



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

**UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA PARA
APLICAR O CONTEÚDO DE TRANSFORMAÇÃO DE ENERGIA POR MEIO DE
BRINQUEDOS SOLARES: UM ESTUDO PRÁTICO E TEÓRICO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

ISAC DE SOUSA SILVA

VITÓRIA DA CONQUISTA – BA

Abril 2026

ISAC DE SOUSA SILVA

**UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA PARA
APLICAR O CONTEÚDO DE TRANSFORMAÇÃO DE ENERGIA POR MEIO DE
BRINQUEDOS SOLARES: UM ESTUDO PRÁTICO E TEÓRICO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao programa de Pós-Graduação (PPG) da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) no curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Orientador: Dr. Jornandes Jesus Correia
Coorientador: Dr. Luizdarcy de Matos Castro

VITÓRIA DA CONQUISTA – BA

Abril 2026

S58u

Silva, Isac de Sousa.

Uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa para aplicar o conteúdo de transformação de energia por meio de brinquedos solares : um estudo prático e teórico / Isac de Sousa Silva, 2026.

153 f. ; il. color.

Orientador (a): Dr. Jornandes Jesus Correia.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF, Vitória da Conquista, 2026.

Inclui referências F. 116 – 121

Contem produto educacional.

1. Unidade de Ensino Potencialmente Significativa. 2. Brinquedos solares.
3. Energia – Conservação. I. Correia, Jornandes Jesus. II. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física. III. T.

CDD 530.07



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA - UESB
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO - PPG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL
EM ENSINO DE FÍSICA - MNPEF
Área de concentração: Ensino de Física



**UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA PARA APLICAR O
CONTEÚDO DE TRANSFORMAÇÃO DE ENERGIA POR MEIO DE BRINQUEDOS SOLARES:
UM ESTUDO PRÁTICO E TEÓRICO**

AUTORIA: ISAC DE SOUSA SILVA

DATA DE APROVAÇÃO: 29 DE MAIO DE 2026

Este exemplar corresponde à versão final da Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, em convênio com a Sociedade Brasileira de Física – SBF, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Área de concentração: Ensino de Física.

COMISSÃO JULGADORA

Documento assinado digitalmente
gov.br JORNANDES JESUS CORREIA
Data: 29/05/2026 16:38:20-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Jornandes Jesus Correia
Presidente da Banca Examinadora/Orientador

Documento assinado digitalmente
gov.br RONALDO SILVA THIBES
Data: 01/06/2026 08:25:54-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Ronaldo Silva Thibes
Examinador interno

Documento assinado digitalmente
gov.br MILTON SOUZA RIBEIRO
Data: 31/05/2026 23:40:06-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Milton Souza Ribeiro
Examinador externo

2026



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA - UESB
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO - PPG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL
EM ENSINO DE FÍSICA - MNPEF
Área de concentração: Ensino de Física



ATA DE BANCA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Aos vinte e nove dias do mês de maio de 2026, às 09h, via videoconferência, pela plataforma GoogleMeet, instalou-se a Banca Examinadora para avaliação da dissertação intitulada **UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA PARA APLICAR O CONTEÚDO DE TRANSFORMAÇÃO DE ENERGIA POR MEIO DE BRINQUEDOS SOLARES: UM ESTUDO PRÁTICO E TEÓRICO**, de autoria de Isac de Sousa Silva, discente do Programa de Pós-Graduação Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. A banca examinadora foi presidida pelo professor Dr. Jornandes Jesus Correia, orientador do mestrando e contou com a participação do professor Dr. Ronaldo Silva Thibes e do professor Dr. Milton Souza Ribeiro, na condição de examinadores; tendo sido **APROVADO**. Entretanto, para que o respectivo título possa ser concedido, com as prerrogativas legais dele advindas, o exemplar definitivo da referida dissertação deverá ser entregue, na secretaria do mestrado, em um prazo máximo de 60 (sessenta) dias, com as alterações e/ou correções sugeridas pelos membros da banca, para que possa ser homologado pelas instâncias competentes da UESB.

Documento assinado digitalmente
JORNANDES JESUS CORREIA
Data: 01/06/2026 13:14:35-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Jornandes Jesus Correia
Presidente da Banca Examinadora/Orientador

Documento assinado digitalmente
RONALDO SILVA THIBES
Data: 01/06/2026 15:31:11-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Ronaldo Silva Thibes
Examinador interno

Documento assinado digitalmente
MILTON SOUZA RIBEIRO
Data: 01/06/2026 14:23:31-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Milton Souza Ribeiro
Examinador externo

Documento assinado digitalmente
ISAC DE SOUSA SILVA
Data: 01/06/2026 18:05:39-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Isac de Sousa Silva
Discente

Documento assinado digitalmente
WAGNER DUARTE JOSE
Data: 01/06/2026 20:50:38-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Wagner Duarte José
Coordenador do PPG-MNPEF

2026

*Dedico este trabalho a minha heroína, minha Mãe
Anilde Alves de Sousa que amo tanto, pelo incentivo e
luta durante toda a minha trajetória nos estudos.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus que me deu força, me guiou e me iluminou durante todo o percurso, dando-me sabedoria, discernimento, me capacitando e abençoando sempre ao longo dos meus estudos, pois sem sua proteção, não seria possível a realização deste trabalho.

Aos meus pais, Osvaldo Nolasco da Silva e Anailde Alves de Sousa, minha mãe guerreira, batalhadora que sempre me incentivou, ajudou em tudo desde o início dos meus estudos pensando sempre em algo melhor para minha vida, meu pai pelo apoio e também pelo incentivo durante minha trajetória na escola e na universidade.

Aos meus irmãos Ornélia, Jorge Nobre, Jorge e Cristiano, que sempre me apoiaram, ajudando-me no que foi possível, dando força e também motivando a prosseguir nos estudos. Esse apoio foi fundamental para a minha caminhada. Agradecimento especial também a minha esposa Taise pelo apoio, ajuda e incentivo ao longo do mestrado.

Ao meu professor Wellington, lá das séries iniciais, 2ª e 3ª séries, hoje equivalente ao 3º e 4º anos do Ensino Fundamental, anos iniciais, pela sua inspiração, dedicação pelo ato e por sua forma de ensinar, que me fez escolher essa grandiosa profissão que é ser professor. Aos meus professores do ensino Fundamental e Médio em Barra do Choça pelos ensinamentos, aulas ministradas, em especial ao professor João Kerson, de Física, pois foi através de suas aulas, que aprendi a gostar de Física e escolher como opção para a graduação. Aos professores da graduação em Física da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia pelas valiosas aulas ministradas, pelos ensinamentos, apoio e incentivo ao prosseguimento na formação acadêmica.

Ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência – PIBID – UESB – Ensino Profissionalizante, o qual me deu oportunidade de trabalhar e desenvolver experimentos interessantes na escola e, principalmente, me familiarizar com a sala de aula, com o trabalho docente, além disso, pelo aporte financeiro como a bolsa mensal, que ajudou a me manter durante curso. Esse programa foi de extrema importância durante a minha graduação, pois ajudou financeiramente e, também, na inserção ao ambiente escolar, principalmente em sala de aula. Aos meus professores do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF da UESB pelas aulas, pelas trocas de experiências e conhecimento. Ao meu orientador Dr. Jornandes Jesus Correia e coorientador Dr. Luizdarcy de Matos Castro pelas valiosas sugestões, contribuições e parceria na realização deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

RESUMO

A educação científica contemporânea enfrenta um desafio paradoxal, mesmo considerando que vivemos em uma era repleta de equipamentos fundamentados pela teoria da Física Moderna e Contemporânea (FMC), que abrange conteúdos desde a microeletrônica até a geração de energia renovável. Apesar dessa evolução contundente, os currículos escolares de nível médio permanecem, em grande parte, ancorados na física clássica do século XIX. Diante desse problema, vimos apresentar esta dissertação, em que se propõe uma intervenção pedagógica estruturada visando mitigar esse distanciamento, por meio da abordagem da energia solar fotovoltaica e a robótica educacional, utilizando brinquedos solares como vetores para a introdução, de forma indireta, de conteúdos de física quântica e física do estado sólido. Nesse sentido, vimos apresentar a elaboração e a aplicação de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), alicerçadas na Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica de Marco Antônio Moreira. Os resultados obtidos demonstram êxito na abordagem proposta, especialmente no que se refere ao uso de ferramentas que incorporam a realização de atividades práticas. A aplicação da UEPS revelou-se eficaz ao estabelecer uma conexão mais acessível entre os conteúdos abordados e a observação física dos fenômenos na prática, buscando, assim, gerar um aprendizado significativo e duradouro para os alunos do 3º ano do Ensino Médio.

Palavras-Chave: Ensino Médio, Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, Brinquedos Solares, Conservação de Energia.

ABSTRACT

Contemporary science education faces a paradoxical challenge, even considering that we live in an era full of equipment based on the theory of Modern and Contemporary Physics (MCP), which encompasses content ranging from microelectronics to renewable energy generation. Despite this significant evolution, secondary school curricula remain largely anchored in 19th-century classical physics. Faced with this problem, this dissertation proposes a structured pedagogical intervention aimed at mitigating this disconnect, through the approach of photovoltaic solar energy and educational robotics, using solar toys as vectors for the indirect introduction of quantum physics and solid-state physics content. In this sense, we present the development and application of a Potentially Meaningful Teaching Unit (PMTU), based on Marco Antônio Moreira's Critical Meaningful Learning Theory. The results obtained demonstrate success in the proposed approach, especially regarding the use of tools that incorporate practical lessons. The application of UEPS proved effective in establishing a more accessible connection between the content covered and the physical observation of phenomena in practice, thus seeking to generate meaningful and lasting learning for 3rd-year high school students.

Keywords: Elementary education, meaningful learning, Mechanical waves, Study of Sound.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Revisão de literatura – Dissertações e artigos encontrados.....	22
Tabela 2 –	Revisão de literatura – Artigos encontrados em Revistas.....	24
Tabela 3 –	Diferenças entre sequência didática tradicional e uma UEPS.....	35
Tabela 4 –	Cronograma detalhado das etapas da pesquisa.....	54
Tabela 5 –	Etapas de desenvolvimento da sequência didática (UEPS).....	57

LISTA DE SIGLAS

MNPEF – Mestrado Nacional Profissional Em Ensino de Física

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

PIBID – Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência

UEPS – Unidade de Ensino Potencialmente Significativa

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade

CTSA – Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

TDICs – Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação

TAS – Teoria da Aprendizagem Significativa

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 –	Levantamento de dados dos conhecimentos prévios.....	74
Gráfico 2 –	Nível de conhecimento dos alunos.....	75
Gráfico 3 –	Elevação do nível de conhecimento dos alunos.....	82
Gráfico 4 –	Resultado geral do nível de conhecimento dos alunos.....	83
Gráfico 5 –	Resultado da construção do conhecimento dos alunos.....	88
Gráfico 6 –	Resultado por níveis de conhecimento.....	109
Gráfico 7 –	Aproximação por níveis conhecimento.....	110

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Funcionamento da célula fotovoltaica de silício.....	45
Figura 2 –	Fotograma do vídeo Como funciona um motor eléctrico - Motor CC explicado	46
Figura 3 –	Apresentação referente ao passo 1 da sequência didática.....	59
Figura 4 –	Questões do teste de sondagem referente ao passo 2 da sequência.....	60
Figura 5 –	Exposição dos brinquedos solares.....	61
Figura 6 –	Questões problematizadas.....	62
Figura 7 –	Demonstração dos brinquedos solares aos alunos.....	64
Figura 8 –	Alunos fazendo a leitura dos textos propostos sobre os conteúdos.....	65
Figura 9 –	Relato individual.....	67
Figura 10 –	Alunos durante a realização da oficina de montagem.....	68
Figura 11 –	Alunos fazendo a demonstração dos brinquedos solares.....	69

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 JUSTIFICATIVA	13
1.2 A CONTEXTUALIZAÇÃO E A PROBLEMATIZAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA	14
1.3 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA	16
1.4 OBJETIVO GERAL.....	17
1.4.1 Objetivos Específicos.....	17
1.5 QUESTÃO DE PESQUISA	18
2 O ESTADO DO CONHECIMENTO - REVISÃO DE LITERATURA.....	19
2.1 Trabalhos relacionados ao tema da pesquisa.....	19
2.2 Análise de artigos encontrados na literatura.....	24
3 REFERENCIAL TEÓRICO	28
3.1 A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL	31
3.1.1 Processos Cognitivos Fundamentais na UEPS.....	33
3.2 A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA E AS UEPS DE MARCO ANTÔNIO MOREIRA.....	35
4 O PRINCÍPIO DA CONSERVAÇÃO DA ENERGIA	37
4.1 INTRODUÇÃO.....	37
4.2 O PRINCÍPIO DA CONSERVAÇÃO DA ENERGIA COMO FUNDAMENTO TEÓRICO PARA O FUNCIONAMENTO DE BRINQUEDOS MOVIDOS A ENERGIA SOLAR.....	38
4.3 REVISÃO HISTÓRICA E CONCEITUAL.....	38
4.3.1 FORMULAÇÃO MATEMÁTICA E TRANSFORMAÇÕES DE ENERGIA.....	39
4.3.2 Conversão Fotovoltaica.....	40
4.3.3 Conversão Eletromecânica	40
4.3.4 Energia Cinética e Conservação.....	40
5 APLICAÇÃO EM CONTEXTO EDUCATIVO: BRINQUEDOS SOLARES COMO FERRAMENTA DE ENSINO.....	41
5.1 FUNDAMENTOS FÍSICOS: DA CÉLULA SOLAR AO MOTOR ELÉTRICO.....	42
5.1.1 O Efeito Fotovoltaico e a Física dos Semicondutores.....	42
5.1.2 Conversão Eletromecânica: O Motor CC.....	46
5.1.3 CONSIDERAÇÕES PEDAGÓGICAS	47
5.2 Conclusão do capítulo	47
6 METODOLOGIA.....	48
6.1 NATUREZA E ABORDAGEM DA PESQUISA	48

6.2 SUJEITOS E LOCUS DA PESQUISA.....	48
6.3 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS	48
6.4 PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DOS DADOS	49
7 SEQUÊNCIA DIDÁTICA DETALHADA (A UEPS).....	50
Passo 1: Definição do Tópico e Mapeamento de Conhecimentos Prévios.....	50
Passo 2: Situação-Problema em Nível Introdutório (Organizador Prévio)	50
Passo 3: Diferenciação Progressiva (Aprofundamento Conceitual)	51
Passo 4: Reconciliação Integrativa (Explorando Relações e Contradições)	52
Passo 5: Aprendizagem Colaborativa (Uso do Conhecimento).....	52
Passo 6: Avaliação da Aprendizagem (Recursiva)	53
Passo 7: Avaliação Somativa Individual.....	53
Passo 8: Análise da Própria UEPS.....	53
7.1 CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO	54
7.2 RECURSOS NECESSÁRIOS E VIABILIDADE	55
7.2.1 Recursos Materiais	55
7.2.2 RECURSOS HUMANOS	55
7.3 RESULTADOS ESPERADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	55
7.4 INDÍCIOS DE RESULTADOS	56
7.5 DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	57
7.6 DEFINIÇÃO DO TEMA E LEVANTAMENTO DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS	58
7.6.1 Situação-problema em nível introdutório para ancorar o novo conhecimento	61
7.6.2 Exposição do conteúdo destacando os aspectos mais gerais a partir da diferenciação progressiva.....	64
7.6.3 Retomar os aspectos mais gerais em níveis mais altos de complexidades	66
7.6.4 Conclusão da UEPS – Retomar as características mais relevante do conteúdo buscando a reconciliação integradora	67
8 ANÁLISE DOS DADOS	70
8.1 AVALIAÇÃO DA UEPS.....	111
8.2 CONCLUSÃO.....	112
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	114
REFERÊNCIAS	116
ANEXOS	122
APÊNDICE - PRODUTO EDUCACIONAL.....	128

1 INTRODUÇÃO

No ano de 2013 ingressei no Curso de Licenciatura em Física da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB Campus de Vitória da Conquista, turma referente a 2013.1, quando tive o primeiro contato com disciplinas do ensino superior especificamente relacionadas com a Física, como física geral e disciplinas voltadas ao ensino. No ano seguinte em 2014, ingressei no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) vinculada à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) ao qual fui bolsista durante os semestres seguintes. Isso foi de extrema importância para a minha formação e para a atuação no ambiente escolar, principalmente relacionada com o ensino de física. Em 2018 com a conclusão do curso, sendo já licenciado em Física, comecei a atuar em sala de aula e buscar estratégias e formas de melhorar o ensino de física, como utilização de experimentos e ferramentas didáticas voltadas para a aprendizagem de certos conceitos da física. Com o passar do tempo vi a necessidade de me especializar mais ainda, de ter uma formação continuada, uma pós-graduação e melhorar ainda mais a prática docente. Desta forma surge o Mestrado Nacional Profissional Em Ensino de Física (MNPEF) ao qual passo a cursar e aprofundar nos estudos e obter novos conhecimentos e saberes para a melhoria da prática docente em sala de aula e consequentemente contribuir para o conhecimento e aprendizagem dos alunos.

No Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), durante a realização das disciplinas, como a disciplina Fundamentos Teóricos em Ensino e Aprendizagem, passo a me interessar pelas sequências didáticas, em especial as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) do professor Marco Antônio Moreira com base na teoria de David Ausubel. Com isso surge uma ideia de aplicar tal sequência para o ensino de transformação de energia e outros conteúdos associados a partir da utilização de brinquedos solares de uma forma prática e também teórica. Desta forma então surge o tema da proposta da dissertação em questão.

No contexto educacional contemporâneo, a busca por estratégias pedagógicas que promovam uma aprendizagem significativa tem sido uma constante preocupação. Neste contexto, a Teoria da Aprendizagem Significativa, proposta por David Ausubel, destaca-se como um referencial teórico fundamental para repensar práticas educacionais e promover uma aprendizagem mais efetiva e duradoura. Nesse sentido, este estudo propõe-se a investigar os impactos de uma sequência didática baseada nos princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, elaborada para abordar a aplicação do conteúdo de transformação de

energia por meio de brinquedos solares de forma prática e teórica especificamente numa turma do 3º ano do Ensino Médio.

O estudo em questão tem como problemática principal a seguinte questão norteadora: como trabalhar de forma significativa o Princípio de Transformação de Energia, fazendo uso de brinquedos solares de forma prática, no 3º ano do Ensino Médio, tendo em vista a importância da apropriação desse conhecimento para compreensão de diversos fenômenos físicos, estudos científicos e tecnológicos presentes na sociedade e no cotidiano do educando?

Neste contexto, a proposta fundamenta-se na utilização da teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel (2000), aliada aos princípios da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) de Moreira (2011; 2016), como estratégia para promover a construção ativa e significativa do conhecimento pelos estudantes. A UEPS propõe uma estrutura sequencial de oito passos, organizada de forma a facilitar a integração dos novos conhecimentos com as estruturas cognitivas preexistentes dos alunos, os conhecimentos prévios, fomentando a aprendizagem significativa.

1.1 JUSTIFICATIVA

No âmbito do ensino de Física no Ensino Médio, é essencial proporcionar aos estudantes uma base sólida de conhecimentos que possibilite a compreensão de fenômenos naturais e de funcionamentos de equipamentos tecnológicos presentes em seu cotidiano, preparando-os para uma participação ativa e crítica na sociedade. Nesse sentido, a introdução de ideias iniciais sobre energia, assume um papel crucial para a compreensão dos fenômenos relacionados às suas transformações, pois constitui um ponto de partida para o estudo mais aprofundado de fenômenos relacionados à Física como ondas eletromagnéticas, efeito fotovoltaico e Efeito Fotoelétrico.

Desse modo, a escolha deste tema justifica-se pela importância de proporcionar aos estudantes um primeiro contato estruturado e significativo com princípios fundamentais da Física, como as energias solar e elétrica e suas transformações, que desta forma, constituem elementos essenciais para compreender fenômenos naturais e tecnológicos presentes no cotidiano. Assim, este estudo visa não apenas avaliar a eficácia dessa sequência didática no processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos de transformação de energia, mas também contribuir para o aprimoramento das práticas pedagógicas voltadas para o desenvolvimento do

pensamento crítico e reflexivo dos estudantes, bem como para a promoção de uma educação científica mais contextualizada e significativa dentro da sociedade em que está inserido.

1.2 A CONTEXTUALIZAÇÃO E A PROBLEMATIZAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA

O ensino de Física no Brasil tem sido historicamente caracterizado por uma abordagem tradicionalista (Braathen, 2012), pautada na transmissão unidirecional do saber científico e na resolução repetitiva de exercícios numéricos sem a devida contextualização (Campos; Paschoal Jr., 2024). Esse modelo, muitas vezes denominado "bancário" (Oliveira, 2021), favorece uma aprendizagem mecânica (Braathen 2012), na qual os estudantes memorizam fórmulas e textos de definições de maneira arbitrária e literal, sem estabelecer conexões substantivas com seus conhecimentos prévios nem com a realidade que os cerca (Braathen, 2012). A consequência imediata é a volatilidade do saber científico. Como consequência, as memorizações das definições para as avaliações são esquecidas logo após essas avaliações, de modo que a estrutura cognitiva do aluno permanece, em sua essência, inalterada. Além da barreira metodológica, ainda existe a defasagem curricular. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) orientam para um ensino que dialogue com o mundo contemporâneo, integrando ciência, tecnologia e sociedade (CTS) (Menezes; Soares, 2023).

No entanto, a Física Moderna que inclui a Relatividade, a Mecânica Quântica e a Física de Partículas é frequentemente relegada ao final do terceiro ano do Ensino Médio, sendo abordada de forma superficial ou suprimida devido à falta de tempo (Menezes; Soares, 2023). Isso priva os estudantes de compreenderem os princípios de funcionamento de artefatos cujos funcionamentos dependem de tecnologias onipresentes, a exemplo do LED, do Laser e, crucialmente para esta pesquisa, das células fotovoltaicas. A questão da Matriz Energética (Goldemberg; Moreira, 2005) coloca-se como um dos temas transversais mais urgentes do século XXI. A transição para matrizes energéticas limpas e renováveis não é apenas um desafio técnico, mas uma necessidade socioambiental imperativa (Camillo, 2021). Nesse contexto, a energia solar fotovoltaica emerge como um tema gerador de excelência. Ela permite conectar princípios macroscópicos de eletricidade (corrente elétrica, diferença de potencial e potência dissipada), com tópicos da física clássica, com princípios microscópicos (fótons, bandas de energia, semicondutores), exclusivos da Física Moderna (Santos, 2022).

A explicação sobre os pormenores que tratam da teoria da transformação de energia solar em energia elétrica necessitaria de entendimento de princípios de Mecânica Quântica e de Semicondutores. Entretanto, a abstração inerente à física quântica representa um obstáculo cognitivo significativo (Pessanha, 2018). Como ensinar sobre elétrons saltando entre bandas de valência e de condução para adolescentes que ainda lutam com a distinção entre corrente elétrica e potencial elétrico? A hipótese central deste trabalho é que a utilização de brinquedos solares atua como uma "ponte cognitiva". Esses artefatos lúdicos servem como organizadores prévios concretos, permitindo que o aluno visualize a transformação de energia em tempo real e manipule as variáveis físicas, transformando a sala de aula em um laboratório investigativo (Hirai, 2017).

Energia é uma grandeza que, indubitavelmente, constitui um dos pilares da ciência moderna (Morais; Guerra, 2013) e um tema transversal de extrema relevância social, econômica e ambiental. No entanto, o ensino dessa grandeza nas escolas brasileiras enfrenta desafios históricos e epistemológicos significativos. Frequentemente, a energia é apresentada aos estudantes de forma fragmentada: como um escalar associado ao movimento na Mecânica ($E_c = 1/2 mv^2$), como calor na Termodinâmica, ou como movimento de elétrons no Eletromagnetismo. Essa compartimentalização dificulta a compreensão de uma visão unificada da energia como uma grandeza que se conserva, que se transforma e se transfere, mas que não se cria nem se destrói (Formentini, 2019; Piffero *et al.*, 2023).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) enfatiza a necessidade de abordar a energia não apenas como uma abstração matemática, mas como um elemento central para a compreensão dos processos naturais e tecnológicos. A habilidade EM13CNT101, por exemplo, prescreve que o estudante deve ser capaz de "analisar e representar as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento" (Menezes; Soares, 2023). Contudo, a transposição didática desses conteúdos muitas vezes falha ao não oferecer ancoradouros (subsúncos) concretos para os alunos, resultando em uma aprendizagem mecânica, em que fórmulas são memorizadas sem a apreensão de seus significados físicos.

Além da barreira conceitual, há ainda o desafio do engajamento. A Física é frequentemente percebida pelos estudantes como uma disciplina árida e desconectada de sua realidade. Nesse cenário, a introdução de tópicos de Física Moderna e Contemporânea (FMC), como a energia solar fotovoltaica e o uso de atividades experimentais lúdicas (brinquedos), surgem como estratégias potentes para despertar o interesse e promover a predisposição para

aprender, condição *sine qua non* para a aprendizagem significativa proposta por Ausubel (Lago, 2022).

O problema de pesquisa que norteia este trabalho pode ser enunciado da seguinte forma: De que maneira uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), estruturada em torno da montagem e análise de brinquedos solares, pode promover a aprendizagem significativa do Princípio de Conservação de Energia e a compreensão das transformações energéticas em alunos do Ensino Médio?

1.3 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA

A relevância desta pesquisa sustenta-se em três pilares fundamentais: Social e Ambiental, Científico e Pedagógico.

Do ponto de vista social e ambiental, a alfabetização científica em energia é vital. O Brasil possui um dos maiores potenciais de Energia Solar do mundo (Máximo, 2024), e a compreensão pública sobre como essa energia é convertida e utilizada é essencial para a cidadania crítica (Centro, 2006). Ao entender o funcionamento físico de uma célula solar, o estudante deixa de ser um mero consumidor de tecnologia ("caixa preta") para se tornar um cidadão capaz de avaliar a eficiência, os custos e os impactos ambientais de diferentes fontes energéticas (Enel, 2021). Em suma, alfabetizar cientificamente os jovens sobre como a energia luminosa se converte em energia elétrica e em energia mecânica não se trata apenas de ensinar Física; mas se trata em formar cidadãos aptos a debater matrizes energéticas, eficiência e sustentabilidade (Piffero *et al.*, 2023). Nesse sentido, o brinquedo solar funciona, assim, como um microcosmo das grandes usinas, permitindo discussões sobre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA).

No âmbito acadêmico, a proposta aborda a necessidade de transposição didática de conteúdos complexos. A literatura aponta uma escassez de materiais didáticos que abordem a física dos semicondutores de maneira acessível ao Ensino Médio (Santos, 2022). Esta dissertação visa preencher essa lacuna, desenvolvendo roteiros experimentais e sequências didáticas que desmistificam o efeito fotovoltaico, diferenciando-o do efeito fotoelétrico clássico e do aquecimento térmico, concepções alternativas comuns entre os alunos (Célula, 2025).

No aspecto pedagógico, a justificativa reside na aplicação rigorosa de uma metodologia baseada na UEPS. Diferente de uma sequência didática comum, a UEPS é desenhada especificamente para fomentar a aprendizagem significativa crítica (Hirai, 2017).

Ela exige um mapeamento inicial dos subsunçores, identificados como conhecimentos prévios, propõe situações-problema desafiadoras e promove a reconciliação integrativa dos princípios físicos.

Esta pesquisa justifica-se pela necessidade de validar metodologias que superem o ensino tradicional expositivo. A UEPS, sistematizada por Marco Antonio Moreira, oferece um protocolo rigoroso e fundamentado para o desenho de sequências didáticas. Diferente de "projetos" ou "feiras de ciências" que por vezes carecem de rigor científico, a UEPS obriga o professor-pesquisador a planejar cada passo visando a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora das grandezas físicas (Costa, 2016). O uso de brinquedos solares neste contexto não é meramente recreativo, mas uma estratégia que visa para materializar conteúdos abstratos, tais como Radiação, Corrente Elétrica, Potência (média e dissipada) em observáveis tangíveis, como velocidade do carrinho, giro do motor do brinquedo solar.

Em suma, validar essa metodologia no contexto de escolas públicas brasileiras, utilizando materiais de baixo custo (brinquedos solares "maker" ou kits educacionais acessíveis), contribui para a democratização de um ensino de Física de alta qualidade (Fortaleza; Ribeiro, 2022).

1.4 OBJETIVO GERAL

Desenvolver, aplicar e avaliar uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) focada no Princípio de Conservação e de Transformação de Energia, utilizando a construção e análise física de brinquedos movidos a energia solar como eixo estruturante, visando promover indícios de aprendizagem significativa em estudantes da 3ª série do Ensino Médio.

1.4.1 Objetivos Específicos

Para alcançar o objetivo geral, definem-se as seguintes metas operacionais:

1. **Mapear os conhecimentos prévios (subsunçores)** dos estudantes sobre a definição de Energia e a sua definição, bem como sobre trabalho, calor e a natureza da luz, identificando concepções alternativas que possam atuar como barreiras ou pontes cognitivas (Camillo, 2021).

2. **Elaborar um Produto Educacional** (sequência didática + kit experimental) que integre os 8 passos da UEPS de Moreira, cobrindo desde a introdução qualitativa até a análise quantitativa da eficiência energética.
3. **Promover a Diferenciação Progressiva** da definição de energia, partindo da definição do princípio da sua conservação para as formas específicas (radiante, elétrica, mecânica, térmica) presentes no funcionamento dos brinquedos solares.
4. **Estimular a Reconciliação Integradora** por meio de atividades experimentais que confrontem a conservação ideal da energia com as perdas reais (dissipação) observadas no sistema, introduzindo conceitos de rendimento e termodinâmica.
5. **Avaliar a evolução de compreensão** dos estudantes por meio da análise comparativa de mapas conceituais (inicial e final) e da resolução de situações-problema que exijam transferência de conhecimento para contextos reais (ex: dimensionamento de sistemas fotovoltaicos residenciais) (Camillo, 2021).

1.5 QUESTÃO DE PESQUISA

Diante do exposto, define-se o problema da pesquisa que norteará esta dissertação: De que maneira a implementação de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), mediada pelo uso experimental de brinquedos solares e focada nos princípios físicos da conversão fotovoltaica, pode promover a aprendizagem significativa de Conservação de Energia em estudantes da 3ª série do Ensino Médio de uma escola privada?

2 O ESTADO DO CONHECIMENTO - REVISÃO DE LITERATURA.

Este capítulo fornece uma variedade de trabalhos que foram encontrados na literatura relacionados ao tema da pesquisa, no que concernem teorias utilizadas, como sequências didáticas, aparatos experimentais, recursos e estratégias didáticas que embasaram a pesquisa. Além disso, apresenta temas relacionados ao ensino de Princípios da Física, como transformação de energia fotovoltaica em energia elétrica.

Uma revisão de literatura fundamenta teoricamente a pesquisa, situa o tema em questão, identifica lacunas de conhecimento e evita repetições de estudos, sendo essencial para garantir a confiabilidade de trabalhos acadêmicos. Nesse sentido, buscando oferecer contribuição à pesquisa sobre o ensino e aprendizado de física, foram aqui observados e analisados trabalhos científicos já publicados em forma de dissertações e produtos educacionais dentro do programa MNPEF e também artigos científicos sobre transformação de energia, que abordem de forma direta novas técnicas, estratégias, experimentos e sequências didáticas que focam no ensino de Física. Esta apreciação compõe o estado do conhecimento, que tem como objetivo mapear e apontar o panorama atual de pesquisa e conhecimento relacionado ao tema abordado, consistindo em uma revisão crítica e sistemática da literatura existente sobre o tópico específico abordado. Desta forma, foram realizadas pesquisas que versam sobre UEPS (Unidade de Ensino Potencialmente Significativa) e sua aplicação, bem como sobre o ensino de transformação de energia relacionada com placas solares fotovoltaicas. As fontes de pesquisas foram dissertações no banco de dados do MNPEF, artigos da Revista Brasileira de Ensino de Física, Caderno Brasileiro de Ensino de Física, pesquisas na base de dados da Scielo e no *site* de pesquisa do *Google*. Foram considerados trabalhos publicados entre os anos de 2016 a 2025, ou seja, no período dos últimos 9 anos. Isso trouxe uma gama de trabalhos riquíssimos que contribuiu para o desenvolvimento da pesquisa em questão.

2.1 Trabalhos relacionados ao tema da pesquisa

Os trabalhos listados na tabela 1 abaixo se articulam em torno de um eixo comum: a busca por inovações no ensino de Física que integrem abordagem de conteúdos, metodologias ativas e contextos socialmente relevantes, tendo a energia — em especial a energia solar —

como elemento estruturador, bem como o uso de sequências didáticas no ensino de física, como as UEPS (Moreira, 2011). Essa produção evidencia uma preocupação consistente com a superação de práticas tradicionais, aproximando-se de referenciais teóricos como a Aprendizagem Significativa, proposta por David Ausubel, e de abordagens contextualizadas como o enfoque CTSA.

Nesse conjunto, os estudos sobre Física térmica com coletor solar, Fundamentos de energia solar fotovoltaica e Sistema de geração solar como instrumento didático indicam uma forte valorização da experimentação e da materialidade dos conceitos físicos, permitindo que os estudantes compreendam processos como transferência de calor, conversão de energia e funcionamento de dispositivos reais. Essa perspectiva é ampliada por trabalhos como Energia solar como tema gerador e Energia fotovoltaica no ensino de Física, que adotam a energia solar como eixo integrador do currículo, promovendo a interdisciplinaridade e o diálogo com questões ambientais e tecnológicas contemporâneas.

A dimensão pedagógica é aprofundada por diversas pesquisas que utilizam a Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), sistematizada metodologicamente por Marco Antonio Moreira. Trabalhos como uma UEPS para o Ensino de Ondas Eletromagnéticas, UEPS sobre Indução Eletromagnética com base nos Três Momentos Pedagógicos e UEPS com Tópicos de Física Moderna e Contemporânea associados à Energia Fotovoltaica demonstram a preocupação quanto à estruturação de sequências didáticas que visam favorecer a ancoragem de novos conhecimentos nos subsunçores dos alunos. Essa mesma lógica aparece em estudos voltados ao ensino fundamental, como O que é o Som? (Pereira, 2024), evidenciando a versatilidade da abordagem.

Além disso, há uma ênfase clara na contextualização tecnológica, como mostram trabalhos sobre o funcionamento de dispositivos Motor Elétrico, Dínamo de Bicicleta, Carros Elétricos e sobre as Conversões de Energia, a Produção e o consumo da Energia Elétrica, frequentemente mediadas por TDICs. Essa abordagem aproxima o ensino da realidade dos estudantes, contribuindo para a alfabetização científica e tecnológica.

Outro aspecto relevante é a articulação com o enfoque CTSA, especialmente em estudos como Energia Fotovoltaica em contexto CTSA e Uso da Energia Fotovoltaica no Ensino Médio, que promovem discussões sobre sustentabilidade, matriz energética e impactos socioambientais. Tais trabalhos reforçam o papel do Ensino de Física na formação de cidadãos críticos, capazes de compreender e intervir em questões contemporâneas.

Por fim, iniciativas como Energia Solar e Ensino de Física: Projeto de Extensão e a construção de *e-book* interativo sobre carros elétricos evidenciam a ampliação dessas propostas para além da sala de aula, integrando ensino, pesquisa e extensão. Essa tríade fortalece a formação docente e amplia o alcance social do conhecimento científico.

De forma integrada, esses trabalhos revelam uma contribuição consistente para o ensino de Física, caracterizada pela contextualização da ciência, inovação metodológica, valorização da experimentação e compromisso com a aprendizagem significativa, tendo a energia, especialmente em suas formas renováveis, como um potente organizador curricular e formativo.

Segue abaixo uma tabela de forma organizada, contendo trabalhos por ano de publicação, título, autor(es) e endereço ou revista.

Tabela 1 – Revisão de literatura – Trabalhos encontrados e analisados.

ANO	TÍTULO	AUTOR(ES)	ENDEREÇO/REVISTA
2016	Física térmica com coletor solar	Silvana Fernandes	https://repositorio.ufsc.br
2017	Energia solar como tema gerador	Jorge Andrade Silva <i>et al.</i>	https://scientiaplenu.org.br
2018	Energia fotovoltaica em contexto CTSA	Carlos Eduardo Lima	https://repositorio.ufmg.br
2019	Uma unidade de ensino potencialmente significativa como instrumento de aprendizagem de ondas eletromagnéticas.	Joane da Silva Santana	MNPEF – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – Vitória da Conquista - BA
2019	Uma unidade de ensino potencialmente significativa fundamentada nos três momentos pedagógicos para o ensino do fenômeno da indução eletromagnética no nível médio.	Sérgio Amaral da Silva	MNPEF – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – Vitória da Conquista - BA
2020	Como funciona um motor elétrico e um dínamo de bicicleta? Equipamentos geradores no ensino de física.	Diorge Darlon Batista Araújo.	MNPEF – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – Vitória da Conquista - BA
2021	Energia fotovoltaica no ensino de Física	Moisés Andrade de Jesus	https://educapes.capes.gov.br
2022	Sistema de geração solar como instrumento didático	Francisco de Assis R. Lima	https://repositorio.uft.edu.br
2022	Fundamentos de energia solar fotovoltaica	Alexandre da Silva Barcellos	https://repositorio.ifrj.edu.br
2022	Uso da energia fotovoltaica no ensino médio	Paulo H. G. Carneiro	https://ri.unir.br
2023	Sequência didática com energia solar fotovoltaica	Lucas H. C. Menezes; Maria R. Soares	https://portaldeperiodicos.ufopa.edu.br
2023	Unidade de ensino potencialmente significativa com abordagem de tópicos de física moderna e contemporânea, inerentes ao processo de transformação da energia solar em fotovoltaica.	Égilo Teófilo Nascimento	MNPEF – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – Vitória da Conquista - BA
2024	O que é o som? Aplicação de uma UEPS na abordagem de ensino das ondas mecânicas no 9º ano do ensino fundamental.	Edvan Souza Pereira	MNPEF – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – Vitória da Conquista - BA
2024	Conversões de energia da produção ao consumo de eletricidade: uso de TDICS como instrumento facilitador da aprendizagem.	Emanuel Vitor Rezende do Carmo	MNPEF – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – Vitória da Conquista - BA
2025	Energia Solar e Ensino de Física: Projeto de Extensão	Fábio Soares Paz <i>et al.</i>	https://periodicos.uffs.edu.br
2025	Construção de um texto didático sobre a física dos carros elétricos no formato ebook interativo através da unidade de ensino potencialmente significativa.	Marcel Francisco Figueredo Barbosa	MNPEF – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – Vitória da Conquista - BA

Fonte: O autor (2025).

A Tabela 1 reúne um conjunto de estudos relevantes publicados entre 2016 e 2025, evidenciando a evolução das pesquisas relacionadas ao ensino de Física com foco na energia solar e na transformação de energia. Observa-se um crescimento significativo de produções a partir da segunda metade da década de 2010, refletindo o aumento do interesse por fontes renováveis e sua inserção no contexto educacional.

Os trabalhos analisados indicam que a energia solar fotovoltaica tem sido amplamente utilizada como recurso didático para o ensino de grandezas fundamentais da Física, tais como energia, potência, eletricidade e transformação de energia. Estudos como os de Carneiro (2022) e Menezes e Soares (2023) destacam a eficácia de sequências didáticas estruturadas que utilizam placas solares para promover uma aprendizagem mais significativa (CARNEIRO, 2022; MENEZES; SOARES, 2023).

Além disso, observa-se uma forte presença de abordagens experimentais, nas quais a construção e utilização de dispositivos como coletores solares e sistemas fotovoltaicos desempenham papel central no processo de ensino-aprendizagem. Essas práticas favorecem a participação ativa dos estudantes, conforme evidenciado em trabalhos como o de Fernandes (2016), que explora o ensino de Física térmica a partir de um modelo de coletor solar (FERNANDES, 2016).

Outro aspecto relevante identificado na literatura é a integração entre ensino de Física e sustentabilidade. Diversos estudos enfatizam a importância de discutir temas ambientais em sala de aula, promovendo uma formação crítica e consciente dos alunos. Nesse sentido, a energia solar aparece não apenas como conteúdo científico, mas também como ferramenta para abordar questões sociais e ambientais contemporâneas (SANTOS *et al.*, 2018).

Adicionalmente, destaca-se a utilização de metodologias ativas e abordagens interdisciplinares, como o enfoque CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), que contribuem para tornar o ensino mais contextualizado e significativo. Trabalhos como os de Lima (2018) e Santos (2021) evidenciam a importância dessas abordagens na construção do conhecimento científico (LIMA, 2018; SANTOS, 2021).

Por fim, apesar dos avanços identificados, a análise da tabela também revela lacunas importantes, como a necessidade de maior número de estudos voltados à aplicação prática em contextos escolares diversos, bem como investigações que contemplem a inclusão de alunos com necessidades educacionais específicas.

2.2 Análise de artigos encontrados na literatura

Por meio de buscas em sites de revistas como o caderno brasileiro e a revista brasileira de ensino de física foram encontrados diversos artigos relacionados ao tema com destaque para transformação de energia, estratégias de ensino de física com utilização de experimentos, simulações e sequência didática, especialmente a UEPS (Unidade de Ensino Potencialmente Significativa). Segue abaixo uma tabela com diversos artigos que foram encontrados e organizados de acordo com o ano de publicação, o respectivo título, o(s) autor(es) e a referida revista, publicados entre 2006 e 2025.

Tabela 2 – Revisão de literatura – Artigos encontrados em Revistas

ANO	TÍTULO	AUTOR(ES)	REVISTA
2006	O entendimento dos estudantes sobre energia no início do Ensino Médio	BARBOSA, J. P.; BORGES, A. T.	Caderno Brasileiro de Ensino de Física
2008	Energia e suas transformações: uma abordagem conceitual	MOREIRA, M. A.	Caderno Brasileiro de Ensino de Física
2010	Uma proposta para o ensino do conceito de energia	GOMES, A. S.	Caderno Brasileiro de Ensino de Física
2012	Atividades experimentais no ensino de Física: uma análise	ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S.	Revista Brasileira de Ensino de Física
2013	Uso de experimentos de baixo custo no ensino de Física	SILVA, J. R.; SOUZA, C. A.	Revista Brasileira de Ensino de Física
2014	Ensino de energia por meio de atividades investigativas	CARVALHO, A. M. P.	Caderno Brasileiro de Ensino de Física
2015	Sequência didática para o ensino de energia e suas transformações	SANTOS, R. A.; FERREIRA, L. H.	Caderno Brasileiro de Ensino de Física
2016	Simulações computacionais no ensino de energia	MARTINS, A.; VEIT, E. A.	Revista Brasileira de Ensino de Física
2017	Atividades experimentais com materiais de baixo custo	SOUZA, M. A. M.; DUARTE, J. R. R.	Revista Brasileira de Ensino de Física
2018	Ensino de Física com enfoque CTS e Energia	STRIEDER, R. B.; KAWAMURA, M. R.	Caderno Brasileiro de Ensino de Física
2019	Uso de maquetes no ensino de conceitos físicos	OLIVEIRA, P. S.; COSTA, R. S.	Caderno Brasileiro de Ensino de Física
2020	Atividades experimentais de Física na educação básica	autores diversos	Caderno Brasileiro de Ensino de Física
2021	Ensino de Física com experimentos investigativos	LIMA, F. C.; ALVES, G.	Revista Brasileira de Ensino de Física
2022	Uso de simulações no ensino de Física: potencialidades	JAIME, D.	Revista Brasileira de Ensino de Física
2023	Projetos experimentais no ensino de eletromagnetismo	autores diversos	Caderno Brasileiro de Ensino de Física
2024	Sequências didáticas com foco em energia e tecnologia	autores diversos	Revista Brasileira de Ensino de Física
2025	Pesquisas em ensino de Física e práticas experimentais	autores diversos	Caderno Brasileiro de Ensino de Física

Fonte: O autor (2025)

Na Tabela 2 acima podemos notar a gama de trabalhos relacionados ao ensino de Física com o uso de aparatos experimentais, simulações e sequências didáticas com enfoque na aprendizagem por parte dos alunos. Pela cronologia, observamos que desde 2006 até 2025 houve uma série de publicações relacionadas ao ensino de física, artigos estes publicados na Revista Brasileira de Ensino de Física e no Caderno Brasileiro de Ensino de Física, ambos fundamentais para a divulgação de trabalhos científicos e fonte de pesquisa para novos trabalhos.

Dessa forma, a literatura analisada reforça o potencial da energia solar como recurso pedagógico inovador no ensino de Física, ao mesmo tempo em que evidencia a necessidade de novas pesquisas que aprofundem sua aplicação em propostas didáticas estruturadas, como em forma de sequência didático para a aprendizagem e ampliação do conhecimento dos alunos.

De acordo com Barbosa e Borges (2006), os alunos do ensino médio frequentemente demonstram concepções alternativas sobre energia, associando-a a ideias fragmentadas e pouco articuladas. Nesse sentido, os autores afirmam que *“os estudantes tendem a interpretar energia como algo concreto, muitas vezes relacionado apenas ao movimento ou à força, revelando dificuldades em compreender sua conservação e transformação”* (BARBOSA; BORGES, 2006).

Essa dificuldade conceitual reforça a necessidade de abordagens pedagógicas que promovam a aprendizagem significativa. Segundo Moreira (2008), o ensino de energia deve priorizar a construção de significados a partir da interação entre conhecimentos prévios e novos conteúdos, destacando que *“a aprendizagem significativa ocorre quando o aluno consegue relacionar, de maneira não arbitrária, o novo conhecimento com aquilo que já sabe”* (MOREIRA, 2008).

Nesse contexto, as atividades experimentais assumem papel central no ensino de Física. Araújo e Abib (2012) destacam que a experimentação contribui para tornar os conceitos mais concretos e acessíveis, favorecendo a construção do conhecimento científico. Os autores afirmam que *“as atividades experimentais possibilitam ao aluno estabelecer relações entre teoria e prática, promovendo maior engajamento e compreensão dos fenômenos físicos”* (ARAÚJO; ABIB, 2012).

Além disso, o uso de materiais de baixo custo tem sido amplamente defendido como estratégia para democratizar o ensino experimental. Silva e Souza (2013) ressaltam que *“a utilização de recursos alternativos permite a realização de experimentos mesmo em contextos*

escolares com ou sem infraestrutura laboratorial” (SILVA; SOUZA, 2013). Essa perspectiva aproxima-se diretamente da proposta de utilização de brinquedos científicos, que se caracterizam por serem acessíveis, lúdicos e didaticamente eficazes.

Os brinquedos científicos, nesse sentido, constituem uma importante ferramenta pedagógica, pois integram ludicidade e aprendizagem. Segundo Oliveira e Costa (2019), o uso de maquetes e modelos físicos no ensino de Física favorece a visualização de conceitos abstratos, sendo que *“os modelos didáticos permitem ao aluno manipular e observar fenômenos, facilitando a compreensão de conceitos complexos”* (OLIVEIRA; COSTA, 2019).

No campo específico da transformação de energia, tais recursos possibilitam a observação direta de processos como a conversão de energia luminosa em energia elétrica e, posteriormente, em energia mecânica. Esse tipo de abordagem é particularmente relevante quando se trata do ensino de energia solar, tema que ganha cada vez mais destaque devido às questões ambientais e à busca por fontes renováveis.

A energia solar, enquanto fonte limpa e sustentável, apresenta grande potencial educativo. De acordo com Strieder e Kawamura (2018), a abordagem de temas relacionados à ciência, tecnologia e sociedade (CTS) contribui para a formação de cidadãos críticos e conscientes. Nesse sentido, os autores destacam que *“o ensino de Física deve incorporar discussões sobre o uso de tecnologias e suas implicações sociais e ambientais”* (STRIEDER; KAWAMURA, 2018).

A utilização de dispositivos solares em atividades didáticas, como pequenos motores, carrinhos ou hélices movidas por células fotovoltaicas, permite explorar de forma concreta a transformação de energia. Esses dispositivos, frequentemente classificados como brinquedos solares, funcionam como mediadores da aprendizagem, tornando os conceitos mais tangíveis. Martins e Veit (2016) ressaltam que o uso de diferentes recursos didáticos, incluindo simulações e experimentos, amplia as possibilidades de aprendizagem, afirmando que *“a combinação de abordagens experimentais e tecnológicas potencializa o entendimento dos conceitos físicos”* (MARTINS; VEIT, 2016). Nesse sentido, os brinquedos solares podem ser compreendidos como uma interface entre experimentação e tecnologia.

Outro aspecto relevante é o caráter investigativo dessas atividades. Lima e Alves (2021) destacam que práticas experimentais investigativas estimulam o protagonismo dos estudantes, promovendo a construção ativa do conhecimento. Segundo os autores, *“o ensino*

por investigação favorece o desenvolvimento de habilidades científicas, como a formulação de hipóteses e a análise de resultados” (LIMA; ALVES, 2021).

Entretanto, apesar do potencial pedagógico dos brinquedos científicos e das atividades com energia solar, observa-se uma lacuna na literatura no que se refere à articulação explícita entre esses elementos. Grande parte dos estudos aborda separadamente a experimentação, o ensino de energia ou o uso de tecnologias, sem explorar de forma integrada o uso de brinquedos solares como estratégia didática estruturada.

Essa lacuna evidencia a relevância de propostas que integrem esses aspectos, como é o caso das Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS). Baseadas na teoria da aprendizagem significativa, as UEPS buscam organizar o ensino de forma sequencial e contextualizada, favorecendo a construção de significados. Conforme Moreira (2008), *“uma sequência de ensino bem estruturada deve considerar os conhecimentos prévios dos alunos e promover a diferenciação progressiva dos conceitos”* (MOREIRA, 2008).

Assim, a utilização de brinquedos solares no contexto de uma UEPS apresenta-se como uma estratégia promissora para o ensino de transformação de energia. Ao integrar experimentação, ludicidade e contextualização tecnológica, essa abordagem pode contribuir significativamente para a aprendizagem dos estudantes.

Por fim, destaca-se que o ensino de energia, quando associado a práticas concretas e contextualizadas, tende a ser mais significativo e motivador. A incorporação de recursos como brinquedos solares não apenas facilita a compreensão dos conceitos físicos, mas também aproxima o conteúdo da realidade dos alunos, promovendo uma educação científica mais crítica, reflexiva e alinhada às demandas contemporâneas.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo visa apresentar uma articulação a estruturação de um produto educacional referenciada pela teoria da aprendizagem significativa, desenvolvida por David Ausubel e ampliada por Joseph Novak e Marco Antonio Moreira, em que se utiliza o princípio da conservação da energia para explicar o funcionamento de placas solares fotovoltaicas. Essa intersecção permite não apenas compreender o fenômeno físico em si, mas também refletir sobre estratégias eficazes para o ensino e aprendizagem desse conteúdo em contextos educacionais.

No âmbito da teoria da aprendizagem significativa, proposta por David Ausubel, a aprendizagem ocorre quando novas informações se relacionam de maneira não arbitrária e substantiva com conhecimentos prévios relevantes presentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Diferentemente da aprendizagem mecânica, a aprendizagem significativa implica compreensão, retenção e possibilidade de transferência do conhecimento. Segundo Joseph Novak, essa teoria foi ampliada com a proposição de ferramentas como os mapas conceituais, que auxiliam na organização hierárquica dos conteúdos e evidenciam relações entre eles. No contexto brasileiro, Marco Antonio Moreira contribuiu significativamente ao adaptar e difundir essas ideias no ensino de Ciências e Física, enfatizando a importância da predisposição do aluno para aprender e da organização lógica do conteúdo.

Nesse cenário, o ensino do princípio da conservação da energia pode ser potencializado quando vinculado a situações concretas e tecnologicamente relevantes, como o uso de placas solares. O princípio da conservação da energia estabelece que a energia não pode ser criada nem destruída, apenas transformada de uma forma em outra. Em sistemas fotovoltaicos, essa transformação ocorre quando a energia radiante proveniente do Sol é convertida em energia elétrica por meio do efeito fotovoltaico. Esse fenômeno físico envolve a interação entre fótons e materiais semicondutores, geralmente o silício, resultando na liberação de elétrons e na geração de corrente elétrica.

A abordagem desse conteúdo sob a ótica da aprendizagem significativa exige que o professor identifique os conhecimentos prévios dos estudantes sobre energia, eletricidade e fontes renováveis, utilizando-os como subsunçores para a introdução de novos conceitos. Por exemplo, ideias cotidianas sobre luz solar e uso de eletricidade podem servir como ponto de partida para a construção do entendimento mais abstrato do princípio de conservação da energia. Além disso, o uso de analogias, experimentos demonstrativos e recursos visuais pode facilitar a ancoragem dos novos conhecimentos na estrutura cognitiva do aluno.

A contextualização do conteúdo em torno das placas solares também favorece a relevância do aprendizado, uma vez que esse tema está diretamente relacionado a questões contemporâneas, como sustentabilidade e matriz energética. Ao investigar como a energia solar é convertida e utilizada, o estudante não apenas aprende internalizando o princípio físico envolvido, mas também desenvolve uma visão crítica sobre o uso de tecnologias energéticas. Essa contextualização contribui para a aprendizagem significativa ao tornar o conteúdo mais próximo da realidade do aluno e, portanto, mais suscetível à assimilação substantiva.

Adicionalmente, a organização sequencial dos conteúdos, partindo de princípios mais gerais para os mais específicos, conforme proposto por Ausubel, é essencial para a construção de uma estrutura cognitiva coerente. Iniciar a apresentação com uma ideia ampla de energia e de suas formas, avançar para o princípio de conservação e, posteriormente, para a aplicação desse princípio em placas solares, constitui uma estratégia didática alinhada com os pressupostos da teoria. Essa progressão favorece a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora dos conteúdos, processos fundamentais na aprendizagem significativa.

Enfim, a integração entre teoria de aprendizagem e conteúdo disciplinar não deve ser vista como uma justaposição, mas como uma abordagem pedagógica integrada, na qual o conhecimento físico é ensinado de maneira a promover compreensão profunda e duradoura. Ao utilizar o princípio da conservação da energia como eixo estruturante e as placas solares como contexto de aplicação, mediado pelos fundamentos da aprendizagem significativa, cria-se um ambiente propício para a construção ativa do conhecimento científico. Nesse contexto, esta intersecção não apenas favorece a compreensão de fenômenos físicos, mas também orienta a construção de estratégias didáticas capazes de promover aprendizagens profundas, estáveis e transferíveis em contextos educacionais, cuja ancoragem de novas informações não implica em mera associação superficial, mas numa reorganização da estrutura cognitiva, na qual ocorre diferenciação progressiva dos princípios físicos e a reconciliação integradora entre ideias previamente dissociadas. Novak amplia esse referencial ao propor os mapas conceituais como instrumentos de externalização da estrutura cognitiva, permitindo a visualização hierárquica e relações entre as grandezas físicas. Já Moreira, ao difundir e ressignificar essas ideias no contexto brasileiro, enfatiza a intencionalidade pedagógica, a organização lógica do conteúdo e a necessidade de materiais potencialmente significativos, como as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas.

Nesse cenário teórico, o Princípio da Conservação da Energia assume papel estruturante, por se tratar de um dos pilares da Física e por estar associado à ideia de

invariância em sistemas físicos isolados. No contexto de sistemas fotovoltaicos, essa conservação manifesta-se na conversão da energia eletromagnética proveniente da radiação solar em outras formas de energia, a exemplo da eletromagnética, mecânica de movimento, sonora, térmica, dentre outras.

A compreensão detalhada desse processo exige o aprofundamento na Teoria de Bandas dos sólidos, elemento central para a explicação do funcionamento de dispositivos semicondutores. Pois, no silício, os níveis de energia dos elétrons organizam-se em bandas. Uma dessas bandas, a de valência, está ocupada por elétrons ligados. A outra banda, a banda de condução, na qual os elétrons possuem mobilidade suficiente para conduzir corrente elétrica. Entre essas bandas há uma região proibida, denominada *gap de energia*. Quando fótons provenientes da radiação solar incidem sobre a célula fotovoltaica, sua energia pode ser absorvida pelos elétrons se for igual ou superior ao *gap* do material. Esse processo promove a transição de elétrons da banda de valência para a banda de condução, gerando pares elétron-lacuna.

A separação dessas cargas é viabilizada pela junção *p-n* presente nas células fotovoltaicas, que estabelece um campo elétrico interno. Esse campo direciona os elétrons e lacunas em sentidos opostos, criando uma diferença de potencial e, conseqüentemente, uma corrente elétrica quando o circuito é fechado. Assim, a energia radiante é convertida em energia elétrica sem violar o princípio da conservação da energia, mas evidenciando sua manifestação por meio de transformações mediadas por propriedades quânticas da matéria.

Do ponto de vista didático, a abordagem desse conteúdo à luz da aprendizagem significativa exige a identificação dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre energia, luz, eletricidade e magnetismo. Concepções cotidianas, como a ideia de que “o Sol fornece energia” ou de que “a eletricidade vem da tomada”, podem servir como subsunçores iniciais, a partir dos quais se introduzem progressivamente grandezas físicas mais abstratas, como quantização da energia, estrutura eletrônica dos sólidos e mecanismos de conversão de energia. O uso de analogias, como “degraus de energia”, simulações computacionais, experimentos demonstrativos com pequenos painéis solares e mapas conceituais pode favorecer essa ancoragem cognitiva.

Além disso, a contextualização por meio das placas solares amplia a relevância do conteúdo, conectando-o a questões contemporâneas como sustentabilidade, Transição de Energia e Impacto Ambiental. Essa contextualização não apenas motiva o estudante, mas

também promove uma aprendizagem com sentido, na medida em que integra dimensões conceituais, tecnológicas e sociais do conhecimento científico.

A organização sequencial dos conteúdos, conforme proposto por Ausubel, mostra-se essencial nesse processo, partindo de conteúdos mais inclusivos, como energia e suas formas, avançando para o Princípio de Conservação e, posteriormente, aprofundando-se na aplicação desse princípio em sistemas específicos, como os dispositivos fotovoltaicos, incorporando a Teoria de Bandas como elemento explicativo. Essa progressão favorece tanto a diferenciação progressiva quanto a reconciliação integradora, consolidando uma estrutura cognitiva coerente e articulada.

Por fim, a integração entre teoria de aprendizagem e conteúdo disciplinar deve ser compreendida como uma prática pedagógica intencional e indissociável. Ao articular a aprendizagem significativa com o princípio da conservação da energia e com a Teoria de Bandas aplicada às células fotovoltaicas, constrói-se um ambiente de ensino que transcende a mera transmissão de informações, promovendo a compreensão profunda dos fenômenos físicos e o desenvolvimento de uma postura crítica e investigativa diante da ciência e da tecnologia.

3.1 A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL

A teoria da aprendizagem significativa, desenvolvida por David Ausubel, propõe uma compreensão do processo de ensino-aprendizagem centrada na forma como novos conhecimentos se relacionam com estruturas cognitivas já existentes no aprendiz. A estruturação dessa aprendizagem baseia-se, portanto, em três condições fundamentais. A primeira refere-se à existência de conhecimentos prévios adequados, que funcionam como pontos de ancoragem para a incorporação de novos conteúdos. A segunda condição diz respeito à organização lógica e potencialmente significativa do material de ensino, ou seja, os conteúdos devem estar estruturados de forma clara, coerente e relacionável com aquilo que o aluno já sabe. Por fim, a terceira condição envolve a disposição do aprendiz para aprender significativamente, o que implica uma atitude ativa e intencional de estabelecer relações entre o novo e o já conhecido.

Nesse contexto, Ausubel enfatiza o papel do ensino expositivo organizado, no qual o professor atua como mediador do conhecimento, planejando a apresentação dos conteúdos de forma hierárquica, partindo de conceitos mais gerais e inclusivos para os mais específicos.

Um dos instrumentos pedagógicos mais importantes propostos pelo autor são os organizadores prévios, que funcionam como pontes cognitivas entre o conhecimento prévio do aluno e o novo conteúdo a ser aprendido, facilitando a assimilação significativa.

A aprendizagem significativa também envolve dois processos principais: a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora. A diferenciação progressiva consiste no detalhamento gradual dos conceitos mais gerais à medida que novos conteúdos são introduzidos. Já a reconciliação integradora refere-se à capacidade de o aprendiz reorganizar e integrar conceitos, identificando semelhanças, diferenças e relações entre eles, o que contribui para uma estrutura cognitiva mais estável e coerente.

Dessa forma, a teoria de Ausubel destaca a importância de considerar o conhecimento prévio do aluno como elemento central no processo educativo, orientando práticas pedagógicas que favoreçam a construção de significados e a aprendizagem duradoura. Essa abordagem tem grande relevância no ensino de ciências, especialmente na Física, onde a compreensão de conteúdos abstratos depende fortemente da capacidade de relacioná-los a experiências e conhecimentos já consolidados pelo estudante.

Nesse sentido, para Ausubel, a aprendizagem pode situar-se em dois eixos distintos:

1. Eixo da Aprendizagem Mecânica versus Significativa:

- **Aprendizagem Mecânica:** A nova informação é armazenada de forma arbitrária e literal. Não há interação com conceitos relevantes na estrutura cognitiva. É útil para memorizar números de telefone ou fórmulas simples, mas tem baixa retenção e nenhuma transferibilidade (Campos; Paschoal Jr., 2024).
- **Aprendizagem Significativa:** A nova informação interage de maneira substantiva (não literal) e não arbitrária com os subsunçores. O novo conhecimento ganha significado para o aluno, e o subsunçor é modificado e enriquecido no processo. ²

2. Eixo da Aprendizagem Receptiva versus Por Descoberta:

- Ao contrário do senso comum pedagógico, Ausubel defende que a aprendizagem receptiva (aula expositiva, leitura) pode ser significativa, desde que o material seja potencialmente significativo e o aluno tenha disposição para aprender. A aprendizagem por descoberta (laboratórios, projetos) não é garantia automática de significação (Nascimento, 2021).

3.1.1 Processos Cognitivos Fundamentais na UEPS

A metodologia das UEPS desenhada para esta dissertação mobiliza dois processos chave da TAS (Teoria de Aprendizagem Significativa), em que descreve processos dinâmicos que devem ser estimulados durante a UEPS:

- **Diferenciação Progressiva:** O ensino deve partir dos conteúdos mais gerais e inclusivos para os mais específicos. Neste caso, iniciou-se com a Lei de Conservação de Energia (o conteúdo mais amplo) antes de detalhar as equações de potência elétrica ou cinética. Isso permite que o aluno tenha uma "visão do todo" onde as partes específicas possam se ancorar (Nascimento, 2021).
- **Reconciliação Integradora:** O ensino deve explorar explicitamente as relações, semelhanças e diferenças entre conteúdos. O brinquedo solar é uma ferramenta ideal para isso, pois obriga a reconciliação entre "Luz" e "Eletricidade", por meio do efeito fotovoltaico, e entre "Eletricidade" e "Movimento", por meio do efeito motor. Sem essa reconciliação, o aluno pode manter os conteúdos isolados em compartimentos mentais distintos (Nascimento, 2021). Ou ainda, a Aprendizagem significativa acontece quando o aluno percebe as semelhanças e as diferenças entre as definições propostas, reorganizando sua estrutura cognitiva. Por exemplo, reconciliar a ideia de luz como onda (óptica clássica) e luz como partícula (óptica quântica) ao estudar o painel solar (Hirai, 2017).

Em suma, a premissa central de David Ausubel é que o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. A Aprendizagem Significativa ocorre quando uma nova informação interage de maneira não-literal e não-arbitrária com conhecimentos preexistentes na estrutura cognitiva (subsunçores) do estudante (Lago *et al.*, 2022). Diferentemente da aprendizagem mecânica, em que o estudante memoriza fórmulas ou definições para reproduzi-las em provas, devido ao armazenamento arbitrário de informações, a aprendizagem significativa modifica tanto a nova informação quanto o subsunçor. A compreensão sobre "Energia", por exemplo, pode existir na mente do estudante como sinônimo de algo que seja capaz de alterar um sistema. Ao interagir com o significado de energia, o subsunçor inicial é enriquecido e diferenciado, adquirindo maior estabilidade e poder explicativo. Nesta pesquisa, buscamos promover a aprendizagem significativa por intermédio de atividades de descoberta guiada, utilizando brinquedos solares, integradas a momentos de recepção significativa, utilizando princípios físicos como "energia", "luz" e

"corrente elétrica" como subsunções para ancorar as novas grandezas físicas, a exemplo de "fóton", "*band gap*" e "interação radiação-matéria" (Pereira *et al.*, 2018).

De forma resumida, a teoria de Novak está fundamentada na teoria de Ausubel, porém focada em processos afetivos e sociais. Enquanto Ausubel se utiliza de Organizadores Prévios, como ferramentas chave, Novak utiliza-se de Mapas Conceituais (Marques, 2023).

A aprendizagem significativa, conforme proposta por David Ausubel e a que foi posteriormente ampliada por Joseph Novak, compartilham um mesmo fundamento teórico, mas apresenta diferenças importantes quanto à ênfase, à operacionalização e ao papel do sujeito no processo de aprendizagem.

Para Ausubel, o foco central está na estrutura cognitiva do indivíduo e na relação entre novos conhecimentos e conceitos previamente existentes, os chamados subsunções. Sua abordagem é predominantemente cognitivista e valoriza o ensino expositivo bem organizado, no qual o professor desempenha um papel essencial ao estruturar o conteúdo de forma lógica e hierárquica. Já Novak, inspirado na teoria ausubeliana, amplia essa perspectiva ao incorporar elementos mais construtivistas e humanistas. Para ele, a aprendizagem significativa não é apenas um processo cognitivo, mas também envolve dimensões afetivas e sociais. Novak enfatiza que aprender significativamente implica em atribuir sentido pessoal ao conhecimento, o que envolve sentimentos, valores e interações com outros indivíduos. Assim, o processo deixa de ser visto apenas como uma assimilação interna e passa a ser compreendido como uma construção ativa de significados.

Uma das principais contribuições de Novak é a criação dos mapas conceituais, uma ferramenta pedagógica que busca tornar visível a estrutura do conhecimento do aluno. Esses mapas permitem representar relações entre conceitos de forma hierárquica e proposicional, favorecendo tanto a organização do pensamento quanto a avaliação da aprendizagem.

Diferentemente de Ausubel, que enfatiza organizadores prévios apresentados pelo professor, Novak propõe instrumentos que colocam o aluno como protagonista na construção e explicitação de seu próprio conhecimento.

Outra diferença relevante está no papel do professor. Em Ausubel, o docente atua principalmente como organizador e transmissor do conteúdo, garantindo que ele seja potencialmente significativo. Em Novak, o professor assume também o papel de facilitador e mediador de experiências de aprendizagem, incentivando a participação ativa, o diálogo e a reflexão do estudante.

Portanto, enquanto Ausubel fornece a base teórica para compreender como ocorre a aprendizagem significativa no nível cognitivo, Novak expande essa teoria ao enfatizar a construção ativa do conhecimento, a importância das dimensões afetivas e o uso de ferramentas didáticas que promovem maior protagonismo do aluno. Essas diferenças tornam a abordagem de Novak especialmente relevante para práticas pedagógicas contemporâneas, que valorizam metodologias ativas e o envolvimento integral do aprendiz no processo educativo.

3.2 A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA E AS UEPS DE MARCO ANTÔNIO MOREIRA

Marco Antônio Moreira expande a teoria ausubeliana ao introduzir a ideia de Aprendizagem Significativa Crítica. Em um mundo saturado de informações, não basta aprender significativamente; é necessário que o aprendiz desenvolva uma postura crítica frente ao conhecimento, entendendo que este é uma construção humana, sujeito a incertezas e mudanças (Campos; Paschoal Jr., 2024).

Para facilitar esse processo em sala de aula, Moreira propôs as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS). As UEPS não são simples sequências didáticas, mas estruturas teóricas de ensino fundamentadas em princípios rígidos para garantir a potencialidade significativa do material.

A tabela a seguir sintetiza os princípios basilares que diferenciam uma UEPS de uma sequência didática tradicional, conforme a literatura (Hirai, 2017):

Tabela 3 – Diferenças entre sequência didática tradicional e uma UEPS

Característica	Sequência Didática Tradicional	Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS)
Ponto de Partida	O conteúdo programático definido pelo livro didático.	O conhecimento prévio do aluno (subsunçores).
Estrutura	Linear, acumulativa.	Recursiva, com diferenciação progressiva e reconciliação integrativa.
Foco	Transmissão de conteúdo pelo professor.	Negociação de significados entre professor e aluno.
Avaliação	Pontual, ao final do processo (prova).	Contínua, recursiva, para monitorar a aprendizagem.
Material	Livro texto padrão.	Diversificado (textos, vídeos, experimentos, mapas conceituais).

Fonte: O autor (2025).

As UEPS são propostas como recurso facilitador para a ocorrência da aprendizagem significativa, por meio da estruturação do processo de ensino na forma de sequência didática, com etapas a serem desenvolvidas. Essa sequência didática possui encaminhamentos lógicos e metodológicos para o desenvolvimento de uma prática de ensino capaz de atribuir significado àquilo que se aprende, promovendo a aprendizagem significativa (Souza; Pinheiro, 2019).

As etapas descritas contemplam processos importantes da aprendizagem significativa, como a modificação de subsunçores, ancoragem, diferenciação progressiva e a reconciliação integradora. As três primeiras fases das UEPS estão centradas sob a ótica da organização do conhecimento a ser estudado, onde o professor identifica os elementos disponíveis na estrutura cognitiva de seus estudantes e/ou cria pontes de ancoragem, por meio da elaboração dos organizadores prévios. A estrutura da UEPS é constituída por 8 passos sequenciais obrigatórios, que embasam a metodologia desta dissertação e serão detalhados na seção de Sequência Didática (Valle, 2022).

Desse modo, a implantação de UEPS tem como objetivo organizar e sistematizar o processo de ensino, oferecendo materiais e procedimentos capazes de desenvolver a aprendizagem significativa em diferentes contextos (Souza; Pinheiro, 2019).

4 O PRINCÍPIO DA CONSERVAÇÃO DA ENERGIA

4.1 INTRODUÇÃO

O Princípio de Conservação da Energia, por ser uma das Leis Fundamentais da Física, ajuda na interpretação e explicação de fenômenos da Natureza. A sua formulação expressa a ideia de que a energia não pode ser criada nem destruída, que não se perde e que deve ser transformada entre as diferentes formas. Com isso, a energia total do universo deve se manter sempre na mesma quantidade. Essa concepção, aparentemente simples, possui implicações profundas não apenas para a compreensão dos fenômenos naturais, mas também para o desenvolvimento de tecnologias e metodologias de ensino que permeiam a ciência Contemporânea.

O termo Energia provém do grego antigo ENÉRGEIA, que se forma a partir de EN, que significa EM (dentro), e ÉRGON (ação). Com isso, ALGO que entra (EM) num sistema que provoca uma transformação (ÉRGON) em pelo menos uma das propriedades desse sistema. É essa propriedade (Energia) que se conserva, que está estruturada pelo Princípio da Conservação da Energia.

No contexto desta dissertação, o Princípio da Conservação da Energia será examinado tanto em sua dimensão histórica e conceitual quanto em seus desdobramentos teóricos e aplicados. Essa abordagem busca estabelecer as bases necessárias para a análise apresentada nos capítulos posteriores, destacando a relevância desse princípio para fundamentar o funcionamento de brinquedos movidos a Energia.

As ideias de Mayer sobre a Conservação da Energia surgiram da sua observação de que o sangue dos seus pacientes ficava mais vermelho (rico em oxigênio) em regiões mais quentes, sugerindo que o corpo necessitava de queimar menos oxigênio para se manter aquecido. Foi a partir dessas ideias que Mayer pôde concluir que a energia pode ser transformada de uma forma para outra sem haver perdas na sua quantidade.

4.2 O PRINCÍPIO DA CONSERVAÇÃO DA ENERGIA COMO FUNDAMENTO TEÓRICO PARA O FUNCIONAMENTO DE BRINQUEDOS MOVIDOS A ENERGIA SOLAR

Este capítulo tem como objetivo apresentar uma fundamentação teórica detalhada sobre esse princípio, destacando sua relevância para o projeto de ensino por meio de brinquedos movidos a energia solar. Serão abordados aspectos históricos, a formulação matemática em diferentes contextos físicos e, principalmente, as transformações energéticas envolvidas na conversão de energia solar em energia cinética, que é o cerne da proposta educativa aqui analisada.

Com isso, esse arcabouço teórico é fundamental para compreender dispositivos modernos de conversão energética, como os brinquedos solares. Neles, a energia solar – uma forma de energia radiante – é convertida sequencialmente em energia elétrica, depois mecânica e, finalmente, cinética, materializando de forma tangível o princípio formulado por Mayer e Joule. A célula fotovoltaica, cujo efeito foi descoberto por Edmond Becquerel em 1839 e desenvolvida no século XX, personifica a aplicação tecnológica direta do princípio de conservação, transformando energia luminosa em energia elétrica sem qualquer perda de totalidade, ainda que com eficiência limitada por fatores materiais e termodinâmicos.

4.3 REVISÃO HISTÓRICA E CONCEITUAL

A "Conservação da energia de Meyer" refere-se ao princípio estabelecido por Julius Robert von Mayer (1814-1878), que em 1842, postulou que a energia não é criada nem destruída, mas transformada de uma forma para outra, sendo o calor uma das energias que pode ser convertida em outras formas, como a energia de movimento. A formulação de Mayer foi crucial para o desenvolvimento da Termodinâmica, estabelecendo um princípio fundamental que unifica o estudo da mecânica e do calor, que também foi formulado de forma independente por outros cientistas como Joule, Colding e Helmholtz, entre 1842 e 1847.

A formulação de Mayer foi crucial para o desenvolvimento da Termodinâmica, estabelecendo um princípio fundamental que unifica o estudo da mecânica e do calor. Quase simultaneamente, Joule realizava experimentos precisos que demonstravam a equivalência entre trabalho mecânico e calor, estabelecendo o valor numérico do equivalente mecânico do

calor. Seus famosos experimentos com pás giratórias em água permitiram quantificar a conversão entre energia mecânica e térmica, consolidando empiricamente o princípio.

Esse princípio também foi formulado de forma independente por outros cientistas como James Prescott Joule, Ludwig A. Colding e Ferdinand Hermann von Helmholtz, entre 1842 e 1847. Em 1847, Helmholtz, em sua obra *Sobre a Conservação da Força*, formulou um dos princípios fundamentais da Física moderna: a conservação da energia. Embora utilizasse o termo “força”, comum na terminologia científica da época, o conceito corresponde ao que atualmente se denomina energia, cuja quantidade total permanece constante em um sistema isolado. Essa sistematização teórica unificou fenômenos mecânicos, térmicos, químicos e elétricos sob um mesmo princípio conservativo.

Apesar de sua contribuição fundamental, o trabalho de Mayer foi inicialmente ignorado e recebido com ceticismo pela comunidade científica da época. A fama de Joule aumentou devido ao seu esforço e dedicação à obtenção de medições mais precisas. Somente no final da sua vida que Mayer recebeu reconhecimento e prêmios por suas descobertas, como a Medalha Copley da Royal Society em 1871.

Neste sentido, a formulação moderna do princípio de conservação da energia é resultado de um longo processo de construção científica, uma vez que desde o século XVII, filósofos naturais como René Descartes e Gottfried Leibniz já discutiam a noção de “força viva”, associada ao movimento dos corpos. Entretanto, foi apenas no século XIX que a ideia de conservação da energia adquiriu consistência teórica e experimental.

Em suma, os trabalhos de Mayer e de Joule foram determinantes para a consolidação da equivalência entre calor e trabalho mecânico. Helmholtz, em 1847, sistematizou esses avanços na obra *Sobre a conservação da força*, estabelecendo o Princípio de Conservação de Energia como uma lei universal. A partir de então, a noção de energia se consolidou como conceito central na física clássica, orientando descobertas em áreas como a termodinâmica, o eletromagnetismo e a mecânica estatística.

4.3.1 FORMULAÇÃO MATEMÁTICA E TRANSFORMAÇÕES DE ENERGIA

O Princípio da Conservação da Energia pode ser expresso matematicamente de diversas formas, dependendo do contexto. Para o sistema em questão – um brinquedo solar –, é possível modelar as transformações de energia utilizando as ferramentas da física clássica e da termodinâmica.

4.3.2 Conversão Fotovoltaica

A energia solar incidente $E_{(Solar)}$ é convertida em energia elétrica $E_{(Elétrica)}$ por meio do efeito fotovoltaico. A eficiência (η) de conversão de uma célula voltaica é dada por:

$$\eta = \frac{E_{(Elétrica)}}{E_{(Solar)}}$$

4.3.3 Conversão Eletromecânica

Por um motor elétrico, energia elétrica é então convertida em energia mecânica. Parte dessa Energia Mecânica que é transformada em Energia de movimento é denominada Trabalho, sendo o Trabalho (W) a Energia Mecânica em estado de transferência que é necessária para movimentar o mecanismo do brinquedo. A eficiência (η') é dada por:

$$\eta' = \frac{W}{E_{(Elétrica)}}$$

4.3.4 Energia Cinética e Conservação

Por fim, o Trabalho (W) proveniente da Energia Mecânica transformada pelo motor é transformado em Energia Cinética ($E_{(Cinética)}$) do brinquedo:

$$E_{(Cinética)} = \frac{1}{2}mv^2$$

Considerando que haja perdas de energia devido ao atrito e dissipação de Energia Térmica, a energia total do sistema isolado (do Sol ao movimento) mantém-se constante, em concordância com o princípio de conservação:

$$E_{(Solar)} = E_{(Elétrica)} + E_{(Dissipada)}$$

Ou ainda

$$E_{(Solar)} = E_{(Cinética)} + E_{(Dissipada)}$$

5 APLICAÇÃO EM CONTEXTO EDUCATIVO: BRINQUEDOS SOLARES COMO FERRAMENTA DE ENSINO

Brinquedos solares representam uma aplicação tangível e motivadora do Princípio da Conservação da Energia, servindo como ferramentas pedagógicas eficazes para ilustrar conceitos abstratos de física de forma concreta e contextualizada. Eles permitem que os estudantes visualizem e compreendam as etapas sequenciais de conversão energética:

1. Energia Solar → Energia Elétrica: captação por painel fotovoltaico, demonstrando o efeito fotovoltaico numa escala acessível.
2. Energia Elétrica → Energia Mecânica: acionamento de um motor elétrico de corrente contínua, que converte energia elétrica em movimento rotativo.
3. Energia Mecânica → Energia Cinética: transmissão do movimento para as partes móveis do brinquedo (rodas, engrenagens, hélices), resultando em movimento visível.

Além de ilustrar o princípio físico fundamental, estes dispositivos facilitam a discussão sobre temas transversais cruciais no século XXI, como:

- Eficiência Energética: Os alunos podem medir e calcular a eficiência de cada etapa de conversão (fotovoltaica, eletromecânica), discutindo onde e por que as perdas energéticas ocorrem (efeito Joule no motor, atrito mecânico, absorção da luz, ...).
- Sustentabilidade e Tecnologias Renováveis: O uso direto da energia solar introduz discussões sobre fontes de energia renováveis, impactos ambientais e a importância da transição energética.
- Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL): A construção ou análise de brinquedos solares pode ser o cerne de projetos interdisciplinares, integrando física, tecnologia, engenharia e até arte (design do brinquedo). No caso desta Dissertação, o projeto está fundamentado pelas Unidades de Ensino Potencialmente Significativas, Marco Antônio Moreira.

Do ponto de vista pedagógico, a materialização da ideia aparentemente abstrata de "conservação de energia" será vivenciada por meio de um objeto familiar como um brinquedo ajuda a combater concepções alternativas persistentes, como a ideia de que a energia "se gasta" ou "acaba". O aluno testemunha diretamente que a energia do Sol é a fonte primária que possibilita todo o movimento, sem que nada seja "consumido" no processo, apenas transformado.

5.1 FUNDAMENTOS FÍSICOS: DA CÉLULA SOLAR AO MOTOR ELÉTRICO

A solidez conceitual é requisito para qualquer proposta de ensino de Física. O uso de brinquedos solares envolve dois domínios físicos principais: a Física dos Semicondutores (Efeito Fotovoltaico) e o Eletromagnetismo (Conversão Eletromecânica). Entretanto, o sistema "carrinho solar" envolve uma cadeia de transformações de energias regida pela Primeira Lei da Termodinâmica (conservação) e limitada pela Segunda Lei (entropia/dissipação).

5.1.1 O Efeito Fotovoltaico e a Física dos Semicondutores

Diferente do efeito fotoelétrico clássico (emissão de elétrons de uma superfície metálica no vácuo), o efeito fotovoltaico ocorre internamente em materiais semicondutores, geralmente o Silício (Si) (Sales, 2024).

1. Estrutura de Bandas:

Em um átomo isolado, os elétrons ocupam níveis discretos de energia. Em um cristal sólido (como o Silício), a proximidade dos átomos faz com que esses níveis se desdobrem em faixas contínuas, chamadas bandas.

- **Banda de Valência (BV):** Completamente preenchida por elétrons envolvidos nas ligações covalentes a $T=0$ K.
- **Banda de Condução (BC):** Vazia a $T=0$ K.
- **Band Gap (Lacuna de Energia – entre a banda de valência e a banda de condução):** A região proibida entre a BV e a BC. Para o Silício, $E_g \cong 1.1$ eV.

2. A Interação Luz-Matéria:

A luz solar é composta por fótons. Quando um fóton com energia $h\nu \geq E_g$ incide sobre o cristal, ele é absorvido, transferindo sua energia para um elétron da BV, que "salta" para a BC. Isso gera um par elétron-lacuna livre para se mover (Energia, 2006).

3. A Junção P-N:

Para separar esses portadores e gerar corrente elétrica útil, cria-se uma junção P-N através de dopagem.

- Para um cristal semicondutor puro, todo elétron excitado para a banda de condução deixa um buraco na banda de valência e, portanto, (o número de elétrons é igual aos de buracos) $N = P$. Entretanto, alguns tipos de impurezas no cristal invalidam essa igualdade. O que nos leva a definição de dopagem, a dopagem é a adição intencional de impurezas doadoras ou aceitadoras a um cristal semicondutor.
- O átomo de silício tem quatro elétrons de valência, que no cristal de silício são cedidos para a banda de valência. Considere agora que o cristal contenha uma impureza de fósforo (poderia ser arsênio ou antimônio), que tem cinco elétrons de valência. Naturalmente, nesse cristal impuro a banda de valência ficará completa e ainda restará um elétron sem um estado disponível naquela banda de energia. Dizemos que o fósforo é um doador no cristal de silício.
- O elétron extra (doador) fica em um nível isolado dentro da banda proibida, em uma posição próxima ao fundo da banda de condução, de forma que tal elétron é facilmente excitado para a banda de condução, tornando-se assim um portador negativo de carga, tais semicondutores, com excesso de elétrons, são denominados tipo n (Chaves, 2001).
- **Tipo-N:** Silício dopado com Fósforo (excesso de elétrons).
- Considere agora que o cristal de silício contenha uma impureza de boro, que tem três elétrons de valência (poderia ser também alumínio ou gálio). Neste caso, a banda de valência terá um estado a menos do que no caso do cristal puro, e aparecerá um nível isolado, denominado nível aceitador, à pequena distância do topo da banda de valência. Por essa razão, o átomo de boro é denominado impureza aceitadora (Chaves, 2001).
- Como consequência, uma vez que o cristal tem um elétron a menos e também um estado a menos na banda de valência, a baixas temperaturas essa banda estará totalmente ocupada e não haverá portadores de carga no nível aceitador. Entretanto, à temperatura ambiente, há uma probabilidade significativa de um elétron ser excitado da banda de valência para o nível aceitador, deixando um buraco naquela banda (Chaves, 2001).
- **Tipo-P:** Silício dopado com Boro (excesso de lacunas).
- Na interface (junção), forma-se uma região de depleção e um campo elétrico interno. É esse campo que "varre" os elétrons excitados para o lado N e as

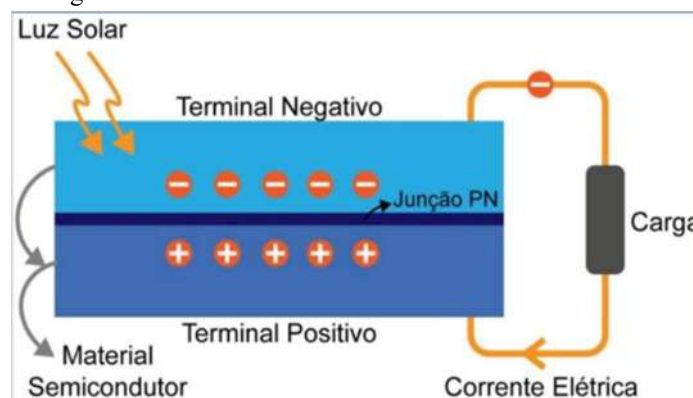
lacunas para o lado P, criando uma diferença de potencial (DDP) nos terminais da célula (Santos, 2022).

- Quando submetemos essa junção a uma tensão direta, a diferença de potencial entre os lados P e N diminui, e os portadores de carga entram, portanto, em um estado permanente em que elétrons da região N migram para a região P e são daí drenados pelo contato elétrico no lado extremo dessa região; ao mesmo tempo, buracos migram da região P para a região N e são neutralizados por elétrons injetados pelo contato no lado extremo dessa região (Chaves, 2001).
- Se a tensão for reversa, a diferença de potencial entre os lados P e N aumenta. E a interdifusão de portadores cessa após um curto transiente (Chaves, 2001).
- Esse é o princípio de funcionamento do diodo. O diodo p-n foi um dos primeiros dispositivos eletrônicos baseados em semicondutores e teve um papel seminal no desenvolvimento da microeletrônica. O diodo p-n conduz corrente eficazmente quando submetido a uma tensão externa positiva, mas essa eficácia é inibida quando a tensão tem um valor negativo. Quando submetido a uma tensão externa alternada, o diodo p-n somente conduz corrente quando a tensão está na fase positiva. Por essa razão, esse diodo é amplamente utilizado em retificadores de corrente, sendo essa uma de suas aplicações mais comuns (Chaves, 2001).
- Os diodos também são utilizados como emissores de luz e designados pela sigla *LED*, do inglês *light emitting diode*. Muitos desses diodos são baseados em junções p-n semelhantes às descritas nos parágrafos anteriores (Chaves, 2001).
- O diodo p-n é submetido a uma tensão direta, e portanto conduz corrente elétrica. Essa corrente decorre do arraste dos buracos da esquerda para a direita e dos elétrons da direita para a esquerda. Na região da junção, cada elétron, situado na banda de condução, decai para a banda de valência, aniquilando um buraco ali existente. Nessa transição do elétron da banda de condução para a banda de valência, um fóton é emitido com energia $h\nu$ ligeiramente inferior à energia E_g do intervalo. Vê-se, portanto, que o LED emite luz quase monocromática, cuja, intensidade é proporcional à corrente elétrica gerada pela polarização positiva.
- A célula fotovoltaica é um dispositivo capaz de converter diretamente energia da luz, usualmente luz solar, em eletricidade. O princípio de operação da célula fotovoltaica é o recíproco do princípio de operação do LED. Este utiliza energia

elétrica para gerar diretamente radiação luminosa, e aquela utiliza radiação luminosa para gerar diretamente energia elétrica (Chaves, 2001).

- Assim, no processo de operação da célula fotovoltaica baseada em uma junção p - n . A radiação com fótons de energia $h\nu < E_g$ não contribui para o funcionamento da célula. Já a radiação com $h\nu > E_g$ é absorvida pelo diodo, provocando excitação de elétrons da banda de valência para a banda de condução. O primeiro efeito da absorção de luz é portando à criação de pares elétron-buraco no material semiconductor. Somente os pares gerados na região próxima à junção são eficazes no processo de geração de energia elétrica. O campo elétrico intrínseco na região da junção arrasta os buracos foto-gerados para a região p e os elétrons excitados para a região n . Na região p , os buracos não encontram elétrons na banda de condução, e, analogamente, na região n os elétrons não encontram buracos para se recombinarem. Dessa forma, cria-se um excesso de buracos na região p e um excesso de elétrons na região n . Em um circuito aberto, o diodo fica em um estado excitado do qual não pode decair (Chaves, 2001).
- Em um circuito fechado por uma carga externa de resistência R , como se vê na figura 1 abaixo, aparece uma corrente reversa no diodo, e nesse processo grande parte da energia absorvida é cedida à carga externa.
- Numa célula fotovoltaica de silício, uma placa de silício tipo p recebe uma forte dopagem tipo n em uma fina camada em uma das suas superfícies, de modo a formar uma junção não abrupta próxima da superfície frontal a ser iluminada. Essa superfície recebe contato elétrico (filme metálico) na forma de pente e um filme dielétrico antirrefletor de luz. A superfície p da placa é totalmente recoberta por um filme metálico, para contato elétrico. A carga R é ligada entre a superfície metalizada e o pente metálico da superfície frontal (Chaves, 2001).

Figura 1 - Funcionamento da célula fotovoltaica de silício



Fonte: Esquema de funcionamento da célula fotovoltaica de silício (Moraes, 2020).

5.1.2 Conversão Eletromecânica: O Motor CC

A corrente elétrica contínua gerada pela célula alimenta um pequeno motor no brinquedo. O princípio físico representado pela componente magnética da Força de Lorentz ($F = qvB$ ou, macroscopicamente, $F = BiL$) (Caldas *et al.*, 2019):

- O motor contém ímãs permanentes (estator) que criam um campo de indução magnética constante;
- A corrente elétrica passa pelas espiras do rotor (armadura);
- A interação entre a corrente elétrica e o campo de indução magnética gera um binário de forças (torque), fazendo o eixo girar;
- Essa rotação é transmitida mecanicamente às rodas (no caso do carrinho) ou a um eixo excêntrico (no caso do gafanhoto vibratório), convertendo energia elétrica em energia cinética (Diy Solar, 2025).

Para uma compreensão mais detalhada do funcionamento de um Motor Elétrico CC, sugerimos o vídeo “Como funciona um motor eléctrico - Motor CC explicado” (Proposta, s.d.).

Figura 2 – Fotograma do vídeo Como funciona um motor eléctrico - Motor CC explicado



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=xOMIXjivDDk>.

5.1.3 CONSIDERAÇÕES PEDAGÓGICAS

A utilização de brinquedos solares como ferramenta educativa alinha-se com uma abordagem *hands-on* e contextualizada de ensino, fundamentada em teorias construtivistas e na Aprendizagem Significativa (Ausubel). Estudos em didática das ciências mostram que a abordagem de grandezas abstratas por meio de experimentos concretos favorece a compreensão conceitual profunda, a retenção de conhecimento e o engajamento dos alunos.

Nesse sentido, o Princípio da Conservação da Energia deixa de ser uma mera equação matemática ou um postulado abstrato e passa a ser vivenciado como um processo dinâmico, observável e mensurável.

5.2 Conclusão do Capítulo

O Princípio da Conservação da Energia, com a sua base histórica robusta e formulação matemática precisa, oferece a fundamentação teórica necessária para entender, projetar e utilizar dispositivos que convertem energia solar em movimento, como os brinquedos educativos propostos nesta dissertação. A sua aplicação neste contexto vai além da validação da universalidade do princípio; torna-o acessível, *engaging* e pedagogicamente potente para estudantes de diferentes níveis.

A próxima etapa desta investigação, que está detalhada no capítulo seguinte, focar-se-á na implementação prática desta proposta didática, incluindo a metodologia de intervenção em sala de aula, a análise de dados recolhidos e a avaliação do impacto na aprendizagem conceitual e no interesse dos alunos pela Física e pelas energias renováveis.

6 METODOLOGIA

6.1 NATUREZA E ABORDAGEM DA PESQUISA

Esta pesquisa define-se como qualitativa, de natureza aplicada e caráter intervencionista (pesquisa-ação pedagógica ou engenharia didática). Diferente de uma pesquisa puramente observacional, o pesquisador atua deliberadamente para modificar a realidade da sala de aula através da implementação de um produto educacional (a UEPS) (Sales, 2024). O foco não está na mensuração estatística de desempenho (embora dados quantitativos possam ser complementares), mas na compreensão profunda dos processos de construção de significado pelos alunos.

6.2 SUJEITOS E LOCUS DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada em uma escola da rede privada localizada na avenida Frei Benjamin, número 90, bairro Patagônia, Vitória da Conquista – BA, com uma turma de 3ª série do Ensino Médio, composta por aproximadamente 10 estudantes. A escolha deste nível de ensino justifica-se pela adequação curricular, uma vez que os tópicos de Eletromagnetismo e Introdução à Física Moderna estão previstos para este ano letivo (Camillo, 2021). A escola selecionada disponibilizou condições mínimas de infraestrutura (sala de aula com projetor e um espaço externo ensolarado para os experimentos).

6.3 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

A triangulação de dados é essencial para a validade da pesquisa qualitativa. Serão utilizados os seguintes instrumentos:

1. **Questionários de Sondagem (Pré-teste):** Questões abertas e situações-problema para mapear subsunçores. Exemplo: "Explique com suas palavras e desenhos como a luz do sol acende uma calculadora" (Pereira *et al.*, 2018).
2. **Mapas Conceituais:** Solicitados em três momentos (início, meio e fim da UEPS). O mapa conceitual é a ferramenta "padrão-ouro" na teoria de Ausubel/Moreira para visualizar a hierarquia conceitual na mente do aluno. Serão analisados buscando-se a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa (Souza; Pinheiro, 2019).
3. **Roteiros de Atividades Experimentais (Folhas de Resposta):** Registros escritos produzidos pelos alunos durante a manipulação dos brinquedos solares, estruturados na

estratégia POE¹. As explicações dadas pelos alunos ("Por que o carro parou na sombra?") revelam seus modelos mentais em evolução (Fortaleza; Ribeiro, 2022).

4. **Diário de Bordo do Pesquisador:** Registro etnográfico das aulas, anotando perguntas chave dos alunos, momentos de conflito cognitivo, engajamento e incidentes críticos (Oliveira, 2019).
5. **Gravação de Áudio/Vídeo:** Das sessões de discussão plenária e apresentações finais, para análise discursiva posterior.

6.4 PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DOS DADOS

Os dados qualitativos serão submetidos à **Análise de Conteúdo** (conforme Laurence Bardin²).

- **Fase de Pré-análise:** Leitura flutuante de todo o material coletado.
- **Exploração do Material:** Codificação e categorização das respostas e mapas. As categorias de análise serão derivadas da Teoria da Aprendizagem Significativa:
 - *Categoria 1:* Evidências de Subsunções (adequados ou frágeis).
 - *Categoria 2:* Indícios de Diferenciação Progressiva (o conceito se tornou mais detalhado?).
 - *Categoria 3:* Indícios de Reconciliação Integrativa (o aluno conectou conceitos antes isolados?).
 - *Categoria 4:* Captação de Significados (o aluno consegue explicar o fenômeno com suas próprias palavras, sem repetição literal).

¹ A estratégia POE (Prever, Observar e Explicar) é um método didático, desenvolvido por White e Gunstone (1992), voltado ao ensino de ciências para investigar as ideias iniciais dos alunos sobre fenômenos físicos. Ela engaja estudantes através de três etapas: fazer previsões, realizar observações de um experimento e explicar as diferenças.

² ANÁLISE DE CONTEÚDO NA PERSPECTIVA DE BARDIN: CONTRIBUIÇÕES E LIMITAÇÕES PARA A PESQUISA QUALITATIVA EM EDUCAÇÃO – disponível em <https://www.scielo.br/j/edur/a/hhywJFvh7ysP5rGPn3QRFWf/?format=pdf&lang=pt>.

7 SEQUÊNCIA DIDÁTICA DETALHADA (A UEPS)

A Unidade de Ensino Potencialmente Significativa proposta segue rigorosamente os 8 passos metodológicos definidos por Moreira (Valle, 2022), integrando as atividades com os brinquedos solares.

Passo 1: Definição do Tópico e Mapeamento de Conhecimentos Prévios

- **Objetivo:** Identificar o que os alunos já sabem para ancorar o novo conhecimento.
- **Atividade:** "Tempestade de Ideias e Mapa Mental Inicial".
- **Procedimento:**
 1. Apresentar o tema: "A Luz como Fonte de Energia e Movimento";
 2. Aplicar um questionário diagnóstico com perguntas provocativas;
 - "A luz empurra as coisas?"
 - "O que existe dentro de um painel solar: uma bateria, um espelho ou areia (silício)?"
 - "Por que uma calculadora solar não precisa ser carregada na tomada?"(Pereira, 2018).
 3. Solicitar a construção de um primeiro mapa mental individual com os termos: *Sol, Luz, Energia, Eletricidade, Calor*.
- **Análise Docente:** Verificar se os alunos confundem efeito fotovoltaico com aquecimento (efeito térmico) e se possuem o conceito de conservação de energia.

Passo 2: Situação-Problema em Nível Introdutório (Organizador Prévio)

- **Objetivo:** Introduzir um organizador prévio (material introdutório de maior nível de abstração, generalidade e inclusividade) ou utilizar uma situação concreta para despertar o interesse.
- **Recurso:** Kits de brinquedos solares (Carrinho Solar e Gafanhoto Solar) (Diy Solar, 202?).
- **Atividade:** "O Mistério do Movimento sem Pilhas".
- **Procedimento (Estratégia POE):**
 1. Levar os alunos a um ambiente ensolarado. Entregar os brinquedos.
 2. **Prever:** Perguntar "O que acontecerá se eu cobrir metade da placa solar com um papel? A velocidade cai pela metade ou o carro para?". Os alunos devem anotar a previsão.

3. **Observar:** Os alunos manipulam os brinquedos, testam sombras parciais, mudam o ângulo em relação ao sol, e testam com luz de lanterna de celular (que geralmente não funciona bem, gerando conflito).
 4. **Explicar:** Os alunos tentam explicar o observado. "Por que a lanterna forte do celular não move o carro, mas o sol sim?"
- **Física Envolvida:** Introdução qualitativa à irradiância e espectro de luz. O brinquedo é o elo concreto entre a luz (imaterial) e o movimento (mecânico).

Passo 3: Diferenciação Progressiva (Aprofundamento Conceitual)

Esta é a fase mais longa, em que as grandezas físicas específicas são introduzidos e conectadas aos subsunçores ativados no Passo 2. Será dividida em módulos.

Módulo 3.1: A Natureza da Luz e o Efeito Fotovoltaico

- **Recurso:** Simulação PhET (Efeito Fotoelétrico) e Quadro interativo.
- **Definições:** Fóton, Quantização de Energia ($E=h\nu$), Dualidade Onda-Partícula.
- **Dinâmica:**
 - Explicar que a luz não é apenas uma onda contínua, mas "pacotes" de energia.
 - Utilizar a analogia: O painel solar não é aquecido para gerar energia; ele é "bombardeado".
 - Introduzir o *Gap* de Energia e a estrutura do Silício. Explicar por que a luz do celular (LED branco/azul de baixa potência total ou espectro específico) pode não ter intensidade ou transporte de fótons suficiente comparado ao sol para vencer a inércia do motor, ou explicar a diferença espectral.
 - Retomar o experimento do Passo 2: "Cobrir metade da placa reduz a corrente elétrica (número de elétrons fluindo), diminuindo a força do motor".

Módulo 3.2: Do Painel ao Movimento - O Circuito Elétrico

- **Recurso:** Multímetros e os painéis solares dos brinquedos desconectados dos motores.
- **Atividade Experimental:** Medindo a Curva I-V (simplificada).
- **Procedimento:**
 1. Conectar o painel ao multímetro. Medir Tensão de Circuito Aberto (V_{oc}) e Corrente de Curto-Circuito (I_{sc}) sob o sol (Campos; Farias, 2010).
 2. Variar o ângulo de incidência ($\theta=0^\circ$, $\theta=30^\circ$, $\theta=60^\circ$, $\theta=90^\circ$).
 3. Construir gráfico *Corrente x Ângulo*.

4. Introduzir a Lei do Cosseno e a importância do posicionamento dos painéis (Geografia/Astronomia) (Teixeira; Souza, 2021).

- **Grandeza Física:** A corrente elétrica é proporcional ao número de fótons que atingem a área ativa.

Módulo 3.3: O Motor Elétrico (Eletromagnetismo)

- **Recurso:** Motores desmontados e ímãs.
- **Conceitos:** Campo Magnético, Força Magnética (Lorentz), Torque.
- **Explicação:** A energia elétrica gerada pelas "bolinhas de luz" (fótons) empurrando elétrons cria uma corrente. Essa corrente, ao passar no fio enrolado dentro do motor (que tem ímãs), sofre uma força lateral. Essa força faz o eixo girar.
- **Síntese:** Luz → Eletricidade → Magnetismo → Movimento Mecânico (Motores, 202?).

Passo 4: Reconciliação Integrativa (Explorando Relações e Contradições)

- **Objetivo:** Reconciliar aspectos aparentemente contraditórios ou desconexos.
- **Atividade:** "Debate de Mitos e Verdades".
- **Questões para Debate:**
 - "Painel solar funciona em dia nublado?" (Reconciliação: Luz difusa possui fótons, mas em menor densidade. Gera tensão, mas pouca corrente).
 - "Painel solar funciona melhor no calor do deserto?" (Contraintuitivo: Semicondutores perdem eficiência com o calor. Reconciliação entre efeito fotovoltaico vs. efeito Joule).
 - "Se eu colocar uma lupa em cima do carrinho, ele corre mais?" (Concentração de fótons vs. Superaquecimento).
- **Resultado Esperado:** Os alunos refinam seus mapas conceituais, distinguindo claramente *Energia Luminosa* de *Energia Térmica* e *Tensão (Diferença de Potencial)* de *Corrente elétrica*.

Passo 5: Aprendizagem Colaborativa (Uso do Conhecimento)

- **Atividade Maker:** "O Grande Prêmio Solar".
- **Desafio:** Em grupos, os alunos devem otimizar seus carrinhos para uma corrida de 5 metros.

- **Variáveis permitidas:** Alterar o ângulo da placa, aliviar o peso do chassi (retirar partes plásticas inúteis), lubrificar eixos. Não podem trocar o motor ou a placa.
- **Exigência:** Antes da corrida, cada equipe deve entregar uma "Ficha Técnica" justificando as alterações com base na física (ex: "Reduzimos a massa para aumentar a aceleração conforme $F=ma$ já que a Força F do motor é limitada pela corrente máxima da placa") (Abreu *et al.*, 2009).
- **Dinâmica Social:** Cooperação intragrupo e competição intergrupos, simulando um ambiente de engenharia real.

Passo 6: Avaliação da Aprendizagem (Recursiva)

- A avaliação não ocorre apenas no final. Durante o "Grande Prêmio Solar" (Passo 5), o professor circula com uma prancheta avaliando a argumentação oral dos alunos.
- Verifica-se se eles usam termos científicos ("irradiância", "corrente", "atrito") ou termos de senso comum ("força da luz", "bateria fraca").
- Feedback imediato é fornecido para corrigir rotas de pensamento.

Passo 7: Avaliação Somativa Individual

- **Objetivo:** Verificar a aquisição de significados e a retenção.
- **Instrumento 1:** Elaboração de um novo Mapa Conceitual Final. Este será comparado com o inicial (Passo 1). Espera-se ver mais conteúdos, mais conexões cruzadas e proposições válidas.
- **Instrumento 2:** Situação-Problema Escrita. "Você foi contratado para projetar um sistema de bombeamento de água para uma comunidade isolada. O sistema para de funcionar ao meio-dia, apesar do sol forte. Analisando a temperatura e a fiação, elabore duas hipóteses físicas para o problema e sugira soluções." (Testa a compreensão da eficiência térmica e conexões elétricas).
- **Critério de Sucesso:** O aluno demonstrar que aprendeu a *aprender* sobre o tema, e não apenas repetiu definições (Nascimento, 2021).

Passo 8: Análise da Própria UEPS

- Fase metacognitiva da pesquisa. Após a aplicação, o pesquisador analisa: A sequência foi eficaz? Os brinquedos ajudaram ou distraíram? O tempo foi suficiente?

- Os resultados dessa análise compõem o capítulo de "Resultados e Discussão" da dissertação, sugerindo melhorias para futuras aplicações.

7.1 CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

O mestrado profissional ou acadêmico geralmente tem duração de 24 meses. O cronograma abaixo detalha as etapas da pesquisa.

Tabela 4 – Cronograma detalhado das etapas da pesquisa

Período	Etapas	Descrição Detalhada
Mês 1-12	Disciplinas e Fundamentação	Cumprimento de créditos em disciplinas. Levantamento bibliográfico sobre UEPS, Ensino de Física e Energia Solar. Escrita do projeto definitivo.
Mês 7-9	Design Instrucional	Elaboração da UEPS: escrita dos roteiros, compra e teste dos brinquedos solares, preparação dos questionários. Submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP).
Mês 10-11	Exame de Qualificação	Defesa da proposta perante banca examinadora. Ajustes metodológicos baseados no feedback da banca.
Mês 12	Contato com o Campo	Seleção da escola, reuniões com a gestão e apresentação da proposta aos alunos e responsáveis (TCLE).
Mês 13-15	Intervenção Pedagógica	Aplicação da UEPS em sala de aula (Fase de coleta de dados). Estima-se 10 a 12 encontros de 2 horas-aula.
Mês 16-18	Análise de Dados	Transcrição de áudios/vídeos, análise dos mapas conceituais e questionários. Categorização dos dados conforme Bardin e Ausubel.
Mês 19-22	Escrita da Dissertação	Redação dos capítulos: Introdução, Teoria, Metodologia, Relato de Experiência, Análise de Resultados e Conclusões.
Mês 23	Revisão e Depósito	Revisão gramatical e normativa. Depósito da versão final para a banca.
Mês 24	Defesa Final	Apresentação pública da dissertação.

Fonte: O autor (2025).

7.2 RECURSOS NECESSÁRIOS E VIABILIDADE

7.2.1 Recursos Materiais

A viabilidade econômica é um ponto forte desta proposta, pois utiliza materiais de baixo custo ou reutilizáveis.

- **Kits Solares:** 10 unidades de carrinhos solares "DIY" (Do It Yourself) e 10 unidades de carrinhos solares. Custo estimado unitário baixo (importação ou kits educacionais nacionais) (Diy Solar, 202?).
- **Instrumentação:** 5 Multímetros digitais básicos (muitas escolas já possuem).
- **Apoio:** Lâmpadas halógenas (ou refletores LED potentes) para simulações em dias de chuva.
- **Papelaria:** Cartolinas, *post-its* e canetas coloridas para os mapas conceituais.

7.2.2 RECURSOS HUMANOS

- Pesquisador (mestrando).
- Professor regente da turma (caso o pesquisador não seja o docente da turma).
- Orientador.

7.3 RESULTADOS ESPERADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A expectativa central desta dissertação é a de apresentar um método para ensinar Física Moderna no Ensino Médio de forma acessível, rigorosa e engajadora, superando o estigma de que são conteúdos "difíceis demais" ou "demasiadamente matematizados".

Espera-se que os dados coletados evidenciem:

1. **Evolução Conceitual:** Uma transição clara nos mapas conceituais dos alunos, saindo de noções fragmentadas para uma estrutura proposicional integrada que relacione corretamente fótons, elétrons e energia.
2. **Engajamento Discente:** Que o uso dos brinquedos solares aumente a motivação intrínseca, transformando a passividade habitual em curiosidade investigativa.
3. **Produto Educacional Validado:** A entrega final incluirá não apenas a dissertação, mas um "Caderno Didático" com a UEPS completa, roteiros de montagem dos brinquedos e guias para o professor, permitindo a replicabilidade da proposta em outras escolas públicas (Silva; Neves; Santo, 2024).

Conclui-se que esta proposta de mestrado se alinha perfeitamente com as tendências contemporâneas de ensino de ciências, unindo a robustez teórica da Aprendizagem Significativa Crítica com a inovação prática da cultura e da sociedade, bem como das energias renováveis. Ao desvendar a física oculta em um simples brinquedo solar, esperamos acender nos alunos não apenas um *LED*, mas a compreensão de como a ciência ilumina e transforma o mundo (Cultura, 2025).

7.4 INDÍCIOS DE RESULTADOS

Os dados obtidos foram analisados por meio das respostas dos alunos, de suas falas, de forma qualitativa e quantitativa a fim de mostrar evidências de aprendizado significativo durante a aplicação das etapas da sequência.

Como análise qualitativa, foram observados:

- 1 – Engajamento e participação perante apresentação dos temas propostos, dos brinquedos solares de forma concreta ao longo da aplicação da sequência;
- 2 - Comparações entre as estruturas das respostas dos testes de sondagem de conhecimentos prévios e posterior evolução do entendimento acerca dos conteúdos.
- 3 – Avaliação das respostas dadas pelos alunos através das próprias falas realizadas por meio de entrevista individual.

Buscou-se a partir destas informações, indícios do avanço na estrutura conceitual dos conteúdos abordados que comprovasse um aprendizado significativo fixado por complementação de conhecimento prévio e evolução dos subsunçores.

Como análise quantitativa foi realizada um conjunto de três elementos para verificação do grau de aprendizagem dos alunos que consistiu em: Teste de sondagem inicialmente, questões problematizadas, relato individual e por fim uma entrevista de forma individual com cada aluno. Esta análise tem como finalidade fazer um panorama da turma de forma quantitativa a respeito dos níveis de aprendizados alcançados em geral.

Para apreciação quantitativa dos resultados, foram determinadas uma relação de conceitos para cada elemento utilizado de acordo com as respostas dos alunos, definidas como:

- **Respostas insatisfatórias:** Aquelas que representam alguma relação com conhecimento de mundo, porém sem nenhuma evidência física ou aquelas em que se nota a total falta de conhecimento sobre o exposto.

- **Respostas parcialmente satisfatórias:** Aquelas que representam alguma relação com o conhecimento de mundo, apresentando algum contexto físico na sua estrutura, todavia de forma incompleta ou superficial.
- **Respostas satisfatórias:** Aquelas que representam alguma relação com o conhecimento de mundo, contendo algum embasamento físico consistente, mesmo que não seja completamente abrangente.

Desta forma os resultados são apresentados na forma de porcentagem, levando em consideração o nível de acerto e o mais próximo em cada questão por conceito estabelecido. Para o resultado geral da turma será considerado o conhecimento construído e adequado para os questionamentos acerca dos temas propostos durante as atividades.

7.5 DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Na tabela abaixo estão todas as etapas e o que foi desenvolvido durante toda a sequência didática, bem como a carga horária utilizada. Por meio desta tabela percebem-se os passos correspondentes a UEPS de uma forma direta e resumida. As Unidades de Ensino Potencialmente Significativas de Marco Antônio Moreira, prevê um total de 8 passos que serão exibidos na referida tabela e ao longo das discussões que seguirão.

Tabela 5 – Etapas de desenvolvimento da sequência didática (UEPS)

Momento	Etapas ou passo	O que foi desenvolvido	Nº de encontros	Carga horária
1	Definição do conteúdo a ser abordado	Conversa inicial com os alunos informando o que será estudado e como se dará o trabalho. Informações gerais sobre a proposta.	1 Encontro (1 aula)	50 min
2	Verificação dos subsunsores	Aplicação de um teste de sondagem para a verificação dos conhecimentos prévios dos alunos.	1 Encontro (2 aulas)	100 min
3	Proposição de situações – problema	Apresentação dos brinquedos e aplicação de questões problematizadas. Os brinquedos se movimentam, por quê? O que está associado ao funcionamento dos brinquedos?	1 Encontro (2 aulas)	100 min
4	Apresentação do conhecimento a partir da diferenciação progressiva	Apresentação dos conteúdos físicos essenciais para ampliação do saber. Feita uma abordagem dos conteúdos , os diferentes tipos de energia e sua transformação por meio de textos de aprofundamento.	1 Encontro (2 aulas)	100 min

5	Proposição de uma nova situação – problema em nível mais elevado de complexidade	Feito questionamentos mais aprofundados. Como as placas fotovoltaicas transformam a energia solar em energia elétrica? Proposição de um relato individual.	1 Encontro (1 aula)	50 min
6	Conclusão da UEPS	Retorno das características mais relevantes dos conteúdos anteriores (Realizei uma oficina com os brinquedos , envolvendo os conteúdos estudados, com vista a promover a aprendizagem significativa crítica).	1 Encontro (3 aulas) OBS.: Na 1ª aula, exposição dos principais pontos dos conteúdos. 2ª e 3ª aulas realização da oficina.	150 min
7	Avaliação da aprendizagem por meio da UEPS	As avaliações serão realizadas durante todos os passos da UEPS de forma somativa e individual. Realizei uma entrevista de forma individual com todos os alunos.	1 Encontro (1 aula)	50 min
8	Avaliação da UEPS	Neste momento fiz uma análise dos indicadores de êxito da UEPS. A UEPS será considerada exitosa se tais indicadores demonstrarem que houve aprendizagem significativa crítica.	-	-
Carga horária total				12h/aula

Fonte: O autor (2025).

7.6 DEFINIÇÃO DO TEMA E LEVANTAMENTO DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS

A aplicação da sequência didática teve início com uma apresentação da proposta do projeto e do conteúdo a ser estudado. Foi feita uma explanação com o uso de *slide* sobre a sequência. A apresentação em si criou nos alunos uma expectativa, uma certa vontade em aprender sobre os brinquedos solares, algo novo para eles. O objetivo da apresentação é aguçar a curiosidade dos alunos pelo tema e servir como um ativador para a aprendizagem.

Os alunos explanaram sua opinião a respeito do que foi exposto na apresentação, onde foi levantado o questionamento da importância de se entender conteúdos de Física a partir da prática com objetos concretos como os brinquedos solares.

Em seguida, foi aplicado um teste de sondagem com o objetivo de verificar os conhecimentos prévios dos alunos. Foi solicitado aos alunos para responderem todas as questões de forma clara a respeito do que eles sabiam e conheciam acerca de energia, transformação e algumas relações entre grandezas da física.

Figura 3 - Apresentação referente ao passo 1 da sequência didática



Fonte: O autor (2025).

Na figura acima é possível observar a atenção de alguns alunos durante a apresentação do passo 1 da sequência, mostrando, assim, a expectativa em conhecer a proposta e a participar da pesquisa em si. Como o objetivo nesse passo foi o de levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos, como forma de obter tais conhecimentos por meio das respostas, foi aplicado um questionário em forma de sondagem que pode ser visto na Figura 4 abaixo.

Figura 4 – Questões do teste de sondagem referente ao passo 2 da sequência

(Teste de sondagem)

Aluno (a): _____

Responda as questões abaixo:

1) Dentro do contexto da Física, o que você conhece sobre energia?

2) Cite algumas formas de transformação de energia.

3) Força, velocidade e energia tem alguma relação?

Sim () Não ()

4) Para que um objeto possa girar é necessário?

(a) velocidade (b) energia (c) força (d) pressão (e) densidade

5) Considere a situação: Alguém empurra um carrinho de brinquedo e ele começa a se mover, logo para. Quais grandezas físicas você consegue identificar?

6) O que significa algo se conservar?

7) Dentro do contexto da Física você já ouviu falar em conservação ou princípio de conservação de algo?

Sim () Não (), se sim qual? Cite algum exemplo. _____

8) Imagine você acionando o botão de um motor e este motor comece a funcionar “a girar”, quais grandezas estão associadas a este funcionamento? _____

9) Na sua opinião o que acontece quando os raios do Sol incidem numa superfície?

10) Complete a frase: A luz solar pode ser aproveitada para... _____

Fonte: O autor (2025).

7.6.1 Situação-problema em nível introdutório para ancorar o novo conhecimento

Nesta etapa ou passo, buscou-se introduzir de forma prática os brinquedos solares nos quais os alunos tiveram contato de forma prática. Todos os brinquedos foram expostos sobre a mesa da sala de aula, onde foi solicitado aos alunos para que fizessem um semicírculo em volta da mesa para poderem visualizar melhor. Os alunos, à primeira vista, se surpreenderam com os brinquedos, gostaram muito e ficaram bastante curiosos, perguntando os nomes dos brinquedos, como funcionavam, porque tinham placas em cima, se foram construídos pelo próprio professor, e assim ficaram na expectativa de verem os brinquedos funcionando. A proposta foi apenas fazer a exposição dos brinquedos para aguçar a curiosidade dos alunos e posterior aprofundamento dos conceitos e conteúdos envolvidos.

Os brinquedos em si atuam como organizadores prévios de conhecimento, uma vez que conseguem despertar o interesse do aluno e facilitar a conexão dos seus conhecimentos prévios aos novos conhecimentos abordados. E funcionam como material potencialmente significativo por se estender ao longo das explicações proporcionando a apresentação concreta de detalhes físicos dos conceitos apresentados.

Após fazer a exposição dos brinquedos foi solicitado aos alunos que respondessem uma questão de um conjunto de três questões problematizadas em torno dos brinquedos solares. Então assim foi feito, os alunos responderam à questão solicitada e a partir disso gerou discussão acerca dos temas relacionados à Física como, por exemplo, transformação de energia. Segue abaixo o registro desse momento bem como das questões problematizadas.

Figura 5 – Exposição dos brinquedos solares



Fonte: O autor (2025).

Como pôde ser constatada, a primeira questão consiste em saber a opinião dos alunos, o que eles acharam a respeito do funcionamento dos brinquedos. Nesse dia, como dito anteriormente, os alunos apenas observaram os brinquedos na mesa e a partir dessa observação, responderam somente a primeira questão. Já em outro momento, dando continuidade ao passo 3, no que diz respeito a apresentação dos brinquedos solares e questões envolvendo situações-problema, todos os brinquedos foram colocados numa caixa de papelão e solicitado aos alunos, ainda na sala de aula, que eles se organizassem para ir a um local aberto do lado de fora da escola. Esses alunos foram conduzidos para uma calçada de uma rua ao lado do quarteirão da escola. Nesta calçada, os brinquedos foram retirados da caixa e foram apresentados um por um. Nesse ínterim, os alunos ficaram em volta prestando atenção às explicações.

Todos os alunos ficaram ansiosos para verem os brinquedos funcionando. Como havia dez brinquedos solares e dez alunos, foi solicitado que cada aluno colocasse na calçada um dos brinquedos, e assim procederam. Foi uma surpresa para os alunos quando os brinquedos começaram a funcionar, se movendo, girando e vibrando. Os alunos ficaram eufóricos, alguns correram atrás dos carrinhos e outros ficaram manuseando o restante dos brinquedos.

Nesse momento, foi questionado aos alunos acerca do funcionamento dos brinquedos como, por exemplo, qual a principal característica em comum a todos eles? Os alunos responderam acertadamente que todos os brinquedos funcionavam a partir da energia solar. Então, após a demonstração dos brinquedos, retornamos para a sala de aula, onde pedi aos alunos que respondessem as duas questões restantes do material.

As questões restantes consistiam em saber o porquê dos brinquedos se moverem e quais conceitos ou grandezas físicas os alunos conseguiram identificar a partir do funcionamento dos brinquedos. Segue abaixo um registro da demonstração dos brinquedos feito do lado de fora da escola.

Figura 7 – Demonstração dos brinquedos solares aos alunos



Fonte: O autor (2025).

7.6.2 Exposição do conteúdo destacando os aspectos mais gerais a partir da diferenciação progressiva

Neste passo foram apresentados os **conteúdos físicos essenciais** para ampliação do saber em que foram abordados conteúdos sobre ondas eletromagnéticas, energia solar e suas principais características, bem como o funcionamento das placas solares fotovoltaicas. Foram utilizados três textos³ de aprofundamento sobre os conteúdos essenciais relativos aos brinquedos, dando destaque ao princípio de transformação de energia.

No primeiro momento deste quarto passo, deu-se início com a explanação dos textos-base para entendimento dos brinquedos solares, cujos textos serviram de base para a

³ Texto 01: **Ondas eletromagnéticas**. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/o-que-sao-ondas-eletromagneticas.htm>. Acesso em: 15 dez. 2024.

Texto 02: **Energia solar**: O que é, para que serve, como funciona e benefícios. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/energia-solar>. Acesso em: 15 dez. 2024.

Texto 03: **Placa solar**: Como funciona? Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/como-funciona-placa-solar>. Acesso em: 15 dez. 2024.

elaboração do projeto anual da escola. O projeto da escola envolveu o tema sobre brinquedos solares e foi aplicado no mês de novembro de 2024. No início deste quarto passo, após uma breve apresentação dos textos, esses três textos foram distribuídos para servir de base para as discussões. No segundo momento da explanação, foi solicitado que cada aluno fizesse a leitura de uma parte do texto para que não ficasse muito cansativo. Dessa forma, à medida que os alunos iam lendo, o professor da turma fazia a intervenção com explicação dos conteúdos presentes ao longo dos textos. Com isso os alunos compreenderam melhor, tiraram as suas dúvidas, discutiram entre si de forma a propiciar a ampliação dos seus conhecimentos acerca dos tópicos.

Para uma melhor aprendizagem, foi solicitado aos alunos que destacassem, ao longo da leitura, os tópicos mais importantes. Ao final do segundo momento, foi feita uma discussão geral sobre a leitura dos 3 textos, essa discussão foi considerada produtiva pelos alunos. Segue abaixo o registro dos alunos no momento da leitura dos textos:

Figura 8 – Alunos fazendo a leitura dos textos propostos sobre os conteúdos



Fonte: O autor (2025).

Nesta etapa, observou-se a apresentação das grandezas físicas essenciais para uma ampliação do conhecimento. Os alunos tiveram, nessa etapa, uma visão mais científica, voltada para o conhecimento científico dos princípios do mundo natural. Foi feita uma abordagem de conteúdos de Física relacionados aos brinquedos solares como corrente elétrica, ondas eletromagnéticas, efeito fotovoltaico, bem como transformação e conservação

de energia. Foi possível, nesta etapa, os alunos distinguirem ou diferenciar conteúdos físicos, tornando o conhecimento mais acessível para eles. Foram necessárias 2 aulas de 50 minutos cada para aplicação desta etapa.

Para complementar a leitura dos textos, bem como a compreensão dos alunos, também foram disponibilizados dois vídeos⁴ relacionando o funcionamento da célula fotovoltaica e o efeito fotovoltaico.

7.6.3 Retomar os aspectos mais gerais em níveis mais altos de complexidades

Para esta etapa ou passo foi proposta uma nova situação-problema, mas só que agora em um nível mais elevado de complexidade, levando em consideração o aprendizado anterior. Neste caso, foram feitas perguntas ou questionamentos de uma forma mais aprofundada dentro do assunto, como por exemplo, um relato individual de cada aluno acerca das dificuldades, aprendizagens e principais dúvidas sobre os temas discutidos e também sobre a constituição das placas solares que é o principal dispositivo que absorve a energia do Sol (ondas eletromagnéticas) e faz a conversão em energia elétrica, foi questionado a respeito de como as placas fotovoltaicas transformam a energia solar em energia elétrica. Então nesta etapa, como podemos notar a discussão pode ir além de definição de energia e sua conservação para uma visão mais abrangente sobre efeitos relacionados as placas fotovoltaicas.

Nesta etapa como demanda certo tempo para a explanação das respostas dos alunos deve ser utilizado no mínimo uma aula para a sua realização. Os alunos participaram de forma ativa, respondendo aos questionamentos, visto que fizeram leituras indicadas através dos textos trabalhados no passo anterior. Foi questionado por meio deste relato individual as transformações de energia solar em energia elétrica por meio das placas fotovoltaicas presentes nos brinquedos solares, como ocorrem, quais são seus principais constituintes e como são formadas essas placas. Essas perguntas os alunos puderam responder a partir da leitura dos três textos trabalhados e discutidos no passo anterior. Segue abaixo o modelo de relato com as perguntas feitas aos alunos e um vídeo sobre o Efeito Fotovoltaico e seu mecanismo de funcionamento.

⁴ COMO FUNCIONA a célula fotovoltaica. Solarprime Oficial. [S. l.: s. n.], 2019. 1 vídeo (4 min 34 seg.). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=TrR7mtq6djg>. Acesso em: 10 jul. 2025.

EFEITO FOTOVOLTAICO. Beco da Física - Prof Samuel. [S. l.: s. n.], 2021. 1 vídeo (1 min 31 seg.). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=hWrSNKXzchw>. Acesso em: 10 jul. 2025.

Figura 9 – Relato individual

Relato Individual do(a) Aluno(a)

Nome: _____
Ano letivo: 2024

O relato a seguir tem como objetivo apresentar informações relevantes sobre os temas discutidos acerca das transformações de energia solar em energia elétrica por meio das placas fotovoltaicas. Nesse caso a partir das discussões e explicações será necessária uma ampliação do conhecimento, ou seja, um nível mais elevado de complexidade. Dessa forma, faça um relato das atividades desenvolvidas até o momento expondo de forma clara suas aprendizagens, dificuldades e principais dúvidas sobre os temas e conteúdos físicos discutidos.

Pensando numa ampliação do conhecimento e também no aprofundamento de conteúdos de física por meio dos brinquedos solares e dos textos 1, 2 e 3 discutidos em sala de aula, responda a seguinte pergunta: Como as placas fotovoltaicas transformam a energia solar em energia elétrica?

Fonte: O autor (2025).

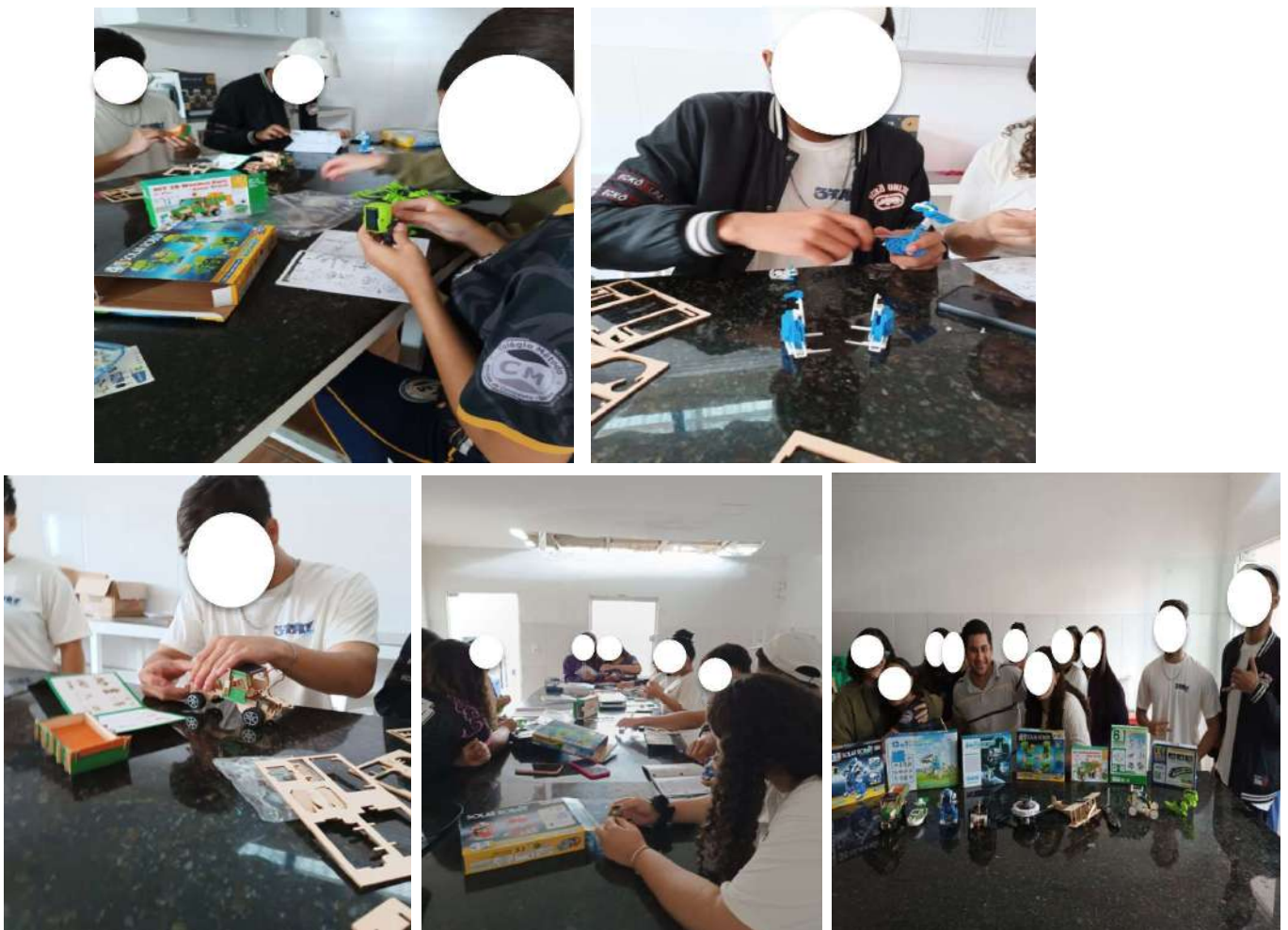
7.6.4 Conclusão da UEPS – Retomar as características mais relevantes do conteúdo buscando a reconciliação integradora

Neste passo ou etapa, por meio de aula expositiva dialogada integradora, se propôs retornar as características mais relevantes dos conteúdos anteriores e assim realizar uma oficina de montagem dos brinquedos solares, discussão dos componentes constituintes, como engrenagens, eixos e motores relacionando assim com os conteúdos de Física como torque,

velocidade angular, frequência angular, corrente elétrica, ondas eletromagnéticas, conservação e transformação de energia dentre outros. Neste passo se deu a conclusão da UEPS, visto que os conteúdos já foram trabalhados e discutidos.

Foi realizada uma oficina uma oficina prática e lúdica de forma que os conteúdos tornaram-se mais significativos para os alunos. Como nessa etapa teve uma parte prática e lúdica, foram necessárias três aulas para a sua realização. Foi observado que durante a realização da oficina houve um engajamento muito grande dos alunos, devido a participação de todos, quando cada um dos estudantes teve a oportunidade de montar o seu próprio brinquedo para expor a sua demonstração e o seu funcionamento. Para esta etapa, a aula toda transcorreu de forma prática e lúdica, uma vez que os alunos manusearam os brinquedos, observaram seus componentes físicos, como peças, placas solares fotovoltaicas, fios e motores elétricos. Dessa forma, puderam vivenciar na prática como se dá o processo de transformação de energia. Segue abaixo registros desse momento com os alunos durante a oficina.

Figura 10 – Alunos durante a realização da oficina de montagem



Fonte - O autor (2025).

Figura 11 – Alunos fazendo a demonstração dos brinquedos solares



Fonte: O autor (2025).

Os alunos puderam ver na prática como os brinquedos funcionam, como se dá o processo de transformação de energia, o mecanismo de conversão de energia solar em energia elétrica por meio das placas fotovoltaicas. Isso traz de certa forma uma aprendizagem significativa para o estudante, pois carrega em si, significado ao que está estudando.

8 ANÁLISE DOS DADOS

O presente capítulo tem por objetivo apresentar a análise dos resultados obtidos, ao longo da sequência didática, com o intuito de verificar os indícios de aprendizagem significativa alcançados. Essa análise se baseia em resultados quantitativos e qualitativos das seguintes etapas: levantamento dos conhecimentos prévios por meio de respostas ao teste de sondagem, questões problematizadas, relato individual e respostas das entrevistas ao longo da sequência, análise de resultados ao término da sequência e observação da evolução das respostas dos alunos desde o início até o término dos estudos.

Para apreciação quantitativa dos resultados, definimos aqui uma relação de conceitos para cada questão, listada a seguir:

- Respostas insatisfatórias: Aquelas que representam alguma relação com conhecimento de mundo, porém sem nenhuma evidência física ou aquelas em que nota-se a total falta de conhecimento sobre o que está sendo exposto.
- Respostas parcialmente satisfatórias: Aquelas que representam alguma relação com o conhecimento de mundo, apresentando algum contexto físico na sua estrutura, porém de forma incompleta ou superficial.
- Respostas satisfatórias: Aquelas que representam alguma relação com o conhecimento de mundo, contendo algum embasamento físico consistente, mesmo que não seja completamente abrangente.

Dessa forma, pretende-se inicialmente entender e mapear a estrutura dos subsunçores dos alunos, relativos a cada particularidade abordada no estudo, nesses três níveis de conhecimento.

Essa análise será ainda efetuada através de observações qualitativas de cada indício de conhecimento, na qual serão consideradas as informações contidas nas respostas dos alunos. Esse processo tem como objetivo verificar possíveis tendências dentro dos conhecimentos prévios dos alunos, revelando assim a origem da sua estrutura cognitiva e possível subsunçores ainda não construídas.

Primeira questão: Dentro do contexto da Física, o que você conhece sobre energia?

Esperava-se com esta questão que os alunos responderiam que energia é a capacidade de um sistema de realizar trabalho (deslocar, girar, mudar) ou de produzir ação/movimento e provocar transformações.

Das respostas apresentadas pelos alunos temos 30% consideradas insatisfatórias, ou seja, apresentaram alguma relação com o conhecimento de mundo, porém sem nenhuma evidência física sobre relacionada com a definição de energia. Já no caso das respostas parcialmente satisfatórias, temos 40%, ou seja, apresenta algum conhecimento de mundo e também relação com a física e o conceito em questão. Os demais 30% responderam com embasamento no conhecimento mais científico, mais físico, com uma definição aproximada do exposto na questão, sendo consideradas respostas satisfatórias.

Segunda questão: Cite algumas formas de transformação de energia.

Nesta questão ocorreu algo interessante, pois tivemos 50% das respostas consideradas satisfatórias, ou seja, condizente com o solicitado na questão, logo, conceitos físicos estruturados e tipos de transformação de energia. Por outro lado, tivemos 50% de respostas consideradas parcialmente satisfatórias e nenhuma resposta insatisfatória, onde se pode notar certo conhecimento do conteúdo por parte dos alunos.

Terceira questão: Força, velocidade e energia tem alguma relação? () Sim () Não.

Na referida questão se pode notar grandezas físicas relacionadas, onde se espera que o aluno responda sim para esse tipo de pergunta. Ao fazer o estudo e análise das respostas, notamos que 90% responderam sim e 10% responderam não. Vale ressaltar aqui que a turma analisada é composta apenas por 10 alunos, neste caso, os 90% correspondem a 9 alunos que responderam sim e apenas 10% que corresponde a 1 aluno respondeu não. Nota-se que houve uma aprendizagem por parte dos alunos, visto que conseguiram assimilar os conceitos e as relações entre grandezas físicas.

Quarta questão: Para que um objeto possa girar é necessário? (a) velocidade (b) energia (c) força (d) pressão (e) densidade

Podemos notar através da questão que a apenas uma alternativa está correta. Neste caso, o estudante é levado a fazer uma “troca” de conceito ou definição, mas para o aluno que já conseguiu adquirir uma aprendizagem mais significativa e consolidada será fácil a sua resposta. A partir das respostas analisadas tivemos 70% que responderam de forma correta, neste caso, 7 alunos e 30% de forma diferente, porém não se pode descartar as respostas destes alunos, visto que fizeram alguma relação com a física e o tema proposto.

Quinta questão: Considere a situação: Alguém empurra um carrinho de brinquedo e ele começa a se mover, logo para. Quais grandezas físicas você consegue identificar?

Já nesse tipo de questão podemos observar que o aluno é levado a externalizar seus conhecimentos de mundo, os seus conhecimentos prévios e relacioná-los com a física por meios das grandezas físicas que estão presentes na situação descrita. No caso das respostas consideramos de forma satisfatória, parcialmente satisfatória e insatisfatória. Por meio da análise em forma de porcentagem notamos que 50% das respostas foram satisfatórias, atendendo ao esperado na questão, 40% das respostas de forma satisfatória, ou seja, uma relação entre o que já conheciam com o que aprenderam, sendo algo muito positivo no estudo em questão. Já os 10% restante foi apenas 1 aluno que respondeu de forma insatisfatória, de forma alguma invalidando sua resposta, visto que aqui devemos considerar alguma relação com o conhecimento de mundo, porém sem nenhuma evidência física, mas que sua resposta deve ser considerada.

Sexta questão: O que significa algo se conservar?

Nesta questão observa-se de forma implícita o Princípio de Conservação da Energia que é uma das Leis Fundamentais da Física que ajuda a interpretar e explicar os fenômenos da Natureza e constitui um dos alicerces fundamentais da Física. Nesse sentido estabelece no aluno um conceito mais abrangente acerca da conservação da energia, bem como sua relação de transformação. Ao analisar as respostas tivemos 50% como respostas satisfatórias, correspondendo a 5 alunos, 20% como respostas parcialmente satisfatórias e 30% com respostas insatisfatórias. Podemos notar aqui um resultado muito expressivo, pois tivemos metade da turma com respostas condizentes com a pergunta em questão.

Sétima questão: Dentro do contexto da Física você já ouviu falar em conservação ou princípio de conservação de algo? Sim () Não (), se sim qual? Cite algum exemplo.

Aqui como na questão anterior, podemos notar a relação entre energia e conservação, neste caso de forma mais clara, o princípio de conservação de energia, visto que aqui exige do estudante um conhecimento mais científico, dentro da física. Notamos a partir das respostas dos alunos que 20% tiveram respostas satisfatórias, dentro do esperado, 40% tiveram respostas parcialmente satisfatórias, ou seja, algo dentro da física e seu conhecimento prévio. Já para os demais, tivemos 40% para respostas insatisfatórias, fugindo de certa forma do

contexto físico. Observa-se que de acordo com as respostas dos alunos carece de um aprofundamento melhor acerca de conceitos relacionados principalmente com energia e outras grandezas físicas.

Oitava questão: Imagine você acionando o botão de um motor e este motor comece a funcionar “a girar”, quais grandezas estão associadas a este funcionamento?

Nesta questão os alunos são levados a buscar no seu cognitivo aquilo que já sabe no seu cotidiano e relacionar com conteúdos de física estudados como, por exemplo: torque, velocidade e energia cinética rotacional. Pelo que se observa da questão, o estudante deve externalizar o seu conhecimento acerca de conteúdos de física que já estudou anteriormente. Como respostas satisfatórias tivemos 20% que corresponde a 2 alunos, 70% de respostas parcialmente satisfatórias que corresponde a 7 alunos e apenas 10% como respostas insatisfatórias que corresponde a 1 aluno. Notamos aqui que houve um número bastante considerável de alunos que conseguem fazer a relação entre o seu conhecimento de mundo e conceitos da física, ou seja, apresentando algum contexto físico na sua estrutura, porém de forma incompleta ou parcial. Por outro lado, na maioria das respostas notamos a presença da palavra energia, logo, se observa a relação que o estudante faz com algo que pode “girar” e que este giro causa certo movimento que por sua vez “gera” um tipo de energia.

Nona questão: Na sua opinião o que acontece quando os raios do Sol incidem numa superfície?

Na questão acima, o estudante pode dar sua opinião sobre o seu conhecimento de mundo, ou seja, o que ele sabe das suas vivências, do seu conhecimento prévio. Neste podemos analisar as respostas de acordo com aquilo que chega mais próximo do conhecimento físico ou científico e assim podemos avaliar as respostas como satisfatórias, parcialmente satisfatórias ou insatisfatórias do ponto de vista da questão exposta. Na análise das respostas tivemos algo muito interessante, onde 50% das respostas foram satisfatórias e 50% parcialmente satisfatórias e nenhuma insatisfatória. Isso nos mostra que os alunos possuem no seu cognitivo, conhecimentos preexistentes que servem para ancorar novos conhecimentos e assim fazer com a aprendizagem se torne significativa. Notamos a partir das respostas analisadas que os alunos souberam relacionar que quando os raios solares incidem na superfície, a superfície por sua vez aquece (esquenta) e este aquecimento provoca um

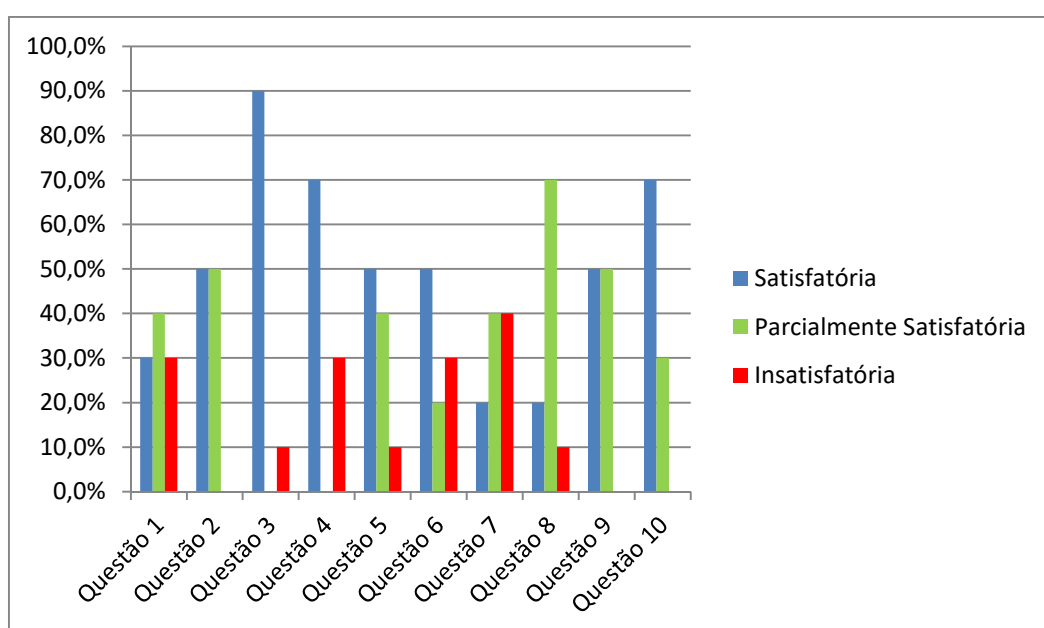
aumento de temperatura. Os raios solares também podem ser aproveitados para a geração de energia solar.

Décima questão: Complete a frase: A luz solar pode ser aproveitada para...

Como podemos notar, a referida questão quer saber do estudante sobre a conversão de energia através da luz solar, ou seja, leva o estudante a pensar em formas de transformação de energia, logo, energia proveniente dos raios solares que pode ser aproveitada para outras finalidades. A partir disso fizemos uma análise das respostas dadas pelos alunos, fazendo sempre uma relação entre o conhecimento que o aluno já sabe como o conhecimento físico e científico. Aqui tivemos um excelente resultado nas respostas dos alunos, onde 70% responderam de forma satisfatória, neste caso indo de acordo com o solicitado na questão, logo responderam que a luz solar pode ser aproveitada para gerar energia, atingindo assim o objetivo pretendido. Já os 30% restantes responderam de forma parcialmente satisfatória e não tivemos respostas insatisfatórias. Contudo o objetivo do teste de sondagem foi alcançado visto que os alunos responderam todas as questões a partir dos seus conhecimentos prévios e também através do conhecimento científico aprendido durante as aulas.

O gráfico abaixo mostra de uma forma geral todas as 10 questões do teste de sondagem com a porcentagem de respostas consideradas satisfatórias, parcialmente satisfatórias e insatisfatórias a título de análise, estudo e comparação.

Gráfico 1 – Levantamento de dados dos conhecimentos prévios

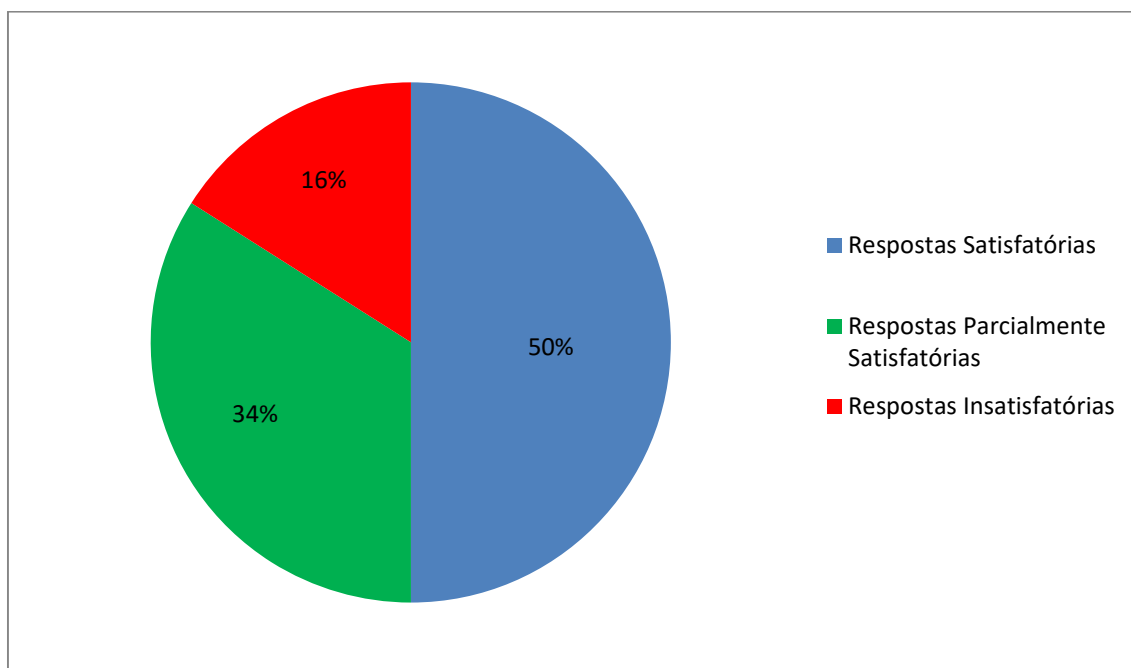


Fonte: Dados da pesquisa.

Como podemos observar através do gráfico, o resultado foi satisfatório, com relação às respostas dos alunos de acordo com o conhecimento prévio e também o conhecimento físico ou científico. O gráfico demonstra que a porcentagem maior foi das respostas consideradas satisfatórias e parcialmente satisfatórias, superando as respostas insatisfatórias. Isso nos mostra que a partir dos conhecimentos prévios dos alunos, os mesmos podem adquirir o conhecimento físico ou científico e assim fazer com que a aprendizagem se torne significativa.

Agora fazendo um levantamento geral podemos analisar a porcentagem total das respostas dos alunos levando em consideração todas as respostas consideradas. Mais uma vez, vale ressaltar que a turma é composta apenas por 10 estudantes. Veja no gráfico abaixo este resultado.

Gráfico 2 – Nível de conhecimento dos alunos



Fonte: Dados da pesquisa.

Este gráfico agora mostra que do total de todas as 10 questões do teste de sondagem, respondidas por todos os alunos, tivemos 50% consideradas respostas satisfatórias, um resultado bastante expressivo. Ficando com 34% de respostas consideradas parcialmente satisfatórias e 16% de respostas insatisfatórias. De modo geral, podemos concluir que as respostas dadas pelos alunos tem relação com o conhecimento científico, levando em consideração o seu conhecimento de mundo.

Para uma análise mais criteriosa e fundamentada iremos destacar todas as respostas que apresentaram vestígios de aprendizagem. A título de análise e comparação iremos identificar cada aluno com as siglas A1, A2, A3, etc. e as respectivas questões como Q1, Q2, Q3, etc. fazendo referência a cada questão do teste de sondagem. Serão colocadas abaixo todas as respostas dadas pelos alunos que demonstre algum grau de conhecimento acerca do que está sendo proposto. Inicialmente, foram questionados sobre uma definição do conceito de energia. Vejamos abaixo as algumas das respostas destacadas.

Respostas do aluno A1 – Q1

1) Dentro do contexto da Física, o que você conhece sobre energia?

Energia é a capacidade de executar um trabalho e "trabalho" significa deslocar, reter, transformar

Respostas do aluno A2 – Q1

1) Dentro do contexto da Física, o que você conhece sobre energia?

Energia é a capacidade de realizar trabalho ou causar mudanças em um sistema.

Respostas do aluno A3 – Q1

1) Dentro do contexto da Física, o que você conhece sobre energia?

Energia é uma grandeza que é capaz de realizar todo trabalho.

Respostas do aluno A4 – Q1

1) Dentro do contexto da Física, o que você conhece sobre energia?

Energia é um conceito físico que pode ser convertida em eletricidade e calor.

Respostas do aluno A8 – Q1

1) Dentro do contexto da Física, o que você conhece sobre energia?

É uma grandeza física muito importante para física pois pode gerar eletricidade e diversos tipos de energia.

Respostas do aluno A10 – Q1

1) Dentro do contexto da Física, o que você conhece sobre energia?

A energia é, por exemplo, o que move as máquinas de vento, ou o que liga as lâmpadas da nossa casa (energia elétrica)

Como podemos observar a partir das respostas dadas pelos alunos, notamos certa relação entre a definição de energia com os conhecimentos prévios. Na questão 2 do teste de sondagem destacamos também algumas respostas. Foi questionado na questão 2 sobre algumas formas de transformação de energia.

Respostas do aluno A1 – Q2

2) Cite algumas formas de transformação de energia.

Potencial, cinética, térmica, elétrica, química, nuclear, outras

Respostas do aluno A2 – Q2

2) Cite algumas formas de transformação de energia.

Energia eólica, energia solar, energia térmica, energia mecânica.

2) Cite algumas formas de transformação de energia.

A energia mecânica pode ser transformada em energia solar, eólica e elétrica.

2) Cite algumas formas de transformação de energia.

A energia mecânica de movimento pode ser transformada em energia elétrica, como ocorre na energia eólica ou na energia proveniente das hidrelétricas.

Como podemos ver, alguns alunos citaram os tipos de energia que conheciam, ou que já estudaram, dessa forma mostrando certa aprendizagem. Já o aluno A10 – Q2 apresentou uma forma de transformação de energia e citou a energia proveniente das hidrelétricas, ou seja, um conhecimento amplo sobre o tema.

Dando continuidade as respostas do teste de sondagem, selecionamos algumas respostas da questão 5, como segue abaixo.

Respostas do aluno A8 – Q5

5) Considere a situação: Alguém empurra um carrinho de brinquedo e ele começa a se mover, logo para. Quais grandezas físicas você consegue identificar?

Força, movimento, velocidade

Aqui se observa na resposta que realmente citou algumas das grandezas físicas presentes na situação descrita.

Respostas do aluno A9 – Q5

5) Considere a situação: Alguém empurra um carrinho de brinquedo e ele começa a se mover, logo para. Quais grandezas físicas você consegue identificar?

Primeiramente, força para empurrar o carrinho e velocidade para o carrinho se mover

er

Respostas do aluno A10 – Q5

5) Considere a situação: Alguém empurra um carrinho de brinquedo e ele começa a se mover, logo para. Quais grandezas físicas você consegue identificar?

A força que a pessoa realiza; a energia de movimento que move o brinquedo e a velocidade que o carrinho pode alcançar até parar.

Nota-se aqui a partir da resposta, associação entre a força aplicada e a energia cinética proveniente do movimento.

A questão 6 do teste de sondagem faz um questionamento sobre algo se conservar, com o objetivo de ampliar o conhecimento para a conservação da energia. Vejamos algumas respostas dadas pelos alunos.

Respostas do aluno A3 – Q6

6) O que significa algo se conservar?

Se manter da mesma forma por determinado tempo.

Respostas do aluno A4 – Q6

6) O que significa algo se conservar?

Algo que não se altera independentemente dos fatores

Respostas do aluno A6 – Q6

6) O que significa algo se conservar?

Significa manter algo da modo que está.

Respostas do aluno A8 – Q6

6) O que significa algo se conservar?

é algo se preservar, se manter intacto

Respostas do aluno A10 – Q6

6) O que significa algo se conservar?

Significa se preservar, permanecer da mesma forma que estava no início ou, simplesmente, se manter igual; original.

Das respostas dadas podemos observar algo em comum, a relação da palavra conservar com as palavras manter, preservar e não se altera. Isso mostra certa aprendizagem sobre o significado para palavra conservar, de posse disso, o conceito pode ser estendido para conservação da energia.

Para concluirmos as respostas seleccionadas do teste de sondagem, destacamos algumas respostas da questão 9, que tem o intuito de saber o que acontece quando os raios solares incidem numa superfície qualquer. As respostas seleccionadas seguem abaixo.

Respostas do aluno A3 – Q9

9) Na sua opinião o que acontece quando os raios do Sol incidem numa superfície?

A superfície esquenta por conta de calor em energia que os raios do sol transmitem.

Respostas do aluno A4 – Q9

9) Na sua opinião o que acontece quando os raios do Sol incidem numa superfície?

Podem gerar energia

Respostas do aluno A5 – Q9

9) Na sua opinião o que acontece quando os raios do Sol incidem numa superfície?

Geram calor e movimento

Respostas do aluno A6 – Q9

9) Na sua opinião o que acontece quando os raios do Sol incidem numa superfície?

Se transforma em energia solar em algumas superfícies.

Respostas do aluno A8 – Q9

9) Na sua opinião o que acontece quando os raios do Sol incidem numa superfície?

A superfície absorve os raios de sol e se aquece

Respostas do aluno A10 – Q9

9) Na sua opinião o que acontece quando os raios do Sol incidem numa superfície?

Em algumas superfícies, estes raios solares podem ser absorvidos, em outros estes raios tendem a retornar em outra direção ou intermedidade,
bem como a relação feita a partir da incidência dos raios solares com a transformação de energia.

Nesta seção iremos fazer uma análise das respostas dos alunos com relação às questões problematizadas em nível introdutório para ancorar o novo conhecimento, visto que aqui os alunos já haviam visto a apresentação dos brinquedos solares. São um total de 3 questões problematizadas, todas questões abertas, discursivas. Para responder a essas questões todos os alunos conseguiram visualizar de perto os brinquedos que foram expostos na mesa da sala de aula e num segundo momento, o seu funcionamento na prática. Aqui também iremos considerar as respostas por meio de níveis, onde serão consideradas da seguinte forma: **Atendeu ao solicitado**, neste ponto será considerado se o aluno respondeu com conceitos relacionados à física, o mais próximo possível do conhecimento científico; **Atendeu parcialmente ao solicitado**, aqui será considerado se o aluno respondeu com seu conhecimento de mundo citando algum conteúdo de física; **Não atendeu ao solicitado**, neste quesito, será aquela resposta que não tem relação com a física e **Não soube responder**, aqui será considerada sem resposta (questão em branco). Segue abaixo as 3 questões com suas análises, comentários e respectivos gráficos com resultados.

Primeira questão: Só olhando e observando os brinquedos na mesa, na sua opinião o que você acha que faz com que eles funcionem?

Como podemos observar na primeira questão, o aluno é levado a explicar com suas palavras, seu conhecimento, como os brinquedos funcionam, apenas fazendo a observação. Ao analisar as respostas dos alunos na primeira questão, conseguimos obter 50% de respostas que atenderam ao solicitado, 40% de respostas que atenderam parcialmente ao solicitado, não teve nenhuma resposta que não atendeu ao solicitado e apenas 10% não soube responder, lembrando que os 10% corresponde apenas a 1 aluno.

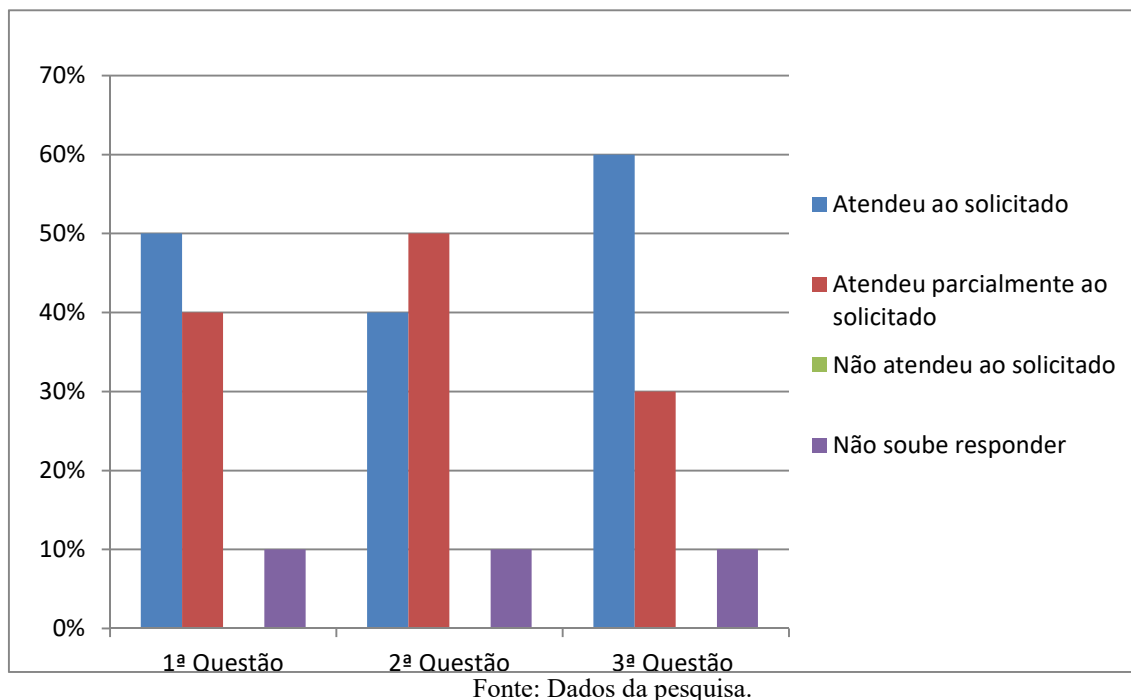
Segunda questão: Agora após a apresentação dos brinquedos, depois de observar os brinquedos funcionando, por que os brinquedos se movimentam?

Na segunda questão é importante destacar que agora os alunos já viram os brinquedos funcionando na prática, ou seja, conseguiram observar os fenômenos físicos sendo aplicados. Espera-se que neste momento os alunos sejam capazes de entender melhor a funcionalidade dos brinquedos e possam ter um conhecimento mais abrangente acerca dos conteúdos e conceitos da física. Ao fazer o levantamento das respostas referentes a segunda questão, obtivemos 40% que atenderam ao solicitado, 50% que atenderam parcialmente ao solicitado, não tivemos nenhuma resposta que não atendeu ao solicitado e apenas 1 aluno não soube responder, correspondendo a 10%. O resultado como podemos observar foi satisfatório nesta questão levando em consideração a porcentagem de respostas que atenderam ao solicitado e parcialmente ao solicitado. Agora vejamos abaixo a terceira e última questão problematizada para análise e comparação de resultados.

Terceira questão: Relate aqui do ponto de vista da Física, os conceitos físicos ou grandezas que você pôde identificar a partir do funcionamento dos brinquedos solares. (Observação: mínimo de 8 linhas para a resposta).

Esta questão foi fundamental para que os alunos pudessem expor quais foram os conteúdos ou conceitos físicos que conseguiram identificar através do funcionamento dos brinquedos solares. Serão analisados aqui, os nomes de conteúdos ou grandezas físicas que os alunos expuseram nas suas respostas, sempre levando em consideração se atendeu ou não ao solicitado na questão. De posse das respostas dadas pelos alunos, tivemos um resultado muito satisfatório e expressivo, onde 60% das respostas atenderam ao solicitado, 30% atenderam parcialmente ao solicitado, não tivemos nenhuma resposta que não atendeu ao solicitado e apenas 1 aluno não soube responder, correspondendo 10% das respostas analisadas. Isso nos revela que realmente a prática é fundamental para a aprendizagem e obtenção do conhecimento, como podemos notar nos resultados das respostas dos alunos. Agora através do gráfico abaixo iremos verificar como ficaram os resultados das respostas em forma de porcentagem das 3 questões analisadas.

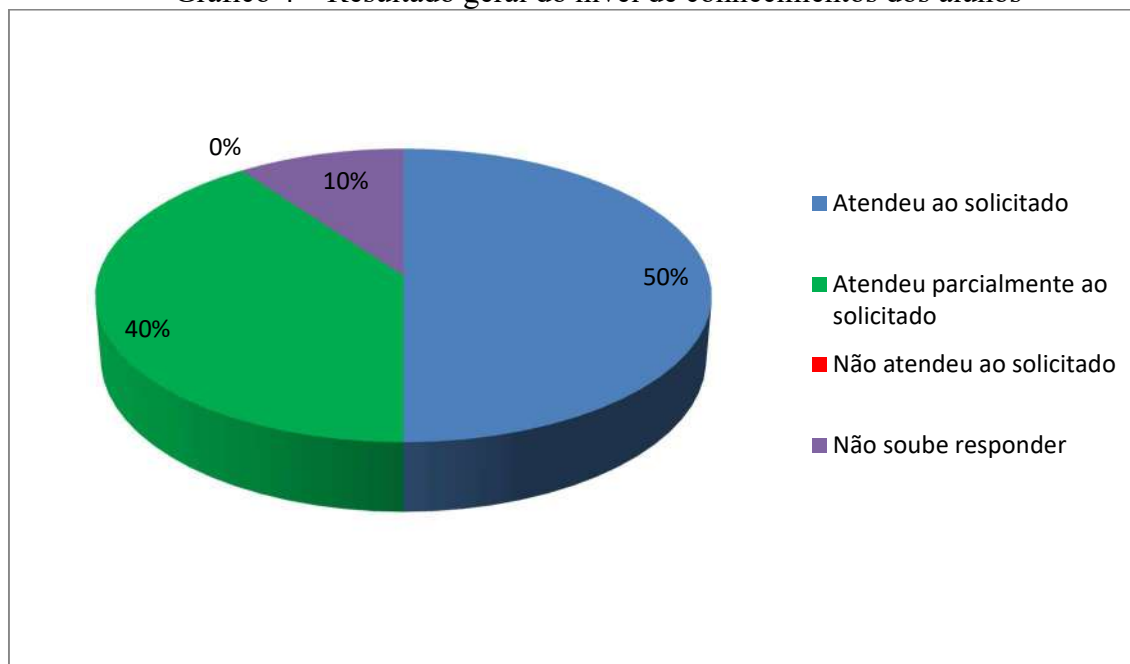
Gráfico 3 – Elevação do nível de conhecimentos dos alunos



No gráfico acima é possível observar a evolução do conhecimento dos alunos após apresentação dos brinquedos solares na prática. Como se pode notar na primeira e terceira questão houve um resultado muito expressivo ao que foi solicitado, chegando aos 50% e 60% respectivamente. Outro fator que chama a atenção é que não houve nenhuma resposta referente ao quesito não atendeu ao solicitado como se pode verificar no gráfico. E isso mostra mais uma vez a importância da utilização de ferramentas práticas no processo de ensino-aprendizagem.

Vamos analisar agora no gráfico abaixo um resultado mais geral, onde serão consideradas todas as respostas dos alunos e logo na sequência será feita uma interpretação e comentário.

Gráfico 4 – Resultado geral do nível de conhecimentos dos alunos



Fonte: Dados da pesquisa.

O gráfico acima nos mostra mais uma vez algo muito importante em relação a teoria e prática, pois a partir da visualização dos brinquedos na prática os alunos tiveram sucesso em suas respostas, como pode ser constatado no gráfico, ou seja, nas 3 questões problematizadas, 50% das respostas atenderam ao solicitado, ao passo que 40% das respostas atenderam de forma parcial ao solicitado e apenas 10% não souberam responder. E algo chama mais atenção que é o fato de todos terem alguma noção de conceitos da física e fazer de alguma forma uma relação entre o que está sendo exposto, não tendo por exemplo nenhuma resposta que não atendeu ao solicitado. Como anteriormente, faremos uma exposição das respostas dos alunos, referentes a todas as questões e sempre identificando os alunos com as siglas A1, A2, A3, etc. e as questões com as siglas Q1, Q2 e Q3.

Outro instrumento para a coleta de dados com o objetivo de identificar vestígios de aprendizagem, foi um conjunto de 3 questões, denominadas questões problematizadas. Dessa forma os alunos responderam as questões antes e depois do funcionamento dos brinquedos solares. Aqui destacamos para fim de análise das respostas, as questões 1 e 3 de alguns alunos que identificaremos como por exemplo A1 – Q1 se referindo ao aluno 1, questão número 1. Vejamos abaixo os alunos selecionados com as suas respectivas respostas.

Respostas do aluno A3 – Q1 e Q3

1) Só olhando e observando os brinquedos na mesa, na sua opinião o que você acha que faz com que eles funcionem?

Com os brinquedos com as placas solares expostas à luz solar, as placas aderem à luz, fazendo gerar energia. Quanto maior a intensidade da luz do sol, mais energia o brinquedo tem. A energia se transforma em elétrica. Poder, passa pelas, fios fazendo o brinquedo funcionar. Ex: O trem anda com a luz do sol.

3) Relate aqui do ponto de vista da Física, os conceitos físicos ou grandezas que você pôde identificar a partir do funcionamento dos brinquedos solares. (Observação: mínimo de 8 linhas para a resposta).

Esti escrevi algumas grandezas, sendo elas:
 Energia = Com a luz do sol batendo na placa, transforma-se em energia, fazendo o brinquedo funcionar.
 Força = Com a energia do sol que faz o brinquedo funcionar, a energia e a força o faziam andar, girar, rodar etc.
 Gravidade = Não que a gravidade fizesse o brinquedo funcionar, mas o fazia parar por conta da pouca intensidade da luz do sol.
 Velocidade = A luz do sol, transforma em energia, e o brinquedo funciona, como exemplo = O carrinho, que quanto mais luz, mais rápido ele anda.
 Massa = Mesmo com todas aquelas grandezas, o peso do brinquedo interfere muito em seu desempenho, o carrinho foi um exemplo, o peso juntamente à gravidade, mudava a velocidade.
 Toque = O toque faz também com que o brinquedo se movimente, além também da luz do sol e da velocidade.

Percebe-se muita clareza na resposta, onde notamos muitos conteúdos de física sendo citados ao longo da resposta e na questão 1, ocorre um destaque para a transformação da energia solar em elétrica. Como isso podemos dizer que há indícios de aprendizagem a partir da resposta dada.

Respostas do aluno A8 – Q1 e Q3

1) Só olhando e observando os brinquedos na mesa, na sua opinião o que você acha que faz com que eles funcionem?

Quando os brinquedos entram em contato com a luz solar que é refletido nas placas solares é gerada uma fonte de energia que abastece os brinquedos fazendo assim com que eles funcionem.

3) Relate aqui do ponto de vista da Física, os conceitos físicos ou grandezas que você pôde identificar a partir do funcionamento dos brinquedos solares. (Observação: mínimo de 8 linhas para a resposta).

Podemos observar que o principal conceito físico para o funcionamento dos brinquedos é a eletricidade e a energia, mas também há outros conceitos e grandezas, como a velocidade linear, conversão de energia. No brinquedo em questão, podemos observar que ele possui um capacitor em sua ponta que armazena energia e quando se é retirado do sol ele continua funcionando por causa da energia armazenada. Assim também sendo uma boa energia renovável.

Notamos por meio da resposta dada que o aluno consegue dizer com suas palavras e o seu entendimento, como os brinquedos funcionam e já na questão 3, percebemos que o conhecimento de certa forma evolui, citando por exemplo, a presença do capacitor que serve para armazenar energia durante um certo tempo.

Respostas do aluno A9 – Q1 e Q3

1) Só olhando e observando os brinquedos na mesa, na sua opinião o que você acha que faz com que eles funcionem?

Pelo demonstração do professor, para que os brinquedos funcionem é preciso deixar os brinquedos na luz solar, no sol. Pois eles têm placas solares na parte superior do brinquedo, e o sol faz com que essas placas carreguem e os brinquedos funcionem.

3) Relate aqui do ponto de vista da Física, os conceitos físicos ou grandezas que você pôde identificar a partir do funcionamento dos brinquedos solares. (Observação: mínimo de 8 linhas para a resposta).

A física nos ajuda a compreender e explicar o porquê que como os carros funcionam. Os brinquedos solares, podemos observar várias grandezas da física como: velocidade que o brinquedo vai, tempo que o brinquedo precisa, a distância que o brinquedo percorre, força, e torque que faz girar o brinquedo.

Os brinquedos placas solares quando expostos ao sol, elas "carregam" e o brinquedo funciona.

1) Só olhando e observando os brinquedos na mesa, na sua opinião o que você acha que faz com que eles funcionem?

Os carrinhos devem se movimentar como se "comunicassem" com o uso da energia solar, sem precisar se recarregar ou de tomada e fios ligados, apenas as placas que captam a energia e armazenam para os brinquedos.

3) Relate aqui do ponto de vista da Física, os conceitos físicos ou grandezas que você pôde identificar a partir do funcionamento dos brinquedos solares. (**Observação: mínimo de 8 linhas para a resposta**).

Alguns dos conceitos físicos que é possível observar, é a presença da energia (energia solar) que é a grandeza que move os brinquedos. Há também os motores e circuitos elétricos que transformam essa energia e carga elétrica para realizar a movimentação das peças (engrenagens) e do brinquedo como um todo. Em especial, é possível observar que brinquedos maiores e mais pesados precisam de mais raios solares para fornecer energia (como os carrinhos), enquanto os brinquedos menores e mais leves já apresentaram funcionamento com o mínimo de luz solar (como a baratinha).

É notável a partir das respostas dadas nas questões, vestígio de aprendizagem, como podemos observar na questão 3 acima, onde é possível verificar vários conteúdos físicos, bem como uma explicação em torno da resposta, citando por exemplo a presença dos motores elétricos, carga elétrica e algumas peças como as engrenagens. Desta forma podemos dizer que o conhecimento está em evolução a partir da resposta.

Como foi possível verificar selecionamos apenas 3 alunos com as suas respectivas respostas referentes as questões 1 e 3. Mas vale ressaltar que todas as respostas foram analisadas, comparadas, coletamos os dados, obtemos resultados e tivemos vestígios de aprendizagem, bem como de conhecimento por meio dos instrumentos aplicados. Todos os resultados e dados foram apresentados nos gráficos anteriormente durante a análise.

Dando continuidade a análise dos resultados e dados obtidos por meio do relato individual, faremos de forma criteriosa, uma avaliação das respostas dos alunos. Através de dois questionamentos do relato individual será possível fazer um levantamento geral acerca dos conhecimentos adquiridos ao longo das atividades realizadas e com isso por meio de um gráfico representar as informações e os dados colhidos. No que se segue abaixo será o primeiro questionamento do relato individual, onde serão analisados os conhecimentos por meio de porcentagem numa escala com: **construído, em construção e não construído**.

Primeiro questionamento

O relato a seguir tem como objetivo apresentar informações relevantes sobre os temas discutidos acerca das transformações de energia solar em energia elétrica por meio das placas fotovoltaicas. Nesse caso a partir das discussões e explicações será necessária uma ampliação do conhecimento, ou seja, um nível mais elevado de complexidade. Dessa forma, faça um relato das atividades desenvolvidas até o momento expondo de forma clara suas aprendizagens, dificuldades e principais dúvidas sobre os temas e conteúdos físicos discutidos.

Como é possível de notar, no primeiro questionamento, ocorre uma ampliação do conhecimento, um nível mais elevado de complexidade, onde os alunos irão se expressar com suas palavras de forma mais científica possível. Vale ressaltar aqui, que durante a realização desta atividade envolvendo os relatos individuais, não participaram todos os alunos por motivo de ausência. Só tivemos a participação de 5 alunos durante o relato individual, mas, mesmo assim, foi possível fazer uma análise e comparação das respostas de forma concreta. Dos 5 alunos que fizeram o relato tivemos 80% de conhecimento construído, ou seja, conseguiram relatar com conceitos físicos corretos associados as atividades realizadas, bem como sobre as placas fotovoltaicas, o funcionamento dos brinquedos e a conversão de energia. Os 20% restantes está com o conhecimento em construção, pois carece de mais aprofundamento, porém não significa falta de conhecimento. Como podemos notar, a partir dos relatos, não teve nenhum conhecimento não construído. E isso traz um resultado muito positivo na análise dos dados.

Segundo questionamento

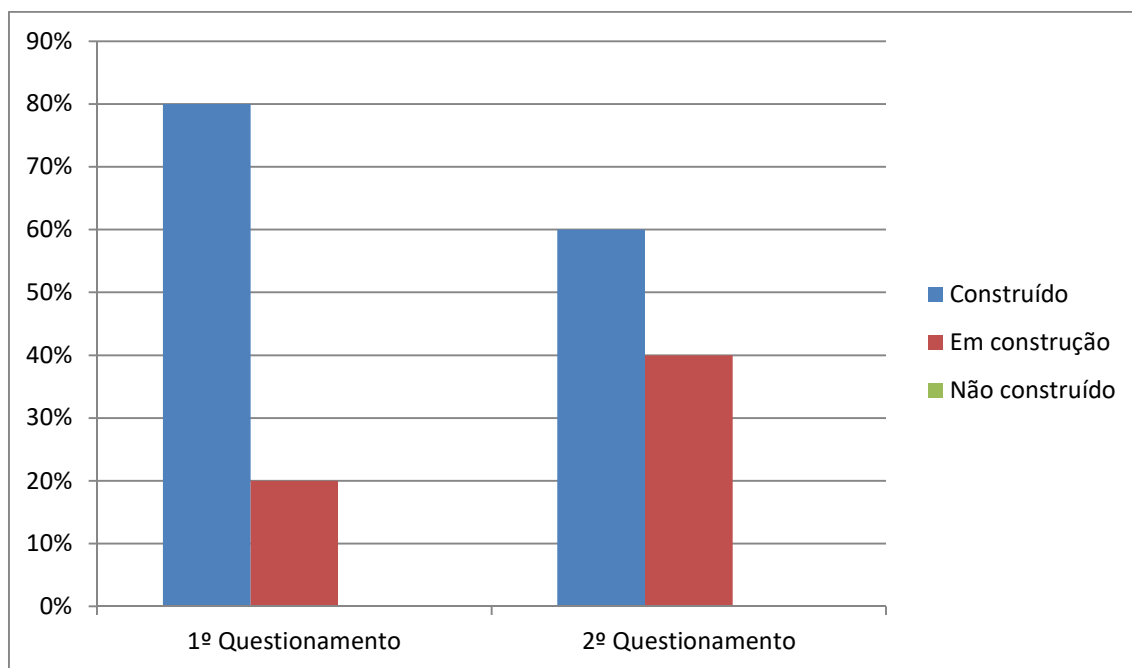
Pensando numa ampliação do conhecimento e também no aprofundamento de conteúdos de física por meio dos brinquedos solares e dos textos 1, 2 e 3 discutidos em sala de aula, responda a seguinte pergunta: Como as placas fotovoltaicas transformam a energia solar em energia elétrica?

Agora será possível uma explicação mais científica, o aluno é levado a explicar sobre o que aprendeu com todo o suporte dado, como por exemplo, explicações teóricas em aula, leituras e discussões de textos voltados ao tema em questão e as demonstrações na prática dos brinquedos solares. Como podemos observar na questão acima, o grande questionamento é acerca da transformação de energia, como ocorre essa conversão, quais fatores estão associados, quais grandezas e conteúdos físicos estão inseridos. Por meio desse questionamento assim como no anterior, consideramos as respostas dadas pelos 5 alunos que participaram do relato individual. Ao analisar as respostas notamos que 60% dos alunos tiveram seu conhecimento construído acerca do que foi proposto na questão, que era explicar como ocorre a conversão de energia solar em energia elétrica. Por meio das respostas dadas e

analisando de forma criteriosa, chegamos a essa conclusão. E os 40% restantes corresponde ao conhecimento que está sendo construído, ou seja, não está totalmente consolidado, mas em ambas as respostas, todos citaram conteúdos de física, grandezas associadas e suas relações.

Vejamos agora no gráfico abaixo como ficou o resultado.

Gráfico 5 – Resultado da construção do conhecimento dos alunos



Fonte: Dados da pesquisa.

De posse dos dados do gráfico notamos um expressivo resultado na construção do conhecimento, chegando aos 80% no primeiro questionamento e 60% no segundo questionamento. Isso mostra que realmente integrar a teoria e a prática traz grandes benefícios na aprendizagem dos alunos elevando o seu conhecimento. O primeiro questionamento tem como objetivo coletar informações relevantes dos alunos sobre os temas discutidos acerca das transformações de energia solar em energia elétrica por meio das placas fotovoltaicas e verificar indícios de aprendizagem. Como anteriormente identificamos os alunos e suas respostas pelas siglas A1 – Q1 e Q2

Seguirá abaixo todas as respostas dadas nos dois questionamentos pelos 5 alunos que fizeram o relato individual.

Respostas do aluno A1 – Q1 e Q2

O relato a seguir tem como objetivo apresentar informações relevantes sobre os temas discutidos acerca das transformações de energia solar em energia elétrica por meio das placas fotovoltaicas. Nesse caso a partir das discussões e explicações será necessária uma ampliação do conhecimento, ou seja, um nível mais elevado de complexidade. Dessa forma, faça um relato das atividades desenvolvidas até o momento expondo de forma clara suas aprendizagens, dificuldades e principais dúvidas sobre os temas e conteúdos físicos discutidos.

Nos últimos meses, tive a oportunidade de estudar de perto o mundo da energia solar, especialmente no que diz respeito às placas fotovoltaicas. O estudo começou com uma introdução teórica sobre a energia solar. Tivemos apresentações de conceitos de que a luz do sol é uma fonte abundante e pode ser convertida em energia elétrica através dos painéis fotovoltaicos, que contêm células solares compostas por materiais semicondutores, como o silício. Quando a luz solar incide sobre essas células, isso provoca uma agitação nos elétrons, resultando na criação de uma corrente elétrica.

Uma das principais aprendizagens foi entender como as placas fotovoltaicas funcionam a partir do efeito fotovoltaico. O que me chamou a atenção foi a quantidade de energia que pode ser gerada a partir de uma fonte tão simples como a luz do sol. Além disso, percebi a importância de uma boa conexão elétrica entre as células e os motores, pois qualquer falha nesse sentido poderia comprometer todo o projeto.

Ao observar as diferentes variações das brincadeiras realizadas com painéis de luz, pude entender a relação entre intensidade luminosa e geração de energia. Aprendi que, durante um dia nublado, a quantidade de energia captada pelas células era significativamente menor, o que levantou discussões sobre a variabilidade

de depender exclusivamente da energia solar em locais com menor incidência solar.

Pensando numa ampliação do conhecimento e também no aprofundamento de conteúdos de física por meio dos brinquedos solares e dos textos 1, 2 e 3 discutidos em sala de aula, responda a seguinte pergunta: **Como as placas fotovoltaicas transformam a energia solar em energia elétrica?**

As placas fotovoltaicas transformam a energia solar em energia elétrica por meio de um processo chamado efeito fotovoltaico. Esse processo envolve algumas etapas principais:

- Absorção da luz solar:** As placas fotovoltaicas são compostas por células solares, geralmente feitas de silício. Quando a luz solar incide sobre essas células, a energia dos fótons (partículas de luz) é absorvida.
- Excitação de elétrons:** A absorção da luz provoca a excitação de elétrons nos átomos do silício. Essa excitação faz com que alguns elétrons se soltem de seus átomos e se movam, criando pares de elétrons e buracos (deficiências de elétrons).

Vemos por meio da resposta muita clareza, um relato completo das atividades realizadas, dos conteúdos de física estudados, bem como uma explicação sobre de como se dá o processo de transformação de energia solar em energia elétrica por meio das placas fotovoltaicas. Podemos constatar então uma aprendizagem acerca do que foi proposto no relato nos dois questionamentos.

Respostas do aluno A2 – Q1 e Q2

O relato a seguir tem como objetivo apresentar informações relevantes sobre os temas discutidos acerca das transformações de energia solar em energia elétrica por meio das placas fotovoltaicas. Nesse caso a partir das discussões e explicações será necessária uma ampliação do conhecimento, ou seja, um nível mais elevado de complexidade. Dessa forma, faça um relato das atividades desenvolvidas até o momento expondo de forma clara suas aprendizagens, dificuldades e principais dúvidas sobre os temas e conteúdos físicos discutidos.

Durante os períodos das aulas aprendemos bastante a teoria, para ter um bom entendimento sobre os funcionamentos dos circuitos e também em alguns cálculos que são utilizados para tal fim, tive muita dificuldade na parte da teoria mais os cálculos foram um pouco complicados para os meus entendimentos, levando em consideração que tenho dificuldade na parte matemática.

Os assuntos que foram na unidade foram leis de Kirchhoff; campo e força magnética; física moderna e quantização da energia e efeito fotoelétrico. Entre esses assuntos, os que eu mais tive dificuldade foram física moderna e quantização da energia, porém com a ajuda do professor fiz com que possa lidar as minhas dúvidas.

As atividades feitas durante esse período foram completas e muito importantes para os meus desenvolvimentos intelectuais.

transformam a energia solar em energia elétrica?

A energia solar fotovoltaica é a conversão direta da luz solar em eletricidade por meio de células fotovoltaicas. Quando os raios do sol entram em contato com as placas, elas colidem com os átomos presentes nelas, isso provoca um movimento dos elétrons e desenvolvem uma corrente elétrica (energia fotovoltaica). Para que possa ser usada, é preciso ser convertida de corrente contínua para corrente alternada. Esse processo é feito por meio dos inversores solares. Esses equipamentos tornam a corrente elétrica disponível para os consumidores em residências, comércio, centros comerciais, prédios públicos, empresas e indústria.

No primeiro questionamento verifica-se a partir da resposta uma apresentação das dificuldades, os cálculos, dificuldade da parte matemática, porém ao longo da resposta notamos que a teoria, foi fácil de entender. Também notamos ainda no primeiro questionamento, uma sequência de nomes de conteúdos estudados, como por exemplo, conteúdos da Física Moderna. Já no segundo questionamento, notamos uma explicação detalhada de como as placas fotovoltaicas transformam a energia solar em energia elétrica. Nesse contexto, consideramos que houve aprendizagem de forma significativa.

Respostas do aluno A3 – Q1 e Q2

O relato a seguir tem como objetivo apresentar informações relevantes sobre os temas discutidos acerca das transformações de energia solar em energia elétrica por meio das placas fotovoltaicas. Nesse caso a partir das discussões e explicações será necessária uma ampliação do conhecimento, ou seja, um nível mais elevado de complexidade. Dessa forma, faça um relato das atividades desenvolvidas até o momento expondo de forma clara suas aprendizagens, dificuldades e principais dúvidas sobre os temas e conteúdos físicos discutidos.

[illegible]

Os painéis são compostos por células solares feitas de materiais semicondutores, como silício. Quando a luz solar atinge estas células, avança o elétron. Os elétrons existentes são deslocados e fluem através do material semicondutor, criando um campo elétrico e movimento dos elétrons quando uma corrente elétrica é gerada. É gerada DC e convertida em corrente AC por um inversor, tornando-a compatível com a rede elétrica. As células solares são unidades físicas que contêm luz em energia elétrica, com as principais partes por trás um conjunto de estruturas isolantes. Semelhante à luz solar, a geração de energia que é a estrutura que se encontra na placa.

Aqui temos uma observação nas respostas do aluno: As respostas aos dois questionamentos do relato individual foram feitas a lápis, ficando muito claro e comprometendo a leitura e análise da resposta. Dessa forma, foi feito um ajuste no brilho e no contraste da imagem para ser possível a sua visualização. Sendo assim, identificamos uma resposta completa nos dois questionamentos, destacando, por exemplo, as formas de transformação de energia, os materiais semicondutores, a exemplo do silício, a geração de corrente elétrica, conteúdos de física presentes nos brinquedos, as aulas teóricas e práticas, bem como o trabalho e discussões em grupo.

Respostas do aluno A4 – Q1 e Q2

O relato a seguir tem como objetivo apresentar informações relevantes sobre os temas discutidos acerca das transformações de energia solar em energia elétrica por meio das placas fotovoltaicas. Nesse caso a partir das discussões e explicações será necessária uma ampliação do conhecimento, ou seja, um nível mais elevado de complexidade. Dessa forma, faça um relato das atividades desenvolvidas até o momento expondo de forma clara suas aprendizagens, dificuldades e principais dúvidas sobre os temas e conteúdos físicos discutidos.

Este relato apresenta minhas aprendizagens, dificuldades e dúvidas sobre as transformações de energia solar em energia elétrica por meio de placas fotovoltaicas.

Aprendizagens: princípios de funcionamento das placas fotovoltaicas, as placas contêm luz solar em energia elétrica através do efeito fotovoltaico quando corrente contínua, conversores de corrente contínua para corrente alternada para uso doméstico, fatores como temperatura, ângulo de incidência e sombreamento afetam a eficiência das placas.

Dúvidas: compreensão do efeito fotovoltaico, entendo como a luz solar é convertida em energia

Pensando numa ampliação do conhecimento e também no aprofundamento de conteúdos de física por meio dos brinquedos solares e dos textos 1, 2 e 3 discutidos em sala de aula, responda a seguinte pergunta: **Como as placas fotovoltaicas transformam a energia solar em energia elétrica?**

As placas fotovoltaicas transformam energia solar em energia elétrica por meio do efeito fotovoltaico.
 Etapas: a luz solar é absorvida pelas placas fotovoltaicas.
 2- fótons excitam elétrons, criando pares elétron-buraco.
 3- campo elétrico separa os cargas
 4- elétrons fluem, gerando corrente contínua
 5- Inversor converte corrente contínua em corrente alternada.

Notamos na resposta referente ao primeiro questionamento, uma resposta completa, onde o aluno destaca suas aprendizagens, suas dificuldades e principais dúvidas. Podemos notar através da resposta do aluno, que sua aprendizagem está relacionada com o funcionamento das placas fotovoltaicas, ou seja, como o processo de transformação de energia nas placas ocorre. Já na resposta do segundo questionamento, o aluno enumera algumas características que ocorrem durante o processo de transformação de energia nos brinquedos solares. Isso pode ser considerado uma aprendizagem que está relacionada tanto com a teoria quanto com a prática.

Respostas do aluno A5 – Q1 e Q2

O relato a seguir tem como objetivo apresentar informações relevantes sobre os temas discutidos acerca das transformações de energia solar em energia elétrica por meio das placas fotovoltaicas. Nesse caso a partir das discussões e explicações será necessária uma ampliação do conhecimento, ou seja, um nível mais elevado de complexidade. Dessa forma, faça um relato das atividades desenvolvidas até o momento expondo de forma clara suas aprendizagens, dificuldades e principais dúvidas sobre os temas e conteúdos físicos discutidos.

Neste relato vou compartilhar minhas aprendizagens sobre a conversão de energia elétrica (solar em elétrica) com as placas fotovoltaicas, especialmente em relação a alguns projetos interessantes que ajudamos a reproduzir.

Nas nossas atividades, começamos explorando como a luz do sol pode ser convertida em eletricidade. Usamos placas solares para alimentar os brinquedos, a parte mais legal foi ver como a energia do sol podia fazer os brinquedos funcionarem, pra mim o mais interessante foi o carrinho, que ele tinha uma placa solar maior e o carrinho andava muito rápido. Os brinquedos um se moviam no chão mesmo e outros na água, como o barquinho. Foi uma experiência prática que nunca tivemos e foi muito importante para o nosso aprendizado e nos ajudou a entender o funcionamento das placas solares de uma maneira mais eficaz.

Uma das nossas principais descobertas foi que a eficiência das placas solares pode variar dependendo da intensidade da luz solar. Notamos que em dias nublados os brinquedos não funcionam tão bem enquanto nos dias ensolarados. Isso nos levou a pensar como as condições climáticas podem influenciar a produção de energia solar.

Uma das minhas dúvidas é como podemos aumentar a eficiência das placas em lugares onde não há sol constante?

Por isso, essas atividades não só aplicam nosso conhecimento sobre a energia solar e suas aplicações, mas também nos ensinaram a importância de trabalhar em equipe e a necessidade de persistência diante dos desafios, além disso a variedade de brinquedos nos ajudaram ainda mais na compreensão.

Pensando numa ampliação do conhecimento e também no aprofundamento de conteúdos de física por meio dos brinquedos solares e dos textos 1, 2 e 3 discutidos em sala de aula, responda a seguinte pergunta: **Como as placas fotovoltaicas transformam a energia solar em energia elétrica?**

As placas fotovoltaicas transformam a energia solar em energia elétrica por meio do efeito fotovoltaico, que ocorre em suas células feitas de materiais semicondutores, como o silício. A incidência de luz solar, o deslocamento de elétrons, a criação de corrente elétrica e a energia utilizável. Esse processo demonstra como ondas eletromagnéticas do sol (a luz visível, parte do espectro de ondas eletromagnéticas) são transformadas em uma forma prática de energia, apresentando um recurso renovável e sustentável.

Pela resposta ao primeiro questionamento, notamos realmente um relato das vivências em sala de aula durante as atividades propostas com os brinquedos solares. Como se pode constatar pela resposta ao longo do relato como, por exemplo, dizendo que foi uma experiência prática, muito importante para o aprendizado e que ajudou no entendimento de como as placas solares funcionam, sendo uma maneira eficaz de aprender. Ao longo da resposta podemos notar vários vestígios de aprendizagem, conhecimentos sobre as aulas práticas, bem como de dúvidas que surgiram em relação a eficiência das placas. Outro trecho importante da resposta que merece destaque é quando cita a obtenção do conhecimento sobre energia solar a partir das atividades realizadas e a importância do trabalho em equipe, bem como da variedade dos brinquedos na melhoria da compreensão como pode ser verificado na resposta acima.

Agora com relação a resposta dada no segundo questionamento podemos uma explicação fiel de como ocorre o processo de conversão de energia. Segundo a resposta, as placas fotovoltaicas transformam a energia solar em elétrica por meio do efeito fotovoltaico de acordo com as células constituídas de materiais semicondutores, como o silício. Ao longo da resposta notamos conhecimento sobre conteúdos de física, ao passo que cita deslocamento de elétrons, criação de corrente elétrica e a questão das ondas eletromagnéticas. Dessa forma

podemos notar em todas as respostas dadas, a presença de conhecimento e aprendizagem por parte dos alunos ao longo das atividades desenvolvidas.

Outro mecanismo para coleta de dados e informações, bem como para verificar vestígios de aprendizagem foi uma entrevista feita com todos os alunos da turma. Esta entrevista foi realizada de forma individual na sala de aula. Cada aluno teve em média um tempo de 2 a 3 minutos para responder as perguntas da entrevista. Segue abaixo as perguntas referentes a entrevista.

Perguntas para a entrevista:

- 1) O que você achou da abordagem de conteúdos de física com a utilização de brinquedos solares?
- 2) O que mais lhe chamou a atenção durante as aulas com os brinquedos solares? Qual dos brinquedos você mais gostou?
- 3) Você consegue dizer quais conteúdos ou conceitos da física você aprendeu durante as aulas com os brinquedos solares?
- 4) Depois das discussões, explicações em sala de aula e demonstrações dos brinquedos na prática, qual a principal característica está associada ao funcionamento dos brinquedos?

Como podemos notar, foi um total de 4 perguntas fazendo de certa forma um fechamento ou resumo de tudo que foi trabalhado, com objetivo de verificar vestígios de aprendizagem significativa ao longo das atividades teóricas e práticas realizadas com os brinquedos solares. Como a turma é composta por 10 alunos, foi possível fazer com todos os alunos e assim colher informações sobre o conhecimento e aprendizagem dos alunos a partir de suas falas e respostas. Neste quesito iremos utilizar os níveis **Abaixo do Básico**, **Básico** e **Adequado**. O nível **Abaixo do Básico** é um domínio considerado muito baixo do conteúdo, necessitando de uma intervenção; **Básico** é um domínio mínimo do conteúdo, que ainda necessita de melhoria e **Adequado** é o nível esperado, ou seja, o aluno tem domínio do conteúdo e consequentemente obteve conhecimento, sendo capaz de prosseguir ou avançar. Aqui iremos identificar cada aluno pelos números 01, 02, 03, etc. Segue abaixo os resultados e análises das respostas dos alunos sobre as perguntas da entrevista.

Pergunta 1: O que você achou da abordagem de conteúdos de física com a utilização de brinquedos solares?

Aluno 01 – Respostas.

- 1) *Eu achei que é bem mais tranquilo de entender, porque quando se trata apenas daquelas*

fórmulas, tipo se você fala que o efeito fotovoltaico, ele é de tal forma, mas com a prática é mais fácil de entender.

Pela análise da resposta, pode-se considerar o aluno com nível básico, pois possui certo conhecimento sobre tema.

Pergunta 1: O que você achou da abordagem de conteúdos de física com a utilização de brinquedos solares?

Aluno 02 – Respostas.

1) Eu achei bastante interessante, é um projeto bastante legal, é benéfico para a Natureza como para as pessoas, é algo sustentável.

Considerando a resposta deste aluno, podemos considerar que está no nível básico, pois soube fazer uma relação com energia limpa, renovável, energia solar, logo tem um certo conhecimento.

Pergunta 1: O que você achou da abordagem de conteúdos de física com a utilização de brinquedos solares?

Aluno 03 – Respostas.

1) Eu achei que foi bem mais fácil de entender que na teoria, na aula, explicação, foi bem mais fácil de entender o assunto.

Este aluno conseguiu relacionar a aula teórica com a prática, e como dito, conseguiu entender melhor o conteúdo exposto através dos brinquedos solares na prática. Dessa forma consideremos no nível básico.

Pergunta 1: O que você achou da abordagem de conteúdos de física com a utilização de brinquedos solares?

Aluno 04 – Respostas.

1) Achei que foi muito importante pra gente entender o conteúdo e também aprender mais as formas, né como funciona, foi bom.

Pelo contexto da resposta consideramos como básico, pois como no aluno anterior, houve certa relação com a prática e o conteúdo.

Pergunta 1: O que você achou da abordagem de conteúdos de física com a utilização de brinquedos solares?

Aluno 05 – Respostas.

1) Eu gostei, eu achei bem bacana porque mostra na prática como eles funcionam e tudo

mais.

Ao observar a resposta consideramos como básico, pois possui certo domínio durante a fala.

Pergunta 1: O que você achou da abordagem de conteúdos de física com a utilização de brinquedos solares?

Aluno 06 – Respostas.

1) *Achei muito tranquila, principalmente o assunto de ondas eletromagnéticas, achei bem boa.*

Aqui podemos considerar como adequado, pois conseguimos identificar na fala, o nome do conteúdo físico ondas eletromagnéticas.

Pergunta 1: O que você achou da abordagem de conteúdos de física com a utilização de brinquedos solares?

Aluno 07 – Respostas.

1) *Achei muito didática, achei que funcionou muito bem pra gente conseguir compreender o assunto de maneira mais fácil.*

Neste caso conseguimos identificar através da resposta como nível básico o conhecimento, visto que soube fazer a relação entre o que estudou.

Pergunta 1: O que você achou da abordagem de conteúdos de física com a utilização de brinquedos solares?

Aluno 08 – Respostas.

1) *Achei muito interessante, foi muito fácil de aprender também porque a gente viu na prática, fomos na rua ver como os brinquedos funcionavam de perto, ver a energia solar né, com os brinquedos, então foi muito fácil de aprender.*

Para a resposta deste aluno consideramos como adequado, pois soube fazer uma descrição do que ocorreu na prática, bem como conseguiu citar a questão da energia solar que é peça central dos brinquedos solares.

Pergunta 1: O que você achou da abordagem de conteúdos de física com a utilização de brinquedos solares?

Aluno 09 – Respostas.

1) *Muito interessante, a gente aprendeu como é que monta os brinquedos e importância da energia solar que transforma em elétrica.*

Como podemos observar pela fala do aluno, o nível está adequado, o que mostra que o conhecimento é o esperado, ou seja, fez a relação entre a conversão ou transformação de energia solar em elétrica.

Pergunta 1: O que você achou da abordagem de conteúdos de física com a utilização de brinquedos solares?

Aluno 10 – Respostas.

1) *Achei uma forma diferente, prática e mais didática de aprendizado, Isac. Uma forma mais fácil e dinâmica de se aprender o conteúdo.*

Ao observar a fala do aluno podemos classificar como nível básico, ou seja, possui o mínimo esperado, fazendo uma relação entre a teoria e a prática.

Agora iremos analisar a pergunta 2 da entrevista e a partir das respostas dos alunos fazer um levantamento dos níveis de aprendizado e conhecimento.

Pergunta 2: O que mais lhe chamou a atenção durante as aulas com os brinquedos solares? Qual dos brinquedos você mais gostou?

Aluno 01 – Respostas.

2) *Foi o fato de quando a luz tá fraca ele não funciona e o brinquedo que mais gostei foi o barquinho, porque pode ser levado para a praia onde tem bastante Sol.*

Como podemos notar através da resposta, soube fazer uma relação entre a intensidade dos raios solares com o funcionamento do brinquedo, dessa forma consideramos como nível adequado.

Pergunta 2: O que mais lhe chamou a atenção durante as aulas com os brinquedos solares? Qual dos brinquedos você mais gostou?

Aluno 02 – Respostas.

2) *Foram as placas solares em si né, como elas funcionam, como elas transformam a energia do Sol em energia solar e isso me deixou mais intrigado. O brinquedo que eu mais gostei foi o barquinho que ele se movimenta na água, achei bastante interessante.*

Analisando a resposta do aluno é possível verificar um nível de conhecimento adequado, pois fez a relação entre o funcionamento das placas solares com a transformação de energia.

Pergunta 2: O que mais lhe chamou a atenção durante as aulas com os brinquedos solares? Qual dos brinquedos você mais gostou?

Aluno 03 – Respostas.

2) O que mais me chamou a atenção foi sobre as placas solares estarem em cima dos brinquedos que você explicou sobre cada uma e tem um que armazena energia, a estação espacial mesmo ele gira. Foi a estação espacial e eu também gostei da baratinha.

Neste caso observa-se de forma implícita certa aprendizagem, carecendo ainda de uma melhoria, logo consideramos como nível básico.

Pergunta 2: O que mais lhe chamou a atenção durante as aulas com os brinquedos solares? Qual dos brinquedos você mais gostou?

Aluno 04 – Respostas.

2) O que mais me chamou a atenção é como os brinquedos, entendeu? É a funcionalidade deles, faz parte de todo o aprendizado que a gente tá aprendendo em Física, né, tipo as formas, a montagem, tudo entendeu? Eu gostei mais da estação espacial, tipo ele tem um armazenadorzinho nele, um capacitor, que mesmo ele sem a incidência de luz solar ele, ainda consegue armazenar um pouco daquela energia.

Ao observar a fala do aluno percebemos certo entendimento na funcionalidade dos brinquedos, como são construídos, porém não fica claro um conhecimento esperado, dessa consideramos como nível básico.

Pergunta 2: O que mais lhe chamou a atenção durante as aulas com os brinquedos solares? Qual dos brinquedos você mais gostou?

Aluno 05 – Respostas.

2) Acho que dos brinquedos assim, a prática deles se movimentarem, quando a gente foi lá fora e viu, a energia solar se transformando em elétrica e fazendo eles se movimentarem e os assuntos dessa parte, os componentes. Gostei mais da baratinha, porque ela funciona mais rápido.

Pela resposta podemos identificar um conhecimento, onde fica claro, a partir da observação e da citação da transformação de energia solar em elétrica, ou seja, base do funcionamento dos brinquedos solares. Dessa forma podemos considerar como nível adequado de conhecimento.

Pergunta 2: O que mais lhe chamou a atenção durante as aulas com os brinquedos solares? Qual dos brinquedos você mais gostou?

Aluno 06 – Respostas.

2) O fato dos brinquedos se movimentarem de verdade, ficar igual a estação espacial funcionando durante um tempo, mesmo sem a incidência do Sol, mesmo nublado alguns brinquedos funcionaram. Eu gostei mais do dinossauro, achei bonitinho.

Para esta resposta notamos de forma implícita certa aprendizagem sobre a incidência dos raios solares e o processo de transformação de energia, porém necessitando de uma ampliação no entendimento, dessa forma consideramos como nível básico.

Pergunta 2: O que mais lhe chamou a atenção durante as aulas com os brinquedos solares? Qual dos brinquedos você mais gostou?

Aluno 07 – Respostas.

2) Foi o funcionamento dos brinquedos, né, tipo assim, uma placa solar nos brinquedos, faz o brinquedo se mover só com a energia do Sol, muito interessante, Isac. Eu gostei daquele carrinho que anda bem rápido.

A partir da resposta podemos notar que realmente o aluno conseguiu entender como os brinquedos funcionam, mesmo com a forma de se expressar, assim podemos classificar como nível adequado, porém vale ressaltar aqui que as respostas foram dadas pelos próprios alunos, sem alteração ou edição.

Pergunta 2: O que mais lhe chamou a atenção durante as aulas com os brinquedos solares? Qual dos brinquedos você mais gostou?

Aluno 08 – Respostas.

2) Ver o funcionamento dos brinquedos, foi bastante interessante, eu nunca tinha visto e eu achei muito interessante. Eu gostei mais da baratinha.

Para esta resposta podemos definir como nível básico o conhecimento, pois não identificamos vestígios de forma clara sobre conteúdos de física associados.

Pergunta 2: O que mais lhe chamou a atenção durante as aulas com os brinquedos solares? Qual dos brinquedos você mais gostou?

Aluno 09 – Respostas.

2) Como os brinquedos funciona, Isac, isso o carrinho rápido. O que eu mais gostei foi o carrinho que anda rápido e a baratinha que fica pulando.

A partir dessa resposta podemos identificar como nível básico, pois como percebemos, ocorre numa linguagem muito simples, mas sem vestígios claros de conteúdos de física.

Pergunta 2: O que mais lhe chamou a atenção durante as aulas com os brinquedos solares? Qual dos brinquedos você mais gostou?

Aluno 10 – Respostas.

2) Acho que foi mais os brinquedos e a forma como eles funcionam, foi algo bem diferente assim. Rapaz, Isac, tem dois que foi o dinossauro e o carrinho mais rápido.

Considerando a resposta dada, podemos identificar como nível básico, pois como é fácil perceber, ocorre numa linguagem simples, não ficando claros, vestígios de conteúdos de física.

Prosseguindo, agora iremos para a terceira pergunta da entrevista. Como feito anteriormente iremos analisar cada resposta de forma individual e classificar em níveis Abaixo do Básico, Básico e Adequado. A pergunta a seguir estimula o aluno a lembrar dos conteúdos estudados e vistos durante as aulas, sendo uma pergunta voltada exclusivamente em conteúdos de física.

Pergunta 3: Você consegue dizer quais conteúdos ou conceitos da física você aprendeu durante as aulas com os brinquedos solares?

Aluno 01 – Respostas.

3) Tem a questão do efeito fotovoltaico e também questão de energia elétrica, tipo quando você transforma energia solar em energia elétrica, e como uma plaquinha daquele tamanho consegue mover o brinquedo.

É possível de perceber pela resposta que realmente o aluno conseguiu identificar conteúdos importantes durante as aulas com os brinquedos, dessa forma consideramos como nível adequado de conhecimento.

Pergunta 3: Você consegue dizer quais conteúdos ou conceitos da física você aprendeu durante as aulas com os brinquedos solares?

Aluno 02 – Respostas.

3) Força, grandeza, velocidade, a transformação da energia solar em energia elétrica e que faz o motorzinho funcionar.

Neste caso aqui podemos notar pela resposta uma aprendizagem de forma significativa, onde é explicado de forma simples como ocorre o funcionamento do brinquedo. Assim, consideramos como conhecimento adequado.

Pergunta 3: Você consegue dizer quais conteúdos ou conceitos da física você aprendeu durante as aulas com os brinquedos solares?

Aluno 03 – Respostas.

3) *Energia elétrica, velocidade, força.*

Notamos aqui uma falta de mais conteúdos por parte do aluno, dessa forma necessitando ampliar mais o seu conhecimento, tendo o mínimo necessário, logo consideramos como nível básico.

Pergunta 3: Você consegue dizer quais conteúdos ou conceitos da física você aprendeu durante as aulas com os brinquedos solares?

Aluno 04 – Respostas.

3) *Sobre a energia solar, energia elétrica, força, velocidade.*

Notamos aqui a presença de conteúdos mais essenciais no entendimento dos brinquedos solares por parte do aluno, dessa forma consideramos como nível adequado.

Pergunta 3: Você consegue dizer quais conteúdos ou conceitos da física você aprendeu durante as aulas com os brinquedos solares?

Aluno 05 – Respostas.

3) *Força né, velocidade, corrente elétrica.*

Aqui é possível de perceber certa dúvida do aluno em conteúdos de física, dessa forma necessitando ampliar mais o seu conhecimento, tendo o mínimo necessário, logo consideramos como nível básico.

Pergunta 3: Você consegue dizer quais conteúdos ou conceitos da física você aprendeu durante as aulas com os brinquedos solares?

Aluno 06 – Respostas.

3) *Um pouco sobre ondas eletromagnéticas, a energia, sobre os raios UV, a força, a velocidade.*

Aqui notamos que este aluno conseguiu ampliar mais o seu entendimento acerca do conteúdo, citando, por exemplo, as ondas eletromagnéticas e os raios UV. Assim consideramos como nível adequado de conhecimento.

Pergunta 3: Você consegue dizer quais conteúdos ou conceitos da física você aprendeu durante as aulas com os brinquedos solares?

Aluno 07 – Respostas.

3) *A gente aprendeu sobre a Lei de Kirchhoff, corpo negro, teoria de Plank, questão dos resistores, velocidade, força, campo magnético.*

Podemos perceber que este aluno conseguiu citar mais conteúdos estudados, ampliando assim o seu entendimento citando, por exemplo, conteúdos estudados na Mecânica Quântica, parte da Física Moderna. Dessa forma consideramos como conhecimento do nível adequado.

Pergunta 3: Você consegue dizer quais conteúdos ou conceitos da física você aprendeu durante as aulas com os brinquedos solares?

Aluno 08 – Respostas.

3) *Aprendemos energia solar, velocidade, transformação, campo magnético, é isso.*

A partir da resposta do aluno é fácil perceber que foi dito aquilo que se lembrou durante as aulas, mas com possibilidade de ampliar, logo consideramos como um conhecimento de nível básico.

Pergunta 3: Você consegue dizer quais conteúdos ou conceitos da física você aprendeu durante as aulas com os brinquedos solares?

Aluno 09 – Respostas.

3) *Velocidade, força, energia, ondas eletromagnéticas.*

Assim como na resposta anterior, o aluno falou aquilo que lembrou, porém com a capacidade de expor mais sobre o conteúdo, dessa forma consideramos como nível básico, onde o aluno conhece o mínimo necessário sobre o tema.

Pergunta 3: Você consegue dizer quais conteúdos ou conceitos da física você aprendeu durante as aulas com os brinquedos solares?

Aluno 10 – Respostas.

3) *É velocidade, força, energia e esses que são mais aparentes assim.*

Este aluno a partir de sua resposta, podemos considerar como nível básico de conhecimento, precisando ampliar mais o seu conhecimento acerca dos conteúdos trabalhados. Dessa forma necessita se aprofundar mais sobre o tema.

Dando continuidade a análise das respostas dos alunos para verificarmos vestígios de aprendizagem e coletar dados, iremos para a última pergunta da entrevista, que é a quarta questão. Logo após as análises e interpretações das respostas, os respectivos resultados serão expostos em gráfico para melhor visualização e compreensão. Segue abaixo a pergunta 4, referente a entrevista feita com os alunos.

Pergunta 4: Depois das discussões, explicações em sala de aula e demonstrações dos brinquedos na prática, qual a principal característica está associada ao funcionamento dos brinquedos?

Aluno 01 – Respostas.

4) *É a questão do Sol, a energia solar que se transforma em energia elétrica é o que move os brinquedos.*

Pela resposta do aluno notamos que está de acordo com o solicitado na pergunta, logo, podemos dizer que está no nível adequado, pois conseguiu relacionar o funcionamento dos brinquedos com a transformação de energia solar em elétrica.

Pergunta 4: Depois das discussões, explicações em sala de aula e demonstrações dos brinquedos na prática, qual a principal característica está associada ao funcionamento dos brinquedos?

Aluno 02 – Respostas.

4) *A energia solar transformada em elétrica, a conversão.*

Aqui, apesar da resposta ser curta e direta podemos considerar correta, pois a principal causa do funcionamento dos brinquedos solares é a conversão da energia solar em energia elétrica por meio do efeito fotovoltaico que ocorre nas placas constituídas por materiais semicondutores. Neste caso consideramos como nível adequado de resposta, pois está de acordo com os conteúdos.

Pergunta 4: Depois das discussões, explicações em sala de aula e demonstrações dos brinquedos na prática, qual a principal característica está associada ao funcionamento dos brinquedos?

Aluno 03 – Respostas.

4) *Transformar energia solar em energia elétrica, pega energia do Sol e transforma para os brinquedos se movimentarem.*

Nesta resposta podemos observar que a questão central foi respondida, ou seja, que é justamente essa transformação de energia que ocorre. Sendo assim, podemos considerar como nível adequado para a questão.

Pergunta 4: Depois das discussões, explicações em sala de aula e demonstrações dos brinquedos na prática, qual a principal característica está associada ao funcionamento dos brinquedos?

Aluno 04 – Respostas.

4) *As placas solares, energia solar e transformação da energia solar em energia elétrica que faz funcionamento dos brinquedos que é voltado a força e a velocidade.*

Para esta resposta houve um acréscimo das grandezas forças e velocidade, logo o aluno conseguiu associar com o movimento e consequentemente outra forma de energia, que é a energia elétrica. Neste caso, podemos considerar como nível adequado de resposta.

Pergunta 4: Depois das discussões, explicações em sala de aula e demonstrações dos brinquedos na prática, qual a principal característica está associada ao funcionamento dos brinquedos?

Aluno 05 – Respostas.

4) *Acho que é a energia solar transformar na elétrica.*

Aqui nesta resposta podemos notar a dúvida, pois segundo a própria resposta não há uma certeza, dessa forma, o conhecimento ainda carece de melhoria. Apesar disso, ainda tem certo domínio no conteúdo, porém necessita de evolução. Dessa forma consideramos como nível básico para a questão proposta.

Pergunta 4: Depois das discussões, explicações em sala de aula e demonstrações dos brinquedos na prática, qual a principal característica está associada ao funcionamento dos brinquedos?

Aluno 06 – Respostas.

4) *Utilizar da energia limpa, os brinquedos bioamigáveis, a energia solar, a transformação da energia solar em elétrica.*

Observamos nesta resposta a relação que o aluno faz com a questão da energia limpa e da sustentabilidade, bem como a transformação de energia, atendo ao requisito da pergunta. Dessa forma consideramos a resposta como nível adequado para a questão.

Pergunta 4: Depois das discussões, explicações em sala de aula e demonstrações dos brinquedos na prática, qual a principal característica está associada ao funcionamento dos brinquedos?

Aluno 07 – Respostas.

4) *Energia solar, o processo conhecido como efeito fotovoltaico, que é quando as placas captam a luz do Sol e transforma essa energia solar em energia elétrica.*

Aqui podemos notar uma resposta bem mais completa, pois foi destacado o efeito fotovoltaico e a transformação de energia durante a fala, isso mostra aprendizagem durante as aulas, sendo algo satisfatório para o processo de ensino. Dessa forma, a resposta está no nível adequado de conhecimento.

Pergunta 4: Depois das discussões, explicações em sala de aula e demonstrações dos brinquedos na prática, qual a principal característica está associada ao funcionamento dos brinquedos?

Aluno 08 – Respostas.

4) *A energia solar é o principal né, a transformação em energia elétrica.*

Durante a análise podemos notar certa insegurança na resposta, apesar de focar na transformação de energia. Dessa forma poderia ter sido mais explorado durante a fala e assim classificamos como nível básico a resposta.

Pergunta 4: Depois das discussões, explicações em sala de aula e demonstrações dos brinquedos na prática, qual a principal característica está associada ao funcionamento dos brinquedos?

Aluno 09 – Respostas.

4) *A energia solar, a transformação da energia solar em elétrica.*

Aqui, como na resposta anterior poderia ter sido mais explorado durante a fala, citando, por exemplo, o efeito fotovoltaico e enfatizando mais a conversão de energia. Porém como foi atendido ao requisito da questão, consideramos a resposta como nível adequado.

Pergunta 4: Depois das discussões, explicações em sala de aula e demonstrações dos brinquedos na prática, qual a principal característica está associada ao funcionamento dos brinquedos?

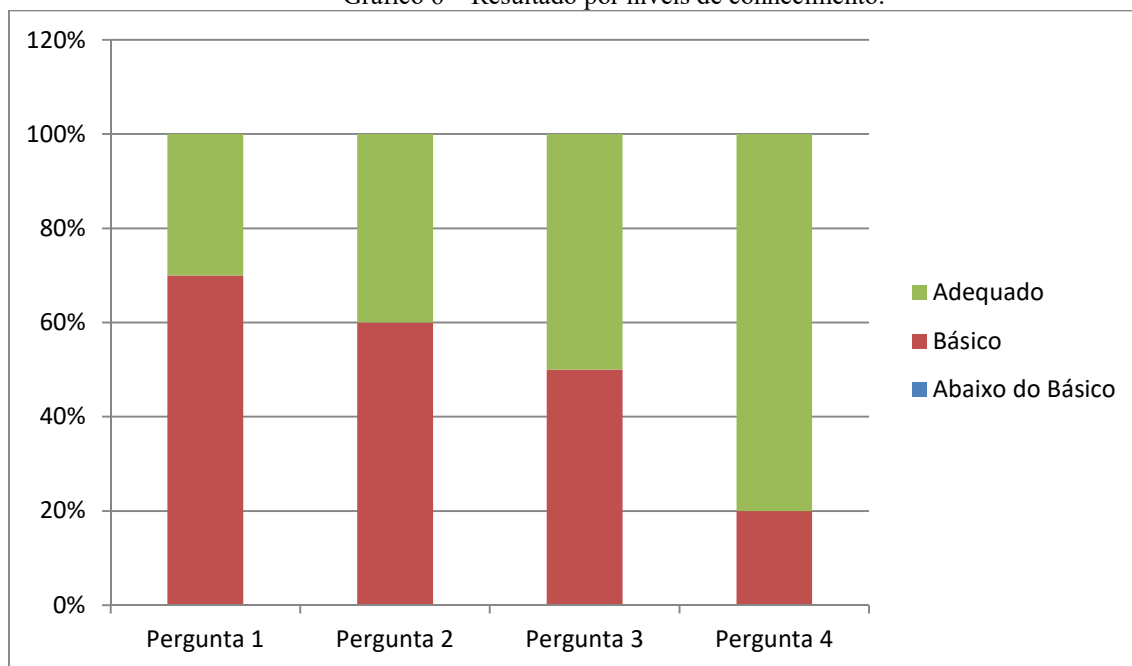
Aluno 10 – Respostas.

4) *A energia solar que é convertida em energia elétrica que é o principal funcionamento.*

Para esta resposta, notamos que foi atendido ao solicitado, pois expressou a principal causa do funcionamento dos brinquedos solares que é justamente essa conversão de energia que ocorre por meio das placas solares constituídas de materiais semicondutores. Desse modo consideramos a resposta como nível adequado de conhecimento.

A partir de agora, depois de analisar todas as respostas dos alunos durante a entrevista com o intuito de verificar se houve aprendizagem significativa, será mostrado no gráfico abaixo o resultado geral considerando os 3 níveis de conhecimento: **Abaixo do Básico**, **Básico** e **Adequado**.

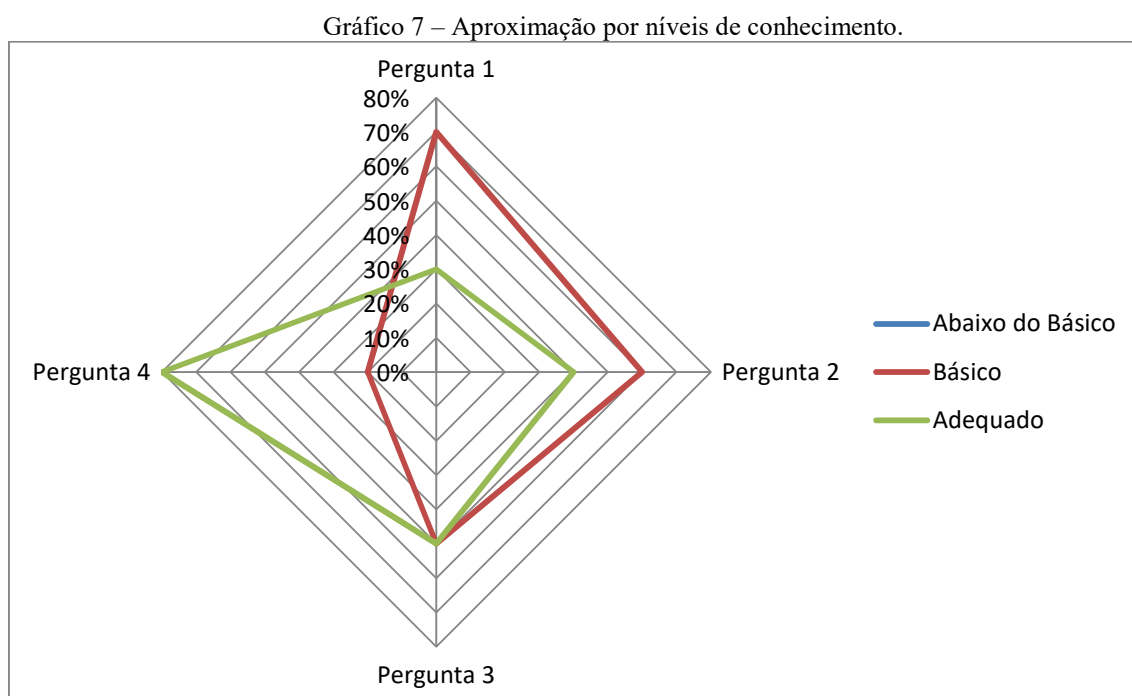
Gráfico 6 – Resultado por níveis de conhecimento.



Fonte: Dados da pesquisa.

Podemos deduzir a partir do gráfico que houve uma evolução nos níveis de conhecimento dos alunos de acordo com os números das perguntas, como ser observado, por exemplo, a partir da pergunta 2 até a pergunta 4. É fácil de observar que na pergunta 3 tivemos 50% de cada nível, ou seja, nível básico e nível adequado. Apenas na pergunta 1, tivemos um número menor em relação ao nível adequado, que foi de apenas 30%. Um dado que chama atenção é que não houve nenhuma resposta considerada no nível abaixo do básico, e isso é algo muito relevante na análise e no estudo da pesquisa.

Com essas análises e informações podemos visualizar de outra forma no outro gráfico baixo, que representa outra perspectiva dos dados obtidos.



Por meio do gráfico, observamos algumas características importantes em relação aos níveis de conhecimento, neste caso podemos notar que o nível básico teve uma tendência de aproximação das perguntas 1 e 2, enquanto o nível adequado teve uma tendência de aproximação das perguntas 3 e 4, onde podemos notar um resultado maior. Na pergunta 3 ocorreu uma coincidência, ou seja, ambos os níveis básico e adequado tiveram 50%. E mais uma vez, como podemos observar, não houve respostas do nível abaixo do básico. Todas as informações, análises e dados coletados nos revelou que houve uma evolução na aprendizagem significativa de conteúdos de física em todos os instrumentos de verificação, desde o teste de sondagem até a entrevista individual com os alunos, como podem ser constatados através dos gráficos elaborados.

8.1 AVALIAÇÃO DA UEPS

Para fazer a avaliação da UEPS de forma geral, considerou-se dois fatores principais: o primeiro deles, a participação dos alunos em todas as atividades solicitadas com respostas pessoais e individuais sobre os temas trabalhados como conteúdos de física presentes nos brinquedos solares, uma entrevista individual ao final sobre a aplicação da sequência, bem como a forma de abordagem dos conteúdos e conceitos de física de uma forma diferente, onde os estudantes prestaram suas opiniões sobre alguns pontos específicos da sequência e tudo que foi desenvolvido, validando assim seu nível de envolvimento, engajamento e satisfação, também pelo professor por meio dos dados coletados durante a sequência. Já o segundo fator é a análise dos dados obtidos durante toda aplicação da UEPS pelo professor, onde foram mostrados por meio dos gráficos construídos, resultados satisfatórios em relação a aprendizagem dos alunos. Buscou-se com isso verificar os impactos das atividades realizadas, dos métodos de ensino na geração de aprendizagem significativa dos estudantes, bem como da ampliação do seu conhecimento frente aos conteúdos e conceitos abordados por meio dos brinquedos solares.

A UEPS mostrou um envolvimento maior dos alunos durante todos os passos da sequência, durante as aulas teóricas, com respostas ao teste de sondagem de forma inicial, das questões problematizadas entorno de conteúdos estudados e a utilização dos brinquedos solares, fazendo uma relação entre a teoria e a prática. Os relatos feitos pelos alunos de forma individual a dois questionamentos sobre as formas de transformação de energia, os conteúdos de física ao longo das aulas práticas e o funcionamento das placas fotovoltaicas no contexto dos brinquedos solares e por fim uma entrevista com objetivo de saber a opinião, conhecimento e aprendizagem dos alunos como fechamento da sequência. Como primeira análise tivemos 50% de respostas consideradas satisfatórias e 34% de respostas consideradas parcialmente satisfatórias com relação às perguntas do teste de sondagem, um resultado bastante expressivo. Já na segunda análise tivemos 50% das respostas que atenderam ao solicitado e 40% das respostas que atenderam de forma parcial ao solicitado isso com relação as questões problematizadas envolvendo aulas teóricas e práticas. Na terceira análise, tivemos um expressivo resultado na construção do conhecimento, chegando aos 80% no primeiro questionamento e 60% no segundo questionamento de acordo com o relato individual dos alunos e por fim tivemos resultados satisfatórios nas perguntas da entrevista, onde mostrou que 50% têm conhecimento básico e 50% têm conhecimento adequado. Esses resultados

indicam uma recepção positiva da abordagem baseada por meio da UEPS, demonstrando uma eficácia percebida tanto em termos de compreensão conceitual de conteúdos, quanto de engajamento dos alunos nas atividades propostas.

8.2 CONCLUSÃO

A partir da análise dos resultados e dos dados coletados durante toda a aplicação da sequência didática permite concluir que a proposta foi eficaz na promoção da aprendizagem significativa dos conteúdos e conceitos abordados, ao passo que a maioria dos alunos demonstrou um avanço considerável nos conceitos, nas definições e relações entre conteúdos, respondendo de forma correta a questões sobre as principais características envolvendo as grandezas físicas associadas ao funcionamento dos brinquedos. Observou-se uma evolução na diferenciação progressiva dos conhecimentos ao longo das atividades propostas, evidenciada durante a aplicação dos passos da sequência, a crescente capacidade dos alunos de lidar com os conceitos de forma mais complexa e abrangente durante as atividades. A criação e elaboração de respostas mais estruturadas indicou uma internalização dos conteúdos e a formação de uma estrutura cognitiva coerente sobre transformação de energia através das placas fotovoltaicas presentes nos brinquedos solares.

O uso de ferramentas práticas, como organizadores prévios despertou o interesse, a curiosidade e a participação ativa dos alunos durante todo o processo. Observou-se um aumento da intencionalidade e do engajamento durante as atividades realizadas, com os alunos buscando compreender os conceitos, os conteúdos por trás dos brinquedos e se envolvendo na resolução de problemas, bem como na participação em grupo. O método de aprendizagem por investigação, onde os alunos fizeram questionamentos, formularam hipóteses e debateram soluções para os problemas, contribuiu para um aprendizado diferenciado, em que o aluno buscava suas próprias conclusões sobre os temas abordados de forma prática e participativa.

É importante ressaltar que a quantidade de alunos na turma era pequena, apenas (10) alunos, o que facilitou o desenvolvimento da proposta, o engajamento e a participação de todos. Alguns alunos apresentaram certas dificuldades, principalmente nas relações e operações matemáticas com algumas grandezas físicas, mas isso não dificultou a aprendizagem de forma geral por parte dos estudantes. Observou-se que, em muitos casos, os alunos demonstravam domínio do procedimento para resolução de problemas, fazendo a

interpretação de forma correta e relacionando o conhecimento de mundo com o conhecimento científico. Com isso, concluímos ainda, que a sequência didática apresentou resultados satisfatórios e concretos, ampliando o conhecimento geral da turma acerca do tema de forma significativa.

A sequência didática demonstra a viabilidade e o potencial da UEPS de Moreira como uma ferramenta para o ensino de física, promovendo uma aprendizagem significativa e contextualizada no âmbito da educação. A utilização de diferentes recursos didáticos, como os brinquedos solares, enriqueceu o processo de ensino e aprendizagem, tornando-o mais acessível, dinâmico e interativo. Esse fato pode ser notado na avaliação da UEPS pelos dados coletados, os números que mostram os resultados, bem como nas respostas dadas pelos alunos durante as atividades propostas. A avaliação e análise dos resultados demonstra a importância da avaliação formativa para acompanhar a evolução individual dos alunos e ajustar as estratégias e recursos de ensino quando necessário.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa investigou os impactos de uma sequência didática baseada em uma UEPS, fundamentada pela Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e na Aprendizagem Significativa Crítica de Moreira no processo de ensino-aprendizagem do conteúdo de transformação de energia por meio de brinquedos solares, bem como de conteúdos de Física Moderna em uma turma do 3º ano do Ensino Médio. Os resultados obtidos apontam para um êxito significativo na abordagem proposta, evidenciando a eficácia das estratégias pedagógicas utilizadas ao longo da sequência.

Durante a aplicação da sequência didática, os alunos foram expostos a situações que demandavam o entendimento inicial sobre as formas de energia, os conhecimentos prévios acerca do tema, os conteúdos associados às formas de transformação de energia, tanto por meio de aulas teóricas, quanto pelo uso de forma prática dos brinquedos solares. Por meio das atividades realizadas, notou-se nos estudantes uma evolução em seus conhecimentos sobre as formas de transformação de energia, especialmente a energia solar em energia elétrica, por meio das placas fotovoltaicas presentes nos brinquedos solares, bem como de conteúdos associados a Física Clássica e Moderna. Os alunos conseguiram demonstrar habilidades na interpretação, no entendimento de determinados fenômenos físicos ao gerar explicações sobre pontos conceituais fundamentais dentro de questões propostas.

Destaca-se, ainda, o satisfatório resultado na compreensão do processo de funcionamento dos brinquedos solares de forma geral, do fenômeno de transformação de energia solar em energia elétrica através das placas fotovoltaicas pela maioria dos alunos. Através dos brinquedos solares, como por exemplo, do carrinho com a placa maior, os estudantes foram capazes de identificar na prática como ocorre o fenômeno de transformação de energia e gerar discussão acerca da rapidez do carrinho e do tamanho da placa em relação aos demais, além de reconhecer características específicas como o silício, um semicondutor presente na constituição das placas fotovoltaicas.

Outro aspecto relevante do processo de aprendizagem foi a montagem e desmontagem dos brinquedos solares através de uma oficina, onde os alunos tiveram a oportunidade de manusear suas peças e constituintes que fazem com eles funcionem, proporcionando aos alunos uma experiência prática e acessível ao conhecimento científico de forma direta. A oficina contribuiu para uma ampliação do saber, gerando uma aprendizagem significativa nos estudantes e consolidando mais o conhecimento que foi adquirido.

A partir das experiências vivenciadas pelos alunos durante todas as atividades realizadas, os mesmos adquiriram um embasamento sólido sobre conteúdos e conceitos básicos da física, mas especialmente sobre transformação de energia e a relação entre conteúdos da Física Clássica e Moderna e desenvolveram uma visão crítica sobre o tema. A apropriação desses conceitos proporcionou-lhes uma melhor compreensão do mundo ao seu redor e uma base sólida para a interpretação de conhecimentos mais aprofundados no campo das ciências físicas.

Dessa forma conclui-se que esta proposta de mestrado se alinha perfeitamente com as tendências contemporâneas de ensino de ciências, unindo a robustez teórica da Aprendizagem Significativa Crítica com a inovação prática da cultura Maker (Cultura, 2025) e das energias renováveis. Ao desvendar a física oculta em um simples brinquedo solar, que trouxe resultados satisfatórios e êxito na aprendizagem dos alunos de uma turma do 3º ano do ensino médio e esperamos acender nos alunos não apenas um LED, mas a compreensão de como a ciência ilumina e transforma o mundo.

REFERÊNCIAS

- ABREU, Diana *et al.* **Atividade Experimental Carrinho Fotovoltaico** | PDF | Célula solar | Energia solar – Scribd. 2009. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/17343659/Atividade-Experimental-Carrinho-Fotovoltaico>. Acesso em: 15 dez. 2025.
- ATIVIDADE experimental carrinho fotovoltaico. **Scribd**, [s.d.]. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/17343659/Atividade-Experimental-Carrinho-Fotovoltaico>. Acesso em: 15 dez. 2025.
- BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, [s.d.]. Disponível em: <https://ia802902.us.archive.org/8/items/bardin-laurence-analise-de-conteudo/bardin-laurence-analise-de-conteudo.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2025.
- BRAATHEN, Per Christian. Aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa no processo de ensino-aprendizagem de Química. **Revista Eixo**, v. 1, n. 1, p. 63–69, 2012.
- BRASIL é o sexto país a alcançar 50 GW de energia solar. **Agência Brasil**, 2024. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2024-11/brasil-e-o-sexto-pais-alcancar-50-gw-de-energia-solar>. Acesso em: 22 dez. 2025.
- CALDAS, Renata Lacerda *et al.* Proposta de ensino por meio de unidades de ensino potencialmente significativa (UEPS) sobre magnetismo. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 3, p. 399-420, 2019. Disponível em: https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID659/v14_n3_a2019.pdf. Acesso em: 15 dez. 2025.
- CHAVES, A. S. **Física: sistemas complexos e outras fronteiras**. Reichmann & Affonso Editores, 2001.
- CAMILLO, Ana Paula Nogueira. **Ensino de energia solar e efeito fotovoltaico no ensino médio**. 2021. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física). Universidade Federal do ABC, Santo André – SP, 2021. Disponível em: <https://biblioteca.ufabc.edu.br/index.html>. Acesso em: 15 dez. 2025.
- CAMPOS, A. L. P. S.; FARIAS, A. V. A. Kit Educacional para Estudo de Geração Elétrica a Partir de Energia Eólica. **Holos** (Natal. Impresso), v. 3, p. 91-101, 2010. Disponível em: <http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/211>. Acesso em: 09 nov. 2020.
- CAMPOS, Isaías Silva; PASCHOAL JR., Waldomiro Gomes. Proposta de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) para o ensino de física moderna para alunos do Ensino Médio: a natureza corpuscular da luz e suas aplicações. In: **Educação: reflexões sobre políticas públicas e qualidade 2**. Capítulo 16. Atena Editora, 2024. Disponível em: <https://atenaeditora.com.br/catalogo/download-post/85854>. Acesso em: 15 dez. 2025.
- CÉLULA fotovoltaica: o que é? Como funciona? **Portal Solar**, [s.d.]. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/celula-fotovoltaica.html>. Acesso em: 15 dez. 2025.

COMO FUNCIONA A CÉLULA FOTOVOLTAICA. Solarprime Oficial, 2024. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=TrR7mtq6djg>. Acesso em: 04 ago. 2025.

COMO um sistema fotovoltaico é construído e como ele funciona. **Enel Group**, [s.d.]. Disponível em: <https://www.enel.com/pt/learning-hub/renovaveis/energia-solar/construcao-funcionamento-parque-solar>. Acesso em: 15 dez. 2025.

COSTA, Ângelo Gustavo Mendes. Unidade De Ensino Potencialmente Significativa (UEPS): uma experiência no ensino de função. **Anais [...]**. XII Encontro Nacional de Educação Matemática. Educação Matemática na Contemporaneidade: desafios e possibilidades São Paulo – SP, 13 a 16 de julho de 2016. Disponível em: https://www.sbemrasil.org.br/enem2016/anais/pdf/5774_3121_ID.pdf. Acesso em: 16 dez. 2025.

CULTURA maker: o que é e como adotá-la na escola. 2025. Disponível em: <https://educacional.com.br/steam/cultura-maker/>. Acesso em: 22 dez. 2025.

DAVID Ausebel e a Aprendizagem Significativa. Educacross, 2023. Disponível em: <https://blog.educacross.com.br/educacao/aprendizagem-significativa/>. Acesso em 23 de nov. 2023.

DIY solar powered fan: física motor circuit science 3D. **Mercado Livre**, [s.d.]. Disponível em: https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-5650380140-diy-solar-powered-fan-fisica-motor-circuit-science-3d-_JM. Acesso em: 15 dez. 2025.

EFEITO Fotovoltaico – como a energia é gerada. Ensolare, 2023. Disponível em: <https://www.ensolare.com.br/blog/efeito-fotovoltaico-como-a-energia-e-gerada>. Acesso em 12/11/2023.

EFEITO FOTOVOLTAICO. Beco da Física – Prof Samuel, 2024. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=hWrSNKXzchw>. Acesso em 04 ago. 2025.

ENEL. **Como um sistema fotovoltaico é construído e como ele funciona** - Enel Group. Disponível em: <https://www.enel.com/pt/learning-hub/renovaveis/energia-solar/construcao-funcionamento-parque-solar>. Acesso em: 15 dez. 2025.

ENERGIA solar: princípios e aplicações. **CRESESB/CEPEL**, 2006. Disponível em: https://cresesb.cepel.br/download/tutorial/tutorial_solar_2006.pdf. Acesso em: 15 dez. 2025.

ENSINO de energia solar e efeito fotovoltaico no ensino médio. **MNPEF/UFABC**, [s.d.]. Disponível em: <https://mnpef.propg.ufabc.edu.br/wp-content/uploads/2021/12/Produto-Educacional.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2025.

EXPERIMENTOS didáticos como ferramenta para o ensino de energias sustentáveis e física moderna. **Napiezc Science**, [s.d.]. Disponível em: <https://napiezc.science/divulgacao-cientifica/experimentos-didaticos-ensino-energias-sustentaveis/>. Acesso em: 15 dez. 2025.

FORMENTINI, Yure Zanette. **Uma proposta de sequência didática potencialmente significativa sobre o princípio da conservação da energia a partir da abordagem dos processos de produção e transmissão da energia solar**. 2019. Dissertação (Mestrado

Nacional Profissional em Ensino de Física). Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2019. Disponível em: <https://dspace4.ufes.br/items/f69536e9-42c1-49bc-af59-ecf08e95f43f/full>. Acesso em: 15 dez. 2025.

FORTALEZA, Eduardo Conceição; RIBEIRO, Tiago Nery. Uma proposta de UEPS para o ensino de densidade e pressão no ensino médio. **Scientia Plena**, v. 18, n. 8, 2022. Disponível em: <https://www.scientiaplena.org.br/sp/article/download/6486/2527/29872>. Acesso em: 15 dez. 2025.

GOLDEMBERG, José; MOREIRA, José Roberto. Política energética no Brasil. **Estudos Avançados**, v. 19, p. 215–228, 2005.

HAMMEL. C; MIYAHARA.Y. R; SANTOS. A. S. **Uma UEPS com enfoque CTSA no ensino de física**: geração, produção e consumo de energia elétrica. Experiências em Ensino de Ciências V.14, No.1. 2019. Universidade Estadual do Centro-Oeste. Rua Simeão Varela de Sá, 03 - CEP 85040-080 - Vila Carli, Guarapuava – PR.

HIRAI, Erci Naomi Tanaka. **Unidades de Ensino Potencialmente Significativas para experimentos com LEDS**. 2017. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física). Universidade Estadual de Londrina - UEL, Londrina, 2017. Disponível em: <https://pos.uel.br/mnpfisica/wp-content/uploads/2022/09/Erci-Naomi-Tanaka-Hirai.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2025.

LAGO, Taynara Geysa Silva do *et al.* Usina escola, formação de competências de tecnologias solares: um relato de experiência de um projeto de extensão de energia renovável em tempo de pandemia. **Revista Extensão & Sociedade**, [S. l.], v. 14, n. 2, 2022. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/extensaoesociedade/article/view/29105>. Acesso em: 15 dez. 2025.

MARQUES, Nelson Luiz Reyes. **Teoria da aprendizagem significativa – Novak**. 2023. Disponível em: https://nelsonreyes.com.br/E_A%20-%20Parte%20VIII-A%20-%20Novak-%20Teorias%20Cognitivistas.pdf. Acesso em: 22 dez. 2025.

MÁXIMO, Wellton. **Brasil é o sexto país a alcançar 50 GW de energia solar**. Agência Brasil, 2024. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2024-11/brasil-e-o-sexto-pais-alcancar-50-gw-de-energia-solar>. Acesso em: 22 dez. 2025.

MEGGIO, Graciela Paz. Uma proposta de UEPS para alunos do ensino médio acerca da energia solar. In: **Ciência para a Sustentabilidade**. ULBRA, [s.d.]. Disponível em: <http://www.conferencias.ulbra.br/index.php/ceds/3eces/paper/view/10717/4992>. Acesso em: 15 dez. 2025.

MENEZES, Lucas Henrique da Costa; SOARES, Maria Rosângela. Uma sequência didática baseada na energia solar fotovoltaica. **Revista Exitus**, Santarém/PA, Vol. 13, p. 01 - 23, e023029, 2023 – Dialnet. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9520996.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2025.

MORAIS, Angelita; GUERRA, Andreia. **História e a filosofia da ciência**: caminhos para a inserção de temas física moderna no estudo de energia na primeira série do Ensino Médio. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 35, p. 01-09, 2013.

MORAIS, Angelita; GUERRA, Andreia. História e filosofia da ciência: caminhos para a inserção de temas de física moderna no estudo de energia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, p. 1–9, 2013.

MOREIRA, M.A. **O que é afinal aprendizagem significativa?** Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2010.

MOREIRA, M.A. **Textos de Apoio ao Professor de Física**. Vol. 23, n.2, 2012. Instituto de Física – UFRGS, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física.

MOTORES elétricos. **Departamento Física Experimental**. 202?). Disponível em: <https://fep.if.usp.br/~profis/arquivo/gref/blocos/eletro3.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2025.

NASCIMENTO, Amanda Amaro. **Uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) para o estudo da termodinâmica por meio da abordagem experimental de baixo custo**. 2021. Dissertação (Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF)). Universidade Regional do Cariri – URCA, Juazeiro do Norte – CE. Disponível em: <https://www.urca.br/wp-content/uploads/sites/12/2022/03/DISSERTA%C3%87%C3%83O-DE-AMANDA-AMARO-NASCIMENTO.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2025.

NOVAK, Joseph D. **Teorias cognitivistas**. [s.l.: s.n.], [s.d.]. Disponível em: https://nelsonreyes.com.br/E_A%20-%20Parte%20VIII-A%20-%20Novak-%20Teorias%20Cognitivistas.pdf. Acesso em: 22 dez. 2025.

O PRINCÍPIO básico do funcionamento dos painéis solares. **Conhecimento**, [s.d.]. Disponível em: <https://pt.shuogusolar.com/info/the-basic-principle-of-solar-panels-work-93026242.html>. Acesso em: 15 dez. 2025.

OLIVEIRA, Inês Barbosa de. Educação bancária é emissão de conteúdos: transmissão exige comunicação dialógica. **Revista de Comunicação Dialógica**, n. 5, p. 9–30, 2021.

OLIVEIRA, Naiara De Souza Costa. **Sequência didática como instrumento para o ensino de física: uma proposta baseada em situações cotidianas e aprendizagem significativa**. 2019 Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2019. Disponível em: <https://posensinofisica.ufv.br/wp-content/uploads/2019/08/Dissertacao-Naiara-V.-Final.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2025.

PAINÉIS solares e a física de semicondutores: a utilização de UEPS no ensino de tópicos de física. **Universidade Federal do Tocantins**, [s.d.]. Disponível em: https://repositorio.uft.edu.br/bitstream/11612/6184/1/DISSERTACAO_formato_MNPEF.pdf. Acesso em: 15 dez. 2025.

PEREIRA, Edivan. **O que é o som? Aplicação de uma UEPS na abordagem de ensino das ondas Mecânicas no 9º ano do ensino fundamental**. 2024. 149 f. Dissertação. (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2024.

PEREIRA, Mateus Patrício Barbosa *et al.* Unidade de ensino potencialmente significativa no estudo problematizador dos efeitos fotoelétrico e fotovoltaico. **Anais [...]**. V Conedu. 2018. Disponível em:

https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2018/TRABALHO_EV117_MD4_SA16_ID6918_17092018213941.pdf. Acesso em: 15 dez. 2025.

PESSANHA, Márlon. Obstáculos cognitivo-epistemológicos e modelos explicativos no estudo da estrutura da matéria nas aulas de física. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 23, n. 2, 2018.

PIFFERO, Eliane de Lourdes Fontana *et al.* Unidade de Ensino Potencialmente Significativa para ensinar fontes de energia com abordagem Ciência Tecnologia E Sociedade. **Revista de Educação do Vale do São Francisco**, [S. l.], v. 13, n. 32, 2023. Disponível em: <https://www.periodicos.univasf.edu.br/index.php/revasf/article/view/1553>. Acesso em: 15 dez. 2025.

PLACA SOLAR O QUE É E COMO FUNCIONA? Portal Solar, 2023. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/placa-solar-fotovoltaica-o-que-voce-precisa-saber>. Acesso em: 12/11/2023.

PROPOSTA de unidade de ensino potencialmente significativa (UEPS) para o ensino de física moderna. **Atena Editora**, [s.d.]. Disponível em: <https://atenaeditora.com.br/catalogo/download-post/85854>. Acesso em: 15 dez. 2025.

SALES. **O princípio básico do funcionamento dos painéis solares**. SS (Shuò gǔ kējì - Tecnologia Shuogu), 2024. Disponível em: <https://pt.shuogusolar.com/info/the-basic-principle-of-solar-panels-work-93026242.html>. Acesso em: 15 dez. 2025.

SANTOS, Caio Matheus Fontinele dos. **Painéis Solares e a Física de Semicondutores: A utilização de UEPS's no ensino de tópicos de Física Moderna e Contemporânea na educação básica**. 2022. Dissertação (Mestrado Profissional de Ensino de Física). Universidade Federal do Tocantins, Araguaína – TO, 2022. Disponível em: https://repositorio.uft.edu.br/bitstream/11612/6184/1/DISSERTACAO_formato_MNPEF.pdf. Acesso em: 15 dez. 2025.

SILVA, Jonatas Rodrigues; NEVES, Jefferson Adriano; SANTO, Marco Aurélio Espírito. Aplicação de uma sequência didática sobre efeito fotovoltaico no Ensino Médio. **Revista Ciências & Ideias**, 2024. Disponível em: <https://revistascientificas.ifrj.edu.br/index.php/reci/article/download/2693/2504/15355>. Acesso em: 15 dez. 2025.

SISTEMAS DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA E SEUS COMPONENTES. Neo Solar, 2023. Disponível em:

SOUZA, Graziela Ferreira; PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel. Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS): identificando tendências e Possibilidades de pesquisa. **Revista Dynamis**, v. 25, n. 1, p. 113-128, 2019. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/c0ec/e99263711d1f5546097a7cb2754d03c91b79.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2025.

TEIXEIRA, Leonardo Henrique Oliveira. A abordagem tradicional de ensino e suas repercussões sob a percepção de um aluno. **Revista Educação em Foco**, v. 10, p. 93–103, 2018.

TEIXEIRA, Juliana Gomes de Moraes; SOUSA, Pablo Castro de. **Roteiros de experimentos para a prática laboratorial no FótonLab/UFG**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica). Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2021. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/440/o/Projeto_Final_de_Curso_2021_Novo_Juliana_Pablo EMC UFG.pdf. Acesso em: 15 dez. 2025.

UEPS: metodologia ajuda a promover aprendizagem significativa. **Instituto Claro**, [s.d.]. Disponível em: <https://www.institutoclaro.org.br/educacao/nossas-novidades/reportagens/ueps-metodologia-ajuda-a-promover-aprendizagem-significativa-em-8-passos/>. Acesso em: 15 dez. 2025.

UMA sequência didática baseada na energia solar fotovoltaica. **Dialnet**, [s.d.]. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9520996.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2025.

UMA sequência didática baseada na energia solar fotovoltaica. **Revista Exitus**, UFOPA, [s.d.]. Disponível em: <https://portaldeperiodicos.ufopa.edu.br/index.php/revistaexitus/article/view/2210>. Acesso em: 15 dez. 2025.

UNIDADES de ensino potencialmente significativas para experimentos com LEDs. **Universidade Estadual de Londrina**, [s.d.]. Disponível em: <https://pos.uel.br/mnpfisica/wp-content/uploads/2022/09/Erci-Naomi-Tanaka-Hirai.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2025.

UNIDADES de ensino potencialmente significativas para o estudo do efeito fotoelétrico e fotovoltaico. **Instituto Federal do Espírito Santo**, [s.d.]. Disponível em: <https://repositorio.ifes.edu.br/handle/123456789/3665>. Acesso em: 15 dez. 2025.

VALLE, Leonardo. **UEPS: metodologia ajuda a promover aprendizagem significativa em 8 passos**. Instituto Claro, Educação, 2022. Disponível em: <https://www.institutoclaro.org.br/educacao/nossas-novidades/reportagens/ueps-metodologia-ajuda-a-promover-aprendizagem-significativa-em-8-passos/>. Acesso em: 15 dez. 2025.

ANEXOS

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Caro pai, mãe ou responsável legal, você está sendo consultado (a) sobre a participação do(a) estudante _____ como voluntário(a), em uma pesquisa educacional. Este estudo pretende investigar uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa - UEPS para aplicar o conteúdo de transformação de energia por meio de brinquedos solares de forma prática e teórica. Pretendemos investigar como a nossa metodologia de trabalho com o uso de novas ferramentas, como os brinquedos solares contribui para a compreensão de conceitos e conteúdos de Física. Por se tratar de uma pesquisa, alguns eventos da sala de aula serão registrados em áudio ou em vídeo como no caso de uma entrevista. É assegurado o anonimato do aluno, sempre que nos referirmos a algum acontecimento da sala de aula que o envolva, em nossas produções científicas. O aluno terá total liberdade de deixar de participar das atividades no instante que quiser, pelo motivo que lhe aprouver. Não há qualquer risco pessoal na participação da pesquisa. Os conhecimentos resultantes desta pesquisa serão divulgados em uma dissertação de mestrado. Além disso, os dados coletados dessa pesquisa serão armazenados por 05 anos e poderão ser utilizados em futuras pesquisas. Depois desse prazo, os dados serão destruídos.

Pesquisador responsável: Prof. Isac de Sousa Silva. Tel. (73) 99940-7604.
Mestrado Profissional em Ensino de Física – UESB. Email: isackdsilva@gmail.com.
Orientador da pesquisa: Prof. Dr. Jornandes Jesús Correia
Coorientador da pesquisa: Prof. Dr. Luizdarcy de Matos Castro
Departamento de Física – UESB – Vitória da Conquista - BA

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO

Eu li e entendi os detalhes descritos neste documento.

Concordo que os dados coletados para o estudo sejam usados para o propósito acima descrito.

Nome e RG do responsável legal:

Assinatura do responsável:

Vitória da Conquista, 14 de janeiro de 2026.

(Teste de sondagem)

Aluno (a): _____

Responda as questões abaixo:

1) Dentro do contexto da Física, o que você conhece sobre energia?

2) Cite algumas formas de transformação de energia.

3) Força, velocidade e energia tem alguma relação?

Sim () Não ()

4) Para que um objeto possa girar é necessário?

(a) velocidade (b) energia (c) força (d) pressão (e) densidade

5) Considere a situação: Alguém empurra um carrinho de brinquedo e ele começa a se mover, logo para. Quais grandezas físicas você consegue identificar?

6) O que significa algo se conservar?

7) Dentro do contexto da Física você já ouviu falar em conservação ou princípio de conservação de algo?

Sim () Não (), se sim qual? Cite algum exemplo. _____

8) Imagine você acionando o botão de um motor e este motor comece a funcionar “a girar”, quais grandezas estão associadas a este funcionamento? _____

9) Na sua opinião o que acontece quando os raios do Sol incidem numa superfície?

10) Complete a frase: A luz solar pode ser aproveitada para... _____

Relato Individual do Aluno(a)

Nome: _____

Ano letivo: 2024

O relato a seguir tem como objetivo apresentar informações relevantes sobre os temas discutidos acerca das transformações de energia solar em energia elétrica por meio das placas fotovoltaicas. Nesse caso a partir das discussões e explicações será necessária uma ampliação do conhecimento, ou seja, um nível mais elevado de complexidade. Dessa forma, faça um relato das atividades desenvolvidas até o momento expondo de forma clara suas aprendizagens, dificuldades e principais dúvidas sobre os temas e conteúdos físicos discutidos.

This image shows a full page of white paper with horizontal blue or grey ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page, providing a template for handwriting practice or general note-taking. There are no margins, text, or other markings on the page.

Pensando numa ampliação do conhecimento e também no aprofundamento de conteúdos de física por meio dos brinquedos solares e dos textos 1, 2 e 3 discutidos em sala de aula, responda a seguinte pergunta: **Como as placas fotovoltaicas transformam a energia solar em energia elétrica?**

This image shows a single sheet of white paper with horizontal blue or grey ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are approximately 20 lines visible. The paper has a slight shadow on its right side, suggesting it's resting on a surface.

Entrevista com os alunos

Perguntas para a entrevista:

- 1) O que você achou da abordagem de conteúdos de física com a utilização de brinquedos solares?
- 2) O que mais lhe chamou a atenção durante as aulas com os brinquedos solares? Qual dos brinquedos você mais gostou?
- 3) Você consegue dizer quais conteúdos ou conceitos da física você aprendeu durante as aulas com os brinquedos solares?
- 4) Depois das discussões, explicações em sala de aula e demonstrações dos brinquedos na prática, qual a principal característica está associada ao funcionamento dos brinquedos?

APÊNDICE - PRODUTO EDUCACIONAL



PRODUTO EDUCACIONAL

UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA PARA
APLICAR O CONTEÚDO DE TRANSFORMAÇÃO DE ENERGIA POR MEIO DE
BRINQUEDOS SOLARES: UM ESTUDO PRÁTICO E TEÓRICO

ISAC DE SOUSA SILVA



UESB
UNIVERSIDADE ESTADUAL
DO SUDOESTE DA BAHIA

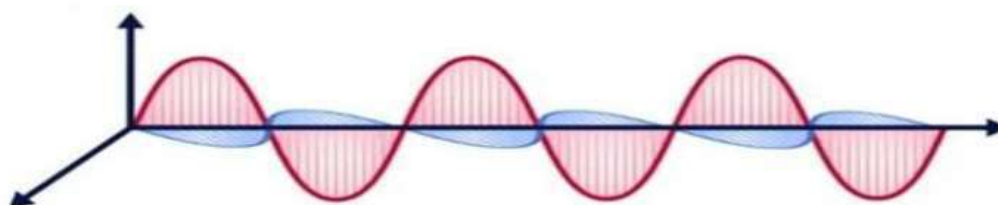


SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA



PRODUTO EDUCACIONAL

**UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA PARA
APLICAR O CONTEÚDO DE TRANSFORMAÇÃO DE ENERGIA POR MEIO DE
BRINQUEDOS SOLARES: UM ESTUDO PRÁTICO E TEÓRICO**



Produto Educacional submetido ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF) Polo 62, da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) como requisito necessário para obtenção do título de Mestre de Ensino de Física. O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Orientador: Prof. Dr. Jornandes Jesús Correia
Coorientador: Prof. Dr. Luizdarcy de Matos Castro

Isac de Sousa Silva

Vitória da Conquista – Bahia
Julho de 2025

A(O) PROFESSOR(A)

Caro(a) Professor(a),

Venho compartilhar aqui uma abordagem pedagógica como alternativa para uma aplicação do conteúdo de transformação de energia utilizando brinquedos solares como estratégia e recurso de ensino. Este método, fundamentado na teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e nas Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), propostas por Marco Antonio Moreira, visa transformar a sala de aula em um ambiente dinâmico, centrado no estudante, promovendo uma compreensão profunda e duradoura dos princípios fundamentais da Ciência.

A sequência didática inicia-se respeitando os conhecimentos prévios dos estudantes, reconhecendo a importância de partir de suas experiências individuais. Esta abordagem contribui não apenas para a construção de uma ponte entre o conhecimento cotidiano e o científico, mas também para o estabelecimento de uma base sólida para a aprendizagem significativa.

A fase seguinte consiste na exposição, demonstração, bem como montagem de brinquedos solares de forma a envolver os estudantes de maneira ativa e investigativa. A observação, a curiosidade, bem como a oportunidade de vivenciar a teoria proporciona uma compreensão mais profunda, estimulando o interesse e a participação ativa dos alunos no processo de aprendizado.

Com isso, buscamos promover uma aproximação entre a teoria e a prática, incentivando a aplicação dos conhecimentos adquiridos na resolução de questões-problema. Essa prática contribui para a formação de um pensamento crítico e reflexivo, habilidades fundamentais para o desenvolvimento acadêmico e pessoal dos estudantes. Ao incorporar elementos práticos e teóricos, a sequência didática busca instigar a intencionalidade do aluno em seus estudos, fomentando o interesse pela aprendizagem contínua.

A avaliação somativa e também processual, parte integrante desta abordagem, é concebida não como uma medida arbitrária do desempenho, mas como uma ferramenta para verificar o progresso e identificar áreas que requerem reforço e atenção. Valoriza-se o saber do aluno, o que o mesmo já traz da sua vida cotidiana e também de suas vivências escolares dentro do contexto da aprendizagem.

Em resumo, esta abordagem propõe um ambiente de aprendizado, na qual o estudante é a peça principal, o protagonista de sua própria educação, desenvolvendo não apenas conhecimentos, mas também habilidades essenciais para enfrentar os desafios do mundo contemporâneo e assim se formar como um cidadão mais crítico.

Prof. Isac de Sousa Silva

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	132
SOBRE A SEQUÊNCIA DIDÁTICA	134
CRONOGRAMA – ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS	135
1º PASSO – DEFINIÇÃO DO CONTEÚDO A SER ABORDADO	137
2º PASSO – VERIFICAÇÃO DOS SUBSUNÇORES: LEVANTAMENTO DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS.....	138
3º PASSO – SITUAÇÕES-PROBLEMA EM NÍVEL INTRODUTÓRIO: APRESENTAÇÃO DOS BRINQUEDOS.....	139
4º PASSO – APRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO A PARTIR DA DIFERENCIAÇÃO PROGRESSIVA.....	142
5º PASSO – UMA NOVA SITUAÇÃO-PROBLEMA EM NÍVEL MAIS ELEVADO DE COMPLEXIDADE	144
6º PASSO – CONCLUSÃO DA UEPS.....	146
7º PASSO – AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM POR MEIO DA UEPS	148
8º PASSO – ANÁLISE DO ÊXITO DA APLICAÇÃO DA UEPS	152
REFERÊNCIAS	153

INTRODUÇÃO

A Física é um componente curricular ou disciplina cujo conteúdo é apresentado para os alunos, na maioria das vezes, por meio de resolução de problemas e por aplicação de fórmulas de modo que pode causar nos alunos certo desinteresse. Uma abordagem mais prática, lúdica e tecnológica busca transformar esse desinteresse em interesse, pois o aluno é instigado a descobrir como determinado instrumento funciona, quais conteúdos e quais grandezas físicas estão envolvidas. Buscando contornar tais obstáculos, serão explorados novos métodos didáticos, baseado na teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, nas Unidades de Ensino Potencialmente Significativas de Marco Antônio Moreira (UEPS).

Nesse contexto, vimos sugerir, como estratégia de ensino, a utilização das Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) propostas por Moreira (2011) para solucionar os problemas citados acima, principalmente aqueles relacionados ao desinteresse. Todas essas ações didático-pedagógicas podem fazer com que o aluno veja a Física como uma ciência que está presente no seu cotidiano.

Nesse contexto, a Aprendizagem Significativa de Ausubel emerge como uma alternativa eficaz, ao propor que o aprendizado se consolida de maneira mais efetiva quando novas informações estão relacionadas de maneira substantiva com o conhecimento prévio do aluno. Tal abordagem não apenas reconhece a importância dos saberes prévios, como também busca integrar os novos conhecimentos de forma a criar um significado mais profundo.

As Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), segundo Moreira (2011), são uma abordagem pedagógica construtivista que busca tornar o ensino mais envolvente e significativo. As etapas de uma UEPS consistem em: (1) selecionar um tema ou conteúdo a ser abordado que seja relevante e desperte o interesse dos alunos; (2) identificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o tema, valorizando suas ideias e saberes prévios; (3) ancorar o novo conhecimento por meio de situações-problema; (4) expor o conteúdo destacando os aspectos mais gerais a partir da diferenciação progressiva; (5) retomar os aspectos mais gerais em níveis mais altos de complexidades; (6) retomar as características mais relevantes do conteúdo buscando a reconciliação integrativa; (7) avaliar a aprendizagem por meio da UEPS; (8) avaliar a UEPS.

Seguir essas etapas, previstas nas UEPS, possibilitará um ensino mais participativo e efetivo, promovendo o desenvolvimento de habilidades críticas e científicas nos estudantes. Na maioria das escolas das redes de ensino, o aluno começa a ter contato diretamente com conteúdos de Física a partir do 9º ano do Ensino Fundamental, por meio da disciplina Ciências, porém dividida em Biologia, Química e Física. Entretanto depende da forma como cada escola irá inserir esse conteúdo, pois, de acordo a BNCC, o ensino de Física pode ser inserido a partir do 6º ano do Ensino

Fundamental. Sendo assim, a proposta do trabalho em questão é aplicar uma sequência didática com base nas UEPS, com o intuito de abordar o conteúdo de transformação de energia por meio de brinquedos solares, de forma prática e teórica. Para isso, a sequência será baseada na Unidade de Ensino Potencialmente Significativa - UEPS de Marco Antônio Moreira (2010), que visa utilizar os Conhecimentos Prévios do aluno para construir um novo conhecimento e, assim, alcançar a Aprendizagem significativa. É importante ressaltar que durante o processo de desenvolvimento da UEPS são utilizadas discussões, aprofundamentos teóricos e práticos, bem como situações-problema para que a aprendizagem seja significativa para o aluno.

A utilização de recursos ou aparatos práticos como os brinquedos solares é uma necessidade essencial para promover um aprendizado efetivo sobre transformação de energia. Através dos brinquedos solares, os estudantes têm a oportunidade de vivenciar, observar e analisar esse princípio de forma prática e concreta, de modo a fortalecer a compreensão da teoria. Demonstrações, por exemplo, permitem que os alunos visualizem e interpretem as formas de transformação de energia, auxiliando na internalização do conhecimento e no desenvolvimento do pensamento científico.

A compreensão das diversas formas de energia e de suas conversões, proporciona construção de uma base essencial na formação do aluno, de modo a aprimorar a sua visão e facilitar a sua leitura de mundo. Ao compreender esses aspectos, os estudantes tornam-se capazes de interpretar e analisar diversos fenômenos da natureza e da sociedade que envolvem a transformação de energia, como a disseminação de informações através de ondas eletromagnéticas, geradas em dispositivos eletrônicos, bem como as conversões relacionadas a energia solar e elétrica, base do tema em questão. Essa compreensão amplia a percepção dos alunos sobre o funcionamento do mundo à sua volta, estimulando-os a questionar e investigar fenômenos que antes poderiam passar despercebidos.

Dessa forma, a aprendizagem significativa da transformação de energia é uma base essencial para a compreensão de conteúdos mais aprofundados da Física como, por exemplo, da física moderna, como a Mecânica Quântica, do Efeito Fotovoltaico e do Efeito Fotoelétrico. Portanto, a compreensão das formas de energia, suas relações de transformação no Ensino Médio, especificamente na turma do 3º ano, capacita os alunos a entenderem mais sobre o mundo a sua volta, bem como favorece a prosseguir em estudos posteriores como no ensino superior em áreas voltada às ciências exatas.

SOBRE A SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Este trabalho expõe uma sequência didática baseada nas UEPS de Marco Antônio Moreira, com foco na aplicação do conteúdo de transformação de energia por meio de brinquedos solares de forma prática e teórica especificamente numa turma de 10 alunos do 3º ano do Ensino Médio do Colégio Método da rede privada de Vitória da Conquista.

O objetivo de ensino desta sequência é aplicar as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) por meio de brinquedos solares para abordar a transformação de energia e analisar o impacto das atividades quanto à compreensão e o interesse dos estudantes em relação aos conteúdos abordados.

Para dar início à aplicação da UEPS, será feita uma apresentação de informações com exposição dos principais aspectos da sequência a ser abordada e aplicada. Dessa forma, será feita a definição do assunto (tema) a ser abordado, a metodologia, os objetivos e os resultados esperados serão apresentados aos alunos. Inicialmente será feita a exposição, por meio de slides, do Projeto de Ensino, com destaque das propostas, do cronograma, em que sejam explicitados os passos da sequência didática. Essa apresentação será feita em tom de uma Roda de Conversa, dando destaque à importância do projeto, às características e a metodologia do desenvolvimento.

Além disso, os alunos podem, por meio da sequência didática, criar mapas conceituais com os conteúdos abordados. Desta forma, esses mapas serão usados pelo (a) professor(a) como forma de avaliação do aprendizado dos alunos, pois permitem a visualização, a compreensão e a organização do conhecimento dos estudantes, tanto em sala de aula como fora dela.

De acordo Moreira (2011), o objetivo da construção de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) é desenvolver unidades de ensino potencialmente facilitadoras da aprendizagem significativa de tópicos específicos de conhecimento declarativo e/ou procedimental. Segundo sua filosofia, só há ensino quando há aprendizagem e esta deve ser significativa; ensino é o meio, aprendizagem significativa é o fim; materiais de ensino que busquem essa aprendizagem devem ser potencialmente significativos. Nessa perspectiva, para o desenvolvimento do produto educacional, será realizado um conjunto de passos previstos na UEPS, ou seja, um conjunto de 8 passos. A implementação deste projeto será feita segundo os oito passos que estão apresentados na seção que se segue.

CRONOGRAMA – ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS

Momento	Etapa ou passo	O que foi desenvolvido	Nº de encontros	Carga horária
1	Definição do conteúdo a ser abordado	Conversa inicial com os alunos informando o que será estudado e como se dará o trabalho. Informações gerais sobre a proposta.	1 Encontro (1 aula)	50 min
2	Verificação dos subsunsores	Aplicação de um teste de sondagem para a verificação dos conhecimentos prévios dos alunos.	1 Encontro (2 aulas)	100 min
3	Proposição de situações – problema	Apresentação dos brinquedos e aplicação de questões problematizadas. Os brinquedos se movimentam, por quê? O que está associado ao funcionamento dos brinquedos?	1 Encontro (2 aulas)	100 min
4	Apresentação do conhecimento a partir da diferenciação progressiva	Apresentação dos conteúdos físicos essenciais para ampliação do saber. Feita uma abordagem dos conteúdos , os diferentes tipos de energia e sua transformação por meio de textos de aprofundamento.	1 Encontro (2 aulas)	100 min

5	Proposição de uma nova situação – problema em nível mais elevado de complexidade	Feito questionamentos mais aprofundados. Como as placas fotovoltaicas transformam a energia solar em energia elétrica? Proposição de um relato individual.	1 Encontro (1 aula)	50 min
6	Conclusão da UEPS	Retorno das características mais relevantes dos conteúdos anteriores (Realizei uma oficina com os brinquedos, envolvendo os conteúdos estudados, com vista a promover a aprendizagem significativa crítica).	1 Encontro (3 aulas) OBS.: Na 1ª aula, exposição dos principais pontos dos conteúdos. 2ª e 3ª aulas realização da oficina.	150 min
7	Avaliação da aprendizagem por meio da UEPS	As avaliações serão realizadas durante todos os passos da UEPS de forma somativa e individual. Realizei uma entrevista de forma individual com todos os alunos.	1 Encontro (1 aula)	50 min
8	Avaliação da UEPS	Neste momento fiz uma análise dos indicadores de êxito da UEPS. A UEPS será considerada exitosa se tais indicadores demonstrarem que houve aprendizagem significativa crítica.	-	-
Carga horária total				12h/aula

1º PASSO – DEFINIÇÃO DO CONTEÚDO A SER ABORDADO

Aqui será definido o assunto ou conteúdo a ser abordado para esta UEPS, no caso **conservação e transformação de energia**. Para este passo será utilizado um tempo de 50 minutos que corresponde a uma aula. Para a realização desta etapa, terá uma **conversa inicial** com os alunos, quando se informará o que será estudado e como será o trabalho. No decorrer da aplicação da sequência de ensino serão abordadas grandezas físicas iniciais sobre o que é, a exemplo da definição de energia, sobre as suas diversas formas de transformação e conservação. Também serão abordados na proposta de ensino, conteúdos como corrente elétrica e ondas eletromagnéticas.

De acordo o passo 1 da UEPS, foi feita a definição do assunto (conteúdo) a ser abordado, a apresentação para os alunos, sobre o tema do projeto, metodologia, objetivos e resultados esperados. Realizei esta conversa inicial informando sobre o que será estudado e trabalhado, ou seja, todas as informações acerca da proposta. Segue abaixo as fotos da apresentação do tema e da proposta do projeto.



Apresentação do tema e da proposta do projeto.

No decorrer da aplicação desse passo foi observado que os alunos prestaram muita atenção, que estavam concentrados e curiosos para saber sobre a proposta de ensino e o que seria trabalhado.

2º PASSO – VERIFICAÇÃO DOS SUBSUNÇORES: Levantamentos dos conhecimentos prévios

Neste passo foi aplicado um teste de sondagem com o objetivo de verificar os conhecimentos prévios dos alunos. Foi solicitado aos alunos para responderem todas as questões de forma clara a respeito do que eles sabiam e conheciam acerca de energia, transformação e algumas relações entre grandezas da física. Segue abaixo o teste de sondagem.

(Teste de sondagem)

Aluno (a): _____

Responda as questões abaixo:

1) Dentro do contexto da Física, o que você conhece sobre energia?

2) Cite algumas formas de transformação de energia.

3) Força, velocidade e energia tem alguma relação?

Sim () Não ()

4) Para que um objeto possa girar é necessário?

(a) velocidade (b) energia (c) força (d) pressão (e) densidade

5) Considere a situação: Alguém empurra um carrinho de brinquedo e ele começa a se mover, logo para. Quais grandezas físicas você consegue identificar?

6) O que significa algo se conservar?

7) Dentro do contexto da Física você já ouviu falar em conservação ou princípio de conservação de algo?

Sim () Não (), se sim qual? Cite algum exemplo. _____

8) Imagine você acionando o botão de um motor e este motor comece a funcionar “a girar”, quais grandezas estão associadas a este funcionamento? _____

9) Na sua opinião o que acontece quando os raios do Sol incidem numa superfície?

10) Complete a frase: A luz solar pode ser aproveitada para... _____

O teste de sondagem acima é composto de dez (10) questões que estimulam os alunos a externalizarem o que já sabem sobre o tema. Isso será importante para que possam ser criadas situações-problema ou fazer um debate e dessa forma ampliar os conhecimentos dos alunos acerca do conteúdo abordado. Vale ressaltar que em nenhum momento o professor ou os colegas devem interferir nas respostas, visto que as respostas são todas individuais e pessoais. Nesta etapa será utilizado um tempo de 100 minutos que corresponde a duas aulas.

Ao final desta etapa, deverá ser aberta uma discussão acerca das respostas apresentadas pelos alunos de modo que sejam comparadas todas as respostas, pois para a próxima etapa será necessária essa comparação.

3º PASSO – SITUAÇÕES-PROBLEMA EM NÍVEL INTRODUTÓRIO: Apresentação dos brinquedos

Neste passo, no quesito propor situações problema, foram apresentados aos alunos 10 brinquedos solares distintos. Nesse dia todos os 10 brinquedos foram colocados sobre a mesa e foi solicitado aos alunos para que fizessem um semicírculo em volta da mesa para poderem visualizar melhor. Os alunos, à primeira vista, se surpreenderam com os brinquedos, gostaram muito e ficaram bastante curiosos, perguntando os nomes dos brinquedos, como funcionavam, porque tinham placas em cima, se foram construídos pelo próprio professor, e assim ficaram na expectativa de verem os brinquedos funcionando.

A proposta nesse dia foi a de expor os brinquedos na mesa e os alunos deveriam responder a uma pergunta referente aos brinquedos em si e logo após fazer a demonstração dos brinquedos funcionando num local aberto onde teria a incidência de raios do Sol, porém nesse dia não foi possível, pois o tempo estava nublado, logo pedi aos alunos que respondessem apenas a primeira questão proposta. Estas perguntas são questões problematizadas em torno dos brinquedos solares, sendo um total de 3 questões. Segue abaixo as fotos desse dia e as questões problematizadas.



Exposição de todos os 10 brinquedos e registro com a participação dos alunos.

Questões problematizadas

Aluno (a): _____

Responda de forma coerente as questões abaixo:

1) Só olhando e observando os brinquedos na mesa, na sua opinião o que você acha que faz com que eles funcionem?

2) Agora após a apresentação dos brinquedos, depois de observar os brinquedos funcionando, por que os brinquedos se movimentam?

3) Relate aqui do ponto de vista da Física, os conceitos físicos ou grandezas que você pôde identificar a partir do funcionamento dos brinquedos solares. (Observação: mínimo de 8 linhas para a resposta).

[illegible]

Como pode ser constatado, a primeira questão consiste em saber a opinião dos alunos, o que eles acharam a respeito do funcionamento dos brinquedos. Nesse dia, como dito anteriormente, os alunos apenas observaram os brinquedos na mesa e a partir dessa observação, responderam somente a primeira questão. Já em outro momento, dando continuidade ao passo 3, no que diz respeito a apresentação dos brinquedos solares e questões envolvendo situações-problema, todos os brinquedos foram colocados numa caixa de papelão e solcitado aos alunos, ainda na sala de aula, que eles se organizassem para ir num local aberto do lado de fora da escola. Esses alunos foram conduzidos para uma calçada de uma rua ao lado do quarteirão da escola. Nesta calçada, os brinquedos foram retirados da caixa e foram apresentados um por um. Nesse ínterim, os alunos ficaram em volta prestando atenção às explicações.

Todos os alunos ficaram ansiosos para verem os brinquedos funcionando. Como havia dez brinquedos solares e dez alunos, foi solicitado que cada aluno colocasse na calçada um dos brinquedos, e assim procederam. Foi uma surpresa para os alunos quando os brinquedos começaram a funcionar, se movendo, girando e vibrando. Os alunos ficaram eufóricos, alguns correram atrás dos carrinhos e outros ficaram manuseando o restante dos brinquedos.

Nesse momento, foi questionado aos alunos acerca do funcionamento dos brinquedos como, por exemplo, qual a principal característica em comum a todos eles? Os alunos responderam acertadamente que todos os brinquedos funcionavam a partir da energia solar. Então, após a demonstração dos brinquedos, retornamos para a sala de aula, onde pedi aos alunos que respondessem as duas questões restantes do material.

As questões restantes consistiam em saber o porquê dos brinquedos se moverem e quais conceitos ou grandezas físicas os alunos conseguiram identificar a partir do funcionamento dos brinquedos. Segue abaixo fotos da demonstração dos brinquedos e um vídeo com os brinquedos funcionando, veja no vídeo o momento da euforia dos alunos.



Demonstração dos brinquedos solares aos alunos.

O vídeo abaixo é uma demonstração dos brinquedos solares funcionando e mostra o momento em que os alunos ficaram eufóricos.



Vídeo dos brinquedos solares 01.mp4

4º PASSO – APRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO A PARTIR DA DIFERENCIAÇÃO PROGRESSIVA

Neste passo foram apresentados os **conteúdos físicos essenciais** para ampliação do saber em que foram abordados conteúdos sobre ondas eletromagnéticas, energia solar e suas principais características, bem como o funcionamento das placas solares fotovoltaicas. Foram utilizados três

textos¹ de aprofundamento sobre os conteúdos essenciais relativos aos brinquedos, dando destaque ao princípio de transformação de energia.

No primeiro momento deste quarto passo, deu-se início com a explanação dos textos-base para entendimento dos brinquedos solares, cujos textos serviram de base para a elaboração do projeto anual da escola. O projeto da escola envolveu o tema sobre brinquedos solares e foi aplicado no mês de novembro de 2024. No início deste quarto passo, após uma breve apresentação dos textos, esses três textos foram distribuídos para servir de base para as discussões. No segundo momento da explanação, foi solicitado que cada aluno fizesse a leitura de uma parte do texto para que não ficasse muito cansativo. Dessa forma, à medida que os alunos iam lendo, o professor da turma fazia a intervenção com explicação dos conteúdos presentes ao longo dos textos. Com isso os alunos compreenderam melhor, tiraram as suas dúvidas, discutiram entre si de forma a propiciar a ampliação dos seus conhecimentos acerca dos tópicos.

Para uma melhor aprendizagem, foi solicitado aos alunos que destacassem, ao longo da leitura, os tópicos mais importantes. Ao final do segundo momento, foi feita uma discussão geral sobre a leitura dos 3 textos, essa discussão foi considerada produtiva pelos alunos. Segue abaixo a foto dos alunos no momento da leitura dos textos:



Alunos fazendo a leitura dos textos propostos sobre os conteúdos.

Nesta etapa, observou-se a apresentação das grandezas físicas essenciais para uma

¹ Texto 01: Ondas eletromagnéticas, acesse aqui: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/o-que-sao-ondas-eletromagneticas.htm>

Texto 02: Energia solar: O que é, para que serve, como funciona e benefícios, acesse aqui: <https://www.portalsolar.com.br/energia-solar>

Texto 03: Placa solar: Como funciona? Acesse aqui: <https://www.portalsolar.com.br/como-funciona-placa-solar>

ampliação do conhecimento. Os alunos tiveram, nessa etapa, uma visão mais científica, voltada para o conhecimento científico dos princípios do mundo natural. Foi feita uma abordagem de conteúdos de Física relacionados aos brinquedos solares como corrente elétrica, ondas eletromagnéticas, efeito fotovoltaico, bem como transformação e conservação de energia. Foi possível, nesta etapa, os alunos distinguirem ou diferenciar conteúdos físicos, tornando o conhecimento mais acessível para os mesmos. Foram necessárias 2 aulas de 50 minutos cada para aplicação desta etapa.

Para complementar a leitura dos textos, bem como a compreensão dos alunos, também foram disponibilizados dois vídeos² relacionando o funcionamento da célula fotovoltaica e o efeito fotovoltaico.

5º PASSO – UMA NOVA SITUAÇÃO-PROBLEMA EM NÍVEL MAIS ELEVADO DE COMPLEXIDADE

Para esta etapa ou passo foi proposta uma nova situação-problema, mas só que agora em um nível mais elevado de complexidade, levando em consideração o aprendizado anterior. Neste caso, foram feitas perguntas ou questionamentos de uma forma mais aprofundada dentro do assunto, como por exemplo, um relato individual de cada aluno acerca das dificuldades, aprendizagens e principais dúvidas sobre os temas discutidos e também sobre a constituição das placas solares que é o principal dispositivo que absorve a energia do Sol (ondas eletromagnéticas) e faz a conversão em energia elétrica, foi questionado a respeito de como as placas fotovoltaicas transformam a energia solar em energia elétrica. Então nesta etapa, como podemos notar a discussão pode ir além de definição de energia e sua conservação para uma visão mais abrangente sobre efeitos relacionados as placas fotovoltaicas. Nesta etapa foi utilizada uma aula de 50 minutos para a sua realização. Os alunos participaram após, respondendo aos questionamentos, visto que fizeram leituras indicadas através dos textos trabalhados no passo anterior. Segue abaixo o modelo de relato com as perguntas feitas aos alunos.

² COMO FUNCIONA a célula fotovoltaica. Solarprime Oficial. [S. l.: s. n.], 2019. 1 vídeo (4 min 34 seg.). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=TrR7mtq6djg>. Acesso em: 10 jul. 2025.

EFEITO FOTOVOLTAICO. Beco da Física - Prof Samuel. [S. l.: s. n.], 2021. 1 vídeo (1 min 31 seg.). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=hWrSNKXzchw>. Acesso em: 10 jul. 2025.

Relato Individual do(a) Aluno(a)

Nome: _____

Ano letivo: 2024

O relato a seguir tem como objetivo apresentar informações relevantes sobre os temas discutidos acerca das transformações de energia solar em energia elétrica por meio das placas fotovoltaicas. Nesse caso a partir das discussões e explicações será necessária uma ampliação do conhecimento, ou seja, um nível mais elevado de complexidade. Dessa forma, faça um relato das atividades desenvolvidas até o momento expondo de forma clara suas aprendizagens, dificuldades e principais dúvidas sobre os temas e conteúdos físicos discutidos.

[illegible]

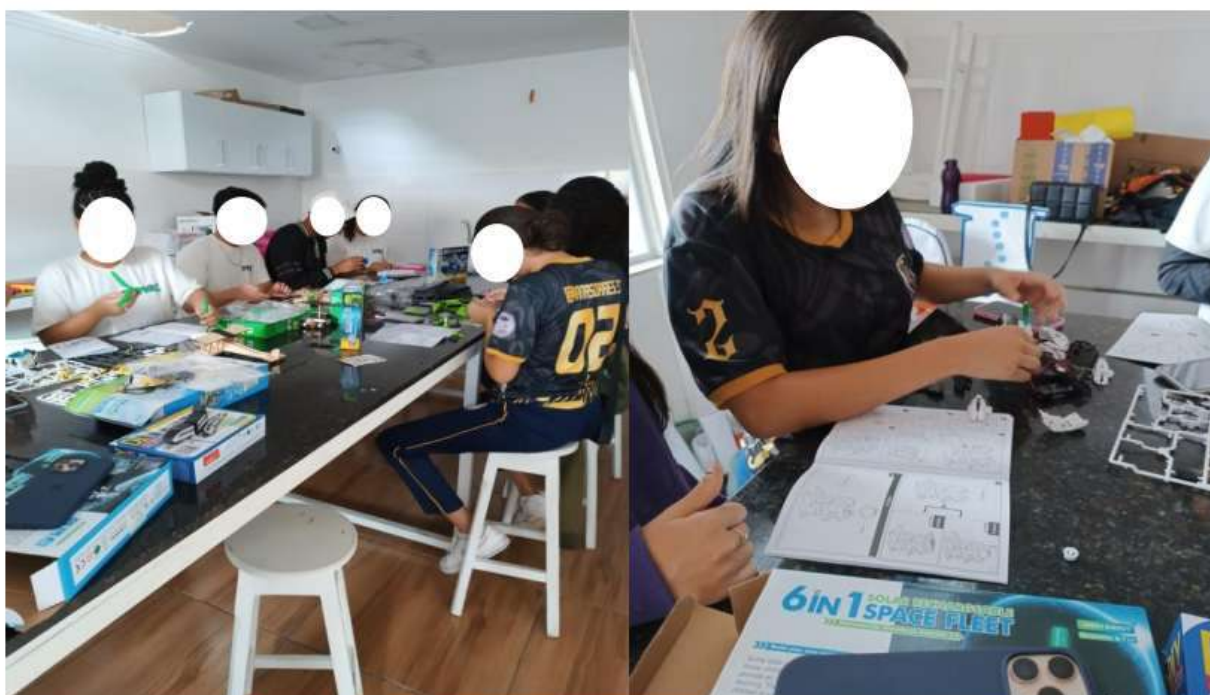
Pensando numa ampliação do conhecimento e também no aprofundamento de conteúdos de física por meio dos brinquedos solares e dos textos 1, 2 e 3 discutidos em sala de aula, responda a seguinte pergunta: Como as placas fotovoltaicas transformam a energia solar em energia elétrica?

[illegible]

6º PASSO – CONCLUSÃO DA UEPS

Neste passo ou etapa, por meio de aula expositiva dialogada integradora, se propôs retornar as características mais relevantes dos conteúdos anteriores e assim realizar uma oficina de montagem dos brinquedos solares, discussão dos componentes constituintes, como engrenagens, eixos e motores relacionando assim com os conteúdos de Física como torque, velocidade angular, frequência angular, corrente elétrica, ondas eletromagnéticas, conservação e transformação de energia dentre outros. Neste passo se deu a conclusão da UEPS, visto que os conteúdos já foram trabalhados e discutidos.

Realizamos uma oficina prática e lúdica e, desta forma, os conteúdos tornaram-se mais significativos para os alunos. Como nessa etapa teve uma parte prática e lúdica, foram necessárias três aulas, totalizando 150 minutos. Foi observado que durante a realização da oficina houve um engajamento muito grande dos alunos, devido a participação de todos, quando cada um dos estudantes teve a oportunidade de montar o seu próprio brinquedo para expor a sua demonstração e o seu funcionamento. Para esta etapa, a aula toda transcorreu de forma prática e lúdica, uma vez que os alunos manusearam os brinquedos, observaram seus componentes físicos, como peças, placas solares fotovoltaicas, fios e motores elétricos. Dessa forma, puderam vivenciar na prática como se dá o processo de transformação de energia. Segue abaixo fotos desse momento com os alunos durante a oficina.





Alunos durante a realização da oficina de montagem e demonstração dos brinquedos solares.

7º PASSO – AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM POR MEIO DA UEPS

Para essa etapa ou passo foi feita uma avaliação da aprendizagem. Para isso foi necessária a aplicação de uma entrevista após a realização da sequência de atividades. Isso foi importante, pois de acordo com as respostas dos alunos acerca do trabalho realizado envolvendo os brinquedos solares, foi verificado se houve uma aprendizagem significativa dos conteúdos abordados durante as etapas anteriores. Para esta etapa foi utilizada uma aula de 50 minutos. Vale ressaltar que todas as dez entrevistas com os dez alunos foram gravadas com a autorização e o livre consentimento (Anexo A) de cada um dos alunos e de cada um dos seus responsáveis, visto que os mesmos assinaram termo de consentimento antes do início da proposta de trabalho. Abaixo se encontra as perguntas da entrevista realizada com os alunos. É importante destacar que as respostas foram gravadas no formato de áudio e vídeo, mas que devido ao formato, disponibilizaremos apenas falas escritas dos alunos para análise e comparação das respostas acerca dos temas abordados.

Entrevista com os alunos

Perguntas para a entrevista:

- 1) O que você achou da abordagem de conteúdos de física com a utilização de brinquedos solares?
- 2) O que mais lhe chamou a atenção durante as aulas com os brinquedos solares? Qual dos brinquedos você mais gostou?
- 3) Você consegue dizer quais conteúdos ou conceitos da física você aprendeu durante as aulas com os brinquedos solares?
- 4) Depois das discussões, explicações em sala de aula e demonstrações dos brinquedos na prática, qual a principal característica está associada ao funcionamento dos brinquedos?

Aluno 01 – Respostas.

- 1) *Eu achei que é bem mais tranquilo de entender, porque quando se trata apenas daquelas fórmulas, tipo se você fala que o efeito fotovoltaico, ele é de tal forma, mas com a prática é mais fácil de entender.*
- 2) *Foi o fato de quando a luz tá fraca ele não funciona e o brinquedo que mais gostei foi o barquinho, porque pode ser levado para a praia onde tem bastante Sol.*
- 3) *Tem a questão do efeito fotovoltaico e também questão de energia elétrica, tipo quando você transforma energia solar em energia elétrica, e como uma plaquinha daquele tamanho consegue*

mover o brinquedo.

4) É a questão do Sol, a energia solar que se transforma em energia elétrica é o que move os brinquedos.

Aluno 02 – Respostas.

1) Eu achei bastante interessante, é um projeto bastante legal, é benéfico para a Natureza como para as pessoas, é algo sustentável.

2) Foram as placas solares em si né, como elas funcionam, como elas transformam a energia do Sol em energia solar e isso me deixou mais intrigado. O brinquedo que eu mais gostei foi o barquinho que ele se movimenta na água, achei bastante interessante.

3) Força, grandeza, velocidade, a transformação da energia solar em energia elétrica e que faz o motorzinho funcionar.

4) A energia solar transformada em elétrica, a conversão.

Aluno 03 – Respostas.

1) Eu achei que foi bem mais fácil de entender que na teoria, na aula, explicação, foi bem mais fácil de entender o assunto.

2) O que mais me chamou a atenção foi sobre as placas solares estarem em cima dos brinquedos que você explicou sobre cada uma e tem um que armazena energia, a estação espacial mesmo ele gira. Foi a estação espacial e eu também gostei da baratinha.

3) Energia elétrica, velocidade, força.

4) Transformar energia solar em energia elétrica, pega energia do Sol e transforma para os brinquedos se movimentarem.

Aluno 04 – Respostas.

1) Achei que foi muito importante pra gente entender o conteúdo e também aprender mais as formas, né como funciona, foi bom.

2) O que mais me chamou a atenção é como os brinquedos, entendeu? É a funcionalidade deles, faz parte de todo o aprendizado que a gente tá aprendendo em Física, né, tipo as formas, a montagem, tudo entendeu? Eu gostei mais da estação espacial, tipo ele tem um armazenadorzinho nele, um capacitor, que mesmo ele sem a incidência de luz solar ele, ainda consegue armazenar um pouco daquela energia.

3) Sobre a energia solar, energia elétrica, força, velocidade.

4) As placas solares, energia solar e transformação da energia solar em energia elétrica que faz funcionamento dos brinquedos que é voltado a força e a velocidade.

Aluno 05 – Respostas.

- 1) *Eu gostei, eu achei bem bacana porque mostra na prática como eles funcionam e tudo mais.*
- 2) *Acho que dos brinquedos assim, a prática deles se movimentarem, quando a gente foi lá fora e viu, a energia solar se transformando em elétrica e fazendo eles se movimentarem e os assuntos dessa parte, os componentes. Gostei mais da baratinha, porque ela funciona mais rápido.*
- 3) *Força né, velocidade, corrente elétrica.*
- 4) *Acho que é a energia solar transformar na elétrica.*

Aluno 06 – Respostas.

- 1) *Achei muito tranquila, principalmente o assunto de ondas eletromagnéticas, achei bem boa.*
- 2) *O fato dos brinquedos se movimentarem de verdade, ficar igual a estação espacial funcionando durante um tempo, mesmo sem a incidência do Sol, mesmo nublado alguns brinquedos funcionaram. Eu gostei mais do dinossauro, achei bonitinho.*
- 3) *Um pouco sobre ondas eletromagnéticas, a energia, sobre os raios UV, a força, a velocidade.*
- 4) *Utilizar da energia limpa, os brinquedos bioamigáveis, a energia solar, a transformação da energia solar em elétrica.*

Aluno 07 – Respostas.

- 1) *Achei muito didática, achei que funcionou muito bem pra gente conseguir compreender o assunto de maneira mais fácil.*
- 2) *Foi o funcionamento dos brinquedos, né, tipo assim, uma placa solar nos brinquedos, faz o brinquedo se mover só com a energia do Sol, muito interessante, Isac. Eu gostei daquele carrinho que anda bem rápido.*
- 3) *A gente aprendeu sobre a Lei de Kirchhoff, corpo negro, teoria de Plank, questão dos resistores, velocidade, força, campo magnético.*
- 4) *Energia solar, o processo conhecido como efeito fotovoltaico, que é quando as placas captam a luz do Sol e transforma essa energia solar em energia elétrica.*

Aluno 08 – Respostas.

- 1) *Achei muito interessante, foi muito fácil de aprender também porque a gente viu na prática, fomos na rua ver como os brinquedos funcionavam de perto, ver a energia solar né, com os brinquedos, então foi muito fácil de aprender.*
- 2) *Ver o funcionamento dos brinquedos, foi bastante interessante, eu nunca tinha visto e eu achei*

muito interessante. Eu gostei mais da baratinha.

3) Aprendemos energia solar, velocidade, transformação, campo magnético, é isso.

4) A energia solar é o principal né, a transformação em energia elétrica.

Aluno 09 – Respostas.

1) Muito interessante, a gente aprendeu como é que monta os brinquedos e importância da energia solar que transforma em elétrica.

2) Como os brinquedos funciona, Isac, isso o carrinho rápido. O que eu mais gostei foi o carrinho que anda rápido e a baratinha que fica pulando.

3) Velocidade, força, energia, ondas eletromagnéticas.

4) A energia solar, a transformação da energia solar em elétrica.

Aluno 10 – Respostas.

1) Achei uma forma diferente, prática e mais didática de aprendizado, Isac. Uma forma mais fácil e dinâmica de se aprender o conteúdo.

2) Acho que foi mais os brinquedos e a forma como eles funcionam, foi algo bem diferente assim. Rapaz, Isac, tem dois que foi o dinossauro e o carrinho mais rápido.

3) É velocidade, força, energia e esses que são mais aparentes assim.

4) A energia solar que é convertida em energia elétrica que é o principal funcionamento.

Como podemos observar por meio das respostas dos alunos nota-se uma aprendizagem significativa de alguns conceitos, teorias, processo de transformação de energia, bem como de conteúdos de física abordados na prática através dos brinquedos. Isso mostra a grande importância da proposta pedagógica aqui apresentada, pois como vimos nas próprias falas dos alunos, foi algo interessante, algo novo e motivador na aprendizagem.

8º PASSO – ANÁLISE DO ÊXITO DA APLICAÇÃO DA UEPS

De acordo com Moreira, cabe nesta etapa ou passo, a avaliação da própria UEPS, da própria sequência realizada. Neste momento serão analisados os indicadores de êxito da sequência, ou seja, pontos nos quais a UEPS foi exitosa. Desta forma, serão levadas em conta as respostas dos alunos durante o teste de sondagem, das questões problematizadas, do relato individual e das respostas durante a entrevista, todas aplicadas nas etapas anteriores. As discussões em torno dos conteúdos abordados, as definições apresentadas pelos alunos ao longo da sequência e das atividades realizadas serão analisadas. Como serão abordados conteúdos de Física por meio de brinquedos solares, é esperado que os alunos consigam ter uma aprendizagem mais significativa do conteúdo, das definições, das leis físicas, bem como de suas aplicações e implicações no cotidiano das pessoas. Foram levadas em conta como resultado as respostas dos alunos durante o teste de sondagem, das questões problematizadas, do relato individual e das respostas durante a entrevista, todas aplicadas durante os oito passos da UEPS.

As discussões em torno dos conteúdos abordados, os conceitos apresentados pelos alunos ao longo da sequência e das atividades realizadas foram analisados e notei uma evolução em comparação com a primeira etapa. Como foram abordados conteúdos de Física por meio de brinquedos solares, foi observado que os alunos conseguiram, de certa forma, ter uma aprendizagem mais significativa dos conceitos, das definições, das leis físicas, bem como de suas aplicações e implicações no cotidiano das pessoas. Este trabalho, em forma de uma sequência didática, foi fundamental para fornecer indicadores de êxito na aprendizagem dos alunos através de um conjunto de atividades práticas e também teóricas utilizando como ferramenta didática os brinquedos solares.

REFERÊNCIAS

MOREIRA. M.A. **Textos de Apoio ao Professor de Física**. Vol. 23, n.2, 2012. Instituto de Física – UFRGS, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física.

MOREIRA. M.A. **O que é afinal aprendizagem significativa?** Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2010.

HAMMEL. C; MIYAHARA.Y. R; SANTOS. A. S. **Uma UEPS com enfoque CTSA no ensino de física: geração, produção e consumo de energia elétrica**. Experiências em Ensino de Ciências V.14, No.1. 2019. Universidade Estadual do Centro-Oeste. Rua Simeão Varela de Sá, 03 - CEP 85040-080 - Vila Carli, Guarapuava – PR.

DAVID AUSEBEL E A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA. Educacross, 2023. Disponível em: <https://blog.educacross.com.br/educacao/aprendizagem-significativa/> . Acesso em 23 de nov. 2023.

PLACA SOLAR O QUE É E COMO FUNCIONA? Portal Solar, 2023. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/placa-solar-fotovoltaica-o-que-voce-precisa-saber>. Acesso em: 12/11/2023.

SISTEMAS DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA E SEUS COMPONENTES. Neo Solar, 2023. Disponível em: <https://www.neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/sistemas-de-energia-solar-fotovoltaica-e-seus-componentes>. Acesso em 12/11/2023.

EFEITO FOTOVOLTAICO – COMO A ENERGIA É GERADA. Ensolare, 2023. Disponível em: <https://www.ensolare.com.br/blog/efeito-fotovoltaico-como-a-energia-e-gerada>. Acesso em 12/11/2023.

COMO FUNCIONA A CÉLULA FOTOVOLTAICA. Solarprime Oficial, 2024. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=TrR7mtq6djg>. Acesso em 04/08/2025.

EFEITO FOTOVOLTAICO. Beco da Física – Prof Samuel, 2024. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=hWrSNKXzchw>. Acesso em 04/08/2025.