O que você sugere para pesquisas futuras?”.

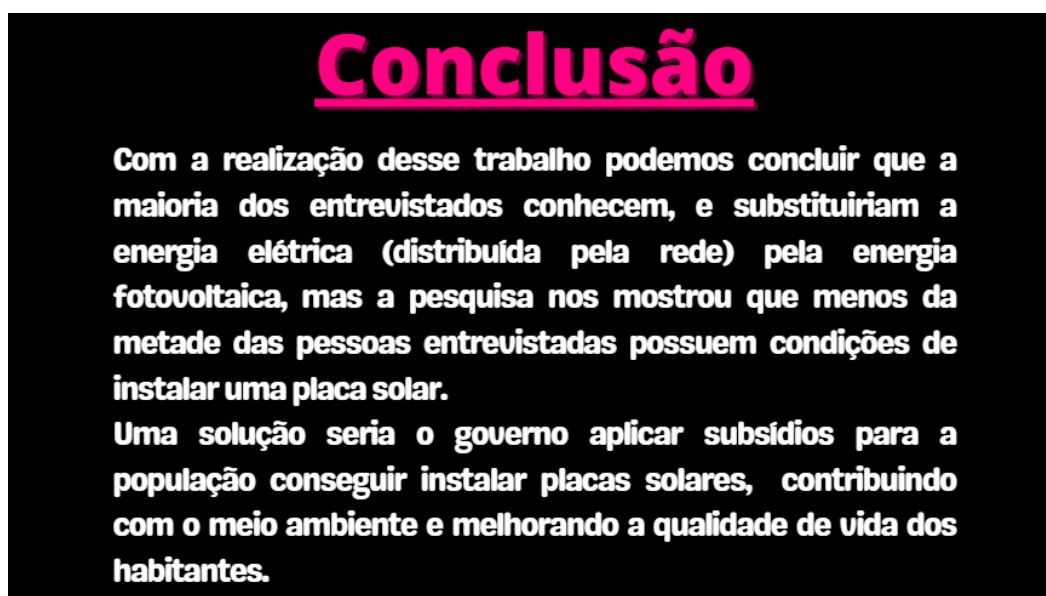
Sendo assim, a conclusão do grupo consistiu em estabelecer que de acordo com as pesquisas feitas por eles, sim era possível uma aplicação em larga escala de placas fotovoltaicas na cidade de Rio Branco, no Acre, como consta na figura 16. E uma possível solução para isso seria uma aplicação subsidiada pelo governo do estado, de acordo com a figura 17, tendo em vista que o perfil socioeconômico dos cidadãos acreanos não é compatível com os gastos relacionados as placas solares.

Figura 16 – Discussão em torno dos resultados.



Fonte: Alunos do curso de ICVER (2023).

Figura 17 – Conclusão do trabalho sobre energia fotovoltaica.



Fonte: Alunos do curso de ICVER (2023).

A apresentação final foi feita em um evento da Assembleia Legislativa do Estado Acre, em forma de seminário, como mostra a figura 18. A maioria dos alunos apresentaram a sua pesquisa e os resultados dela, e é necessário destacar que a recepção do público acerca do trabalho apresentado foi totalmente positiva. No entanto, os estudantes não citaram as limitações da pesquisa, bem como possíveis sugestões para trabalhos futuros. Além de não mostrarem uma diversidade maior de fontes bibliográficas.



Figura 18 – Conclusão do trabalho sobre energia fotovoltaica.



Fonte: Alunos do curso de ICVER (2024).

## 5.2 QUANTO AOS COMENTÁRIOS DOS ALUNOS PARTICIPANTES.

Como foi dito anteriormente, uma entrevista com três perguntas discursivas foi feita com os alunos participantes. Eles puderam expressar nos quadros 8, 9 e 10 suas opiniões acerca do aprendizado quanto às energias solares, sobre a escolha da energia renovável correspondente ao projeto científico, e sobre a didática das aulas.

**Quadro 8** - Comentários sobre o aprendizado em relação às energias fotovoltaicas/solares.

Aluno A	“Aprendi que a energia solar é a mais limpa dentre as outras, por não causar tantos problemas quanto as hidroelétricas, usinas nucleares e outras. Pois ela é obtida a partir da luz do sol, por meio das placas solares, que são feitas de silício. A sua desvantagem é a apenas o custo benefício e que não se da para se obter energia a noite, por não haver luz do sol.”
Aluno B	“Que a energia fotovoltaica ele pode diminuir o valor da luz que nós usamos já que a energia fotovoltaica ela vem da placa solar e isso que disse que o custo de energia irá ser menor e podemos levar essa energia para lugares que não tem energia elétrica, Durante o curso, aprofundei

	significativamente meu conhecimento sobre energias fotovoltaicas/solares. Aprendi sobre os princípios básicos da conversão da energia sustentável e viável para a crescente demanda por energia limpa.”
Aluno C	“Eu compreendi que a energia fotovoltaica é crucial tanto para nosso estado quanto para todo o país. Em questões de economia e poluição entre outros.”
Aluno D	“Aprendemos que é uma energia que não prejudica o meio ambiente pois usa uma fonte que é renovável, e que não acaba com o seu uso.”
Aluno E	“Que essa energias é favorável para o nosso estado assim trazendo um energia limpa através do sol.”
Aluno F	“aprendi sobre os recursos naturais energia sobre tudo das energias”.
Aluno G	“Sobre como a importância da energia fotovoltaica e o porquê ela seria a melhor opção para o nosso estado”

Fonte: Autora da pesquisa (2024).

Alguns comentários foram escritos de forma breve, enquanto outros foram mais detalhados, no entanto todos conseguiram sintetizar o conteúdo do curso de maneira geral, enfatizando a importância das energias renováveis. Deve-se também notar que no comentário da Aluna B foi citado que a energia fotovoltaica pode ser levada à lugares remotos que não possuem acesso fácil a energia elétrica, essa informação surgiu por meio dos vídeos de apoio e dos debates realizados em sala de aula. Logo, esse aprendizado foi de fato significativo por ter sido adquirido em uma passagem de tempo considerável e por ter uma noção de causa e consequência, sendo por fim também crítico.

**Quadro 9** - Comentários sobre o porquê da escolha de fazerem um projeto científico sobre energia fotovoltaica/solar.

Aluno A	“A atividade em grupo, era escolher uma energia limpa e renovável para o estado do acre. Tendo em vista que o acre é um ponto geográfico que recebe muita luz solar, decidimos que era a melhor opção para o nosso Estado.”
---------	---

Aluno B	“Nós escolhemos isso para ganhar conhecimento e aprender mais sobre, e também achamos muito interessante já que nós não tínhamos escutado sobre isso.”
Aluno C	“Pela experiência e aprendizado.”
Aluno D	“Escolhemos se aprofundar no assunto, apresentando nossa introdução, pontos negativos e positivo, os valores de ter uma placa solar etc.”
Aluno E	“Pelo fato de ser melhor do que as outras energias tanto na praticidade quanto no impacto ao meio ambiente.”
Aluno F	“Pois é uma energia viável ao nosso estado.”
Aluno G	“Pra aprender mais sobre a energia.”

Fonte: Autora da pesquisa (2024).

Os comentários dos alunos A e F falam que a escolha do estudo da energia fotovoltaica/solar aconteceu justamente pelos aspectos do estado do Acre. Essa capacidade de análise ocorreu no módulo 3 do curso de ICVER, onde o foco do módulo era a geografia do estado do Acre, e as suas características quanto à distribuição energética. Deve-se salientar que projetos destacados por visar a democratização da energia elétrica também foram apresentados aos alunos durante esse módulo, como por exemplo o projeto (Re)Energisa, que no ano de 2021 aplicou 580 painéis solares, com geradores a biodiesel atuando como backup, na comunidade Vila Restauração, no interior do estado do Acre (Grupo Energisa, 2023). Além do projeto Insolar, iniciativa que surgiu em 2013, e instalou uma rede de placas solares na comunidade Santa Marta, localizada no Rio de Janeiro (Andew, 2019).

**Quadro 10** - Comentários a experiência com a didática investigativa e crítica.

Aluno A	“Foi muito reconfortante fazer o curso, porque gosto bastante sobre química e física, e o curso não é algo que sobrecarrega o aluno. Uma excelente professora e com uma explicação ótima.”
Aluno B	“Minha experiência com a didática investigativa e crítica durante o curso de Investigação Científica Voltado a Energias Renováveis foi extremamente enriquecedora. O curso enfatizou a importância de uma abordagem ativa e reflexiva no processo de aprendizagem, incentivando-



	nos a questionar, analisar e explorar soluções inovadoras para os desafios energéticos contemporâneos. A metodologia utilizada promoveu um ambiente colaborativo, onde o debate e a troca de ideias foram fundamentais para o desenvolvimento do pensamento crítico e da capacidade de investigação. Essa abordagem não apenas aprofundou meu conhecimento sobre energias renováveis, mas também aprimorou minhas habilidades de pesquisa e minha compreensão sobre a importância da sustentabilidade no contexto global.”
Aluno C	“Muito boa, pois aprendemos como desenvolver uma pesquisa técnica e como desenvolver esse tema de grande importância que é a energia fotovoltaica.”
Aluno D	“Foi meu primeiro curso tanto online quanto presencial, foi tranquilo e calmo, a professora sempre disponível para tirar as dúvidas, explicando muito bem o conteúdo aprofundando cada vez no assunto.”
Aluno E	“Foi algo muito proveitoso, fizemos visitas a universidade, laboratórios e aprendemos muito com esse curso.”
Aluno F	“O curso foi bem explicativo, bem desenvolvido e confortável por ser online e a aula presencial foi excelente.”
Aluno G	“Foi muito boa aprendi tudo com muita calma a professora sempre tirando as dúvidas direitinho.”

Fonte: Autora da pesquisa (2024).

Os comentários no geral foram totalmente favoráveis à didática investigativa e crítica, é interessante observar que dois alunos citam as aulas como “reconfortante” e “confortável”. Já a aluna B exemplifica de maneira mais descritiva como as aulas instigavam o questionamento e as análises dos conteúdos em sala de aula. Isso traz à tona alguns dos fundamentos principais da Aprendizagem Significativa Crítica - ASC, como o princípio da interação social e do questionamento, o princípio da aprendizagem pelo erro e o princípio do aprendiz como perceptor/representador (Moreira, 2005), considerando que dialogam de maneira direta com o ensino investigativo.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com os novos currículos de ensino no Brasil, e uma padronização feita através do Novo Ensino Médio (2017), educadores buscaram meios rápidos de se adequar as tais mudanças, em especial os professores da disciplina de física. Visando os ajudar a implementar especificamente as rotas de aprofundamento com o viés científico, foi apresentado nessa dissertação o curso de Investigação Científica Voltado às Energias Renováveis. Ele foi criado justamente para que o docente consiga aplicar o ensino investigativo em temas da física, como as energias renováveis, e ainda promover uma aprendizagem significativa e crítica (Moreira, 2005) entre os alunos.

Em relação a aplicação, o curso foi desenvolvido em uma turma de sete alunos, no qual todos faziam parte do ensino médio e público do estado do Acre. Ele foi projetado para o formato híbrido de ensino e tinha como objetivo final o desenvolvimento de um trabalho científico por parte dos alunos, uma maneira de os ensinar a fazer ciência. Sobre o trabalho científico, alguns alunos encontraram dificuldades de participar das atividades em grupo, por conta de conflitos de ideias, apesar disso conseguiram seguir com o projeto até o final. Outros pontos a serem destacados é que um auxílio maior com escrita e leitura poderia ser feito por parte da docente, visto que muitos alunos não possuíam tais habilidades, além de um maior rigor com os alunos em razão das fontes de informações utilizadas por eles no projeto final.

Quanto à execução das aulas, elas poderiam ter sido melhores se todos os alunos conseguissem ter aparelhos tecnológicos o suficiente para poderem participar ativamente das aulas, sem falhas de internet, por exemplo. Além disso, por se tratar de menores de 18 anos, as visitas presenciais não puderam ser realizadas por todos os alunos, e isso inclui a apresentação final do trabalho. Sobre o projeto final, apesar das dificuldades apresentadas, o grupo conseguiu preencher a maioria dos requisitos quanto à uma iniciação científica, onde presaram em focar na aplicabilidade de uma energia renovável já existente, e pela opinião popular acerca dela.

Sobre os métodos avaliativos, eles não foram utilizados, já que durante cada aula destinada ao desenvolvimento do trabalho científico as correções foram feitas por parte da docente, e somente após os auxílios finais os alunos puderam apresentar o projeto em um evento público promovido pela ALEAC. No entanto, caso seja necessária uma avaliação, o plano de curso propõe uma avaliação numérica por itens. Também deixo como sugestão o artigo citado na revisão de literatura: Rubricas Pedagógicas Analíticas - um instrumento de

avaliação continuada no Ensino de Física, em especial a rubrica pedagógica analítica avaliativa do teste final (Lucchese et al, 2023, p.13).

Por fim, foi analisado que este produto educacional cumpriu com o objetivo de fazer com que os alunos passassem pelo processo investigativo. E apesar de ser em nível júnior, foi promovido um interesse pela investigação científica ao ensiná-los a “fazer ciência” por meio das práticas investigativas, e que também os ajudou a se tornar agentes críticos do seu meio, ao serem orientados através dos princípios ASC. Ademais, o presente trabalho também se propôs a auxiliar os professores a ensinar física em um formato não convencional, de forma que consigam se adaptar às mudanças curriculares, em especial as rotas de aprofundamento de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACRE. Secretaria de Estado de Educação, Cultura e Esportes. **Currículo de Referência Único do Acre - Ensino Médio**. Rio Branco, Acre. 2021. Acesso em: 20 set. 2023.

ALVES, Marliana. **Energia Solar: Estudo Da Geração De Energia Elétrica Através Dos Sistemas Fotovoltaicos On-Grid E Off-Grid**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Industrial Mecânica) - Universidade Federal de Ouro Preto, Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas, Departamento de Engenharia Elétrica. João Monlevade, MG, 2008. Acesso em: 20 out. 2024.

ALVES, Maria; OLIVEIRA, Breyner. A trajetória da Base Nacional Comum Curricular (BNCC): análise dos textos oficiais. **Olhar de Professor. Ponta Grossa**, v. 25, p. 1-21, 2022.

ANDREW, Colin. **Insolar: Democratizando o Acesso à Energia Solar no Santa Marta e Além #RedeFavelaSustentável [PERFIL]**. Tradução por Maria Fernanda Godinho. RioOnWatch, 2019. Disponível em:

<https://rioonwatch.org.br/?p=44559#:~:text=A%20Insolar%20iniciou%20a%20instala%C3%A7%C3%A3o,somente%20no%20Rio%20de%20Janeiro>. Acesso em: 20 out. 2024.

AQUECIMENTO global: o que é a era da ebulição? **National Geographic**, 2023. Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/meio-ambiente/2023/07/aquecimento-global-o-que-e-a-era-da-ebulicao>. Acesso em: 02 set. 2024.

ASSENSO, Rafael. **Ensino de Física por meio de atividades de ensino investigativo e experimentais de Astronomia no Ensino Médio**. 2017. 70p. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do ABC, Santo André/SP, 2017.

ASSIS, Alice; TEIXEIRA, Odete Pacubi Baierl. Dinâmica discursiva e o ensino de Física: análise de um episódio de ensino envolvendo o uso de um texto alternativo. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 9, n. 2, p. 205-221, jul. 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-21172007090204>. Acesso em: 22 out. 2024.

AUSUBEL, David Paul; NOVAK, Joseph Donald; HANESIAN, Helen. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

AUSUBEL, David. **The Psychology of Meaningful Verbal Learning**. New York: Grune and Stratton, 1963.

BALLESTEROS-BALLESTEROS, Vladimir; GALLEGO-TORRES, Adriana Patricia. La educación en energías renovables desde las controversias socio-científicas en la educación en Ciencias. **Revista Científica**, v. 35, n. 2, p. 192-200, maio-ago. 2019. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colômbia. ISSN 0124-2253. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=504373009005>. Acesso em: 21 out. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018. **Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilestola.uol.com.br/fisica/energia-potencial-elastica.htm>. Acesso em: 17 out. 2024.

BRASÍLIA. Associação Brasileira de Mantenedoras de Ensino Superior. **PORTARIA No 1.432, DE 28 DE DEZEMBRO DE 2018**. Brasília, Distrito Federal. 2018.

BUCUSSI, Alessandro. **Introdução ao Conceito de Energia**. Porto Alegre: Mestrado Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006.

BUZAN, Tony. **Mapas mentais e sua elaboração**. São Paulo: Cultrix, 2005.

BUZAN, Tony. **Mapas mentais**. Trad. de Paulo Polzonoff Jr. Rio de Janeiro: Sextante, 2009.

CALABRESE, Julia et al. How do we design curricula to foster innovation, motivation and interest in STEM learning?. **Journal of Research in Innovative Teaching & Learning**, [s. l.], 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/JRIT-06-2023-0064>. Acesso em: 20 out. 2024.

CANVA. O que você vai criar hoje?. 2024. Disponível em: [https://www.canva.com/pt\\_br/](https://www.canva.com/pt_br/). Acesso em: 23 ago. 2024.

CESÁRIO, Jonas Magno dos Santos; FLAUZINO, Victor Hugo de Paula; MEJIA, Judith Victoria Castillo. Metodologia Científica: Principais Tipos de Pesquisa e Suas Características. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, Ano 05, Ed. 11, Vol. 05, pp. 23-33. Nov. de 2020. ISSN: 2448-0959, Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/educacao/tipos-de-pesquisas>. Acesso em: 17 jul. 2024.

CHIZZOTTI, Antônio. **Pesquisas em Ciências Humanas e Sociais**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2000. Série 1 - Escola, v. 16. Câmara Brasileira do Livro, SP. Disponível em: [http://www.ia.ufrj.br/ppgea/conteudo/conteudo-2010-1/2SF/Claudio/5Pesquisas\\_em\\_Ciencias\\_Humanas\\_Sociais.pdf](http://www.ia.ufrj.br/ppgea/conteudo/conteudo-2010-1/2SF/Claudio/5Pesquisas_em_Ciencias_Humanas_Sociais.pdf). Acesso em: 2 out. 2024.

DA SILVA, Jonas Cegelka; ROTTA, Renata; GARCIA, Isabel Krey. O forno solar como ponte entre a física e o conforto das edificações. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [S. l.], v. 35, n. 2, p. 345–366, 2018. DOI: 10.5007/2175-7941.2018v35n2p345. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2018v35n2p345>. Acesso em: 22 out. 2024.

DALCIN, Rodrigo et al. A Iniciação à educação científica e compreensão dos fenômenos científicos: A função das atividades informais. Amazônia: **Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, Belém, v. 1, p. 1-10, jun. 2005. DOI: <http://dx.doi.org/10.18542/amazrecm.v1i0.1465>. ISSN 2317-5125. Disponível em: <https://www.periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/1465/1868>. Acesso em: 05 ago. 2024.

DE CHIARO, Sylvia; AQUINO, Kátia Aparecida da Silva; LIMA, Raquel Cordeiro Nogueira. A ARGUMENTAÇÃO PRESENTE NA CONSTRUÇÃO DE MAPAS CONCEITUAIS COMO PROPULSORA DE UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA. **Revista Dynamis**, [S. l.], v. 25, n. 3, p. 68–85, 2019. DOI: 10.7867/1982-4866.2019v25n3p68-85. Disponível em: <https://ojsrevista.furb.br/ojs/index.php/dynamis/article/view/8497>. Acesso em: 22 out. 2024.

DE LA HOZ, Jordi; DE BLAS, Alfredo; BARGALLO PERPIÑÁ, Ramon. The Renewable Energy course at the Technical Engineering School of Barcelona. **Renewable Energy and Power Quality Journal**, v. 2, n. 1, 3 jan. 2024. e-ISSN 2172-038X. Disponível em: <https://doi.org/10.24084/repqj02.238>. Acesso em: 21 out. 2024.

DOS SANTOS, Francisco Aldene; GOMES, Luiz Moreira; JÚNIOR, José Gidauto dos Santos Lima; GESTER, Rodrigo do Monte; GOMES JR., Luiz M. Uma abordagem metodológica do ensino sobre Energia Eólica no Ensino Médio. **Scientia Plena**, [S. l.], v. 13, n. 1, 2017. DOI: 10.14808/sci.plena.2017.012718. Disponível em: <https://www.scienciaplenua.org.br/sp/article/view/3502>. Acesso em: 21 out. 2024.

FADIGAS, Eliane Aparecida Faria Amaral. Energia Solar Fotovoltaica: Fundamentos, Conversão e Viabilidade Técnico-Econômica. **GEPEA - Grupo de Energia Escola Politécnica**, 71 p., São Paulo/ SP, 2012. Disponível em: [https://www.academia.edu/117242096/Energia\\_Solar\\_Fotovoltaica\\_Fundamentos\\_Convers%C3%A3o\\_Viabilidade\\_T%C3%A9cnico\\_Econ%C3%B4mica\\_1](https://www.academia.edu/117242096/Energia_Solar_Fotovoltaica_Fundamentos_Convers%C3%A3o_Viabilidade_T%C3%A9cnico_Econ%C3%B4mica_1). Acesso em: 10 jul. 2024.

FERRARI, Mauára. Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Educacionais em Rede. **MAPA MENTAL**. Santa Maria/RS, 2016. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/111668/1/MapasMentais.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2024.

FERREIRA, Luciano de Sá. **Uma sequência de ensino aprendizagem sobre as energias renováveis solar, eólica e hidrelétricas**. 2019. 91p. Dissertação de Mestrado (Mestrado Profissional de Ensino de Física - MNPEF) - Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus/BA, 2019.

FERREIRA, Marcelo et al. A WebQuest como proposta de avaliação digital no contexto da aprendizagem significativa crítica em ciências para o ensino médio. **Pesquisa e Debate em Educação**, [S. l.], v. 12, n. 1, p. 1–32, e35023, 2022. DOI: 10.34019/2237-9444.2022.v12.35023. Disponível em: <https://periodicos.ufjf.br/index.php/RPDE/article/view/35023>. Acesso em: 22 out. 2024.

FREDERICO, Fernando; GIANOTTO, Dulcinéia. Imagens e o Ensino de Física: Implicações da Teoria da Dupla Codificação. **Revista Ensaio**. Belo Horizonte, v. 18, p. 117 - 140, 2016.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. 17ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

GAIGHER, Estelle; HATTINGH, Annemarie; LEDERMAN, Judith; LEDERMAN, Norman. Understandings about scientific inquiry in a South African school prioritizing STEM. **African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education**, v. 26, p. 13-23, 2 maio 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/18117295.2022.2056373>. Acesso em: 20 out. 2024.

GOOGLE. **Google Meet**, 2024. Site de reunião online. Disponível em: <https://meet.google.com>. Acesso em: 23 ago. 2024.

GOVERNO FEDERAL. **Ministério da Educação**, 2017. Novo Ensino Médio - perguntas e respostas. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/component/content/article?id=4036>. Acesso em: 23 ago. 2024.

GRUPO ENERGISA. **(Re)Energisa Vence Prêmio Internacional**. 2023. Disponível em: [https://www.grupoenergisa.com.br/noticias/vila-restauracao/reenergisa-vence-premio-internacional#:~:text=O%20projeto%20da%20\(re\)energisa%20instalou%20no%20local%20u m%20sistema,kilovolt%20Damperes%20\(kVA\)](https://www.grupoenergisa.com.br/noticias/vila-restauracao/reenergisa-vence-premio-internacional#:~:text=O%20projeto%20da%20(re)energisa%20instalou%20no%20local%20u m%20sistema,kilovolt%20Damperes%20(kVA)). Acesso em: 20 out. 2024.

GRYLLS, Adams William; DAY, Richard. **V. The action of light on selenium**. Proc. R. Soc. Lond. 25 113–117. 1877. Disponível em: <http://doi.org/10.1098/rspl.1876.0024>. Acesso em: 28 set. 2024.

GÜNTHER, Hartmut. Pesquisa qualitativa versus pesquisa quantitativa: esta é a questão?. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, v. 22, n. 2, p. 201–209, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ptp/a/HMpC4d5cbXsdt6RqbrmZk3J/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 11 jul. 2024.

HALLIDAY, David.; RESNICK, Robert. **Fundamentos de Física 1**. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

HALLIDAY, David.; RESNICK, Robert. **Fundamentos de Física 4**. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

HAMMEL, Cristiane; MIYAHARA, Ricardo; SANTOS, Sandro. O estudo do espectro eletromagnético: o ensino através de uma sequência didática - UEPS. **Revista Dynamis**, v. 25, p. 26-37, 4 nov. 2019. DOI: 10.7867/1982-4866.2019v25n3p26-37. Disponível em: <https://ojsrevista.furb.br/ojs/index.php/dynamis/article/view/8475>. Acesso em: 22 out. 2024.

HERNANDEZ, Melvin G.; CHUA, Elisa N. Problem posing inquiry approaches in enhancing the learners' scientific discovery process skills. **IOER International Multidisciplinary Research Journal**, v. 2, n. 3, p. 68-79, set. 2020. Disponível em: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3696175](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3696175). Acesso em: 19 out. 2024.

**Instituto de física da universidade federal fluminense**, 2004. Disponível em: [https://cursos.if.uff.br/fisica1-0120/lib/exe/fetch.php?media=notasdeaula:aula\\_09.pdf](https://cursos.if.uff.br/fisica1-0120/lib/exe/fetch.php?media=notasdeaula:aula_09.pdf). Acesso em: 20 out. 2024.

KERSÁNSZKI, Tamás; HOLIK, Ildikó; MÁRTON, Zoltán. Minecraft Game as a New Opportunity for Teaching Renewable Energy Topics. **International Journal of Engineering Pedagogy (iJEP)**, [S. l.], v. 13, n. 5, p. pp. 16–29, 2023. DOI: 10.3991/ijep.v13i5.36287. Disponível em: <https://online-journals.org/index.php/i-jep/article/view/36287>. Acesso em: 22 out. 2024..

KUHN, Thomas S. **A tensão essencial**. Lisboa: Edições 70, 1977. 412 p.

LADINO-MARTÍNEZ, Lilia M. , FONSECA-ALBARRACÍN, Yolanda I. . Propuesta curricular para la enseñanza de las ciencias naturales en el nivel básico con un enfoque físico.



**Orinoquia**, v. 14(2), p. 203-210, ISSN: 0121-3709. Disponível em:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=89617716010>. Acesso em: 17 set. 2024.

LIMA, Diogo Oliveira; DAMASIO, Felipe. O violão no ensino de acústica: uma proposta com enfoque histórico-epistemológico em uma unidade de ensino potencialmente significativa. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [S. l.], v. 36, n. 3, p. 818–840, 2019. DOI: 10.5007/2175-7941.2019v36n3p818. Disponível em:

<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2019v36n3p818>. Acesso em: 22 out. 2024.

LUCCHESI, Márcia Maria; OLIVEIRA, Marília Britto Corrêa de; SALOMÃO DE FREITAS, Diana Paula. Rubricas Pedagógicas Analíticas: um instrumento de avaliação continuada no Ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [S. l.], v. 40, n. 3, p. 502–519, 2023. DOI: 10.5007/2175-7941.2023.e91707. Disponível em:

<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/91707>. Acesso em: 22 out. 2024.

LUZ, Maurício; OLIVEIRA, Maria de Fátima Alves. Identificando os nutrientes energéticos: uma abordagem baseada em ensino investigativo para alunos do Ensino Fundamental.

**Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S. l.], v. 8, n. 2, 2011.

Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4023>. Acesso em: 9 jul. 2024.

MAGALHÃES, Arthur Cândido de; VILLAGRÁ, Jesús Ángel Meneses; GRECA, Ileana. **Análise das habilidades e atitudes na aprendizagem significativa crítica de fenômenos físicos no contexto das séries iniciais**. Ciência & Educação (Bauru), v. 26, 1 jan. 2020. DOI: 10.1590/1516-731320200009. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/ciedu/a/4gfCJP54CMsyh3PmpCDZzPM/?lang=pt>. Acesso em: 22 out. 2024.

MAY, Peter. **Economia do Meio Ambiente**. 4ª ed. São Paulo: Elsevier, 2010.

MBANO, Nellie. Pupils' thinking whilst designing an investigation. **African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education**, v. 8, n. 2, p. 105-115, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10288457.2004.10740565>. Acesso em: 20 out. 2024.

**Moodle USP: E-disciplinas**, 2023. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/acessar/>. Acesso em: 2 jul. 2024.

MOREIRA, Herivelto; CALEFFE, Luiz Gonzaga. **Metodologia da pesquisa para o professor pesquisador**. ILJ, v. 17, p. 1. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/8021683/mod\\_resource/content/1/Cap%203%20Classifica%C3%A7%C3%A3o%20da%20Pesq%20MOREIRA%20e%20CALLEFE.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/8021683/mod_resource/content/1/Cap%203%20Classifica%C3%A7%C3%A3o%20da%20Pesq%20MOREIRA%20e%20CALLEFE.pdf). Acesso em: 10 jul. 2024.

MOREIRA, Marco Antonio. Aprendizagem significativa crítica. **Indivisa, Boletín de Estudios e Investigación**, nº 6, p. 83-101, 2005. 2ª ed. 2010. ISBN 85-904420-7-1. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigcritport.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2024.

MOREIRA, Marco Antonio. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos Avançados**, São Paulo, Brasil, v. 32, n. 94, p. 73–80, 2018. DOI: 10.1590/s0103-40142018.3294.0006. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/152679>. Acesso em: 6 jul. 2024.

MOREIRA, Marco et al. **Aprendizagem Significativa: Um Conceito Subjacente**. In: Atas do Encontro Internacional sobre a Aprendizagem Significativa. Burgos, Espanha. p. 19 – 44, 2005.

MOREIRA, Marco. Desafios no Ensino da Física. Revista **Brasileira de Ensino de Física**. v. 43, 2021.

MOREIRA, Marco. O que é afinal aprendizagem significativa: **Revista Currículum**. La Laguna, Espanha, 2012.

MULIYATI, Dewi et al. Development of STEM project-based learning student worksheet for Physics learning on renewable energy topic. 12th International Physics Seminar 2023. **Journal of Physics: Conference Series**, v. 2596, p. 012078, 2023. IOP Publishing. Disponível em: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2596/1/012078>. Acesso em: 21 out. 2024.

MUNIZ, Tácita. **Com aumento de 90% em um ano, Acre tem mais de 5 mil geradoras de energia solar**. G1 Acre, 2023. Disponível em: <https://g1.globo.com/ac/acre/noticia/2023/10/09/com-aumento-de-90percent-em-um-ano-acre-tem-mais-de-5-mil-geradoras-de-energia-solar.ghtml>. Acesso em: 2 jul. 2024.

NOBRE, Gilberto Rubens de Oliveira. **O ensino investigativo do movimento de pequenos corpos do Sistema Solar a partir de recursos disponíveis na internet**. 2016. 218p. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, 2016.

NORDIN, Norfarah; SAMSUDIN, Mohd Ali; HARUN, Abdul Hadi. Teaching renewable energy using online PBL in investigating its effect on behaviour towards energy conservation among Malaysian students: ANOVA repeated measures approach. **Physics Education**, v. 52, n. 1, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1088/0031-9120/52/1/015001>. Acesso em: 22 out. 2024.

OLIVEIRA, Amanda Costa de et al. Popularização de conceitos e tecnologias de geração de energia com fontes renováveis em escolas de ensino médio de Itabira – MG. **Revista Brasileira de Extensão Universitária**, v. 7, n. 1, p. 59-64, jan.-jun. 2016. e-ISSN 2358-0399. Disponível em: <https://socictopen.socict.org/items/show/20927>. Acesso em: 21 out. 2024.

OLIVEIRA, Leo Sousa Santiago; FERREIRA, Fernanda Carla Lima; GOMES, Luiz Moreira. Uma abordagem sobre PCHs no ensino médio como ferramenta introdutória para o ensino sobre energias renováveis. **Scientia Plena**, [S. l.], v. 15, n. 7, 2019. DOI: 10.14808/sci.plena.2019.074805. Disponível em: <https://scientiaplena.org.br/sp/article/view/4821>. Acesso em: 20 out. 2024.

OLIVEIRA, Lucas da Silva de et al. Sequência didática pautada no ensino por investigação para aulas de microbiologia no Ensino Médio. **Research, Society and Development**, v. 13, n. 1, e5913144674, 2024 (CC BY 4.0). ISSN 2525-3409. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v13i1.44674>. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/377569703\\_Sequencia\\_didatica\\_pautada\\_no\\_ensino\\_por\\_investigacao\\_para\\_aulas\\_de\\_microbiologia\\_no\\_Ensino\\_Medio](https://www.researchgate.net/publication/377569703_Sequencia_didatica_pautada_no_ensino_por_investigacao_para_aulas_de_microbiologia_no_Ensino_Medio). Acesso em: dez. 2024.

PAIVIO, Allan. **Imagery and verbal processes**. London: Holt, Rinehart & Winston, 1971. Acesso em: 03 jul. 2023.

PAZMINO, Ana Veronica. Pesquisa de campo para um material didático de aprendizado investigativo. **Projetica**, [S. l.], v. 11, n. 2, p. 206–229, 2020. DOI: 10.5433/2236-2207.2020v11n2p206. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/projetica/article/view/37002>. Acesso em: 17 ago. 2024.

PEREIRA, Maurício. Estrutura do Artigo Cinetífico. **Epidemiol. Serv. Saúde**, Brasília, p. 351-352, 2012. Acesso em: 20 out. 2024.

POSTMAN, Neil; WEINGARTNER, Charles. **Teaching As a Subversive Activity**. New York: Delta, 1971. Acesso em: 03 jul. 2023.

RABBANI, Ghani Fadhil et al. Design Thinking Strategy Integrated PjBL-STEM in Learning Program: Need Analysis to Stimulate Creative Problem-Solving Skills on Renewable Energy Topic . **Jurnal Penelitian Pendidikan IPA**, [S. l.], v. 9, n. 11, p. 9776–9783, 2023. DOI: 10.29303/jppipa.v9i11.5708. Disponível em:

<https://jppipa.unram.ac.id/index.php/jppipa/article/view/5708>. Acesso em: 22 out. 2024.

REDAÇÃO. **Secretário-Geral da ONU afirma que planeta chegou na “era da ebulição global”**. Tv Cultura - UOL. Disponível em:

[https://cultura.uol.com.br/noticias/60332\\_secretario-geral-da-onu-afirma-que-chegamos-na-era-da-ebulicao-global.html](https://cultura.uol.com.br/noticias/60332_secretario-geral-da-onu-afirma-que-chegamos-na-era-da-ebulicao-global.html). Acesso em: 3 jul. 2024.

RELVA, Stefania et al. Caracterização do recurso solar de longo prazo para geração fotovoltaica na região Amazônica: uma análise de três localidades no Estado do Acre. **Revista Brasileira de Energia**, Itajubá, vol. 29, jul. 2023.

RIBEIRO, Fernanda Borges Vaz; PICALHO, Antonio Carlos; CUNICO, Leticia; FADEL, Luciane Maria. **Abordagem interpretativista e método qualitativo na pesquisa documental: descrição geral das etapas de coleta e análise de dados**. Revista Interdisciplinar Científica Aplicada, Blumenau, v. 17, n. 1, p. 100-113, 1º trim. 2023. ISSN 1980-7031.

RUIZ, João Álvaro. **Metodologia científica: guia para eficiência nos estudos**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1996.

SANTOS, Walter Fiúsa dos; SANTOS, Hiderly da Silva Costa dos; SANTOS, Benilson da Silva; DELMIRO, Guilherme Sousa; BARRETO, Luanderson de Freitas; MOREIRA, Mateus Santos; PEREIRA, Tamires de Oliveira. Ensino de Física e Sustentabilidade: Energia Solar - Produção, Consumo e Potência, Como Fonte Alternativa na Produção de Energia Renovável. **Revista de Ciências e Tecnologia**, v. 6, 2020. ISSN 2447-7028. Disponível em: <https://doi.org/10.18227/rct.v6i0.6080>. Acesso em: 21 out. 2024.

SCHERRER, José Izaias Moreira; ALVARENGA, Flávio Gimenes; COELHO, Geide Rosa. Abordagem investigativa no ensino da gravitação a partir de buracos negros. **Blucher Physics Proceedings**, v. 7 p. 103-106 . In: Anais do XI Encontro Científico de Física Aplicada. São Paulo: Blucher, 2021. ISSN 2358-2359, DOI 10.5151/xiecfa-ScherrerNeto. Acesso em: 03 out. 2023.

SCHWARZ, Christina V.; GWEKWERERE, Yovita N. Using a guided inquiry and modeling instructional framework (EIMA) to support preservice K-8 science teaching. **Science Education**, v. 91, n. 1, p. 158-186, jan. 2007. Disponível em:

<https://doi.org/10.1002/sce.20177>. Acesso em: 15 out. 2024.

SEREIA, Desses Aparecida de Oliveira; PIRANHA, Michele Marques. **AULAS PRÁTICAS INVESTIGATIVAS: UMA EXPERIÊNCIA NO ENSINO FUNDAMENTAL PARA A FORMAÇÃO DE ALUNOS PARTICIPATIVOS**. Cascavel, Paraná. 2008. Disponível em: [http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos\\_teses/Ciencias/Artigos/aulas\\_prat\\_investig.pdf](http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/Ciencias/Artigos/aulas_prat_investig.pdf). Acesso em: 10 jul. 2024.

SERRAZINA, Maria de Lurdes; RIBEIRO, Deolinda. As interações na atividade de resolução de problemas e o desenvolvimento da capacidade de comunicar no ensino básico. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 26, n. 44, p. 1367–1394, dez. 2012. Acesso em: 03 out. 2023.

SILVA, Cidália Patrícia Freitas; MARTINHO, Maria Helena. Investigações matemáticas com números: experiência com alunos do 2.º ano do ensino básico. **Educação e Fronteiras**, Dourados, v. 7, n. 19, p. 109–123, 2017. DOI: 10.30612/eduf.v7i19.7349. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/educacao/article/view/7349>. Acesso em: 17 ago. 2024.

SILVA, Edson Araujo da. O Ensino de Física e as Energias Renováveis. **Revista Acervo Educacional**, v. 1, p. e1309, 4 set. 2019. ISSN 2596-0288. Disponível em: <https://doi.org/10.25248/rae.e1309.2019>. Acesso em: 21 out. 2024.

SILVA, Jorge Andrade; GOMES, Luiz Moreira; JUNIOR, Jose Gidauto dos Santos; LEAL, Leonardo Sousa; CHAGAS, Maria Liduina; GOMES JUNIOR, Luiz Moreira. Energia Solar Fotovoltaica: Um tema gerador para o aprendizado de Física. **Scientia Plena**, [S. l.], v. 13, n. 1, 2017. DOI: 10.14808/sci.plena.2017.012719. Disponível em: <https://www.scientiaplenua.org.br/sp/article/view/3506>. Acesso em: 21 out. 2024.

SILVA, Luís; VIGODERIS, Ricardo. **Estudo da viabilidade para instalação de eletrogeradores termossolares no município de Garanhuns, Pernambuco**. Journal of Hyperspectral Remote Sensing, v. 11, p. 347, 2022. DOI: 10.29150/2237-2202.2021.252314. Acesso: 08 abril 2025.

Smith, William. Industry Regrets Timing As Oil Earnings Climb. **The New York Times**, 1973. Disponível em: <https://www.nytimes.com/1973/10/25/archives/industry-regrets-timing-as-oil-earnings-climb-timing-bemoaned-as.html>. Acesso em: 16 ago. 2024.

SOUSA, Israel Maxson Ribeiro. **Proposta de ensino investigativo usando a indução eletromagnética e piezoeletricidade aplicados aos sensores de guitarras e violões**. 2018. 136p. Dissertação de Mestrado - (Mestrado Profissional de Ensino de Física - MNPEF) Universidade Federal do Pará, Belém/PA, 2017.

SOUSA, Margarida Teixeira; SANTOS, Leonor. Avaliar para aprender ciências experimentais. **Revista Portuguesa de Educação**, vol. 35, no. 2, pp. 190-210, 2022. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/374/37473853011/>. Acesso em: 17 ago. 2024.

SOUZA, Diego Rodrigues de. **Uma construção didática do conceito de espaço-tempo da teoria da relatividade restrita visando alfabetização científica no ensino médio**. 2019. 159p. Dissertação de Mestrado - (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF) Universidade Federal do Acre, Rio Branco/AC, 2019.

TABOSA, Clara Elena Souza; PEREZ, Silvana. Análise de sequências didáticas com abordagem de Ensino por Investigação produzidas por estudantes de licenciatura em Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [S. l.], v. 38, n. 3, p. 1539–1560, 2021. DOI: 10.5007/2175-7941.2021.e74226. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/74226>. Acesso em: 9 jul. 2024.

TUYAROT, Diana E.; TESSEROLI, Rita de Cassia. Objetos Educacionais Digitais na EAD e Educação Inclusiva na Área de Física. **RENOTE**, Porto Alegre/RS, v. 14, n. 2, 2016. DOI: 10.22456/1679-1916.70630. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/70630>. Acesso em: 22 out. 2024.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. Biblioteca Central. **Normas para apresentação de trabalhos: teses, dissertações e trabalhos acadêmicos**. 5.ed. Curitiba : Ed. UFPR, 1996.

VIEIRA, Fabiana Andrade da Costa. **Ensino por investigação e aprendizagem significativa crítica: análise fenomenológica do potencial de uma proposta de ensino**. 2012. 144 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências, 2012. Acesso em: 20 out. 2024.

VILELAS, José. **Investigação - O processo de Construção do Conhecimento**. 3ª ed. Lisboa: Sílabo. 2020.

ZHANG, Lin. Withholding answers during hands-on scientific investigations? Comparing effects on developing students' scientific knowledge, reasoning, and application.

**International Journal of Science Education**, v. 40, n. 4, p. 459-469, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1429692>. Acesso em: 20 out. 2024.

ZOMPERO, Andréia de Freitas et al. O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO NA ÁREA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA: ESTUDO COMPARATIVO ENTRE BRASIL, CHILE E COLÔMBIA. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 6, n. especial, 2023. DOI: 10.5335/rbecm.v6iespecial.14784. Disponível em: <https://seer.upf.br/index.php/rbecm/article/view/14784>. Acesso em: 10 ago. 2024.

## **APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL**





**MNPEF** Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física

**Curso de Investigação Científica  
Voltado as**

# ✦ Energias Renováveis ✦

Rhanna Machado  
Araújo





**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA NATUREZA**  
**MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**  
**POLO 59**

**PRODUTO EDUCACIONAL**

**CURSO DE INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA VOLTADO ÀS ENERGIAS  
RENOVÁVEIS.**

AUTORES: Rhanna Machado Araújo, José Carlos da Silva Oliveira, Marcelo Castanheira da Silva .

Rio Branco, Acre  
Janeiro de 2025  
Rhanna Machado Araújo

## **APRESENTAÇÃO**

Este produto educacional é parte integrante da dissertação: INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA VOLTADA ÀS ENERGIAS RENOVÁVEIS: UMA PROPOSTA DE ENSINO SIGNIFICATIVO E CRÍTICO, desenvolvida no âmbito do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo 59 – UFAC / IF Norte-AC, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

O curso de investigação científica voltado às energias renováveis (ICVER) é uma proposta educacional destinada a alunos e professores de física do ensino básico. Tendo como pilar a Aprendizagem Significativa Crítica (Moreira, 2005), e o ensino por investigação, este curso visa proporcionar uma compreensão das diversas fontes de energias renováveis, além de incentivar a curiosidade científica e a capacidade de realizar pesquisas de forma metódica e crítica. Outro objetivo desse produto educacional é proporcionar um melhor acesso aos professores de física da educação básica à materiais relacionados às rotas de aprofundamento do Novo Ensino Médio (2017).

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

## **1. Introdução.**

A Aprendizagem Significativa Crítica busca conectar novos conhecimentos aos saberes prévios dos alunos, promovendo uma compreensão mais profunda e contextualizada dos conteúdos. No contexto deste curso, isso significa que os alunos não apenas aprenderão sobre energias renováveis de forma teórica, mas também serão encorajados a relacionar esses conhecimentos com suas experiências cotidianas e com os desafios ambientais atuais. E por ter a metodologia voltada ao ensino investigativo, o curso de ICVER tem ênfase na observação de situações, realização de projetos de pesquisa e atividades em grupo.

### **1.1 Aprendizagem Significativa Crítica.**

A Aprendizagem Significativa Crítica (ASC) é uma teoria de aprendizagem criada pelo professor Marco Antônio Moreira, baseada na Aprendizagem Significativa de David Ausubel (1963), e no Ensino Subversivo de Postman e Weingartner (1969). O que difere a aprendizagem significativa crítica das outras teorias de aprendizagem é que ela está amplamente voltada ao raciocínio crítico e na capacidade do docente fornecer ao aluno meios de aprender mais a partir do que ele já sabe, além de problematizar e solucionar os elementos do seu cotidiano.

### **1.2 O ensino investigativo.**

Uma investigação científica deve seguir passos que assegurem a construção de novas descobertas, ou reafirme outras preexistentes. Ao envolver os alunos em projetos de pesquisa, eles podem desenvolver habilidades essenciais, como a formulação de perguntas, a coleta e análise de dados, e a comunicação de resultados, que são protocolos da prática investigativa.

Logo, o conhecimento adequado sobre as etapas de uma investigação científica, que inclui a pesquisa científica, as práticas investigativas em torno dela e as suas metodologias, permite que os alunos experimentem o método científico, e isso pode ser feito por meio do ensino investigativo.

## **2. O produto educacional.**

O produto educacional é composto por duas partes, a primeira é o plano de aulas do curso onde estão dispostas 12 aulas, com uma hora de duração cada, divididas em 4 módulos. A segunda parte são as aulas expositivas, em formato de slide, que expandem os módulos abordados no plano de curso. Além de contar com materiais adicionais, como vídeos de divulgação científica, vídeos de implementação de projetos sobre energias renováveis, e vídeos de experimentos de física etc.

Quanto aos módulos de ensino e seus respectivos conteúdos, eles são organizados da seguinte forma: o primeiro módulo aborda a definição de energia; o segundo explora o universo da investigação científica e as práticas investigativas; o terceiro esclarece o fornecimento de energia no estado do Acre, incluindo a geografia e dados energéticos recentes; e, por fim, o quarto e maior módulo apresenta um passo a passo sobre como elaborar um trabalho científico/acadêmico voltado a pesquisar uma possível energia renovável para ser utilizada amplamente no estado do Acre.

Ademais, as aulas são programadas para o modelo híbrido de ensino, mas também podem ser aplicadas em sua totalidade de forma presencial, se for inserido nas rotas de aprofundamento do Novo Ensino Médio (2017), pois contam com um plano de curso que pode ser modificado de acordo com as necessidades do docente. Isso também inclui adaptar as aulas para a região na qual o docente trabalha, principalmente as aulas do módulo 3.

### 3. Modelo de plano de curso.

PLANO DE CURSO
<b>PROFESSOR(A):</b>
<b>EIXO ESTRUTURANTE: Investigação Científica.</b>
<b>TEMA: Energias renováveis.</b>
<b>QUANTIDADE DE AULAS: 12 a 16.</b>

#### Aula 1

Apresentação da aula utilizando o data show, ou sites de videoconferência, com os seguintes tópicos:

Módulo 1: Energia.

- O que é energia?
- Tipos de energia;
- Energias renováveis e limpas;
- Lei de conservação de energia;
- Energia e trabalho.

#### Aula 2

Apresentação da aula utilizando o data show, ou sites de videoconferência, com os seguintes tópicos:

Módulo 2: O que é investigação científica?

- Práticas investigativas;
- Diferença de pesquisas, relatórios, artigos e resumos;
- Como fazer uma pesquisa acadêmica;

#### Aula 3

Apresentação da aula utilizando o data show, ou sites de videoconferência.

Módulo 3: O fornecimento de energia no Acre.

Divisão de grupos para a criação de um trabalho científico e um experimento (opcional para o docente), com o objetivo de encontrar uma possível energia renovável e limpa para Rio Branco.

- Cada grupo será formado por 5 integrantes (opcional);

- O trabalho e o experimento serão entregues no final do semestre, em uma apresentação feita em formato de seminário;
- O experimento poderá ser prático ou feito em um simulador digital;
- Cada etapa do trabalho será apresentada à professora orientadora e discutida em sala de aula. Elas serão: Definição de tema, objetivo, introdução, metodologia, resultados e discussões, conclusão, e por fim o trabalho finalizado.

#### Aula 4

Com o auxílio de um data show, ou sites de videoconferência, a aula terá como objetivo mostrar como é a criação de um projeto acadêmico (passo a passo):

Modulo 4: A criação de um trabalho acadêmico.

- 1. Definição de tema;**
- 2. Objetivo;**
- 3. Introdução**
- 4. Público alvo/Local;**
- 5. Metodologia;**
- 6. Resultados e Discussões.**
- 7. Conclusões.**

Após essa exposição, a turma entrará em uma roda de conversa juntamente com a professora orientadora e iniciarão o processo de criação:

#### **1. Definição de temas de pesquisas dos grupos**

#### **2. Objetivo da pesquisa;**

- Qual energia renovável será pesquisada;
- Qual o objetivo dessa pesquisa;
- Criação de um mapa mental (esqueleto de pesquisa).

#### Aula 5

Apresentação do mapa mental dos grupos relacionado ao projeto científico, auxílio e consulta individuais para cada grupo:

- Exemplificação de aplicativos como: Canva, Miro etc.
- Apresentação das dificuldades e dúvidas quanto ao esqueleto;

Apresentação dos objetivos de cada grupo, com auxílio e consultas individuais:

- Correções gramaticais.

#### **3. Introdução e Público alvo/ Local**

- Explicação e exemplificação de como é uma introdução de um trabalho científico;
- Mostrar a relevância do trabalho, relatar a teoria que deverá ser usada e fazer uma revisão bibliográfica sobre o assunto (apontando referências).
- Apresentação através de data show para reforçar dados que eles deverão saber – e inserir no projeto.
  - Os alunos deverão pesquisar mais sobre esses dados para inclui-los no projeto;
  - O desenvolvimento do projeto deverá ser feito com esses dados.

#### Aula 6

Apresentação das introduções para o/a professor(a), com um momento de correções-orientações.

#### 4. Metodologia.

- Apresentação de simuladores on-line e experimentos práticos de canais de vídeos, como O Manual do Mundo (experimentos que envolvam energias renováveis). Esses vídeos poderão servir como inspiração para o projeto científico.
- Explicação detalhada e exemplos de metodologia em projetos científicos;
- Escolha de uma metodologia primária, secundária, ou mista por parte dos alunos e que servirá para complementar o objetivo da pesquisa;
  - Os alunos deverão escolher uma metodologia e discutir sobre ela com a professora orientadora na aula seguinte

#### Aula 7

Apresentação de simuladores on-line e experimentos práticos de canais de vídeos, como O Manual do Mundo (inserir experimentos). Esses experimentos servirão como base para o experimento do trabalho científico.

#### Aula 8

Será realizada uma visita aos laboratórios de ensino do curso de Física da UFAC, onde serão apresentados experimentos práticos envolvendo geração de energia. Dessa forma, os alunos poderão realizar a coleta de dados, e replicar em casa.

Após a coleta de dados, imagens e vídeos da metodologia utilizada, os alunos deverão apresenta-los à professora orientadora.

#### Aula 9

Apresentação das metodologias de cada grupo, além de:

- Correções, sugestões e assistência por parte da professora orientadora;



Nessa aula a professora orientadora deverá analisar todos os trabalhos dos alunos, no qual serão expostos em slides.

#### **Aula 10**

##### **5. Resultados e Discussões.**

- Conclusão dos dados coletados através da metodologia aplicada;
- Discussões em grupo sobre os resultados obtidos

O restante da aula deverá ser utilizado para a orientação dos alunos sobre o desenvolvimento do trabalho.

#### **Aula 11**

Os resultados deverão ser apresentados à professora. Essa aula também será destinada à uma última consulta com a professora orientadora, antes da apresentação final do trabalho.

#### **Aula 12**

Esta aula será dedicada somente a apresentação dos trabalhos científicos de cada grupo, através de um seminário e serão avaliados de 0 a 10 (opcional), juntamente com a apresentação dos experimentos.

Dessa forma, a nota feita pela professora orientadora será baseada em:

1. Coesão (2,0);
2. Tenha todas as etapas de uma investigação científica (2,5);
3. Demonstre uma energia renovável viável para o estado (2,5);
4. Participação de todos os alunos (avaliação em grupo e individual (2,0);
5. Tempo máximo de apresentação de 15 minutos (1,0);

Contabilizando assim no total 10 pontos.

#### 4. Aula expositiva.

Por motivo de formato e tamanho de arquivo a aula expositiva será disponibilizada integralmente via Google Drive, por meio de um hiperlink, no final do capítulo. Abaixo serão exibidas algumas figuras (P1 a P9) da aula expositiva.

Figura P1 – Capa de apresentação do curso de ICVER.



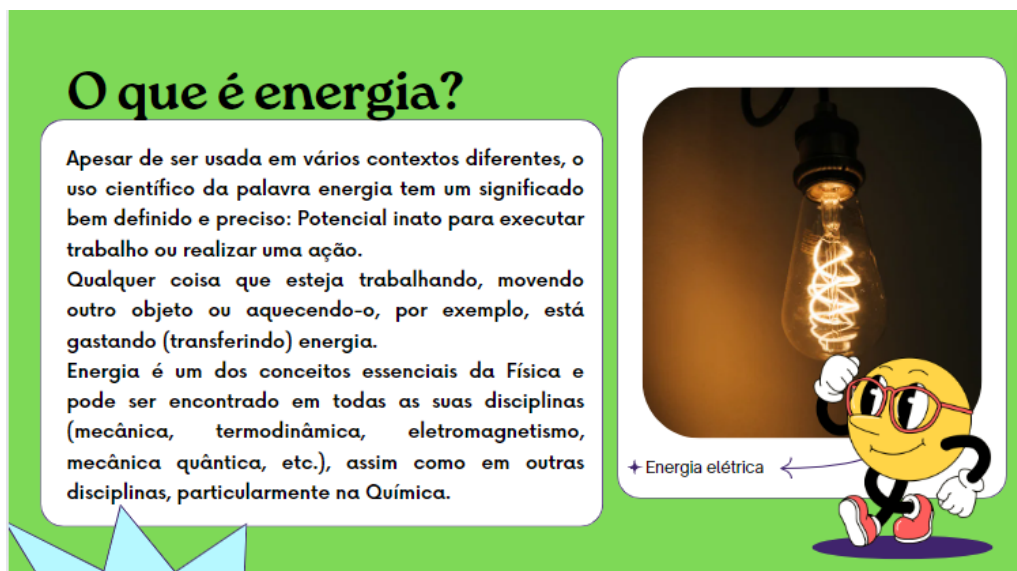
Fonte: Criadora do produto educacional, 2024.

Figura P2 – Capa do módulo 1: energias.



Fonte: Criadora do produto educacional, 2024.

Figura P3 – Slide sobre o que é energia.



Fonte: Criadora do produto educacional, 2024.

Figura P4 – Capa do módulo 2: O que é investigação científica?



Fonte: Criadora do produto educacional, 2024.

Figura P5 – Slide sobre o que é investigação científica.



Fonte: Criadora do produto educacional, 2024.

Figura P6 – Capa do módulo 3: Fornecimento energético do Acre.



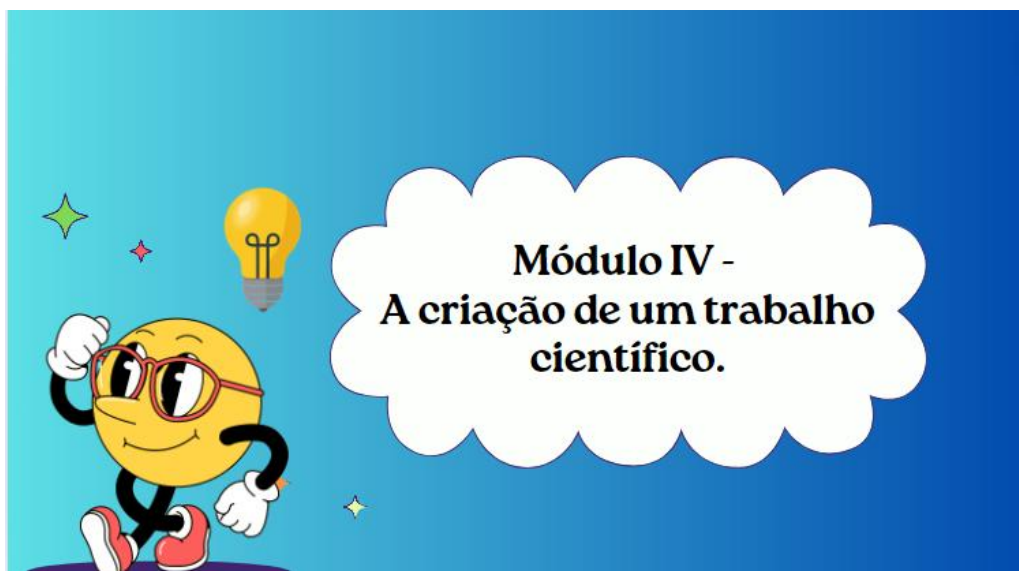
Fonte: Criadora do produto educacional, 2024.

Figura P7 – Slide sobre as características do estado do Acre.



Fonte: Criadora do produto educacional, 2024.

Figura P8 – Capa do módulo 4: A criação de um trabalho científico



Fonte: Criadora do produto educacional, 2024.

Figura P9 – Slide sobre a definição de tema de um trabalho científico.

# 1. Definição de tema:

Escolha um tema que lhe interesse: É importante escolher um tema que seja interessante para você. Sua atitude em relação ao tema pode determinar a quantidade de esforço e entusiasmo que você coloca em sua pesquisa.



Pode surgir de uma dificuldade prática enfrentada pelo pesquisador, da sua curiosidade científica. Além disso, a delimitação do tema é importante para torná-lo viável à realização da pesquisa

Fonte: Criadora do produto educacional, 2024.

Link em PDF de acesso ao material completo:

[https://drive.google.com/file/d/1YM6NUCoC1He\\_Ke4vT-rpD9VGMGsr4mmc/view?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/file/d/1YM6NUCoC1He_Ke4vT-rpD9VGMGsr4mmc/view?usp=drive_link)

Link do material completo editável no site Canva:

[https://www.canva.com/design/DAGRhOKAhWs/Z1mi8wUgoXXkfOgmRV5kVQ/vi-ew?utm\\_content=DAGRhOKAhWs&utm\\_campaign=designshare&utm\\_medium=link&utm\\_source=publishsharelink&mode=preview](https://www.canva.com/design/DAGRhOKAhWs/Z1mi8wUgoXXkfOgmRV5kVQ/vi-ew?utm_content=DAGRhOKAhWs&utm_campaign=designshare&utm_medium=link&utm_source=publishsharelink&mode=preview)

## REFERÊNCIAS



ANDREW, Colin. **Insolar: Democratizando o Acesso à Energia Solar no Santa Marta e Além #RedeFavelaSustentável [PERFIL]**. Tradução por Maria Fernanda Godinho. RioOnWatch, 2019. Disponível em: <https://rioonwatch.org.br/?p=44559#:~:text=A%20Insolar%20iniciou%20a%20instala%C3%A7%C3%A3o,somente%20no%20Rio%20de%20Janeiro>. Acesso em: 20 out. 2024.

ANTON, Rogério. **Método Científico**. YouTube. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=eRDBggKy0js>. Acesso em: 10 jan. 2024.

AUSUBEL, David Paul; NOVAK, Joseph Donald; HANESIAN, Helen. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

AUSUBEL, David. **The Psychology of Meaningful Verbal Learning**. New York: Grune and Stratton, 1963.

CANVA. **Canva**, 2024. Ferramenta de desing gráfico. Disponível em: [canva.com](https://canva.com). Acesso em: 23 ago. 2024.

ENERGISA. **Energia Renovável e Contínua para a Vila Restauração (AC)**. YouTube. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=3m5ffJHcP5A>. Acesso em: 10 jan. 2024.

GOOGLE. **Google Drive**. Disponível em: <<https://drive.google.com>>. Acesso em: 09 jan. 2025.

GOOGLE. **Google Meet**, 2024. Site de reunião online. Disponível em: <https://meet.google.com>. Acesso em: 23 ago. 2024.

GOVERNO FEDERAL. **Ministério da Educação**, 2017. Novo Ensino Médio - perguntas e respostas. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/component/content/article?id=4036>. Acesso em: 23 ago. 2024.

GRUPO ENERGISA. **(Re)Energisa Vence Prêmio Internacional**. 2023. Disponível em: [https://www.grupoenergisa.com.br/noticias/vila-restauracao/reenergisa-vence-premio-internacional#:~:text=O%20projeto%20da%20\(re\)energisa%20instalou%20no%20local%20um%20sistema,kilovolt%20Damperes%20\(kVA\)](https://www.grupoenergisa.com.br/noticias/vila-restauracao/reenergisa-vence-premio-internacional#:~:text=O%20projeto%20da%20(re)energisa%20instalou%20no%20local%20um%20sistema,kilovolt%20Damperes%20(kVA)). Acesso em: 20 out. 2024.

HALLIDAY, David.; RESNICK, Robert. **Fundamentos de Física 1**. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

IAMARINO, Átila. **É só uma teoria.** Nerdologia. Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=kyGu9lTr\\_jM](https://www.youtube.com/watch?v=kyGu9lTr_jM). Acesso em: 10 jan. 2024.

MOREIRA, Marco et al. **Aprendizagem Significativa:** Um Conceito Subjacente. In: Atas do Encontro Internacional sobre a Aprendizagem Significativa. Burgos, Espanha, 2005.

MOREIRA, Marco. O que é afinal aprendizagem significativa: **Revista Currículum.** La Laguna, Espanha, 2012.

RELVA, Stefania et al. Caracterização do recurso solar de longo prazo para geração fotovoltaica na região Amazônica: uma análise de três localidades no Estado do Acre. **Revista Brasileira de Energia**, Itajubá, vol. 29, jul. 2023.

RIBEIRO, Amarolina. Geografia do Acre. **InfoEscola.** Disponível em: <https://www.infoescola.com/geografia/geografia-do-acre/>. Acesso em: 10 jan. 2024.

SEREIA, Diesse Aparecida de Oliveira; PIRANHA, Michele Marques. **AULAS PRÁTICAS INVESTIGATIVAS: UMA EXPERIÊNCIA NO ENSINO FUNDAMENTAL PARA A FORMAÇÃO DE ALUNOS PARTICIPATIVOS.** Cascavel, Paraná. 2008. Disponível em: [http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos\\_teses/Ciencias/Artigos/aulas\\_prat\\_investig.pdf](http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/Ciencias/Artigos/aulas_prat_investig.pdf). Acesso em: 10 jul. 2024.

SUNERGIA. **Experimentos Efeito Fotovoltaico.** YouTube. Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=kQ5DmiSgB\\_U](https://www.youtube.com/watch?v=kQ5DmiSgB_U). Acesso em: 10 jan. 2024.

THENÓRIO, Iberê. **Insolar: Energia Solar para Todos.** Manual do Mundo. Disponível em: [https://www.youtube.com/playlist?list=PLYjrJH3e\\_wDM7rMW-ZirbrgqtrEtKVV2b](https://www.youtube.com/playlist?list=PLYjrJH3e_wDM7rMW-ZirbrgqtrEtKVV2b). Acesso em: 10 jan. 2024.



## **APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO**

1. Escreva um comentário sobre o que você aprendeu em relação às energias fotovoltaicas/solares:

---

---

---

---

2. Escreva um comentário sobre o porquê você e seu grupo escolheram fazer um projeto científico sobre energia fotovoltaica/solar:

---

---

---

---

3. Escreva um comentário sobre a sua experiência com a didática investigativa e crítica, que foi desenvolvida durante o curso de Investigação Científica Voltado a Energias Renováveis.

---

---

---

---

**APÊNDICE C – Termo de consentimento livre e  
esclarecido e termo de responsabilidade do pesquisador**



**Universidade Federal do Acre**  
Pró- Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação  
Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF polo 59)

---

### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Baseado nos termos da Resolução nº 466, de 12 de Dezembro de 2012 e Resolução nº 196/96, de 10 de outubro de 1996 do Conselho Nacional de Saúde, do Ministério da Saúde.

O presente termo em atendimento as resoluções acima citadas, destina-se a esclarecer ao participante da pesquisa intitulada: **Questionário de experiência do curso de Investigação Científica voltado a Energias Renováveis** sob a responsabilidade de Rhanna Machado Araújo, do curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física / MNPEF – UFAC, os seguintes aspectos:

**Objetivos:** Saber a experiência em relação ao produto educacional: Curso de Investigação Científica voltado a Energias Renováveis.

**Metodologia:** Qualitativa.

**Justificativa e Relevância:** Experiência como aluno(a).

**Participação:** Aluno(a).

**Riscos e desconfortos:** Não haverá riscos e desconfortos para os participantes.

**Benefícios:** Participar de uma pesquisa de relevância nacional.

**Dano advindo da pesquisa:** Não se vislumbra danos advindos da pesquisa

**Garantia de esclarecimento:** A autoria da pesquisa se compromete está à disposição dos sujeitos participantes da pesquisa no sentido de oferecer quaisquer esclarecimentos sempre que se fizer necessário.

**Participação voluntária:** A participação dos sujeitos no processo de investigação é voluntária e livre de qualquer forme de remuneração, e caso ache conveniente, o seu consentimento em participar da pesquisa poderá ser retirado a qualquer momento.

**Consentimento para participação:**

Eu estou ciente e concordo com a participação no estudo acima mencionado. Afirmando que fui devidamente esclarecido quanto aos objetivos da pesquisa, aos procedimentos aos quais serei submetido e os possíveis riscos envolvidos na minha participação. O responsável pela investigação em curso me garantiu qualquer esclarecimento adicional, ao qual possa solicitar durante o curso do processo investigativo, bem como também o direito de desistir da participação a qualquer momento que me fizer conveniente, sem que a referida desistência acarrete riscos ou prejuízos à minha pessoa e meus familiares, sendo garantido, ainda, o anonimato e o sigilo dos dados referentes à minha identificação. Estou ciente também que a minha participação neste processo investigativo não me trará nenhum benefício econômico.

**Eu, SUJEITO DA PESQUISA, aceito livremente participar da pesquisa intitulada Questionário de experiência do curso de Investigação Científica voltado a Energias Renováveis. Desenvolvida pela mestranda Rhanna Machado Araújo do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, sob a orientação do professor Dr. Marcelo da Silva Castanheira, da Universidade Federal do Acre – UFAC.**

---

Assinatura do Participante

#### **TERMO DE RESPONSABILIDADE DO PESQUISADOR**

Eu, **Rhanna Machado Araújo**, apresentei todos os esclarecimentos, bem como discuti com os participantes as questões ou itens acima mencionados. Na ocasião expus minha opinião, analisei as angústias de cada um e tenho ciência dos riscos, benefícios e obrigações que envolvem os sujeitos. Assim sendo, me comprometo a zelar pela lisura do processo investigativo, pela identidade individual de cada um, pela ética e ainda pela harmonia do processo investigativo.

Rio Branco , AC, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2024

 Documento assinado digitalmente  
**RHANNA MACHADO ARAUJO**  
Data: 10/09/2024 18:32:06 -0300  
Verifique em <https://validar.id.gov.br>

---

Assinatura do(a) Pesquisador(a)