

UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA - SBF
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO
DE FÍSICA POLO 38 UFRR – CAMPUS UFRR /
PARICARANA

WALTER FIÚSA DOS SANTOS

**ILUMINAÇÃO SUSTENTÁVEL ATRAVÉS DO USO DE GARRAFAS PET
(LÂMPADA DE MOSER) CONFECCIONADAS POR ALUNOS DO ENSINO MÉDIO**

BOA VISTA- RR

2020

WALTER FIÚSA DOS SANTOS

**ILUMINAÇÃO SUSTENTÁVEL ATRAVÉS DO USO DE GARRAFAS PET
(LÂMPADA DE MOSER) CONFECCIONADAS POR ALUNOS DO ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada para a Banca de Defesa do Programa de Pós-Graduação em Física do Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Universidade Federal de Roraima (UFRR) como parte do requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Gilmar Alves Silva.

Co-orientador: Prof. Dr. Roberto Câmara de Araújo.

BOA VISTA- RR

2020

WALTER FIÚSA DOS SANTOS

**ILUMINAÇÃO SUSTENTÁVEL ATRAVÉS DO USO DE GARRAFAS PET
(LÂMPADA DE MOSER) CONFECCIONADAS POR ALUNOS DO ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada para a Banca de Defesa do Programa de Pós-Graduação em Física do Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Universidade Federal de Roraima (UFRR) como parte do requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. Defendida em _____ de _____ de 2020 e avaliada pela seguinte banca:

Prof. Dr. Gilmar Alves Silva

Orientador / Universidade Federal de Roraima (UFRR)
Presidente da Banca

Prof. Dr. Karl Marx Silva Garcez

Membro Externo / Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

Prof.^a Dra. Denise Andrade do Nascimento

Membro Interno / Universidade Federal de Roraima (UFRR)

*Dedico esta dissertação à
minha família que sempre me incentivaram
a perseverar neste Curso e, em especial à
minha esposa pelo apoio e colaboração e
aos meus filhos, pelo carinho.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Física do Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Universidade Federal de Roraima (UFRR) pela oportunidade de participar deste programa nacional.

Agradecimentos aos professores: orientador Gilmar Alves Silva pelo convite aceito neste trabalho científico, e co-orientador . Roberto Câmara de Araújo por sua colaboração e contribuição para a realização do mesmo.

Quero ainda agradecer à minha família pelo incentivo, aos colegas de Curso e à minha esposa e filhos pelo apoio e compreensão.

O presente trabalho foi realizado como apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

“No fim, conservaremos apenas o que amamos. Amaremos apenas o que compreendemos. E compreenderemos apenas o que nos ensinaram”.

(Baba Dioum - conservacionista Africano)

RESUMO

O ensino das Ciências da natureza e suas tecnologias têm se intensificado no sentido de acompanhar as transformações que estão ocorrendo nas escolas em todo o país, sobretudo pelos novos desafios provenientes do desenvolvimento da sociedade. Diante desta tendência, a escola precisa acompanhar e preparar os educandos para essa demanda decorrente do desenvolvimento no qual se busca um ensino diferenciado, que proporcione uma dinâmica no processo de ensino e aprendizagem onde, os alunos se apropriem de novos conhecimentos visando responder às demandas sociais e, o ensino de Física segue nessa tendência no sentido em que traz para a realidade do aluno novas práticas de ensino com a utilização de materiais alternativos. Nesse sentido, este trabalho apresenta resultados do ensino de Física em sala de aula realizado em duas turmas de 3ª Série do Ensino Médio, no qual foram abordados os conteúdos de energias renováveis e iluminação sustentável, baseada nos fenômenos ópticos de radiação, refração, reflexão, iluminância e espalhamento da luz e, o impacto direto na sociedade por meio da confecção de lâmpadas com garrafas PET (lâmpada de Moser) desenvolvida pelos alunos, como forma alternativa de iluminação através da captação da energia solar para minimizar os problemas ambientais e favorecer a redução do valor da “conta de luz” para população que necessita da iluminação durante o dia. É importante destacar os aspectos positivos provenientes da utilização da lâmpada de Moser como dispositivo alternativo durante as aulas de Física baseadas na Teoria da Assimilação das Ações Mentais por Etapas proposta por Galperin, pois, no decorrer da abordagem da temática sobre energias renováveis com destaque para a energia solar, os estudantes se apropriaram dos conceitos físicos evidenciados na lâmpada de Moser sob a ação dos raios solares. Certamente esse ganho significativo na assimilação de conhecimentos físicos adquiridos pelos alunos no decorrer das aulas está diretamente associado à motivação dos alunos em querer conhecer mais acerca da energia solar, suas implicações socioambientais e seus efeitos em seu cotidiano, associado ao fato de estudar Física usando uma ferramenta pedagógica confeccionada pelos próprios alunos, com materiais de fácil acesso geralmente jogados ao lixo de forma indiscriminada (garrafa PET).

Palavras-chave: Ensino de Física - Energias Renováveis - Lâmpadas de Moser- Fenômenos Físicos - Redução do Custo de Energia

ABSTRACT

The teaching of natural sciences and their technologies has been intensified in order to accompany the transformations that are taking place in schools across the country, especially due to the new challenges arising from the development of society. In view of this trend, the school needs to accompany and prepare students for this demand resulting from the development in which they seek a differentiated education, which provides a dynamic in the teaching and learning process where, students take on new knowledge in order to respond to social demands and, the teaching of Physics follows this trend in the sense that it brings to the student's reality new teaching practices with the use of alternative materials. In this sense, this work presents results of the teaching of Physics in the classroom carried out in two classes of 3rd Grade of High School, in which the contents of renewable energies and sustainable lighting were approached, based on the optical phenomena of radiation, refraction, reflection, illuminance and scattering of light, and the direct impact on society by making lamps with PET bottles (Moser lamp) developed by the students, as an alternative form of lighting by capturing solar energy to minimize environmental problems and favor reduction the value of the "electricity bill" for people who need lighting during the day. It is important to highlight the positive aspects arising from the use of the Moser lamp as an alternative device during Physics classes based on the Theory of Assimilation of Mental Actions by Steps proposed by Galperin, because, during the approach of the theme on renewable energies with emphasis on the solar energy, students appropriated the physical concepts shown in the Moser lamp under the action of the sun's rays. Certainly, this significant gain in the assimilation of physical knowledge acquired by students during classes is directly associated with the motivation of students to want to know more about solar energy, its socio-environmental implications and its effects on their daily lives, associated with the fact of studying Physics using a pedagogical tool made by the students themselves, with easily accessible materials usually thrown in the trash in an indiscriminate way (PET bottle).

Keywords: Physics Teaching - Renewable Energies - Moser Lamps - Physical Phenomena - Reduction of Energy Cost

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 -	Representação das reflexões difusa e regular da luz.....	33
Figura 02 -	Leis da reflexão.....	39
Figura 03 -	Leis da refração.....	40
Figura 04 -	Representação de um luxímetro.....	42
Figura 05 -	Representação do medidor de luz My Mobile Tools Dev, Smart Luxmeter Smart Tools.....	44
Figura 06 -	Celular funcionando como luxímetro através do app My Mobile Tools Dev; alunos realizando a medida.....	45
Figura 07 -	Aplicação Diagnóstico.....	50
Figura 08 -	Aulas Teóricas – contextualização energias renováveis e lâmpada de Moser.....	51
Figura 09 -	Apresentação da Lâmpada de Moser.....	53
Figura 10 -	Construção da maquete para representação da utilização da lâmpada de Moser.....	55
Figura 11 -	Funcionamento da lâmpada de Moser.....	56
Figura 12 -	Aula Teórica: Conceito de energia renováveis e não renováveis.....	64
Figura 13 -	Apresentação da lâmpada de Moser e seu funcionamento.....	66
Figura 14 -	Utilização de aplicativo para calcular a iluminância.....	66
Figura 15 -	Conceito de radiação, reflexão, refração, iluminância e espalhamento da luz sendo apresentado nas turmas M e N.....	67
Figura 16 –	Construção da maquete para uso da lâmpada de Moser.....	68
Figura 17 –	Lâmpada de Moser sendo utilizada após aplicação do Produto Educacional.....	69
Figura 18 -	Representação do questionário avaliativo.....	72

LISTA DE TABELA

Tabela 01 -	45
-------------------	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 -	Descrição das aulas para aplicação do Produto Educacional.....	49
Quadro 02 -	Questionário de levantamento de conhecimento prévio.....	59
Quadro 03 -	Questionário aplicado aos alunos que participaram da atividade educacional proposta pelo MNPEF (produto educacional)	71

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	14
1. OBJETIVOS	17
1.1 OBJETIVO GERAL	17
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
1.3 JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO	17
CAPÍTULO 02 – ILUMINAÇÃO SUSTENTÁVEL ATRAVÉS DO USO DE GARRAFAS PET	19
2.1 LÂMPADA DE MOSER: UM POUCO DE HISTÓRIA	19
2.1.1 GARRAFA PET	20
2.1.2 ENERGIA SOLAR	20
2.1.3 LÂMPADA DE MOSER E A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA	22
CAPÍTULO 03 – FUNDAMENTAÇÃO PEDAGÓGICA: TEORIA DAS AÇÕES MENTAIS DE GALPERIN E SEUS COLABORADORES	24
3.1 A TEORIA DA INTERIORIZAÇÃO DE VYGOTSKY	24
3.2 A TEORIA DA ATIVIDADE	26
3.3 TEORIA DA FORMAÇÃO PLANEJADA POR ETAPAS DAS AÇÕES MENTAIS	27
3.4 PRESSUPOSTOS TEÓRICOS CONSIDERADOS NA ELABORAÇÃO DO PRODUTO	28
CAPÍTULO 04 – A FÍSICA NA LÂMPADA DE MOSER	32
4.1 RADIAÇÃO SOLAR	34
4.2 REFLEXÃO	38
4.3 LEIS DA REFLEXÃO	40
4.4 REFRAÇÃO	40
4.5 ILUMINÂNCIA	42
4.6 ESPALHAMENTO DA LUZ	46
CAPÍTULO 05 – METODOLOGIA – LÂMPADA DE MOSER: DISPOSITIVO EDUCACIONAL PARA AULAS EXPERIMENTAIS CONCEITUANDO FENÔMENOS FÍSICOS	47
5.1 MATERIAIS E MÉTODOS DA APLICAÇÃO DO DISPOSITIVO	48
5.1.1 RECURSOS	49
5.1.2 1ª AULA	50

5.1.3 2ª AULA – MOTIVAÇÃO	51
5.1.4 3ª AULA.....	52
5.1.5 4ª AULA.....	53
5.1.6 5ª AULA.....	56
5.1.7 6ª AULA.....	56
CAPÍTULO 06 – ANÁLISE E DISCUSSÕES DOS RESULTADOS	58
6.1 1ª AULA: PONTO DE PARTIDA.....	59
6.2 2ª AULA: CONCEITO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS E NÃO RENOVÁVEIS....	63
6.3 3ª AULA: ENERGIA SOLAR E LÂMPADA DE MOSER ALTERNATIVA SOCIOAMBIENTAL	65
6.4 4ª AULA: AULA PRÁTICA: CONFECÇÃO DA LÂMPADA DE MOSER	67
6.5 5ª AULA: AULA PRÁTICA – OBSERVAÇÃO DO FUNCIONAMENTO DA LÂMPADA DE MOSER E APLICAÇÃO DOS FENÔMENOS FÍSICOS	68
6.6 6ª AULA: AVALIAÇÃO	70
CONCLUSÃO	75
REFERÊNCIAS.....	777
APÊNDICE 01 - TERMO DE CONSENTIMENTO DOS PAIS OU RESPONSÁVEIS	82
APÊNDICE 02 - TERMO DE CONSENTIMENTO	84
APÊNDICE 03 - TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM	85
APÊNDICE 04 – MANUAL DO PRODUTO EDUCACIONAL	86

INTRODUÇÃO

Sabe-se que o aluno constrói seus conceitos e aprende de modo mais significativo com o ambiente que o rodeia, mediante a apropriação e a compreensão dos significados apresentados no ensino de ciências naturais. Embora o conhecimento científico aconteça de diversas formas e em diferentes ambientes, é na escola que os conceitos científicos são normalmente introduzidos de forma sistematizada. Por outro lado, os alunos encontram não apenas dificuldades conceituais, mas enfrentam problemas no uso de estratégias de raciocínio e solução de problemas, próprios do trabalho científico, que precisam ser consideradas.

Temos vivenciado grandes questionamentos à cerca do desenvolvimento de novas alternativas de geração de energia de tal forma que venha a garantir ao mesmo tempo, uma opção sustentável e de baixo custo. Essas duas condições são de suma importância em nossa sociedade e comunidade local, tendo em vista a situação social na qual a população está inserida, caracterizada por pessoas de baixa renda, agricultores de subsistência, aposentados e assalariados que enfrentam com dificuldades os altos valores na conta de energia.

Nesse sentido, a escola busca dar uma resposta à comunidade local sugerindo alternativas que venham a colaborar com o desenvolvimento social, econômico e educacional. Dessa forma, a escola atua de forma efetiva em seu papel social, além da formação intelectual e científica que são inerentes à sua condição de existência.

A partir do contexto exposto, se faz necessário levar para a sala de aula situações práticas experimentais no ensino de física, que venham somar com o processo de ensino e aprendizagem. Assim, foram explorados os conteúdos de física, a saber: energia solar, energia eólica, biomassa, impactos ambientais, energias alternativas baseadas nos fenômenos ópticos de reflexão regular e reflexão difusa da luz, refração, assim como os fenômenos de radiação solar, iluminância e espalhamento da luz. Neste sentido, é pertinente a utilização da lâmpada de Moser como dispositivo alternativo nas aulas de física abordando energias renováveis e a aplicabilidade sustentável da lâmpada

Cada vez mais há uma necessidade urgente em trabalhar a teoria e a prática em sala de aula, de forma que favoreça a aprendizagem dos educandos, despertando nos alunos uma nova concepção de ensino, para construírem seus próprios conceitos,

formalizem os conhecimentos prévios que já trazem de sua realidade e, juntamente com o auxílio do professor, realizem as atividades práticas propostas dentro da temática abordada.

A realização dessas atividades é determinante para a eficácia da utilização da Teoria das ações mentais de Galperin uma vez que estas se dividem em três: a primeira é a ação de orientação na qual são definidos o método, o objetivo e as características do objeto para os quais são direcionadas as ações, a segunda ação é a execução norteada pelas ações com o intuito de cumprir o objetivo proposto na primeira ação e, na terceira e última ação denominada de ação de controle tem como função verificar as informações relacionadas ao cumprimento das ações com o intuito de introduzir possíveis correções para aprimorar o desenvolvimento das atividades.

O produto educacional produzido por essa pesquisa, abordam o uso da energia solar como fonte de geração alternativa de energia através de lâmpadas de Moser, utilizando materiais alternativos junto aos alunos da 3ª série das turmas M e N de Ensino Médio da Escola Estadual de Ensino Integral José de Alencar, durante a explanação do conteúdo sobre energias renováveis, consumo de energia elétrica e suas variantes, abordando dos conceitos de radiação, refração, reflexão, iluminância e espalhamento da luz.

A proposta deste trabalho visa promover o desenvolvimento intelectual dos educandos por meio de práticas experimentais, despertando nos mesmos a consciência dos benefícios ambientais e socioeconômicos provenientes do uso de materiais alternativos e de baixo custo, destacando-se a garrafa PET como principal matéria prima a ser usada na realização e desenvolvimento das atividades propostas aos alunos.

Para Pereira et al., (2017, p. 14), devido às características de suscetibilidade do recurso hídrico em conjunto com o crescimento da demanda de eletricidade, torna-se necessário diversificar as fontes de energia que compõem a matriz elétrica brasileira, buscando aproveitar fontes de energia que causem baixo impacto ao meio ambiente.

Desta forma, espera-se que os educandos se apropriem dos conhecimentos físicos, analisando cada tipo de energia renovável que são comumente usados no Brasil de modo geral, assim como propor e utilizar fontes de energias sustentáveis que possam impactar a vida social e econômica da comunidade escolar dos alunos, sobretudo das famílias de baixa renda.

É importante destacar que a aplicação do produto educacional atende a sugestão do Polo 38, localizado na Universidade Federal de Roraima, Campus Paricarana, que por sua vez, propõe a realização em duas turmas com professores distintos. Assim, na turma M o produto Educacional foi aplicado pelo professor autor da pesquisa Walter Fiúsa dos Santos e na turma N a aplicação foi realizada pelo professor Daniel Batista Mendes.

O desenvolvimento do trabalho está estruturado em cinco capítulos, a saber:

Capítulo1-Apresenta os objetivos geral e específicos, justificativa e motivação, assim como a metodologia utilizada.

Capítulo 2 - Iluminação sustentável através do uso de garrafas PET

Capítulo 3 - Organização pedagógica do processo de aprendizagem baseada na teoria de Galperin;

Capítulo 4 - Radiação solar, reflexão, refração, iluminância e espalhamento da luz;

Capítulo 5 - Relato de aplicação do produto educacional.

Capítulo 6 – Análise e discussões dos resultados.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GERAL

Potencializar a energia solar obtida por meio do uso de garrafas PET (lâmpadas de Moser) na abordagem do conteúdo sobre energias renováveis no ensino de física, destacando os impactos socioambientais e econômicos, no intuito de promover a aprendizagem significativa baseada na teoria de Galperin.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

a) Utilizar a luz solar como fonte alternativa sustentável de iluminação no cotidiano dos alunos;

b) Mostrar aos estudantes a relevância de aquisição de conhecimentos científicos e, aprendizagem significativa através do manuseio da lâmpada de Moser na abordagem das aulas de física sobre energias renováveis;

c) Favorecer a compreensão dos alunos segundo a teoria da atividade sobre os conceitos físicos envolvidos na construção e utilização de lâmpadas de Moser;

d) Promover através das aulas de Física uma formação cidadã;

e) Avaliar alternativas e possíveis soluções sustentáveis do uso da lâmpada de Moser e a redução do consumo de energia elétrica.

f) Abordar os conceitos físicos de radiação, refração, reflexão, iluminância e espalhamento da luz.

1.3 JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO

Sabe-se que o atual modelo educacional no ensino de física ainda é fortemente pautado em metodologias tradicionais baseadas na exposição oral dos conteúdos propostos, associados à resolução de exercícios que comumente trazem em seu enunciado a utilização de expressões matemáticas.

Fato este que provoca uma aversão por parte dos alunos em ter interesse pelos conteúdos abordados nas aulas de física e, por conseguinte, um problema em termos de assimilação dos conceitos em se tratando do processo de ensino e aprendizagem.

Diante desse contexto, na perspectiva de proporcionar um processo formativo significativo e dinâmico, através de atividades experimentais propomos o trabalho que versa sobre iluminação sustentável através do uso de garrafas de poli tereftalato de

etila, conhecidas como “Pet” devido a sigla do nome em inglês PolyEthylene Terephthalate.

Diante desse contexto, essa proposta inovadora foi apresentada aos alunos da 3ª série do Ensino Médio, assim é necessário repensar o processo de ensino e aprendizagem que hoje é utilizado nas escolas visando dinamizar a prática docente, possibilitando um maior envolvimento dos educandos nas atividades desenvolvidas em sala de aula, propiciando aos alunos uma formação educacional sólida na abordagem dos conteúdos de Física.

Neste sentido, este trabalho apresenta a iluminação sustentável através do uso de garrafas PET confeccionada pelos alunos, com a finalidade de proporcionar aos estudantes uma abordagem dinâmica e significativa através de práticas experimentais nos quais os mesmos realizam as atividades propostas pelo professor e se apropriam dos conceitos físicos envolvidos durante a experimentação, vivenciando na prática as interações decorrentes de sua efetiva participação no processo de ensino e aprendizagem em física onde serão abordados os conceitos de radiação, refração, reflexão, iluminância e espalhamento da luz.

02 – ILUMINAÇÃO SUSTENTÁVEL ATRAVÉS DO USO DE GARRAFAS PET

No que diz respeito à geração de energia, temos observado por parte dos governos a nível mundial uma preocupação cada vez mais urgente em utilizar matrizes energéticas alternativas renováveis, visando suprir a demanda no abastecimento de energia até então produzidas por fontes convencionais comumente usadas pelo homem em suas atividades diárias. De acordo com Torres (2016, p.153 et al.), a produção alternativa de energia deve priorizar os recursos renováveis para não desembocar no mesmo problema dos combustíveis fósseis, cujas reservas estão próximas de acabar, sem possibilidade de renovação.

No entanto, essa produção de energia através de usinas hidrelétricas e termelétricas, assim como os combustíveis fósseis, como o gás natural e o GLP (Gás Liquefeito de Petróleo) além de provocar graves prejuízos ambientais por meio da degradação do ambiente, também estão se esgotando.

Procurando uma alternativa para diminuir a degradação do ambiente, sugerimos como fonte alternativa de energia para iluminação a lâmpada de Moser, confeccionada com o uso de materiais de baixo custo, destacando-se a garrafa PET como objeto principal a ser utilizado.

A iluminação por meio da lâmpada de Moser é proveniente da reflexão e refração da luz solar que incide sobre a lâmpada e que por meio do espalhamento iluminam espaços que necessitem de iluminação durante o dia, sendo por sua vez necessário que tais espaços não contenham forros.

2.1 LÂMPADA DE MOSER: UM POUCO DE HISTÓRIA.

A lâmpada de Moser ou lâmpada de garrafa PET surgiu no início do século XX, sendo criado pelo brasileiro Alfredo Moser durante os apagões provenientes dos racionamentos de energia vivenciados no Brasil no final dos anos 90, estendendo-se até o início do ano 2000 (SANTOS; CHAVEZ; MATA, 2018, *apud* MACEDO, 2014).

Alfredo Moser era mecânico e proprietário de uma oficina, que necessitava de energia elétrica diariamente para desenvolver suas atividades profissionais e, diante dessa realidade Moser percebeu a necessidade de uma alternativa para sanar tal situação.

Moser preocupado com o risco de ficar sem luz, tanto em sua residência, quanto em sua oficina, imediatamente recordou-se da explicação do chefe, ao perceber que a luz do sol, que entrava pela janela, incidia em uma garrafa d'água sobre a mesa e clareava toda a parede da casa (SANTOS; CHAVEZ; MATA 2018, *apud* MACEDO, 2014).

O mecânico mineiro Alfredo Moser nomeou um projeto literalmente brilhante para os estudos em energias renováveis de baixo custo, a lâmpada de Moser. O Uberabense propôs, de maneira genial, em um canal no *Youtube* o projeto que hoje é utilizado em mais de 15 países e é utilizado como referência pela Organização das Nações Unidas (ONU) em países com baixo desenvolvimento econômico. Nas Filipinas, por exemplo, os litros de luz (*literof light*) foram recebidos pela *My Shelter Foundation*, que atingiu a meta de alcançar 1 milhão de famílias em 2015, começando pela capital Manila e se expandindo por todo o país (RODRIGUES *et al.*, 2016).

2.1.1 Garrafa PET

A garrafa PET ou plástica é um poliéster termoplástico, que devido a sua estrutura e característica constituinte permite que, a determinadas temperaturas, ser fundido e moldado facilmente. É essa característica que garante à garrafa PET a capacidade de ser reciclada e transformada em diferentes produtos como em fibras têxteis ou em outros produtos plásticos. Logo, percebe-se que o uso de garrafas PET como material reciclável é viável visto que a constituição de composição da garrafa tem uma ampla possibilidade de aplicação (SANTOS; CHAVEZ; MATA 2018, *apud* MACEDO, 2014).

2.1.2 Energia Solar

Dentre os vários tipos de energia renováveis conhecidas, como a eólica, biomassa, geotérmica, marés, solar entre outras, destacamos de modo particular a energia solar, tendo em vista sua grande incidência em várias regiões do mundo, assim como em todo o território brasileiro. Quando fazemos referência à energia solar como fonte de energia renovável, estamos nos referindo essencialmente à energia que é captada diretamente das radiações provenientes do Sol, portanto, essa energia não está relacionada à energia que se encontra armazenada em vegetais, combustíveis fósseis, entre outros.

De acordo com Torres (2016, p.153 et al.), a Terra recebe continuamente do Sol energia equivalente a $1,9 \text{ cal}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})$, aproximadamente $1,3 \text{ KW}/\text{m}^2$, valor que conhecido como **constante solar**. Entretanto, é preciso lembrar que, na verdade, boa parte dessa energia é refletida pela atmosfera, não alcançando a superfície do nosso planeta. A energia solar no espaço interestelar tem intensidade média em torno de $1400 \text{ W}/\text{m}^2$, qual denominamos de fluxo de energia. Como o valor do fluxo de energia pode variar em função da presença de manchas solares, o fluxo de energia não é constante é, na realidade uma grandeza variável, (MOLINA JÚNIOR; ROMANELLI, 2015, p.58).

Os autores destacam que, estimativas sobre a relação entre a energia solar incidente no planeta fora da atmosfera e a demanda anual total de energia da humanidade indicam que essa demanda seria suprida em somente uma hora de exposição (Molina Júnior e Romanelli, 2015, p. 66).

De acordo com Molina Júnior e Romanelli (2015), o Brasil tem uma grande vantagem na utilização da energia solar: sua posição geográfica. Estudos mostram que o Brasil é, anualmente, “inundado” com uma grande quantidade de energia equivalente a 15 trilhões de MWh.

Esse valor é, pelos menos, 35 mil vezes maior do que o consumo de energia elétrica registrado no país.

Conforme o Atlas Solarimétrico do Brasil (2000, p. 19), revela que a radiação solar no Brasil varia entre $8 \text{ a } 22 \text{ MJ}/\text{m}^2 \cdot \text{dia}$ e revelam um período de mínimo no trimestre maio-junho-julho, onde as estações solarimétricas registram intensidade de radiação na faixa de $8 \text{ a } 18 \text{ MJ}/\text{m}^2 \cdot \text{dia}$. Já no trimestre outubro-novembro-dezembro, observa-se que as estações solarimétricas registram intensidades de radiação acima de $16 \text{ MJ}/\text{m}^2 \cdot \text{dia}$, atingindo um valor máximo de $24 \text{ MJ}/\text{m}^2 \cdot \text{dia}$.

Na cidade de Boa Vista/RR a radiação solar de acordo com a estação solarimétrica varia entre $16 \text{ a } 20 \text{ MJ}/\text{m}^2 \cdot \text{dia}$ (Atlas Solarimétrico do Brasil, 2000).

É importante destacar que por outro lado, verifica-se que grande parte dessa energia não é aproveitada para o abastecimento energético brasileiro tendo em vista a indisponibilidade de dispositivos para a captação dessa fonte de energia.

Logo se percebe a relevância do tema da energia solar e o uso do mesmo na abordagem no ensino de física acerca do uso da energia solar como fonte de energia renovável, através da utilização da lâmpada de Moser, numa perspectiva inovadora norteada por atividades experimentais.

2.1.3 Lâmpada de Moser e a Experimentação no Ensino de Física

Diante dos desafios por que passa o ensino de física em nosso país, oriundos de um ensino tradicional com forte predominância no método baseado na resolução de listas de exercícios para fixação e expressões matemáticas que em sua maioria não tem uma conexão com o cotidiano do estudante, fato este que provoca nos alunos uma aversão em relação aos conteúdos de física ministrados em sala de aula. Portanto, o educador precisa desenvolver novas técnicas e habilidades em sala de aula, no sentido de envolver os alunos no processo de ensino e aprendizagem, fazendo contextualização entre o conteúdo abordado com as temáticas de sua realidade.

Para o ensino de ciências da natureza e suas tecnologias no ensino médio a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), define como competência específica para:

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global (BRASIL, 2017, p. 554).

Nesse sentido, é de suma importância que o professor realize suas ações pedagógicas de maneira mais concreta, as quais possibilitem aos estudantes uma participação mais ativa e prática no decorrer do enfoque dos conteúdos de física em sala de aula através de experimentos possibilitando a prática e reflexão sobre os fenômenos físicos e alternativas para diminuir os impactos socioambiental.

De acordo com Borges (2006, p. 31), os professores de ciências, tanto no Ensino Fundamental como no Ensino Médio, em geral acreditam que a melhoria do ensino passa pela introdução de aulas práticas no currículo.

Assim, torna-se relevante a contextualização da ideia de construção e utilização da lâmpada de Moser com os conteúdos abordados no ensino de Física, no 3º ano do Ensino Médio, abordando os seguintes fenômenos: radiação solar, reflexão, refração, Iluminância e espalhamento.

É pertinente que o professor envolva os alunos em práticas experimentais proporcionando uma aprendizagem significativa, dinamizando assim o processo de ensino em física.

Nesse sentido, ao utilizar a lâmpada de Moser ao abordar o conteúdo de energias renováveis com os alunos do 3º ano do ensino médio se pretendia por meio deste dispositivo educacional proporcionar aos estudantes uma aprendizagem diferenciada, na qual os fenômenos físicos envolvidos despertem nos alunos um novo olhar sobre o estudo da física e sua implicação em seu cotidiano.

Por meio da prática experimental vivenciada no decorrer da utilização da lâmpada de Moser para estudar física é possível estabelecer uma relação entre a teoria e a prática, onde a aquisição de conhecimentos se dá através da participação dos alunos durante a explanação das aulas, na confecção da lâmpada como ferramenta educacional a ser explorada, na verificação e constatação dos fenômenos físicos de reflexão, refração, radiação solar, iluminância e espalhamento da luz, assim como a geração de energia luminosa decorrente de tais fenômenos.

Nesse sentido, o professor partindo do princípio no qual o aluno é o protagonista no processo de ensino e aprendizagem, cria várias possibilidades pedagógicas que tornam o ensino de Física mais prazeroso e significativo com a realização de atividades práticas experimentais contextualizadas.

De acordo com a teoria das ações mentais, baseado na Base Orientadora da Ação (BOA III) proposta por Galperin que consiste em um conjunto de condições onde os educandos se apoiam para realizar uma atividade. Portanto, a teoria vem explicar a assimilação do conhecimento por etapas fundamentais de sua formação com a passagem do plano da experiência social para o da experiência individual.

É importante destacar que, a base orientadora da ação é o sistema de condições em que o homem realmente se apoia ao exercer a atividade. O aluno pode construir o sistema de conhecimentos e estabelecer os modelos das ações a serem executadas com vistas a realização da atividade, assim como a ordem de realização dos componentes da ação: orientação, execução e controle (Nuñez e Pacheco, 1998).

Nesse contexto, o professor ao seguir os passos para a realização da ação didática o faz de modo lógico e concreto, favorecendo o desenvolvimento das habilidades dos alunos durante a realização das atividades propostas no decorrer das aulas referentes ao conteúdo de energia renovável, enfatizando o processo de iluminação sustentável a partir do uso da lâmpada de Moser.

03 – FUNDAMENTAÇÃO PEDAGÓGICA: TEORIA DAS AÇÕES MENTAIS DE GALPERIN E SEUS COLABORADORES

Vieira e Jófili (2011), relatam que Piotr Yakovlevich Galperin (1902 – 1988) foi colaborador de Vygotsky e Leontiev, psicólogo e membro da escola Jarkov. Ele descreveu como produto de suas pesquisas, o mecanismo de interiorização das ações externas em internas. Para uma melhor compreensão de sua teoria é importante conhecer a teoria de Vygotsky e também a de Leontiev, visto que, Galperin trabalhou na perspectiva de compreender o processo de internalização do conhecimento a partir da atividade, desenvolvida por Leontiev.

Os autores Nuñez e Ramalho (2015), destacam que a essência da teoria de Galperin consiste, primeiramente, em encontrar a forma adequada da ação; segundo, encontrar a forma material de sua representação; e, terceiro, transformar essa ação externa em interna.

Nesta perspectiva pode-se dizer que a teoria de Galperin se baseia no princípio segundo o qual, por meio de uma atividade planejada é possível ocorrer a formação de processos mentais os quais se constituem no desenvolvimento da atividade em si, descrevendo como fundamentação de sua teoria mecanismos das ações exteriores transformadas em interiores, através dos estudos de interiorização proposta por Vygotsky, associada ao princípio da atividade de Leontiev.

3.1 A TEORIA DA INTERIORIZAÇÃO DE VYGOTSKY

Nascido na Bielo-Rússia no ano de 1896, Lev Vygotsky de família judaica formou-se em Direito em 1918 pela Universidade de Moscou, vindo a falecer em 1934 acometido por tuberculose (COELHO; PISONI, 2012). Os autores relatam que, segundo Vygotsky, o que determina as características do ser humano não são necessariamente as características determinadas pelo seu nascimento, nem tampouco como resultados provenientes de pressões do meio exterior, mas são oriundas das relações entre o homem e a sociedade.

Assim, para Vygotsky as interações decorrentes das relações que o homem desempenha na sociedade são essenciais para estabelecer essa conexão entre indivíduo e sociedade, uma vez que o ser humano é capaz de transformar o meio no

qual está inserido para sanar suas necessidades mais elementares, ele transforma a si mesmo.

De acordo com Coelho e Pisoni (2012):

“Vygotsky dá um lugar de destaque para as relações de desenvolvimento e aprendizagem de suas obras[...] destaca ainda que a aprendizagem é um processo contínuo e a educação é caracterizada por saltos qualitativos de um nível de aprendizagem a outro, daí a importância das relações sociais onde, são identificados dois tipos de desenvolvimento: o real e o potencial”.

O Desenvolvimento real diz respeito aos conhecimentos que o indivíduo já traz consigo, sem que haja necessidade do auxílio de outro indivíduo para realizar determinada ação ou função. Por outro lado, o desenvolvimento potencial é aquele no qual o indivíduo pode realizar determinada ação/atividade com o auxílio de outra pessoa, fato este que estabelece uma relação muito significativa tendo em vista as experiências vivenciadas e, através do diálogo, colaboração e exemplo, um aprende com o outro.

Desse modo, é possível o professor dinamizar as aulas de física propondo aos estudantes a realização de atividades práticas, promovendo entre os alunos relações de cooperação, ações conjuntas, participação ativa, além da motivação no decorrer da realização da atividade.

A esse intervalo ou distância entre os desenvolvimentos real e potencial denominamos de zona de desenvolvimento proximal (ZDP), qual se caracteriza pela necessidade que o indivíduo possui em adquirir uma espécie de degrau a mais em termos de evolução de conhecimentos e/ou habilidades a fim de realizar determinada atividade sem necessitar do auxílio de outra pessoa. Coelho e Pisoni (2012, p.20) destacam o que Vygotsky afirma: “aquilo que é zona de desenvolvimento proximal hoje será o nível de desenvolvimento real amanhã [...]”

Assim, o desenvolvimento real se caracteriza pelos conhecimentos que o indivíduo já traz em sua estrutura cognitiva baseada em sua vivência por outro lado, a partir do momento em que o aluno procura se aprofundar em determinado conteúdo e, adquirir novos conhecimentos, o mesmo atingiu o nível de desenvolvimento potencial ou seja, o discente progrediu em termos de assimilação de conceitos científicos.

3.2 A TEORIA DA ATIVIDADE

A Teoria da atividade foi elaborada por Aleixei Nikolaievich Leontiev (1903-1979), que iniciou sua carreira na Universidade Estadual de Lomonosov, em Moscou (MGU). No ano de 1921 iniciou seus estudos na Faculdade de História e Filologia na Universidade de Moscou. Em 1924, graduou-se em psicologia e, seguidamente cursou as Faculdades de História, Filosofia e, Ciências Sociais.

Leontiev trabalhou durante cinquenta anos em atividades experimentais, defensor da natureza sócio-histórica do psicológico humano, influenciado pela teoria do materialismo histórico de Marx. Em sua teoria Leontiev utilizou vários conceitos desenvolvidos por Vygotsky como, por exemplo, a construção histórica da relação homem – mundo, assim como a mediação por instrumento nessa relação.

De acordo com Pereira e Núñez (2017, p. 54):

a atividade é a principal categoria do materialismo histórico-dialético para Leontiev que sistematizou o conceito de “atividade”, ao fundar a teoria psicológica geral da atividade. [...] em suas pesquisas sobre a estrutura da atividade, ele considerou o objetivo e o motivo como seus elementos principais e estabeleceu que ambos deveriam coincidir, separando, desse modo, os conceitos de atividade, ação e operação.

Para Leontiev (1989), na relação ativa entre o sujeito e o objeto, a atividade materializa-se por meio de ações, operações e tarefas, movidas por necessidades e motivos. Nesse sentido, a necessidade é o fato que desencadeia a atividade. Partindo das ideias de Leontiev, que faz uma relação da efetivação da ação através da atividade prática, concreta que dá por meio da experimentação, percebe-se a importância da prática experimental no ambiente escolar e, de modo especial em se tratando do ensino de física que dispõe de uma grande quantidade de possibilidades para o uso de atividades experimentais em seus conteúdos.

Monteiro, Ghedin, Krüger (2012, p.165, *apud* LAMPREIRA, 1999, p.9), destacam a análise de Lampreira sobre a atividade prática “[...] é o elo mediador entre o indivíduo e a realidade já que a assimilação das significações se efetua no curso da atividade”. Neste sentido, a atividade realizada pelo aluno é o reflexo da ação concreta materializada de maneira dinâmica e significativa, uma vez que a mesma já havia sido manifestada em sua estrutura psicológica.

As várias formas que uma determinada ação pode ser desenvolvida podem ser denotadas simplesmente por operações, no sentido que tais operações e/ou atividades estão diretamente associadas com a efetivação da ação.

Assim, conforme Silva (2019, p. 23, *apud* RODRIGUES; FRANÇA, 2012), a Teoria da Atividade constitui-se como um importante recurso metodológico para o planejamento de estratégias de ensino, uma vez que considera que no processo de aprendizagem de conceitos científicos, o sujeito deve desenvolver ações apropriadas que se apresentam inicialmente na forma de ações externas para posteriormente, serem internalizadas.

3.3 TEORIA DA FORMAÇÃO PLANEJADA POR ETAPAS DAS AÇÕES MENTAIS

Diante de novos desafios vivenciados no ambiente escolar faz-se necessário o professor criar alternativas e metodologias diferenciadas que venham a colaborar com o processo de ensino e aprendizagem.

Em se tratando do ensino de física esses desafios tornam-se ainda mais acentuados dadas às dificuldades que os alunos do ensino médio manifestam nos conteúdos de física abordados em sala de aula.

Desse modo, é pertinente ao docente inovar sua metodologia com atividades experimentais nas quais os estudantes possam apropriar-se do conhecimento de uma forma prática e significativa, a partir do desenvolvimento de suas estruturas cognitivas.

De acordo com Nobre (2018), Galperin e seus colaboradores desenvolveram a Teoria da Formação das Ações Mentais por Etapas (1987) com o intuito de discutir e explicar o processo de internalização da atividade externa.

Através de sua teoria Galperin ressalta que o processo de assimilação do conhecimento por meio de etapas fundamentais de formação como sendo determinada pela passagem do plano da experiência social para o plano da experiência individual, conforme já apresentamos na seção 3, Nuñez e Pacheco (1998) relatam que: i) primeiramente deve-se delimitar a forma mais adequada para a realização da ação; ii) depois se faz necessário encontrar a forma no sentido de materializar concretamente a ação e iii) deve-se transformar a ação externa em interna.

Nesse sentido, utilizando a teoria das ações mentais de Galperin na abordagem do conteúdo de energias renováveis, enfatizando a iluminação sustentável através do uso de garrafas PET, é possível materializar as ações por meio de atividades práticas experimentais, proporcionando um diferencial no processo de aprendizagem no ensino de Física.

3.4 PRESSUPOSTOS TEORICOS CONSIDERADOS NA ELABORAÇÃO DO PRODUTO

As ações/atividades utilizadas durante a realização deste trabalho educacional foram norteadas pela Base Orientadora da Ação (BOA), qual consiste em um conjunto de ações a serem desenvolvidas pelos alunos com o propósito de aplicar a Teoria das Ações Mentais de Galperin organizada em cinco etapas, onde em cada uma dessas etapas se evidencia na prática o uso dos conceitos e sua efetividade no decorrer de seu desenvolvimento, dando significado concreto ao que está sendo realizado pelos alunos sob o acompanhamento do professor. Por essas particularidades pode-se dizer que a BOA, é a projeção da ação em forma de atividade, constituída estruturalmente e funcionalmente por: orientação, execução e controle.

Os autores Núñez e Ramalho (2017 *apud* TALÍZINA, 1988, p. 43), relatam que de acordo com Talízina com referência à BOA considera: “é o elemento estrutural sobre cuja base transcorre a direção da ação. É o sistema de condições no qual realmente se apoia o sujeito para cumprir a ação”.

Os autores relatam que Talízina destaca o uso de vários tipos de BOA, no entanto, abordaremos apenas as três primeiras quais são consideradas as mais significativas no processo de ensino e aprendizagem.

De acordo com Núñez e Ramalho (2017), Galperin faz referência a três tipos de orientações, a saber: (BOA I, BOAII e BOA III) que estão condicionadas a três tipos de aprendizagens distintas e, conseqüentemente na forma de ensinar, onde devem ser considerados os seguintes itens:

a) Grau de generalização: relacionado ao tipo de condição da BOA e orienta sua execução, possibilitando transferir o que já foi aprendido visando novas situações.

b) Grau de detalhamento: caracterizasse a presença na orientação das condições necessárias para sua realização, onde são destacados os conteúdos conceituais, as operações e as condições para a ação.

c) Forma de elaboração: refere-se às estratégias que os estudantes devem utilizar para construir a BOA.

Diante do exposto, Núñez e Pacheco (1998, p. 102.) destacam que a atividade segundo o tipo BOA III, forma-se rapidamente com poucos erros e se caracteriza por sua estabilidade, alto nível de generalização e, portanto, por uma maior transferência.

Neste sentido o professor, ao adotar a BOA III em sua metodologia de ensino, favorece aos estudantes uma gama de possibilidades para despertar nos alunos situações que o desafie enquanto ser pensante e capaz de solucionar situações problema que lhe são propostos

Vieira e Jófili (2011) relatam que, a Teoria de Galperin aponta uma importante contribuição para a didática à medida que, ao explicar o processo de internalização da atividade externa em atividade interna considera alguns passos e elementos a serem considerados no processo [...]. A teoria de Formação das Ações Mentais de Galperin está baseada em cinco etapas:

Motivacional: considerada por Talízina como etapa zero, em que ainda não há nenhum tipo de ação, nem são introduzidos conhecimentos; ela tem como tarefa principal preparar os alunos para assimilarem os novos conhecimentos (NUÑEZ; PACHECO, 1998, p. 102).

Estabelecimento do esquema da Base Orientadora da Ação (BOA): essa etapa deve ser estabelecida num processo de elaboração do conhecimento de forma que os alunos, junto com o professor possam construir o tipo de atividade a ser realizada.

Formação da ação no plano material: nesta etapa o estudante começa de fato a realizar a ação no plano externo, realizando todas as atividades necessárias para sua efetivação. Durante esta etapa o professor deve controlar a realização das atividades que devem ser realizadas em pares ou grupos de alunos.

Formação da ação no plano da linguagem externa: os elementos da ação são representados verbalmente, sendo o estudante capaz de resolver a atividade oralmente ou através da linguagem escrita.

Mental: caracteriza-se pela transformação da ação verbal externa em mental. A forma mental da ação é a final no caminho da transformação da ação de sua forma

externa em interna. Por sua origem, a ação mental faz relação com a efetivação da ação materializada, que é o seu reflexo.

Portanto, é relevante o professor utilizar em sala de aula as etapas de Formação das Ações Mentais de Galperin, baseado na BOA III, com o propósito de favorecer um ensino mais significativo e consolidado em atividades práticas.

Nesse sentido, pretende-se impactar o ensino de física na abordagem do conteúdo de energias renováveis, com enfoque para a energia solar, através do uso de lâmpadas de Moser como fonte de geração de energia alternativa.

Para elaboração do produto educacional foram utilizadas as Bases Orientadoras de Ação determinadas pela Teoria de Galperin. É importante destacar que, Galperin propôs a Base Orientadora da Ação (BOA), que consiste em um conjunto de condições onde os educandos se apoiam para realizar uma atividade. Galperin definiu três tipos de Bases Orientadoras de Ação (BOAs I, II e III), cada uma delas relacionadas a um determinado modelo de aprendizagem e de ensino.

O primeiro tipo (BOA I) é caracterizado pela composição incompleta da orientação. Esse processo de assimilação por sua vez é lento e pode causar muitos erros na realização das atividades logo, a transferência de conhecimentos é limitada.

Com relação ao segundo tipo (BOA II) baseia-se no ensino tradicional na qual os educandos recebem todas as ações elaboradas visando desenvolver as atividades, por outro lado para novas ações são necessárias novas orientações, de modo que a transferência dos conhecimentos ainda se torna tímida, com pouco progresso.

De acordo com Núñez e Ramalho (2017, *apud* NÚÑEZ, 2009):

“o terceiro tipo de orientação, BOA III (aprendizagem e ensino do tipo III), tem uma composição completa e generalizada e aplica-se a um conjunto de fenômenos e de tarefas de uma mesma classe. Nela, está contida a essência invariante da atividade por se tratar de uma orientação teórica.[...] A atividade, segundo esse tipo, forma-se rapidamente com poucos erros e se caracteriza por estabilidade, alto nível de generalização e, portanto, por maior transferência a situações novas, com potencial para o desenvolvimento da criatividade”.

Os autores destacam ainda que conforme Núñez (2009), a BOA do tipo III é uma orientação completa que dá a possibilidade de orientar não apenas na solução de tarefas concretas, mas também todo um conjunto de tarefas de uma mesma classe.

Para a aplicação do produto educacional e sua efetivação com base na Teoria de Galperin foi primeiramente utilizado um questionário de diagnóstico com a

finalidade de analisar os conceitos prévios dos educandos sobre as alternativas sustentáveis para consumo de energia, pois de acordo com Delgado e Mendoza (2012) “o professor primeiramente prepara a BOA da atividade considerando os conhecimentos prévios e os objetivos de ensino dentro da zona de desenvolvimento proximal (ZDP). Os alunos devem compreender as ações orientadas pelo professor que não significa que saibam fazer, posteriormente o aluno deve fazer as ações com a ajuda do professor”.

Em seguida foram realizadas aulas utilizando recursos tecnológicos apresentando slides sobre as diferentes formas de geração de energias renováveis, para analisar quais as energias consideradas limpas, visando despertar nos educandos o interesse e aprofundamento pela temática abordada. Nesse momento tem-se início a primeira etapa da Teoria de Galperin, pois, conforme Núñez e Ramalho (2017), Apud Talízina (2001) define a motivação como a etapa zero na Teoria de Galperin pelo fato de que ainda não há nenhum tipo de ação, nem são introduzidos conceitos. Essa etapa tem como função principal preparar os estudantes para assimilarem os novos conceitos científicos. Nesta perspectiva foi proposto aos discentes confeccionar as lâmpadas de Moser utilizando a garrafa PET como iluminação alternativa de energia sustentável, com o aproveitamento da energia solar. Nesta etapa os alunos já estavam colocando em prática a concretização da ação interna em externa, materializando a ação definida na Base Orientadora da Ação (BOA).

Após a confecção das lâmpadas, os alunos podem usar as mesmas em suas residências, com a finalidade de verificar as vantagens socioeconômicas decorrentes em utilizar lâmpadas de Moser visando a redução do consumo e o valor na conta de energia.

O presente trabalho desenvolvido destaca o que propõe documentos como a Lei Diretrizes e Bases – LDB: Lei nº 9394/96 (BRASIL, 1996) e os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 1999), quais destacam indispensável a promoção da formação cidadã dos alunos da Educação Básica, sobretudo no Ensino Médio, o estudo de questões relacionadas à ciência e à tecnologia e seus impactos sociais.

04 – A FÍSICA DA LÂMPADA DE MOSER

A proposta deste capítulo é fazer uma abordagem acerca dos fenômenos físicos que ocorrem na lâmpada de Moser como fonte de iluminação sustentável, ressaltando os conceitos referentes a cada fenômeno e suas implicações na funcionalidade da lâmpada, sendo explanados os fenômenos: radiação solar, reflexão, refração, iluminância e espalhamento da luz.

A aplicabilidade do uso da Lâmpada de Moser pode proporcionar ao professor um novo e dinâmico recurso educacional que favoreça um ensino significativo e prático, evidenciando a realidade dos alunos visto que ao utilizar a Lâmpada de Moser no ensino de física, o docente deve ter em mente a potencialidade em termos de aquisição de conhecimentos que os educandos podem adquirir ao manusear e compreender in loco quais fenômenos físicos estão ocorrendo na Lâmpada. A Lâmpada por si só não garante aprendizado, para isso o professor precisa direcionar e preparar dentro de sua metodologia de ensino as ações e/ou atividades que auxiliem o educando a perceber que a física está presente no experimento e que é preciso explorar de maneira simples, com a participação efetiva dos alunos sob a orientação do professor como mediador no processo de ensino e aprendizagem.

É importante apresentar os fenômenos físicos, presentes em nosso cotidiano, que podem ser demonstrados na utilização da lâmpada de Moser para que o aluno adquira os conhecimentos através da assimilação.

Neste sentido, torna-se relevante o estudo dos processos físicos a radiação solar (seção 4.1), reflexão (seção 4.2), refração (seção 4.3), espalhamento (seção 4.4), e iluminância (seção 4.5), que ocorrem na utilização da lâmpada de Moser conforme figura 01.

Figura 01 - Fenômenos físicos presentes na utilização de lâmpada de Moser

Radiação Solar: ocorre através de ondas eletromagnéticas proveniente do sol. Reflexão da luz é o retorno de um feixe de luz ao próprio meio de origem.	Refração ocorre quando a luz incide na superfície que separa dois meios transparente e atravessando-a, propaga-se no outro meio.
	 Espalhamento é absorção e irradiação da luz Iluminância: é medida da quantidade de luz, que ilumina e se espalha em uma determinada superfície.

Fonte: o Autor

4.1 RADIAÇÃO SOLAR

A radiação solar é a forma de energia emitida através de ondas eletromagnéticas oriundas do Sol, que atravessam o vácuo existente entre a Terra e o astro denominado Sol. Conforme Halliday (2012, p. 218), um sistema e o ambiente também podem trocar energia através de ondas eletromagnéticas (a luz visível é um tipo de onda eletromagnética). As ondas eletromagnéticas que transferem calor são muitas vezes chamadas de radiação térmica para distingui-las de outros sinais eletromagnéticos (como, por exemplo, os das transmissões de televisão) e da radiação nuclear (ondas e partículas emitidas por núcleos atômicos).

De acordo com Bonjorno [et al.], (2016, p. 186), os diversos tipos de ondas eletromagnéticas recebem diferentes nomes, que variam de acordo com seus respectivos intervalos de frequência, comprimentos de onda ou a forma como são produzidas. A classificação segundo a frequência é chamada **espectro eletromagnético**. Assim, as ondas eletromagnéticas com grande comprimento de onda, como as ondas de rádio e TV, são emitidas pela oscilação de elétrons em antenas ligadas à circuitos, contendo capacitor e bobina, chamamos circuitos oscilantes. As ondas de rádio são usadas não apenas em transmissões radiofônicas ou em telegrafia sem fio, mas também em transmissões telefônicas, televisão, radar etc. Já as micro-ondas, cujos comprimentos de onda estão entre 1,0 metro e 1,0 milímetro, também são usadas em telecomunicações, e são geradas em válvulas eletrônicas especiais (Torres 2016, p.124).

Por outro lado, a radiação infravermelha consiste em ondas eletromagnéticas com comprimentos de onda entre $1\mu\text{m}$ ($1 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 1$ milionésimo do metro) e $1.000 \mu\text{m} = 1\text{mm}$. Esses limites são arbitrários, porque as características da radiação variam nas proximidades dos extremos do intervalo (Torres 2016, p.127).

Conforme Torres (2016, p.130) a radiação ultravioleta corresponde às ondas eletromagnéticas com comprimentos de onda na faixa entre $4000 \text{ \AA}$ e $40 \text{ \AA}$ ($1\text{\AA} = 1 \text{ angstrom} = 10^{-10} \text{ m}$). Essa faixa do espectro é ainda dividida em três zonas: UV-A (ultravioleta longo), de $4000 \text{ \AA}$ a $3000 \text{ \AA}$; UV-B (ultravioleta médio), de $3000 \text{ \AA}$ a $2000 \text{ \AA}$; e UV-C (ultravioleta curto), de $2000 \text{ \AA}$ a $40 \text{ \AA}$. Por sua vez, os raios X, uma radiação invisível aos olhos humanos, são constituídos por ondas eletromagnéticas com comprimentos de onda menores que os da luz. Os comprimentos de onda dos raios X situam-se na faixa de $300 \text{ \AA}$ a $0,01\text{\AA}$, superpondo-se, nos extremos do intervalo,

aos menores comprimentos de onda dos ultravioletas e aos maiores dos raios gama (Torres 2016, p. 134). De acordo com Torres (2016, p. 137), os raios γ têm características semelhantes às do raio X, sendo difícil distingui-los uns dos outros; a única distinção entre eles está na origem da radiação. Se, nos raios X, a radiação é originada pela transição de elétrons entre os níveis orbitais dos átomos, a origem dos raios γ reside em processos de fissão e decaimento radioativo.

Baseado nos conceitos de Tipler (2009, p.379, 380), o espectro da luz solar tem um intervalo contínuo de comprimentos de onda e é, então, chamado de **espectro contínuo**. A luz emitida pelos átomos em gases à baixa pressão, com átomos de mercúrio em uma lâmpada fluorescente, contém apenas um conjunto discreto de comprimento de onda.

De acordo com Molina Júnior e Romanelli (2015, p. 56), “o Sol é a estrela central do nosso sistema planetário, qual por essa razão é denominado de sistema solar, cuja fonte de energia é responsável pelo abastecimento do planeta Terra, assim como praticamente a totalidade de vida nela existente. Excetuando-se as energias nuclear, gravitacional e geotérmica, todas as demais formas de energia que se tem conhecimento pelo homem são provenientes de alguma maneira, da radiação e do calor emitidas pelo Sol”.

Porém, de acordo com Tipler (2009, p. 341), os vários tipos de ondas eletromagnéticas (por exemplo, as ondas de rádio e os raios gama) diferem apenas em comprimento de onda e frequência, os quais estão relacionados de acordo com a equação:

$$c = \lambda \cdot f \quad (\text{eq.1})$$

ondas eletromagnéticas com comprimentos de onda de aproximadamente 0,1 nm são normalmente chamadas de raios X, mas, se as ondas eletromagnéticas tiverem origem na radioatividade nuclear, elas são chamadas de raios gama. Vale ressaltar que a unidade nm(nanômetro) equivale a:

$$1 \text{ nm} = 1.10^{-9} \text{ metros.}$$

O olho humano é sensível à radiação eletromagnética com comprimentos de onda entre 400 nm e 780 nm, chamada de luz visível. Os menores comprimentos de onda da luz visível são os da luz violeta e os mais longos são os da luz vermelha. As

ondas eletromagnéticas que têm comprimentos de onda menores que 400 nm, mas maiores que 10 nm (a região de raios X com maior comprimento de onda) são chamados de raios ultravioletas (TIPLER, 2009).

Conforme destaca SEARS, ZEMANSKY, YOUNG (1984, P. 367), o termo radiação refere-se à emissão contínua de energia da superfície de todos os corpos. É chamada energia radiante e tem a forma de ondas eletromagnéticas.

Essa radiação emitida pelo Sol é facilmente perceptível na Lâmpada de Moser, uma vez que a mesma fica exposta no telhado de uma cobertura, casa, galpão, entre outros, recebendo os raios solares que incidem sobre sua superfície externa, aquecendo desta forma a Lâmpada em sua totalidade, transformando posteriormente a energia recebida em forma de calor em energia luminosa.

Nesse sentido, a maneira como um material receptor responde à incidência da luz depende da frequência da própria luz e da frequência natural dos elétrons do material (Hewitt, Paul G, 2002). Por isso dizemos que esses materiais são transparentes à luz como é o caso do vidro e da água. Assim, a Lâmpada de Moser devido a sua constituição (plástico transparente e água) favorece que a luz atravesse o aparato visto que “a luz pela sua constituição atravessa a água naturalmente, materiais como vidro e água permitem que a luz os atravesse em linha reta” (Hewitt, Paul G, 2002, p. 443).

De acordo com TIPLER (2009, p. 362), quando um feixe de luz incide na interface entre dois meios diferentes, tal como a interface entre ar e vidro, parte da energia da luz é refletida e parte entra no segundo meio. Se a luz incidente não é perpendicular à superfície, então o feixe transmitido não é paralelo ao feixe incidente. Esse fato se deve em razão dos diferentes índices de refração que constitui cada material, ocasionando assim a mudança na trajetória da luz, distintos e, apesar de assumirem trajetórias retilíneas, podem sofrer alteração em sua trajetória provocada pela velocidade da luz.

Baseado nos conceitos de Molina, Júnior e Romanelli (2015, p. 56) o Sol constitui-se por uma imensa massa gasosa em constante transformação, sendo que é em seu núcleo onde ocorrem as reações termonucleares e, conseqüentemente a produção de energia. Em suas proximidades forma-se o processo de condução de energia por meio da radiação solar, ou seja, sem que ocorra a movimentação de massa dos gases, mas, pelo transporte de fótons.

Quando um elétron, de alguma maneira, é promovido para um nível de energia mais alto, se diz que o átomo está excitado. A posição mais elevada do elétron é apenas momentânea, pois ele logo retorna a seu estado de mais baixa energia. O átomo, então, perde essa energia adquirida temporariamente, retornando a um nível mais baixo e emitindo energia radiante. O átomo, neste caso, sofreu um processo de excitação, seguido por um de relaxação.

Os elétrons que “caem” de níveis mais altos para níveis mais baixos de energia emitem a cada um desses saltos um pulso oscilante de radiação eletromagnética, chamada de fóton, cuja frequência está relacionada à diferença de energia correspondente ao salto.

Logo, um elétron pode saltar de um estado de energia mais baixo para outro mais alto, diz-se nesse caso que o átomo está em estado de excitação, retornando posteriormente ao estado normal (relaxamento) e, partindo do pressuposto que o fóton é constituído de energia, então podemos dizer que a energia do fóton é proporcional à sua frequência, sendo que ao introduzir uma constante de proporcionalidade, cito a constante de Planck nesta relação temos como resultado que a energia é diretamente proporcional ao produto da frequência pela constante de proporcionalidade.

Pensamos no fóton como sendo um corpúsculo localizado de pura energia – uma “partícula” de luz – que é ejetado pelo átomo. A frequência do fóton é diretamente proporcional à sua energia. Em notação matemática:

$$E \sim f \quad (\text{eq.2})$$

Quando uma constante de proporcionalidade h é introduzida, isto se torna uma equação exata:

$$E = hf \quad (\text{eq.3})$$

Onde h é a constante de Planck, cujo valor vale $h = 6,626 \times 10^{-34}$ j.s, assim ao introduzir a constante de Planck na eq.3, temos uma equiparação entre as unidades da igualdade pois, por consequência obtemos energia nos dois lados da equação.

Um fóton de um feixe de luz vermelha, por exemplo, carrega consigo uma quantidade de energia correspondente à sua frequência. Outro fóton com frequência duas vezes maior possui duas vezes mais energia e é encontrado na porção ultravioleta do espectro (HEWITT, 2002, p. 514).

De acordo com Paul A.Tipler (2009, p.380), por conservação de energia, a energia de um fóton emitido é a diferença ΔE entre o estado inicial e o estado final do átomo. O autor destaca que a natureza corpuscular da luz foi proposta primeiramente por Albert Einstein em 1905 em sua explicação sobre o efeito fóton elétrico. Uma partícula de luz chamada de **fóton** tem energia E que está relacionada a frequência f e ao comprimento de onda da onda λ de luz pela equação de Einstein

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda} \quad (\text{eq.4})$$

Por consequência as energias dos fótons correspondentes aos menores comprimentos de onda são da ordem de (400 nm) e aos maiores comprimentos de onda correspondem a (700 nm) no espectro visível são dadas a seguir:

$$E_{400\text{nm}} = \frac{hc}{\lambda} = \frac{1240 \text{ eV.nm}}{400 \text{ nm}} = 3,10 \text{ eV} \quad (\text{eq.5})$$

$$E_{700\text{nm}} = \frac{hc}{\lambda} = \frac{1240 \text{ eV.nm}}{700 \text{ nm}} = 1,77 \text{ eV} \quad (\text{eq.6})$$

Como o comprimento de onda é dado em nanômetros (nm) e, a energia E é comumente fornecida em elétron-volts (eV) é razoável expressar o valor da combinação de hc por eV. nm, sabendo que:

$$1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$$

De acordo com o exposto acima se verifica que o Sol é uma enorme fonte de geração de energia no qual se processa por meio da emissão de radiações eletromagnéticas através dos raios solares que se processa na forma de fótons de luz.

4.2 REFLEXÃO

Dentre os vários fenômenos que ocorrem no campo da Óptica Geométrica destaca-se o fenômeno da reflexão da luz. Segundo Fuke e Yamamoto (2010, p. 139) a reflexão da luz é o retorno de um feixe de luz ao próprio meio de origem, após incidir sobre uma interface que o separa do outro meio. Isto é, quando um raio luminoso

atinge a superfície que separa dois meios diferentes, como o ar e o plástico no caso da Lâmpada de Moser confeccionada por garrafas PET, ocorre que parte da energia luminosa absorvida pela lâmpada é refletida, devido a superfície PET, ao passo que outra parte penetra no segundo meio, a água.

Se a luz incidente não for perpendicular à superfície, o raio transmitido não será paralelo ao raio incidente (Tipler, Paul Allen, 2009, p. 362). No entanto, durante a propagação da luz pode ocorrer os fenômenos de reflexão regular da luz e o fenômeno da reflexão difusa da luz.

O primeiro fenômeno ocorre quando temos um feixe de raios paralelos que incidem sobre uma dada área S , de modo que tais raios retornam ao meio de origem, diz-se nesse caso que ocorreu uma reflexão regular, com a permanência de todos os raios paralelos entre si, a partir dos pontos de incidência, tal fenômeno ocorre quando se tem uma superfície S plana, opaca e/ou polida (FUKE; YAMAMOTO, 2010)

Em relação à reflexão difusa, tal fenômeno ocorre quando os raios de feixe paralelos de luz também incidem sobre uma determinada superfície S , voltando ao meio de origem, porém, os raios são refletidos de forma irregular, de modo que os raios deixam de ser paralelos e a luz neste caso é refletida em muitas direções diferentes.

O fenômeno da reflexão difusa acontece quando uma dada superfície S é opaca e rugosa como a maior parte dos corpos iluminados visíveis (FUKE; YAMAMOTO, 2010), observe na figura 02, representação da reflexão difusa e reflexão regular.

Figura 02 - Representação das reflexões difusa e regular da luz



Fonte: <https://slideplayer.com.br/slide/375112/>. Acesso em: 03 jul. 2019

4.3 LEIS DA REFLEXÃO

Existem duas leis que representam a ocorrência da reflexão da luz:

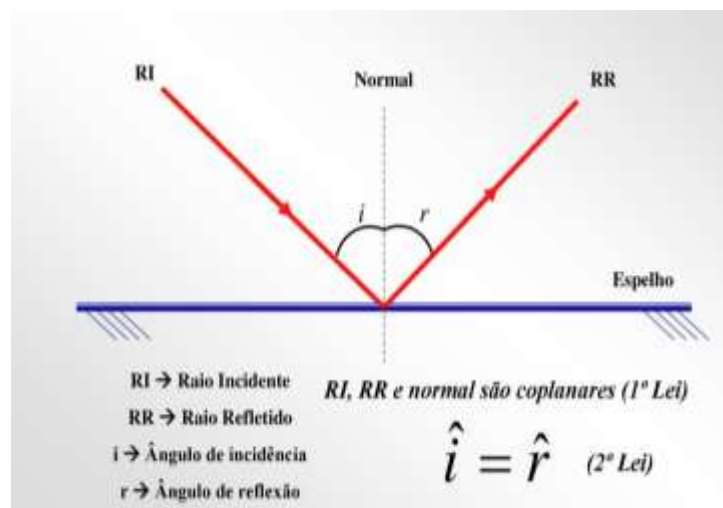
1ª Lei, o raio de incidência, a reta normal e o raio refletido encontram-se no mesmo plano;

2ª Lei, o ângulo de incidência tem medida igual ao ângulo de reflexão, onde teremos a expressão:

$$RI = RR,$$

onde RI e RR representam respectivamente, os raios incidente e refletido. Na figura 03 vemos a representação da ocorrência das Leis da reflexão.

Figura 03 – Leis da reflexão



Fonte: Disponível em: <https://slideplayer.com.br/slide/14817373/>. Acesso em: 03 jul. 2019.

4.4 REFRAÇÃO

A refração da luz é outro importante fenômeno estudado na Óptica Geométrica.

Conforme Barreto Filho e Silva (2013, p. 202) a refração da luz é o fenômeno que ocorre quando a luz incide numa superfície que separa dois meios transparentes e, atravessando-a, propaga-se no outro meio.

A refração da luz é um fenômeno de suma importância para a eficácia do funcionamento da lâmpada de Moser, pois, a refração sofrida pelo raio de luz ao passar entre o ar da atmosfera e a água contida no interior da garrafa PET faz com que a luz mude de velocidade ao se propagar em meios onde as densidades são

diferentes. A transparência da garrafa PET proporciona a refração da luz entre o ar e a água em seu interior, ocasionando a luminosidade. Por esse motivo, a luz pode sofrer alterações na direção de sua trajetória e se espalhar pelo ambiente.

Devido ao fato de apresentar características próprias como a transparência, resistência química e mecânica tanto em relação a impactos quanto a ações de dilatação térmica a que é submetida (SANTOS; CHAVEZ; MATA 2018, apud MACEDO, 2014) a Lâmpada de Moser é um dispositivo de alto grau de relevância para o estudo e compreensão do fenômeno da refração da luz no ensino de física.

No fenômeno da refração destaca-se o “índice de refração”, presente no meio refringente, sendo este o responsável pela refração, ou seja, o meio que a luz consegue atravessar propagando-se em seu interior. De acordo com Barreto Filho e Silva (2013, p. 244) qualquer meio transparente ou translúcido é considerado um meio refringente, o qual significa a razão entre a velocidade da luz no vácuo c e a velocidade da luz nesse dado meio v , matematicamente o índice de refração é dado por:

$$n = \frac{c}{v} \quad (\text{eq.7})$$

Sendo: n : índice de refração c : velocidade da luz no vácuo, $c = 300000 \text{ Km/s}$.

No fenômeno da refração destacamos as Leis da refração, também denominadas de Leis de Snell-Descartes, a seguir:

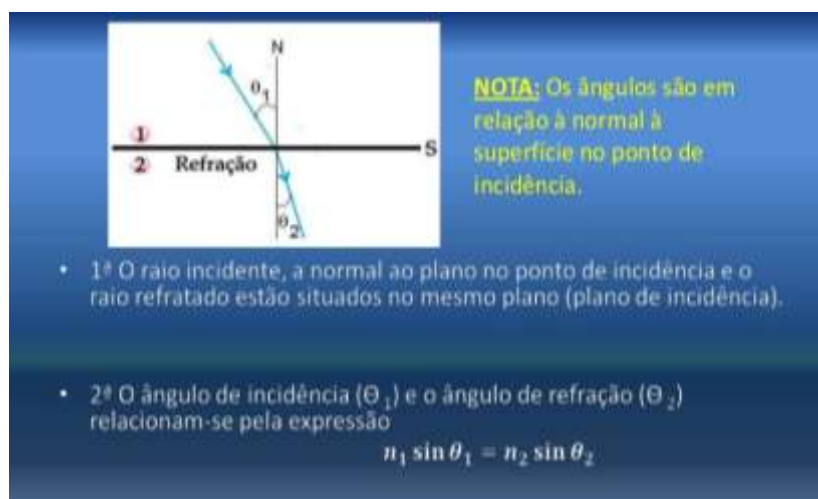
1ª Lei: o raio incidente, a reta normal e o raio refratado estão contidos em um mesmo plano.

2ª Lei: um raio de luz monocromática que se propaga de um meio 1 para um meio 2, o produto do seno do ângulo de incidência pelo índice de refração n_1 , é igual ao produto do seno do ângulo de refração pelo índice de refração n_2 será dada por:

$$n_1 \sin.\theta_1 = n_2 \sin.\theta_2 \quad (\text{eq.08})$$

A descoberta da 2ª Lei da refração da luz, ocorreu de forma experimental pelo matemático holandês Willebrod Van Royen Snell (1591 - 1626), sendo equacionada posteriormente por Descartes (Fuque e Yamamoto, 2010, p. 192). A seguir, veremos na figura 04 a representação das Leis da refração.

Figura 04 - Leis da refração (leis de Snell – Descartes)



Fonte: <https://pt.slideshare.net/PauloMaiaCampos/reflexao-e-refracao>. Acesso em: 03 jul. 2019.

4.5 ILUMINÂNCIA

Para Santos, Chaves e Mata (2018, p. 4) a iluminância é a medida da quantidade de luz que ilumina e se espalha sobre uma determinada área de superfície.

Ao sofrer o fenômeno da refração da luz, a Lâmpada de Moser recebe a luminosidade que foi refratada oriunda dos raios solares e se espalha pela superfície sobre a qual a Lâmpada foi acoplada. É por meio da iluminância que a Lâmpada de Moser consolida de forma efetiva a funcionalidade da luminosidade em uma determinada superfície que se deseje iluminar.

Conforme estabelecido pelo Sistema Internacional, sua medida é o lux (lx), unidade métrica que equivale à produção de um fluxo luminoso uniformemente distribuído sobre uma superfície, na proporção de 1 lúmen por metro quadrado. O lúmen (lm) é igualmente, uma unidade do Sistema Internacional e corresponde à medida de fluxo luminoso dentro de um cone de 1 esferorradiano, emitido por um ponto luminoso com intensidade de 1 candela em todas as direções.

De acordo com o Sistema Internacional de Unidades (INMETRO, 2003), a candela é a unidade luminosa, numa dada direção de uma fonte que emite uma radiação monocromática de frequência 540×10^{12} hertz e cuja intensidade energética nessa direção é $\frac{1}{683}$ watt por esterradiano, sua representação é dada pelo símbolo cd (candela).

Ao comprarmos uma lâmpada podemos observar que na embalagem da mesma vem a informação da quantidade de lúmens que esta fornece, portanto podemos ter lâmpadas de mesma potência elétrica, mas que apresentam uma iluminação diferente para o ambiente, isso é bem notado ao compararmos uma lâmpada de gás com uma lâmpada LED, a segunda ilumina melhor.

Em uma lâmpada de Moser, visando a obtenção de um maior aproveitamento da luz solar é recomendado o uso de garrafa PET transparente de 2 litros pois, com essa capacidade de armazenar água e por proporcionar maior área exposta ao Sol, consequentemente permite maior iluminância. Conforme Santos, Chaves, Mata (2018, p.7, *apud* Zobel 2013), relata que a iluminância proveniente de uma lâmpada de Moser, equivale a uma lâmpada incandescente de 60 watts de potência, com o Sol a pino segundo seu inventor.

Desse modo, baseado no valor da potência gerada na Lâmpada de Moser é possível contextualizar com o cálculo da potência utilizada em aparelhos domésticos. Conforme Torres (2016, p.151), a potência de um dado equipamento é a medida que indica a rapidez com que determinado trabalho é realizado. Assim, quanto mais rapidamente a energia é convertida pelo equipamento, maior será sua potência, que será dada pela expressão:

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t} \quad (\text{eq.09})$$

Onde temos que, ΔE é a energia, medida em joule(J), convertida no intervalo de tempo Δt , medido em segundo (s), e P é a potência do equipamento, expressa em $\frac{J}{s}$, que recebe o nome de watt (W), (TORRES, 2016, p.151).

Na nossa residência medimos a energia utilizada em quilowatt-hora(kWh). Para exprimir a energia nessa unidade, a potência do aparelho deve ser medida em kW e o intervalo de tempo em que o aparelho é utilizado deve ser medido em hora. Ou seja: 1 kW. 1 h = 1 kWh (Torres 2016, p.151).

Para Santos, Chaves e Mata (2018, p. 4), para realizar a medida da quantidade de luz dentro de um determinado ambiente utilizamos um aparelho denominado de luxímetro.

De acordo com Bastos (2016, p. 17), os luxímetros são aparelhos digitais e portáteis, dotados de um sensor fotoelétrico, que operam em várias escalas. Existem

diversos modelos de luxímetros disponíveis no mercado, inclusive luxímetros do tipo *datalogger*, ou seja, que armazenam as medidas em sua memória.

Um luxímetro do tipo *datalogger* de acordo com a definição da *Onset Computer Corporation* (s.d.), trata-se de um aparelho eletrônico capaz de realizar vários registros de medições em determinados intervalos ao longo de um período de tempo (BASTOS 2016 *apud* CAVALCANTE, 2011). Conforme figura 05.

Figura 05 - Representação de um luxímetro



Fonte: <https://doutormultas.com.br/luximetro-multa-insulfilm/>. Acesso em: 02 jun. 2019.

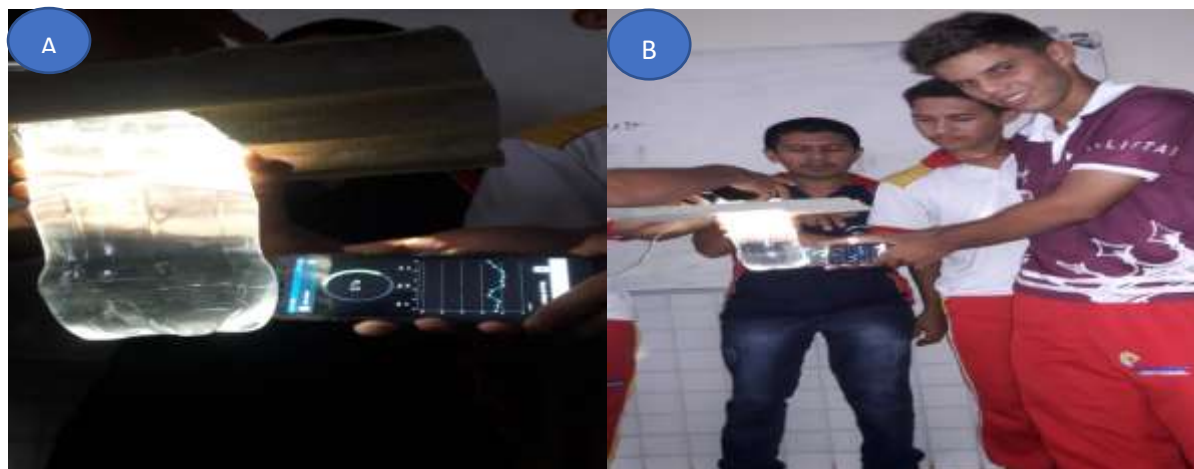
Nesse sentido, a iluminância é representada pelo símbolo E , nada mais é do que a densidade do fluxo luminoso que atinge uma determinada superfície. Então, fazendo a relação entre a área a ser atingida e o fluxo luminoso, teremos como resultado a expressão matemática a seguir:

$$\text{Lúmen/área (m}^2\text{)} = \text{Lux} \quad (\text{eq.9})$$

O luxímetro é um aparelho indispensável na verificação (medição) da quantidade de luminosidade (lux) emitida por uma fonte luminosa em uma determinada superfície.

No entanto, caso não se disponha de um luxímetro para realizar as aferições, é possível utilizar um aparelho celular para este fim. Com aplicativos (App) como o My Mobile Tools Dev, Smart Luxmeter Smart Tools entre outros e realizar a medição como se pode verificar na figura 06.

Figura 06 – a) Celular funcionando como Luxímetro através do app My Mobile Tools Dev. – b) Alunos realizando a medida.



Fonte: o Autor

É pertinente ressaltar que ao manusear o luxímetro percebe-se que, à medida que se aproxima o instrumento da fonte de luz, nesse caso a lâmpada de Moser, maior é o valor registrado em lux e, à medida que afasta-se o luxímetro da fonte de luz, o valor registrado no aparelho diminui gradativamente.

Conforme os relatos de Santos, Chaves e Mata (2018, p.4) os valores da escala de iluminância em lux, estabelecidos pela NBR 8995-1:2013 são: 20; 30; 50; 75; 100; 150; 200; 300; 500; 750; 1000; 1500; 2000; 3000 e 5000 lux.

Com o objetivo de verificar a quantidade de iluminância presente na lâmpada de Moser, os alunos realizaram medições durante três dias consecutivos, com intervalos de 3 horas de observação, afim de constatar que nível de iluminância era registrada pelo luxímetro levando em consideração os intervalos de tempo e as condições de insolação como pode-se observar na tabela 01.

Tabela 01 – valores de iluminância na lâmpada de Moser

	1ª medição	2ª medição	3ª medição
1º dia	Horário: 08:00 às 11:00	Horário: 11:00 às 14:00	Horário: 14:00 às 17:00
Iluminância	70 lux	150 lux	96 lux
2º dia	1ª medição	2ª medição	3ª medição
	Horário: 08:00 às 11:00	Horário: 11:00 às 14:00	Horário: 14:00 às 17:00
Iluminância	96 lux	220 lux	150 lux
3º dia	1ª medição	2ª medição	3ª medição
	Horário: 08:00 às 11:00	Horário: 11:00 às 14:00	Horário: 14:00 às 17:00
Iluminância	110 lux	300 lux	180 lux

Fonte: o Autor

Como pode-se observar nas informações da tabela 01, a quantidade de lux emitida pela lâmpada de Moser está dentro dos padrões estabelecidos na escala de iluminância, consolidando assim sua eficácia em termos de iluminação.

4.6 ESPALHAMENTO DA LUZ

Chamamos de espalhamento da luz o fenômeno que ocorre em função da luz absorvida e, em seguida espalhada através da irradiação.

De acordo com Tipler (2009), o espalhamento pode ser demonstrado passando um feixe de luz através de um recipiente contendo água à qual uma pequena quantidade de leite em pó foi adicionada. As partículas de leite espalham a luz, tornando o feixe visível. Portanto, o fenômeno do espalhamento da luz é facilmente observado por meio de experimentos simples.

Conforme GASPARIN (2015) espalhamento da luz é originado pela reflexão e refração da luz ao incidir sobre partículas transparentes dispersas numa matriz também transparente, porém com um índice de refração desta diferente daquela. Se os raios de luz forem desviados de sua trajetória sem perda de energia o fenômeno é chamado de espalhamento elástico (ou estático), caso contrário, se houver perda de energia, é chamado de espalhamento inelástico (ou dinâmico).

O espalhamento da luz também se verifica na lâmpada de Moser, haja vista que a lâmpada é constituída por material transparente (garrafa PET) favorecendo assim a radiação da luz incidente em seu exterior para o ambiente interior através da água contida dentro da garrafa, fazendo com que a luz se propague em todas as direções. É por meio do espalhamento que a luz alcança a totalidade do ambiente para o qual foi idealizada, quanto maior for à incidência da radiação solar sobre a superfície da garrafa PET, maior será a emissão de iluminação espalhada no referido ambiente.

05 – METODOLOGIA – LÂMPADA DE MOSER: DISPOSITIVO EDUCACIONAL PARA AULAS EXPERIMENTAIS CONCEITUANDO FENÔMENOS FÍSICOS

Neste capítulo será apresentado o dispositivo experimental desenvolvido como produto educacional, do Curso de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), polo 38 na Universidade Federal de Roraima (UFRR).

As atividades didáticas que serão explanadas neste produto foram desenvolvidas com a finalidade de colaborar com a assimilação dos conteúdos sobre energias renováveis, destacando-se nessa perspectiva a energia solar, relacionando os conceitos físicos com a prática experimental através da confecção e utilização da lâmpada de Moser.

Este produto educacional foi desenvolvido em duas turmas do terceiro ano do Ensino Médio e, visando impactar qualitativamente o ensino e a aprendizagem em física, tendo como base as etapas das ações mentais de Galperin, que organizou as atividades de sua teoria na BOA III (base organizadora da ação).

Teve-se como objetivo demonstrar a importância da energia solar obtida por meio do uso de garrafas PET (lâmpadas de Moser) na abordagem do conteúdo sobre energias renováveis no ensino de física, destacando os impactos socioambientais e econômicos, no intuito de promover a aprendizagem significativa baseada na teoria de Galperin.

Espera-se que após a realização das atividades práticas propostas aos alunos, os mesmos sejam capazes de dialogar acerca dos conceitos envolvidos no conteúdo de energias renováveis no ensino de física relativa aos fenômenos de radiação, reflexão, refração, iluminância e espalhamento e, percebam a importância social, ambiental e econômica, provenientes do uso da lâmpada de Moser como iluminação alternativa de energia.

Contudo, foi necessário durante a realização dos experimentos e observação dos fenômenos os alunos fossem capazes de compreender os conceitos físicos sobre:

a) Energia: os estudantes precisam ter a noção clara sobre o que vem ser energia fisicamente.

b) Energias Renováveis: a partir da compreensão deste conceito os alunos poderão emitir opiniões referentes às fontes de energias renováveis a ser utilizadas.

c) Radiação Solar: com a compreensão deste fenômeno é possível ao estudante perceber os conceitos e fenômenos físicos que ocorrem sobre a lâmpada de Moser.

d) Iluminância: saber conceituar e identificar com habilidade o fenômeno da iluminância durante a utilização do produto.

e) Espalhamento: Observar e compreender o funcionamento da lâmpada de Moser através da absorção e irradiação da luz.

5.1 MATERIAIS E MÉTODOS DA APLICAÇÃO DO DISPOSITIVO

Nesta seção serão enfatizadas as metodologias utilizadas para aplicação do produto educacional, desenvolvido na escola estadual de ensino Integral José de Alencar, localizada na Av. Dra. Yandara, s/n no centro da cidade de Rorainópolis/RR.

A escola atende aproximadamente 650 alunos das zonas urbana e rural sendo, que cerca de 55% do total de alunos residem na zona rural(vicinais) sendo filhos de pequenos agricultores e aposentados.

De acordo com Vieira e Jófili (2011) a teoria de Galperin indica uma importante contribuição para a didática à medida que, ao explicar o processo de internalização da atividade externa em atividade interna. Neste sentido pode-se levar em consideração passos e elementos que se dão por meio de etapas (seção 3.4), que nortearam a sequência de aulas apresentadas a seguir. As aulas foram planejadas conforme Quadro 01, contemplando 06 aulas com duração de 50 minutos cada.

A metodologia baseou-se na teoria da formação planejada das ações mentais por etapas de Galperin, tendo como referência a base orientadora da ação (BOA III), realizado nas turmas M e N, pelos professores: Walter Fiúsa dos Santos e Daniel Batista Mendes

Quadro 01 – Descrição das aulas para aplicação do Produto Educacional

AULA / DURAÇÃO	OBJETIVO
1ª Aula – Atividade para obter os conhecimentos prévios. 50 minutos	- Verificar quais são as noções básicas que os alunos já dispõem em seu intelecto, para obter o modelo de ponto de partida em termos de conhecimentos sobre o assunto a ser abordado na aplicação do produto.
2ª Aula – Teórica. 50 minutos	- Apresentar os conceitos de: energia, energias renováveis, suas características e viabilidade de produção e consumo, ressaltando a energia solar nesse contexto de sustentabilidade socioeconômico.
3ª Aula – Teórica. 50 minutos	- Apresentar a energia solar (radiação), como fonte alternativa de geração de energia renovável através da utilização de lâmpada de Moser. - Apresentar como ocorre a reflexão, refração, espalhamento e iluminância.
4ª Aula – Prática. 50 minutos	- Confeccionar lâmpada de Moser
5ª Aula – Prática. 50 minutos	- Realizar a utilização da lâmpada de Moser no telhado de uma maquete visando observar em loco o funcionamento da lâmpada
6ª Aula – Teste avaliativo. 50 minutos	- Aplicar atividade (perguntas abertas e perguntas em grupo) para observar o grau de conhecimento físicos adquiridos pelos alunos após a aplicação do produto educacional.

Fonte: o Autor

Nas aulas de física, durante a abordagem do conteúdo de energias renováveis e fenômenos da luz, contextualizando a temática com o cotidiano dos estudantes, tendo como proposta envolver diretamente os alunos tanto na discussão e construção dos conceitos, quanto na atividade prática experimental no ensino de física, com o propósito de apresentar a lâmpada de Moser, com energia solar como fonte de energia renovável mais relevante para a realidade dos alunos.

5.1.1 Recursos

Os materiais utilizados para o desenvolvimento e aplicação do produto educacional constituíram-se de papel A4, quadro branco, pincel, data show, 01 garrafa PET transparente de 2L, papelão, massa epóxi, tinta à base d'água, tesoura, fita adesiva, telha de fibra, água e alvejante.

5.1.2 - 1ª Aula

Tomando como fundamentação a Teoria da Formação das Ações Mentais de Galperin, através da Base Orientadora da Ação (BOA III) foi realizada a primeira etapa das ações mentais denominada de etapa zero.

Neste momento os alunos foram incentivados a ampliar seus conhecimentos sobre as fontes de energias renováveis e a questão energética a nível global, nacional e local. Após alguns minutos de conversa junto aos alunos foi proposto aos mesmos que respondessem a um questionário diagnóstico (quadro 02), visando sondar quais os conhecimentos e noções que os estudantes possuem sobre energias renováveis, energias usadas em seu cotidiano, situação energética do país, energia solar e ações concretas para reduzir o consumo de energia.

É importante destacar que conforme Talízina, “o diagnóstico inicial tem como objetivo desenvolver duas orientações no desenvolvimento da habilidade, uma das direções primeiramente é diagnosticar os conhecimentos que precedem antes dos novos conhecimentos, os conhecimentos prévios, assim como procedimentos lógicos gerais indispensáveis, em segundo lugar, é necessário o estabelecimento de domínio das ações cognitivas que se propõe formar.”(Araújo, 2014, p. 56 *apud* Talízina 1987).

Antes da entrega do questionário aos alunos, o professor deve fazer uma breve orientação acerca da realização do questionário de maneira que crie um ambiente favorável na turma, deixando os estudantes à vontade para analisar e responder o questionário proposto (figura 07).

Figura 07 – Aplicação de questionário diagnóstico



Fonte: o Autor

Na figura 07, apresenta a realização da atividade diagnóstico, através de um questionário contendo 10 questões de múltipla escolha. Os alunos realizaram a atividade, individualmente, no entanto, socializavam algumas ideias entre si a respeito de alguns questionamentos quais tinham ou não conhecimento, tornando um assim, durante a atividade um ambiente de troca de conhecimentos

5.1.3 - 2ª Aula – Motivação

Após a verificação e análise das respostas obtidas na aplicação do questionário diagnóstico (quadro 2) que se encontra no apêndice1, realizado no primeiro encontro com objetivo de sondar os conhecimentos prévios dos alunos sobre as energias renováveis destacando a energia solar, foi elaborada a primeira BOA. Esta por sua vez, integra a etapa motivacional, neste sentido na segunda aula foram apresentados aos alunos os conceitos de: energia, energias renováveis, suas características e viabilidade de produção e consumo, ressaltando a energia solar no contexto de sustentabilidade socioeconômico, ver figura 08.

É importante a intervenção pedagógica pois, dessa forma é possível direcionar as ações referentes à condução das aulas, locais para realização das atividades, assim como a definição dos objetivos necessários com o intuito de realizar as atividades propostas.

Figura 08– Aula Teórica – Contextualização energias renováveis e lâmpada de Moser.



Fonte: o Autor

Nesta aula decorridas as argumentações realizadas pelo professor com a participação efetiva dos alunos referentes à temática envolvendo energias renováveis e, de acordo com o consenso da turma sobre a real possibilidade de utilizar a energia solar como fonte de energia alternativa e limpa, implementou-se a segunda etapa da Teoria de Galperin na qual definiu –se a Base Orientadora da Ação (BOA), isto é, durante esta etapa ficou acordado com os alunos qual atividade prática seria realizada pela turma, quais foram a construção de uma maquete de casa e a confecção da lâmpada de Moser visando observação e compreensão de sua funcionalidade.

5.1.4 - 3ª Aula

Retomando as discussões da aula anterior, o professor apresentou a energia solar, como fonte alternativa de geração de energia renovável mais significativa para a realidade dos alunos.

No decorrer da aula o professor apresenta aos alunos o dispositivo educacional, lâmpada de Moser, na qual explorou-se a ocorrência dos fenômenos físicos como radiação solar, refração, reflexão, iluminância e espalhamento da luz. Vale destacar que nesta etapa foi constatada a funcionalidade da lâmpada de Moser através da energia solar e, também por meio de iluminação artificial proveniente de celulares pois, no decorrer da abordagem dos fenômenos físicos alguns alunos questionaram se a luz incidente sobre a superfície externa da lâmpada de fato provocaria a iluminação na parte interna da mesma e, por sugestão dos discentes foi posicionado alguns celulares sobre a lâmpada de Moser, que causou a emissão de luz na parte interna da lâmpada (fig.09). Da mesma forma alguns alunos constataram os mesmos fenômenos físicos desta vez sob a incidência da luz solar (fig.11).

Durante esta aula iniciou a terceira etapa das Ações Mentais de Galperin, momento em que a turma foi dividida em grupos responsáveis para efetivar a realização das atividades propostas na aula anterior como, por exemplo: o grupo responsável pelos materiais necessários para a construção da maquete e confecção da lâmpada de Moser, assim como os grupos que seriam encarregados de construir a maquete e a lâmpada de Moser.

Figura 09:

a) apresentação da lâmpada de Moser. b) celular como fonte de luz para a lâmpada de Moser.



Fonte: o Autor

Conforme figura 09, realizou-se a efetivação de formação da ação no plano material ou materializado: Esta é uma etapa na qual os alunos começam a executar as ações em parceria com os pares. Como indica o tema ela ainda não ocorre no plano mental, mas em um plano concreto, que vai se abstraindo à medida que a linguagem é utilizada ajudando na reflexão acerca do objeto ou da representação do mesmo. Os alunos formulam por meio de linguagem tudo o que realizam materialmente. Durante esta aula iniciou a terceira etapa das Ações Mentais de Galperin, momento em que a turma foi dividida em grupos responsáveis para efetivar a realização das atividades propostas na aula anterior como, por exemplo: o grupo responsável pelos materiais necessários para a construção da maquete e confecção da lâmpada de Moser, assim como os grupos que seriam encarregados de construir a maquete e a lâmpada de Moser.

5.1.5 - 4ª Aula

Sob a orientação do professor e de acordo com a BOA, os alunos participaram efetivamente da terceira etapa da Teoria das Ações Mentais proposta por Galperin,

participando de atividades práticas como a construção da maquete e confecção da lâmpada de Moser.

Para confeccionar e utilizar a lâmpada é necessário seguir as seguintes etapas, conforme apresentadas por Santos, Silva e Araújo (2019), utilizam-se os Sobre a orientação do professor e de acordo com a BOA (base orientadora da ação), os alunos vão confeccionar a lâmpada de Moser, utilizam-se os seguintes materiais: garrafa pet, água, água sanitária, massa epóxi ou silicone, telha (barro, fibrocimento ou zinco). Construção da lâmpada de Moser (fig.10):

- Primeiro Passo: utiliza-se uma garrafa PET de 2 litros, retirar o rótulo, se houver e, em seguida lavar a mesma;
- Segundo Passo: preencher a garrafa PET de 2 litros com água e adicionar um pouco de água sanitária, na proporção de 2 tampas de garrafa PET para evitar o surgimento de algas;
- Terceiro Passo: fazer um buraco na telha cujo diâmetro deve ser exatamente igual ao diâmetro da garrafa para que a lâmpada fique perfeitamente encaixada;
- Quarto Passo: colocar a garrafa no telhado, observando que a mesma deverá ser posicionada de tal forma que a maior parte de sua estrutura fique para dentro da casa, ou seja, fique na proporção de 3/5. Deve-se usar a cola para fixar a garrafa;
- Quinto Passo: após a garrafa ser colocada no telhado, passe novamente cola ao seu redor reforçando a vedação, a fim de evitar gotejamentos;
- Sexto Passo: tirar possíveis sujeiras da parte de fora da garrafa e, passar fita isolante na tampa da garrafa para vedar a mesma, afastando qualquer vazamento.

Figura 10- Construção da maquete para representação da utilização da lâmpada de Moser.



Fonte: o Autor

Esta etapa caracterizou-se pela confecção da maquete de uma casa desenvolvida nas dependências da unidade escolar sobre a qual foi instalada a lâmpada de Moser com o objetivo de verificar a funcionalidade do dispositivo educacional na prática. Para a confecção da maquete utilizou-se materiais de fácil acesso como tesoura, madeira do tipo compensado, pedaços de madeira para servir como suporte da estrutura da maquete, pregos, martelo, tinta à base d'água para pintar a casa e uma serra cop.

Para a confecção da lâmpada de Moser foram utilizadas 2 garrafas PET transparentes de 600 ML, água, alvejante, massa epóxi, fita adesiva e um pedaço de telha.

No decorrer da confecção da maquete os alunos deram sugestões de substituir a madeira de compensado por papelão, a telha pelo compensado e, usar garrafas PET de 600 ML, ao invés de utilizar garrafas de 2L ou 1,5 L, pois analisaram que devido ao peso das garrafas no telhado de papelão, o mesmo poderia não suportar e vir a desabar. Assim, com esse entendimento entre os alunos foi confeccionada 2 maquetes, sendo uma de compensado e outra de papelão para verificar os fenômenos físicos presentes na Lâmpada de Moser sob a efeito da luz solar.

5.1.6 - 5ª Aula

Após a confecção da lâmpada de Moser, os estudantes foram convidados a realizar a utilização da mesma no telhado de uma maquete (fig. 11), visando observar *in loco* o funcionamento da lâmpada.

Figura 11 – funcionamento da lâmpada de Moser



Fonte: o Autor

Em um segundo momento, foi proposto aos alunos que, em caso de necessidade, os mesmos poderiam realizar a confecção e aplicação da lâmpada em suas residências.

Neste momento, os estudantes já começaram a emitir opiniões sobre novas possibilidades de utilização da lâmpada, assim como foi sugerido outros materiais para a confecção da maquete, ao passo que interagiam acerca da funcionalidade da lâmpada de Moser e os fenômenos físicos que ocorriam na mesma pela incidência solar. Essa interação e verbalização dos alunos sobre o que haviam produzido e vivenciado é a quarta etapa das Ações Mentais de Galperin, onde ocorre a formação da ação no plano da linguagem externa.

5.1.7 - 6ª Aula

A avaliação realizou-se junto aos alunos com o intuito de verificar se a assimilação dos conteúdos de física após a aplicação do produto educacional foi satisfatória em se tratando de ensino e aprendizagem. A avaliação foi elaborada em

dois momentos. No primeiro momento o professor fez perguntas abertas aos alunos questionando os mesmos sobre os conceitos físicos presentes na lâmpada de Moser (radiação, refração, reflexão, iluminância e espalhamento da luz), de modo que identificassem em que local do dispositivo ocorria cada conceito, levando-se em consideração a participação e argumentação dos alunos.

No segundo momento do processo avaliativo, os alunos foram reunidos em grupos a fim de responder de forma discursiva perguntas em um questionário relacionadas à temática referente as energias renováveis, energia solar e sua aplicabilidade, metodologia baseada na BOA III e a utilização da lâmpada de Moser como dispositivo experimental alternativo e diferenciado no ensino de Física.

Assim, chega-se a quinta e última etapa das Ações Mentais proposta por Galperin, a etapa Mental. Nesta etapa os alunos, após serem motivados a participar e conhecer mais sobre as energias renováveis, definirão em conjunto as atividades práticas pertinentes ao conteúdo, realizar de forma concreta as atividades propostas, argumentar e propor alternativas de aprimoramento para a realização das atividades, os mesmos agora carregam consigo informações relevantes ao que se refere aos fenômenos físicos, uma vez que internalizaram estratégias, ações, alternativas, conceitos e como consequência a assimilação de conhecimentos referentes ao uso de energias renováveis e os fenômenos físicos presentes na Lâmpada de Moser.

É pertinente que o professor envolva os alunos em práticas experimentais proporcionando uma aprendizagem significativa, dinamizando assim o processo de ensino em Física.

06 – ANÁLISE E DISCUSSÕES DOS RESULTADOS

Este capítulo apresenta os relatos no decorrer do desenvolvimento das etapas que culminaram com a aplicação do produto educacional realizada junto aos alunos da 3ª série do Ensino Médio nas turmas M e N, na escola estadual José de Alencar, tendo como base norteadora a BOA III (base orientadora da ação), contemplando a teoria do planejamento das ações mentais por etapas de Galperin, visando verificar os métodos mais adequados para que os alunos possam adquirir aprendizagem significativa no ensino de Física referente ao fenômenos da luz na abordagem do conteúdo de energias renováveis com a utilização da lâmpada de Moser como prática experimental.

Com o intuito de alcançar os objetivos na melhoria no ensino de Física propostos pelo Programa de Mestrado Profissional (MNPEF), polo – 38, situado na Universidade Federal de Roraima (UFRR), o produto educacional foi aplicado pelo professor autor da pesquisa e, por outro professor da educação básica em outra turma visando constatar a eficácia dos procedimentos metodológicos após a aplicação do produto educacional nas referidas turmas.

Na turma M o produto foi aplicado pelo professor autor da pesquisa enquanto, na turma N foi aplicado pelo professor Daniel Batista Mendes. De acordo com os relatos do professor colaborador na turma N, o mesmo demonstrou-se entusiasmado com a aplicação do produto educacional pois, não tinha conhecimento sobre o uso da lâmpada de Moser como dispositivo educacional no ensino de Física pois, não conhecia a invenção de Moser.

Contudo, ao desenvolver a aplicação do produto educacional durante as aulas de Física, o professor colaborador revelou que percebeu o interesse de boa parte dos alunos da turma na abordagem dos conteúdos sobre energias renováveis e, o quanto foi significativo o processo de ensino e aprendizagem ao utilizar a lâmpada de Moser. Conforme relatou o professor apesar do mesmo não ter conhecimento aprofundado na utilização da lâmpada de Moser, a mesma apresenta muitas possibilidades de ser usada em diferentes conteúdos de Física, o que segundo ele potencializa a diversificação nas aulas de Física em diversos conteúdos.

Após a realização da aplicação do produto educacional, tanto o professor autor da pesquisa, quanto o outro professor entraram em consenso que mediante os

resultados obtidos no decorrer das etapas de Galperin, que coincidiram com a aplicação do produto educacional, um número significativo de alunos das turmas M e N demonstraram ter adquirido domínio sobre os conceitos físicos abordados no decorrer das aulas, assim como sua capacidade de argumentar com detalhes e exemplos sua compreensão acerca do conteúdo de energias renováveis, com destaque para a energia solar que foi aprofundada com o uso da lâmpada de Moser como recurso metodológico diferenciado.

6.1 - 1ª AULA: Ponto de Partida

Nesta aula teve início a primeira etapa das ações mentais de Galperin denominada de etapa motivacional ou etapa zero onde, segundo Núñez(2009), se trata de uma etapa preparatória na qual o aluno precisa desenvolver uma disponibilidade para o estudo a ser abordado, diante de situações-problema de sua realidade. Foram realizadas no primeiro momento, ou seja, na primeira aula uma atividade de caracterização do grau de desenvolvimento ou ponto de partida. O ponto de partida de acordo com Galperin é um procedimento pedagógico importante no processo de ensino e aprendizagem haja vista que é por meio deste que o professor realiza a organização dos planejamentos, ao mesmo tempo se verifica quais são as noções básicas atuais que os alunos já dispõem em seu intelecto acerca de determinado conteúdo a ser abordado para definição da BOA. Neste sentido foi aplicado o questionário contendo 10 questões, abordando temáticas relacionadas as energias renováveis, conforme no Quadro 02:

Quadro 02 – questionário de levantamento de conhecimento prévio

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none">1. Qual é fonte de energia que mais é utilizada em seu dia a dia?<ol style="list-style-type: none">a) eólicab) termoelétricac) solard) hidrelétrica2. Em sua opinião, a sociedade atual enfrenta problemas relacionados ao abastecimento de energia?<ol style="list-style-type: none">a) simb) não |
|---|

c) às vezes

d) não sei opinar.

3. Estamos vivendo um período de grandes transformações tecnológicas, no entanto, em pleno século XXI, ainda temos muitos brasileiros sem acesso à energia elétrica. Esse cenário é mais notório nas regiões:

a) Sudeste e Nordeste

b) Nordeste e Norte

c) Centro-Oeste e Sul

d) Centro-Oeste e Norte.

4. Em relação ao seu conhecimento sobre energias renováveis e não renováveis, você considera que possui:

a) conhecimento satisfatório

b) não possui nenhum conhecimento

c) conhece pouco sobre o assunto.

d) nunca ouviu falar

5. Em sua opinião, é importante investir na produção de energia alternativa visando diminuir os problemas de escassez de energia, assim como diminuir os impactos ambientais provocados pela produção de energia?

a) talvez

b) não

c) sim, é muito importante.

d) é uma possibilidade.

6. Diante da urgente necessidade da sociedade em produzir energia alternativa, que favoreça o acesso da população mais carente, qual das fontes de energia a seguir você considera mais adequada para suprir essa demanda?

a) eólica

b) nuclear

c) solar

d) geotérmica

7. Você sabe como medir o consumo de energia em sua residência?

a) não

b) sim

c) não, mas tenho curiosidade.

d) nunca tentei.

8. O que você tem feito para diminuir o consumo de energia em sua residência visando um menor valor na conta de iluminação?

a) nada

b) não sei o que fazer

c) pretendo fazer algo

d) tentei, mas, não consegui resultado.

9. Qual sua opinião sobre o uso de energia solar?

a) é uma boa alternativa

b) é inviável para ser usada

c) é viável, mas não sei como usar.

d) é difícil para implantar.

10. Você gostaria de conhecer mais sobre a energia solar e aprender a utilizar esta fonte de energia para diminuir o consumo de energia elétrica, gastar menos em sua conta de luz e minimizar os impactos ambientais provocados pela produção da energia hidrelétrica?

a) sim

b) não

c) talvez

d) não sei opinar.

Fonte: Autor da pesquisa (2019).

A atividade foi realizada visando sondar quais os entendimentos e noções que os alunos possuem sobre: energias renováveis, energias usadas em seu cotidiano, situação energética do país, energia solar e ações concretas para reduzir o consumo de energia. Antes da entrega do questionário aos alunos os professores, realizaram uma breve orientação acerca da realização do questionário de maneira que o ambiente se tornasse favorável às turmas deixando os estudantes à vontade para analisar e responder o questionário proposto (quadro 2).

Os alunos, conforme primeiro questionamento, sobre qual fonte de energia que mais é utilizada em seu dia a dia, destacaram a alternativa “b”, termoelétrica. Sendo que existem subestações na região sul de Roraima, proximidade do município de Rorainópolis - RR.

Na sequência foi questionado aos alunos se os mesmos tinham conhecimento e opinião se a sociedade atual enfrenta problemas relacionados ao abastecimento de energia? A maioria destacou a alternativa “a”, vale registrar que a aluna Sara relatou que a questão de abastecimento de energia é um problema que já se arrasta há um bom tempo, e o próprio Estado de Roraima é um local que se destaca em não ter uma energia gerada no Estado e nem no país. Sendo que o fornecimento vem do país vizinho Venezuela.

Já no terceiro questionamento foi sobre o fato de muitos brasileiros em pleno século XXI, ainda estarem sem acesso à energia elétrica. Os alunos destacaram em sua maioria que as regiões notórias são: Centro-Oeste e Norte. Pode-se perceber que a maioria dos alunos tem noção dos problemas existentes e as regiões afetadas.

Na quarta questão, em relação ao conhecimento sobre energias renováveis e não renováveis, um número significativo considerou ter conhecimento satisfatório, tendo sido, portanto, destacado a alternativa “a”.

No entanto, vale observar que uma minoria marcou a alternativa “c”, o que pode sugerir conhecerem pouco sobre o assunto.

Na quinta questão onde os alunos deveriam apresentar a opinião se é importante investir na produção de energia alternativa visando diminuir os problemas de escassez de energia, assim como diminuir os impactos ambientais provocados pela produção de energia, os alunos destacaram a alternativa “a” talvez, e alternativa “c” sim, é muito importante.

No sexto questionamento: diante da urgente necessidade da sociedade em produzir energia alternativa, que favoreça o acesso da população mais carente, qual das fontes de energia a seguir você considera mais adequada para suprir essa demanda? Os alunos destacaram que a energia que consideravam mais viável é a solar.

Na sétima questão abordando se sabiam como medir o consumo de energia em sua residência? Destacaram em sua maioria que “não” marcando, portanto, a alternativa “a”, e a minoria ressaltou que “nunca tentou”, marcando a alternativa “d”.

Na oitava questão os alunos deveriam optar por uma alternativa apresentando o que tem feito para diminuir o consumo de energia em sua residência visando um menor valor na conta de iluminação? A maioria optou pela alternativa “b” e “c”.

Já na nona questão sobre qual sua opinião sobre o uso de energia solar? A grande parte destacou que a energia solar é uma boa alternativa, marcando a opção “a”, sendo que também houve um número significativo de alunos que consideram a energia solar viável, mas não sabem como usar, destacando, portanto, a alternativa “c”.

Na décima questão, foram argumentados se gostariam de conhecer mais sobre a energia solar e aprender a utilizar esta fonte de energia para diminuir o consumo de energia elétrica, gastar menos em sua conta de luz e minimizar os impactos ambientais provocados pela produção da energia hidrelétrica?

A maioria dos alunos destacou a alternativa, “a”, sim. E uma minoria destacou a alternativa “c” talvez.

Conforme análise do questionário aplicado constatou-se que os alunos possuem um determinado conhecimento sobre as energias renováveis, necessitando de um maior aprofundamento ao que se refere as questões socioambientais e aplicações relacionadas aos conceitos científicos.

Neste sentido, destaca-se a energia solar, provida pela radiação eletromagnética, que por sua vez, permite a contextualização dos fenômenos físicos: radiação, refração, reflexão, iluminância e espalhamento da luz, utilizado como ferramenta didática a lâmpada de Moser.

6.2 - 2ª AULA: CONCEITO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS E NÃO RENOVÁVEIS

Após a verificação e análise das respostas obtidas na aplicação do questionário diagnóstico, foram apresentados aos alunos os conceitos de: energia, energias renováveis, suas características e viabilidade de produção e consumo, ressaltando a energia solar nesse contexto de sustentabilidade socioeconômico.

Na segunda aula implementou-se a segunda etapa das ações mentais de Galperin denominada etapa de estabelecimento do esquema da Base Orientadora da Ação (BOA). Nunes e Ramalho (2015), destacam que na segunda etapa da construção da B.O.A. III, a orientação ou invariante do sistema de operações e do conceito é construída durante o processo de elaboração conjunta com os estudantes, estabelecendo-se a metodologia geral para a solução de tarefas de uma mesma classe, juntamente com os conteúdos conceituais em que se apoia a apropriação da ação.

Durante a aula foram apresentados os conceitos energias renováveis (fig.12), destacando-se em cada uma suas principais vantagens e desvantagens em termos operacionais referentes à sua implantação e utilização.

Figura 12 – Aula Teórica: Conceitos de energias renováveis e não renováveis



Fonte: o Autor

Buscou-se dinamizar a aula propondo aos alunos questionamentos, e relatos, assim como suas contribuições a partir de suas experiências. Nesse sentido os alunos foram instigados pelo professor a refletir e emitir opinião sobre as seguintes indagações:

1. Diante do que foi apresentado durante as aulas você sabe dizer qual a fonte de energia renovável mais adequada para ser utilizada em seu cotidiano?
2. Além da viabilidade econômica e praticidade em usar a energia solar como fonte alternativa de energia, é possível abordar conteúdos físicos com esta fonte de energia?
3. Para você, quais os conceitos físicos que podem ser analisados e estudados junto com a energia solar? Cite quais são esses conceitos?

Durante a apresentação e definição dos conceitos sobre energia eólica, termoelétrica, solar e hidrelétrica, os alunos relataram que acreditavam que a energia mais viável seja a solar e eólica a ser utilizada no Brasil, pois os impactos ambientais gerados pelas hidrelétricas com certeza seriam minimizados.

Os professores: Walter Fiúsa dos Santos, da turma M, autor da pesquisa e Daniel Batista Mendes, professor da turma N relataram a importância do uso racional da energia para o desenvolvimento das nações e equilíbrio da natureza.

Destacaram ainda que Roraima é um Estado propício a utilização da energia solar, pois a maior parte do ano é ensolarado. Podendo ser utilizada em coletores solares para aquecimento (chuveiros, torneiras entre outros) e em painéis

fotovoltaicos para geração de energia elétrica somente para o funcionamento de aparelhos em que a eletricidade é inevitável.

Diante do contexto, alguns alunos relataram verbalmente que a energia utilizada no município tem constante queda, ou seja, oscila com frequência, havendo na maioria das vezes falta de energia na região. No entanto, a taxa cobrada mensalmente é extremamente alta e, que realmente é importante o estudo sobre alternativa de consumo de energia renovável, que possa gerar redução de gasto.

Em relação ao segundo e terceiro questionamento alguns alunos opinaram destacando que acreditam que a energia solar está relacionada sim aos estudos físicos, sendo que, em livros sempre é apresentado a luz proveniente do sol, mas não sabem dizer os fenômenos existentes.

Diante do relato pode-se perceber que os alunos tem o conhecimento dos problemas decorrentes do consumo de energia e sentem a necessidade de alternativa de uma energia que possa não só reduzir os gastos como também estabelecer uma questão socioambiental.

Quanto ao segundo questionamento enfatizando os conceitos de energia solar e relação com fenômenos físicos, os alunos destacaram que tem ciência de ocorrência de fenômenos físicos, sobretudo a luz, no entanto, não sabe dizer ou expressar quais os fenômenos presentes na emissão da luz, por radiação. Neste contexto, os professores perceberam motivação dos alunos em conhecer os fenômenos físicos presentes através da radiação solar, tornando assim, possível a contextualização da lâmpada de Moser no conteúdo abordado.

6.3 - 3ª AULA: ENERGIA SOLAR E LÂMPADA DE MOSER ALTERNATIVA SOCIOAMBIENTAL

Retomando as discussões da aula anterior e entendimentos sobre energias renováveis, o professor apresenta a energia solar, como fonte alternativa de geração de energia renovável mais significativa para a realidade dos alunos.

Nesse momento teve início a terceira etapa das ações mentais de Galperin denominada de etapa de formação da ação no plano material ou materializada conforme foi definida na etapa anterior. É nessa etapa que os alunos começam a executar as ações/atividades não mais no plano mental, mas, agora no plano concreto. E como alternativa para a redução de gastos na utilização de energia elétrica foi

apresenta a lâmpada de Moser, conforme na Figura 13, qual utiliza a energia solar em seu funcionamento.

Figura 13 – Apresentação da Lâmpada de Moser e seu funcionamento



Fonte: o Autor

Após a apresentação da lâmpada de Moser, foi proposto aos alunos utilizar o celular e internet para baixar gratuitamente aplicativo disponível que realiza a medição da quantidade de luz no ambiente qual se denomina iluminância (Figura 14).

Figura 14 – Utilização de aplicativo para calcular a iluminância



Fonte: o Autor

Para maior compreensão dos conceitos físicos que ocorrem na lâmpada de Moser como: radiação, reflexão, refração, iluminância e espalhamento da luz, foram apresentados os respectivos conceitos utilizando data show (fig.15), através de

imagens e exemplos dos respectivos fenômenos físicos e expressão matemática para calcular a potência gerada por uma lâmpada.

Figura 15 – Conceito de radiação, reflexão, refração, iluminância e espalhamento da luz sendo apresentado nas turmas M e N.



Fonte: o Autor

6.4 - 4ª AULA: AULA PRÁTICA: CONFECÇÃO DA LÂMPADA DE MOSER

Na quarta aula teve prosseguimento a terceira etapa das ações mentais de Galperin visto que na aula anterior o tempo disponibilizado não foi suficiente para concluir as atividades propostas aos alunos. Durante o desenvolvimento dessa etapa os educandos começam a refletir acerca do que está sendo realizado, o que se pretende com a construção da maquete e confecção da Lâmpada de Moser? É um momento que os alunos dispõem para sugerir alternativas para melhorar a confecção da maquete, materiais alternativos que também poderiam ser usados na referida confecção, assim como a quantidade de garrafas a ser colocadas sobre o telhado da maquete, associada ao volume de água em cada garrafa ou seja, é a etapa de se efetivar a ação concreta de forma materializada (fig.16).

Figura 16 – Construção da maquete para uso da lâmpada de Moser



Fonte: o Autor

Realizou-se a atividade de construção de telhado com fixação da lâmpada de Moser, vale destacar que alguns alunos, relataram que utilizarão a lâmpada em sua residência, para economizar energia e reduzir os impactos ambientais.

É pertinente que o professor envolva os alunos em práticas experimentais proporcionando uma aprendizagem significativa, dinamizando assim o processo de ensino em Física.

De acordo com a teoria das ações mentais, baseado na Base Orientadora da Ação (BOA III) proposta por Galperin que consiste em um conjunto de condições onde os educandos se apoiam para realizar uma atividade, ou seja, os alunos passam a materializar suas ideias por meio do desenvolvimento de uma ação concreta.

6.5 - 5ª AULA: AULA PRÁTICA – OBSERVAÇÃO DO FUNCIONAMENTO DA LÂMPADA DE MOSER E APLICAÇÃO DOS FENÔMENOS FÍSICOS

Após a confecção da lâmpada de Moser, os estudantes foram convidados a observar a utilização da mesma, onde os professores novamente conceituaram os fenômenos físicos existentes e apresentaram a relevância de sua utilização. Na realização da quinta aula foi desenvolvida a quarta etapa das ações mentais de Galperin denominada de etapa de formação da ação no plano da linguagem externa, onde a verbalização e troca de ideias se verifica entre professor e alunos que emitem suas opiniões a partir de seus conhecimentos adquiridos em seu cotidiano, ao longo de sua vivência, quer seja na escola, quer seja em sua casa. A linguagem passa a ser interiorizada e assimilada em sua estrutura cognitiva.

Além dos fenômenos físicos como a radiação solar, reflexão, refração, iluminância e espalhamento da luz, os professores: Walter Fiúsa e Daniel Mendes destacaram a importância socioambiental na utilização da lâmpada de Moser. Durante a aula os alunos foram incentivados a realizar a utilização da lâmpada de Moser, apresentando as vantagens no uso e provável redução de gastos financeiros. Alguns destacaram que a maioria dos banheiros necessitam de iluminação e que a instalação de uma lâmpada de Moser seria uma alternativa para iluminação do ambiente.

Um aluno relatou e apresentou imagem da realização da instalação da lâmpada na casa de seu cachorro (fig.17), para demonstrar a seu pai e família a eficácia da lâmpada de Moser. Em seu relato destaca que a ideia a princípio “é propor a seu pai a instalação da lâmpada de Moser, no banheiro de sua casa, onde o consumo de energia é constante tanto durante o dia como a noite. Com a utilização da lâmpada de Moser, durante o dia será um gasto a menos no período diurno”.

Figura 17 - Lâmpada de Moser sendo utilizada após aplicação do Produto educacional



Fonte: o Autor

Vale ressaltar que a lâmpada de Moser pode ser instalada em qualquer ambiente da residência, desde que não seja forrada, possibilitando assim maior iluminação no ambiente.

Diante do relato e imagens pode-se afirmar que o aluno atingiu o grau de assimilação de conhecimento através da utilização da Teoria de Galperin baseado na BOA III, visto que nesta etapa, denominada de etapa Mental, o aluno por meio da internalização do conhecimentos é capaz de realizar atividades diversas referentes ao conteúdo abordado durante as aulas e aplicação do produto educacional, aplicando

as informações e conhecimentos adquiridos com o intuito de resolver problemas de seu cotidiano.

Durante a aplicação do produto educacional norteado pelas etapas de Galperin, percebeu-se pelo professor autor da pesquisa e também pelo professor colaborador que uma quantidade considerável dos alunos das respectivas turmas desenvolveram habilidades e demonstraram domínio sobre o conteúdo abordado ao serem questionados sobre os conceitos físicos e fenômenos ópticos, assim como sua ocorrência pela incidência da luz solar sobre a lâmpada de Moser, os quais verbalizaram com segurança acerca dos questionamentos realizados pelos professores no decorrer da aplicação do produto educacional.

6.6 - 6ª AULA: AVALIAÇÃO

Na sexta aula foi realizada a quinta e última etapa das ações mentais de Galperin denominada de etapa mental. Nesta etapa a linguagem externa transforma-se em função mental, proporcionando aos alunos novas possibilidades de pensamento, é a finalização da transformação da ação externa em interna. Vale destacar que para alcançar a quinta etapa com uma margem segura de eficácia é necessário um tempo bem mais prolongado uma vez que não é fácil mensurar a rigor se de fato o educando adquiriu conhecimento satisfatório ou não. Contudo, é possível ponderar que a realização das aulas sobre energias renováveis utilizando a Lâmpada de Moser como recurso didático experimental proporcionou sim significativas mudanças de postura e interesse pelos alunos no decorrer da abordagem da temática apresentada e como foi inserida no ensino de Física envolvendo a questão energética associada aos fenômenos da Óptica contemplados na Lâmpada.

Foi aplicado um questionário (Quadro 03), com o objetivo de verificar a aprendizagem adquirida pelos alunos, sendo que conforme a realização das etapas da BOA III proposta por Galperin, os alunos possam ter realizado a assimilação dos conceitos físicos apresentados durante e após a aplicação do produto educacional tendo como ferramenta de ensino a lâmpada de Moser.

Neste sentido, o aluno pode expressar o que compreendeu contextualizando os conceitos físicos presentes na utilização da lâmpada de Moser.

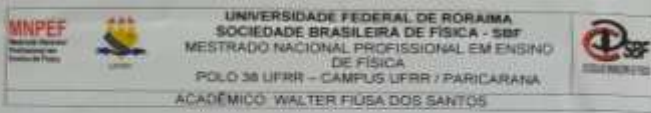
Quadro 03 – Questionário aplicado aos alunos que participaram da atividade educacional proposta pelo MNPEF (produto educacional).

RESPONDA AS SEGUINTE QUESTÕES PROPOSTAS
1ª – comente sobre a importância das energias renováveis. 2ª – O dispositivo (lâmpada de Moser) utilizado durante as aulas de física ajudou no seu entendimento sobre os conceitos físicos? 3ª – O uso de experimento durante as aulas de física contribuiu para a compreensão de aprendizado dos alunos? 4ª – Após o uso da lâmpada de Moser, você conseguiu compreender de forma mais clara sobre a energia solar? 5ª – Diga resumidamente em que aspectos o uso do dispositivo (lâmpada de Moser) pode contribuir para o ensino e aprendizado do aluno.
Fonte: Autor da pesquisa (2019).

Após a realização da aplicação do questionário avaliativo é possível identificar que apesar das perguntas não serem direcionadas diretamente aos conceitos físicos, os alunos enfatizaram os fenômenos físicos que foram estudados na abordagem da energia solar ao utilizar a Lâmpada de Moser como dispositivo educacional durante as aulas de Física.

Destaca-se ainda nas respostas do questionário a aceitação do uso da Lâmpada de Moser como ferramenta pedagógica que favoreceu a compreensão dos conceitos físicos abordados no decorrer das aulas. Na figura 18, pode-se observar a representação da resolução do questionário proposto aos alunos.

Figura 18 – Representação do questionário avaliativo


UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA - SBF
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO
DE FÍSICA
POLO 38 UFRR - CAMPUS UFRR / PARICARANA
ACADÊMICO: WALTER FIUSA DOS SANTOS

TESTE DE AVALIAÇÃO APÓS A APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Responda as seguintes questões propostas:

1ª - comente sobre a importância das energias renováveis.
 É importante porque é uma boa opção para economizar energia e uma forma de reutilizar as energias do sol, da água, do sol entre outras.

2ª - O dispositivo (lâmpada de Moser) utilizado durante as aulas de física ajudou no seu entendimento sobre os conceitos físicos?
 Sim, pois através da lâmpada de Moser ficou mais fácil entender os conceitos físicos explicados pelo professor durante as aulas.

3ª - O uso de experimento durante as aulas de física contribuiu para a compreensão de aprendizado dos alunos?
 bastante, pois é mais fácil compreender ouvindo ou fazendo o experimento, e a aula fica mais interessante.

4ª - Após o uso da lâmpada de Moser, você conseguiu compreender de forma mais clara sobre a energia solar?
 Sim, mais do que imaginado, porque usando a lâmpada de Moser consegui entender seu funcionamento, através da radiação que ocorre através da luz do sol sobre a água, causando a reflexão. Quando a luz do sol atravessa a lâmpada ocorre a refração da luz. Entendi também que quando a luz do sol atinge a lâmpada e passa para parte interna, que é a iluminação do ambiente onde a lâmpada está.

5ª - Diga resumidamente em que aspectos o uso do dispositivo (lâmpada de Moser) pode contribuir para o ensino e aprendizado do aluno.
 Primeiro é que ela é muito simples e muito prática para ser confeccionada.
 Segundo essa lâmpada ajuda os alunos a usar uma energia limpa e barata, através da energia solar.
 Terceiro - Usando a lâmpada de Moser fica bem mais fácil entender os assuntos explicados pelo professor. Não precisamos decorar para saber o que está acontecendo na lâmpada, assim aprendemos de modo mais prático.

Fonte: o Autor

Após análise de respostas dos alunos, dos questionamentos da atividade (quadro 03) observou-se os relatos, onde destacaram que a poluição e a degradação do ambiente são cada vez mais constantes devido ao uso inadequado dos recursos que podem gerar energia. Por sua vez, a energia renovável é aquela que vem de recursos naturais como: vento, sol, marés, lixo orgânico, entre outros.

A sua importância está relacionada à redução da concentração de gases poluentes, preservação do ambiente natural e instabilidade da sustentabilidade ambiental. Além de favorecer uma redução significativa de gasto econômico em relação à utilização de energia elétrica. Na atividade no segundo questionamento os alunos relataram que o dispositivo (lâmpada de Moser) utilizado durante as aulas de física ajudou no seu entendimento sobre os conceitos físicos, como o conceito de

energia solar que é essencial para a utilização de energia sustentável, além de ser primordial para a sobrevivência dos seres vivos na Terra.

Os conceitos de refração e reflexão da luz apresentados pelos professores através de slides e posteriormente observados durante a utilização da lâmpada de Moser fez compreender melhor o conceito.

Ao que se refere ao terceiro questionamento, sobre contribuição dos experimentos para a aprendizagem, alguns alunos relataram que o aplicativo (Luxímetro), utilizado para obter a medida de luz que chega até seu sensor denominado iluminância apresenta a eficácia da lâmpada de Moser. Pois além de visualizarem a claridade exposta pela lâmpada confeccionada em sala, puderam obter a intensidade de medida em watts, chegando de 40 a 60 W, demonstrando assim sua eficácia.

Na quarta questão, a maioria dos alunos em suas repostas, destacaram os processos: radiação, refração, reflexão, iluminância e espalhamento, conceitos abordados durante a execução da BOA III, demonstrando assim a ocorrência da assimilação do conhecimento. Relataram ainda que após as aulas foi possível compreender a produção alternativa de energia através da utilização da energia solar, que por sua vez, são emitidas pelos raios denominados ondas eletromagnéticas, essencial à vida tanto do ser humano como de animais e plantas na Terra. Os alunos destacaram que a radiação solar pode gerar uma energia que não causa impactos ambientais, sendo considerada uma energia limpa.

O último questionamento está relacionado ao processo de ensino e aprendizado. Sendo que os alunos responderam de forma resumida em que aspectos o uso da lâmpada de Moser, contribuiu para a aprendizagem nos conceitos físicos e socioambiental.

Relataram que estão motivados a utilizar a lâmpada de Moser, e também incentivar pessoas próximas que conhecem, não só visando a diminuição dos gastos em relação às contas de energia elétrica consumidas, mas também na redução dos impactos gerados ao meio ambiente, tanto no fator energia como na reutilização das garrafas PET. Pois as garrafas PET também são um dos fatores que mais contribui para a poluição na Terra.

Os respectivos alunos relataram que as aulas desenvolvidas com a confecção e utilização da lâmpada de Moser foram diferentes e que os assuntos de física como

refração, reflexão teve uma compreensão mais clara com as apresentações de imagem e intervenção dos seus respectivos professores.

Consideraram ainda em seu relato como importante a realização das atividades realizadas no decorrer das aulas como, o uso do celular e pesquisa em internet (aplicativo com luxímetro), construção da maquete, confecção e utilização da lâmpada de Moser, despertou interesse dos mesmos no assunto abordado.

CONCLUSÃO

O produto educacional está baseado na teoria de Desenvolvimento das Ações Mentais de Galperin, foi construído e apresentado os conceitos físicos de radiação solar, refração, reflexão, iluminância e espalhamento da luz. Partindo de uma contextualização dos fenômenos físicos tendo como ferramenta de ensino a lâmpada de Moser.

Na aplicação do produto utilizamos métodos que buscaram envolver os alunos em atividades práticas e experimentais propostas pela Base Orientadora da Ação III, de acordo com a Teoria de Assimilação das Ações Mentais de Galperin, que por sua vez, proporcionam uma grande diversidade de ações simultâneas junto aos alunos, possibilitando a criatividade dos educandos.

Pode-se ainda enfatizar o ganho significativo em termos de ensino e aprendizagem que se obtém ao utilizar metodologias diferenciadas que envolvam os educandos antes, durante e após a realização das atividades pertinentes ao conteúdo de energias renováveis, destacando-se o uso da Lâmpada de Moser para explorar experimentalmente, de maneira concreta e prática os fenômenos físicos presentes na Lâmpada proveniente da radiação da luz solar.

O uso de tal dispositivo no ensino de Física é um aliado importante para o professor, que em meio à escassez de recursos tecnológicos nas escolas vê neste dispositivo uma ferramenta diferenciada, de fácil manuseio ao passo que utiliza materiais de fácil acesso, somado ao fator socioeconômico que impacta diretamente a vida dos alunos, quer seja em relação ao ganho econômico proporcionado pelo uso da Lâmpada de Moser como iluminação alternativa durante o dia para a residência dos alunos, quer seja pela diminuição dos impactos ambientais pelo reuso das garrafas PET que comumente são lançadas aleatoriamente na natureza.

A utilização da luz solar como fonte de alternativa sustentável de iluminação no cotidiano dos alunos, assim como a aquisição de conhecimentos científicos e, aprendizagem significativa através do manuseio da lâmpada de Moser na abordagem das aulas de física sobre energias renováveis, conforme relato durante as aulas e atividades desenvolvidas contribuiu para a compreensão dos alunos sobre os fenômenos ópticos analisados durante o uso da Lâmpada de Moser, segundo a teoria da atividade na confecção e utilização da referida Lâmpada..

Para os alunos a realização e participação das aulas oportunizaram uma reflexão dos problemas frente ao consumo de energia elétrica e possibilidade de alternativa de utilização de uma energia limpa através da lâmpada de Moser.

Conclui-se que as aulas de Física têm um papel importante na perspectiva educacional de conscientizar para a construção da cidadania. Nesse sentido, é importante ressaltar o quanto é significativo para o professor sair de sua zona de conforto, visando criar e desenvolver práticas experimentais significativas em sua prática docente, onde o mesmo orienta e instiga os alunos para um aprendizado que faça parte de seu cotidiano, provocando empatia aos conteúdos explanados.

A realização desse trabalho experimental feito de forma organizada, tendo como base norteadora as etapas de assimilação das ações mentais de Galperin, fundamentada na BOA III podem não solucionar as falhas no ensino de física mas, certamente proporcionam uma profunda reflexão ao professor, exigindo do mesmo uma mudança de atitude em suas metodologias de ensino.

REFERÊNCIAS

ATLAS Solarimétrico do Brasil: **Banco de dados Solarimétricos**/ coordenador Chigueru Tiba...et al- Recife: Ed. Universitária d UFPE, 2000. 111p.: il., tb., mapas.

BARRETO FILHO, Benigno.; SILVA, Claudio Xavier da. **Física aula por aula: mecânica dos fluidos, termologia, óptica**: 2º ano. 2. ed. São Paulo: FTD, 2013.

BASTOS, Karem Machado. **Análise da viabilidade do uso de garrafas pet como artifício para provimento de luz natural zenital em Interiores**: ensaios em protótipo. (monografia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Departamento Acadêmico de Construção Civil - Curso de Engenharia Civil, Curitiba, 2016.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**: ensino médio. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2017.

BORGES, A. T. **Novos Rumos para o laboratório Escolar de Ciências**. In: Seleção e organização. ZYLBERSZTAJN, A. et al.; STUDART, N. (orgs.). Física: Ensino Médio. v. 7., (Coleção Explorando o Ensino). Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de educação Básica, 2006

BONJORNIO, José Roberto; RAMOS, Clinton Marcico; PRADO, Eduardo de Pinho; BONJORNIO, Valter; BONJORNIO, Mariza Azzolini; CESEMIRO, Renato; BONJORNIO, Regina de Fátima Souza Azenha. Física: Eletromagnetismo, Física Moderna. – 3º ano. – 3.ed.-São Paulo: FTD, 2016.-(Coleção física).

CAMPOS, Paulo Maia, Reflexão e Refração. Disponível: <https://pt.slideshare.net/PauloMaiaCampos/reflexao-e-refracao>. Acesso em: 03 jul. 2019.

CAVALCANTE, Christiane R. P. O uso do PET em telhas translúcidas visando o conforto natural lumínico e térmico. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Meio Ambiente) – Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, 2011. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tde/622>. Acesso em: 28 set. 2015. In: BASTOS, Karem Machado. **Análise da viabilidade do uso de garrafas pet como artifício para provimento de luz natural zenital em Interiores**: ensaios em protótipo. (monografia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Departamento Acadêmico de Construção Civil - Curso de Engenharia Civil, Curitiba, 2016.

COELHO, Luana.; PISONI, Silene. **Vygotsky**: Sua teoria e a influência na educação. Revista e-Ped, FACOS/CNEC Osório. v. 2., n. 1., 2012. Disponível:

http://www.facos.edu.br/publicacoes/revistas/e-ped/agosto_2012/#!/page/145 Acesso em: 10 jan. 2019.

CORNÉLIO, Vinícius. Reflexão da luz e leis da reflexão, Disponível: <https://slideplayer.com.br/slide/375112/>. Acesso em: 03 jul. 2019.

DINIZ, Robson Torres. **Usando experimentação no ensino potencialmente significativo de Óptica geométrica**, 2016. *in*

FONSECA, Gustavo. Luxímetro: Como recorrer de multa por uso de insulfilm. Acesso: <https://doutormultas.com.br/luximetro-multa-insulfilm/>. Acesso em: 02 jun. 2019.

FUKE, Luiz Felipe.; YAMAMOTO, Kazuhito. **Física para o Ensino Médio**. v. 1. São Paulo: Saraiva, 2010.

HEWITT, Paul G. **Física Conceitual**. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

INMETRO – **Sistema Internacional de Unidades** - SI.8.ed. Rio de Janeiro, 2003. 116 p.

LEONTIEV E A TEORIA DA ATIVIDADE. **Psicologia Acadêmica 2012**. Disponível em: <https://psicologiaacademica.blogspot.com/2012/07/leontiev-e-teoria-da-atividade.html>. Acesso em: 28 out. 2017.

LEONTIEV, A. N. Actividad, conciencia y **personalidad**. Buenos Aires: Ciências del Hombre, 1978.

LEONTIEV, A. N. **O desenvolvimento do psiquismo**. Lisboa: Livros Horizonte, 1978.

LONGAREZI, Andréa Maturano.; PUENTES, Roberto Valdés (orgs.). **Ensino Desenvolvimental**: vida, pensamento e obra dos principais representantes russos. Uberlândia: Edufu, 2013, p. 283-314.

MACEDO, Tassiana. **O Inventor que Transforma Garrafas PET em Luz**. **Jornal da Manhã**. Uberaba MG. 27 de julho de 2014. Disponível em: <http://www.jmonline.com.br/novo/?noticias,27,entrevista,97466>. Acesso em: 13 set. 2017.

MOLINA JÚNIOR, Walter F.; ROMANELLI, Thiago Libório. **Recursos energéticos e meio ambiente**. Curitiba: Inter Saberes, 2015.

NOBRE, Sandra Sales de Souza. **Pesquisas em Educação Matemática Sustentadas pela Teoria de P.YA**. Galperin: Análise das Teses e Dissertações Defendidas no Brasil, (2007 – 2017)./ Sandra Sales de Souza Nobre. – UERR, 2018.

NÚÑEZ, Izauro Beltrán.; RAMALHO, Betânia Leite. **A teoria da Formação Planejada das ações Mentais e dos Conceitos de P. Ya. Alperin: contribuições para a Didática Desenvolvimental**, Revista de Didática e psicologia Pedagógica. 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/OBv1n1a2017-4>. Acesso em: 20 abr. 2019. In TALÍZINA, N. F. Psicología de la enseñanza. Moscou: Editorial Progreso, 1988

NUÑEZ, Izauro Beltrán.; PACHECO, Otmara Gonzalez. **Formação de Conceitos Segundo a Teoria de Assimilação de Galperin**. Cad. Pesq. n. 105., p 92-109, 1998. Disponível: <http://publicacoes.fcc.org.br/ojs/index.php/cp/article/view/705> Acesso em: 15 de janeiro de 2019.

NUÑEZ, Izauro Beltrán; RAMALHO, Betânia Leite. A teoria de P.Y.A. Galperin **como fundamento para a formação de habilidades gerais nas aulas de química**. Revista Redequim, v. 1, n. 1, 2015.

PEREIRA, Enio Bueno.; GONÇALVES, André Rodrigues. RÜTHER, Ricardo.; et al. **Atlas Brasileiro de Energia Solar**. 2. ed. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. 2017. Disponível em: http://labren.ccst.inpe.br/atlas_2017.html Acesso em: 24 mar. 2018.

PÉREZ, Daniel Gil.; MONTORO, Isabel Fernández.; ALIS, Jaíma Carrascosa.; CACHAPUZ, Antônio.; PRAIA, João. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Revista Ciência & Educação**, v. 7, n. 2. Bauru, São Paulo, 2001. In: DINIZ, Robson Torres. Usando experimentação no ensino potencialmente significativo de Óptica geométrica, 2016.

RODRIGUES, G. M.; FRANÇA, S. B. de. A didática das ciências e a construção de conceitos científicos: contribuições da teoria da atividade e da teoria da assimilação das ações mentais por etapas. XVI ENDIPE - ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICAS DE ENSINO, Unicamp, Campinas. **Anais [...]**. 2012.

RODRIGUES, Ramon Souza Silva.; MAIA, Diego Leal.; SOUZA, Cristina Ionácy Rodrigues. As energias Renováveis – Estudos, aplicações e Perspectivas de um projeto de baixo custo na extensão universitária. **Revista Intercâmbio**, v. VII., 2016. Disponível em:

<http://www.intercambio.unimontes.br/index.php/intercambio/article/download/90/78> . Acesso em: 15 abr. 2019.

SANTOS, Marcos Antônio.; CHAVEZ, Dewar Tylon Carneiro.; MATA, Magali Amorim. **Lâmpadas de garrafas PET de Alfredo Moser: iluminação alternativa para area funcional como proposta de redução de custo de energia elétrica na Fatec de Carapicuíba.** 2018. Disponível em: <https://even3.blob.core.windows.net>. Acesso em: 15 dez. 2018. *in* MACEDO, Tassiana. **O Inventor que Transforma Garrafas PET em Luz.** Jornal da Manhã. Uberaba MG. 27 de julho de 2014. Disponível em: <<http://www.jmonline.com.br/novo/?noticias,27,entrevista,97466>>. Acesso em: 13 set. 2017.

SANTOS, W. F.; SILVA, G. A.; ARAÚJO, R. C de. Iluminação Sustentável através do uso de garrafas pet por alunos do ensino médio do 3º ano. **Revista do Professor de Física**, v. 3., n. Especial., p. 33-34, 2019.

SEARS, F.; ZEMANSKY, M. W.; YOUNG, H. D. **Física 2 – Mecânica dos fluidos: calor movimento ondulatório.** 2. ed. Departamento de Física – PUC/RJ, 1984.

SILVA, M. G. L.; MOHR, A.; ARAÚJO, M. F. F. (orgs). **Temas de Ensino e formação de professores de Ciências.** Natal: EDUFRRN, 2012.

SILVA, Luciene Nunes da. **Resolução de problemas no processo de aprendizagem através do Jogo “trilhando na geometria espacial”, fundamentada na teoria de Galperin, nos estudantes da 2ª série do Ensino Médio da Escola Agrotécnica da UFRR.** Boa Vista/RR - (2019).

TIPLER, Paul Allen.; MOSCA, Gene. **1993 - Física para cientistas e engenheiros - eletricidade e magnetismo, óptica.** v. 2. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

TORRES, Carlos Magno A; FERRARO, Nicolau Gilberto; SOARES, Paulo Antonio de Toledo; PENTEADO, Paulo Cesar Martins. **Física: Ciência e Tecnologia – 4. ed.-** São Paulo: Moderna, 2016.

VASQUES, Laura Benevides. Introdução a espelhos planos. Disponível em: <https://slideplayer.com.br/slide/14817373/>. Acesso em: 03 jul. 2019.

VIEIRA, R. S.; JÓFILI, Z. M. S. **Galperin no ensino de ciências: uma sequência didática enfocando a puberdade.** VIII ENPEC ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E I CIEC CONGRESSO

IBEROAMERICANO DE INVESTIGACIÓN EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS.
Anais [...]. v. VIII., p. 1- 8. Campinas: Abrapec, 2011.

Disponível: <http://www.nutes.ufrr.br/abrapec/viiienpec/listaresumos.htm> Acesso em
20 de abril de 2019.

APÊNDICE 01 - TERMO DE CONSENTIMENTO DOS PAIS OU RESPONSÁVEIS



UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – PÓLO 38

Senhor Pai/responsável, meu nome é WALTER FIÚSA DOS SANTOS, residente e domiciliado na Rua José Apolinário, nº 1023, Bairro Pantanal, na cidade de Rorainópolis-RR (Fone: 95 99161-2856). Atualmente, sou professor de Física na rede de Ensino do Estado de Roraima, estudo na Universidade Federal de Roraima, cursando o Mestrado Nacional Profissional no Ensino de Física. Para a obtenção do diploma, a universidade exige que façamos uma dissertação, com o objetivo de apresentar estratégias e ações em aulas práticas com experimento para a disciplina de Física, nesse caso sobre Energias Renováveis, direcionado para alunos do Terceiro Ano do Ensino Médio, buscando melhorar o ensino e a aprendizagem de modo dinâmico, para contribuir na aprendizagem dos educados. Portanto, gostaria de ministrar algumas aulas e fazer algumas perguntas, ao seu (a) filho (a), por meio de cinco questionários, um teste de reconhecimento para realizar um levantamento prévio do que os alunos trazem consigo em relação ao tema, teste avaliativo (Ponto de Partida), questionários com perguntas relacionadas com a pesquisa sobre o tema acima citado e após aula experimental (Teste avaliativo), conforme o cronograma abaixo descrito:

CRONOGRAMA DE APLICAÇÃO DA PESQUISA COM O ALUNO

AULA / DURAÇÃO	OBJETIVO
1ª Aula – Atividade para obter os conhecimentos prévios. 50 minutos	- Verificar quais são as noções básicas que os alunos já dispõem em seu intelecto, para obter o modelo de ponto de partida em termos de conhecimentos sobre o assunto a ser abordado na aplicação do produto.
2ª Aula – Teórica. 50 minutos	- Apresentar os conceitos de: energia, energias renováveis, suas características e viabilidade de produção e consumo, ressaltando a energia solar nesse contexto de sustentabilidade socioeconômico.
3ª Aula – Teórica. 50 minutos	- Apresentar a energia solar (radiação), como fonte alternativa de geração de energia renovável através da utilização de lâmpada de Moser. - Apresentar como ocorre a reflexão, refração, espalhamento e iluminância.
4ª Aula – Prática. 50 minutos	- Confeccionar lâmpada de Moser
5ª Aula – Prática. 50 minutos	- Realizar a utilização da lâmpada de Moser no telhado de uma maquete visando observar em loco o funcionamento da lâmpada
6ª Aula – Teste avaliativo. 50 minutos	- Aplicar atividade (perguntas abertas e perguntas em grupo) para observar o grau de conhecimento físicos adquiridos pelos alunos após a aplicação do produto educacional.

Comunico que as respostas obtidas através dos questionários serão utilizadas apenas para realização da pesquisa, que será utilizada na conclusão da dissertação. As respostas dos questionários estarão na defesa da dissertação, porém para garantir a identidade e sigilo do (a) aluno (a) pesquisado (a), irei identificá-lo (a) através de códigos, com a finalidade de não expor o (a) educando (a).

Informo ainda que durante a realização das atividades seu (a) filho (a) estará sob os meus cuidados e, para elaborar a pesquisa necessito de seu consentimento.

Nome do (a) aluno(a): _____

() Autorizo meu(a) filho(a) a participar da pesquisa.

() Não autorizo meu(a) filho(a) a participar da pesquisa.

Rorainópolis - RR, ____ de julho de 2019.

Pai ou responsável

Fone: (95) _____

APÊNDICE 02 - TERMO DE CONSENTIMENTO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA

SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – PÓLO 38

Pelo presente instrumento que atende às exigências legais, a Escola Estadual José de Alencar, ciente dos procedimentos propostos, não restando quaisquer dúvidas a respeito do lido e do explicado, firma seu CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO de concordância quanto à realização da pesquisa sobre energias renováveis (Energia Solar), elaborada pelo Professor Walter Fiúsa dos Santos. Fica claro que a instituição, através de seu representante legal, pode, a qualquer momento, retirar seu CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO e deixar de participar do estudo alvo da pesquisa, caso haja alguma divergência dos objetivos ou finalidade do projeto ora apresentado, ficando ciente que todo trabalho realizado torna-se informação confidencial, guardada por força do sigilo profissional.

Por ser a expressão da verdade, assino o presente para que possa surtir os efeitos legais desejados.

Rorainópolis-RR, _____ de julho de 2019.

Assinatura e carimbo do representante da instituição

APÊNDICE 03 - TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM



UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – PÓLO 38

_____, brasileiro(a), menor de idade, neste ato devidamente representado por seu (sua) (responsável legal), _____ (____), brasileiro(a), _____, portador(a) da Cédula de identidade RG nº. _____/SSP-_____, inscrito(a) no CPF sob nº _____, residente à Av./Rua _____, nº. _____, Bairro _____, na cidade Rorainópolis-RR. **AUTORIZO o uso da imagem de meu/minha filho (a) para fins educacionais na Dissertação do professor WALTER FIÚSA DOS SANTOS, Mestrando no Ensino Profissional de Física, na UFRR – Universidade Federal de Roraima, cujo título de pesquisa é, ILUMINAÇÃO SUSTENTÁVEL ATRAVÉS DO USO DE GARRAFAS PET POR ALUNOS DO ENSINO MÉDIO DO 3º ANO, orientado pelo Prof. Dr. Gilmar Alves Silva e co-orientado pelo Prof. Dr. Roberto Câmara de Araújo. A presente autorização é concedida a título gratuito, abrangendo o uso da imagem acima mencionada em todo território nacional, exterior, inclusive em qualquer tipo de mídia.**

Fica ainda **autorizada**, de livre e espontânea vontade, para os mesmos fins, a cessão de direitos da veiculação das imagens não recebendo para tanto qualquer tipo de remuneração.

Por esta ser a expressão da minha vontade declaro que autorizo o uso acima descrito sem que nada haja a ser reclamado a título de direitos conexos à imagem ou a qualquer outro, e assino a presente autorização em 02 vias de igual teor e forma.

Rorainópolis - RR, _____ de julho 2019.

Por seu Responsável Legal

Telefone p/ contato: _____

APÊNDICE 04 – MANUAL DO PRODUTO EDUCACIONAL**MANUAL DO PRODUTO EDUCACIONAL****ILUMINAÇÃO SUSTENTÁVEL ATRAVÉS DO USO DE GARRAFAS PET
CONFECCIONADAS POR ALUNOS DO ENSINO MÉDIO****WALTER FIÚSA DOS SANTOS****ORIENTADOR: GILMAR ALVES SILVA****CO-ORIENTADOR: ROBERTO CÂMARA DE ARAÚJO****BOA VISTA - RR****2020**

APRESENTAÇÃO

Prezado professor (a),

O material que será apresentado neste manual foi desenvolvido como produto educacional, sendo este componente integrante para a conclusão do Curso de Pós-Graduação vinculado ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), polo 38 na Universidade Federal de Roraima (UFRR). As atividades didáticas que serão explanadas foram desenvolvidas com a finalidade de colaborar com a assimilação dos conteúdos sobre energias renováveis e o ensino de física no assunto de óptica geométrica, destacando-se nessa perspectiva a energia solar, relacionando os conceitos físicos com a práxis experimental através da confecção e utilização da lâmpada de Moser. Este produto educacional foi desenvolvido em duas turmas do terceiro ano do ensino médio e, almeja impactar qualitativamente o ensino e a aprendizagem em física, tendo como base as etapas das ações mentais de Galperin, que organizou as atividades de sua teoria na BOA (base organizadora da ação).

SUMÁRIO

1 OBJETIVO	3
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	7
2.1 RADIAÇÃO	8
2.2 REFLEXÃO.....	9
2.3 REFRAÇÃO	9
2.4 ILUMINÂNCIA.....	10
2.5 ESPALHAMENTO DA LUZ	11
3 APLICAÇÃO DO PRODUTO.....	12
REFERÊNCIAS.....	155
APÊNDICE 01.....	16
APÊNDICE 02.....	19
APÊNDICE 03.....	20

1 OBJETIVO

Com a aplicação desse produto os alunos deverão ter adquirido conhecimento sobre energia renovável, utilizando a luz solar como fonte de energia, explorando os conceitos de óptica geométrica. Dessa forma, usando a aprendizagem significativa, os alunos poderão avaliar alternativas e possíveis soluções sustentáveis do uso da lâmpada de Moser e a redução do consumo de energia elétrica.

Desenvolvemos esse produto seguindo a teoria do planejamento das ações mentais por etapas de Galperin norteada pela **Base Orientadora da Ação III (BOA)**, que pode ser interpretada como a projeção da ação em forma de atividade, constituída estruturalmente e funcionalmente por: orientação, execução e controle.

Os autores Núñez e Ramalho (2017 *apud* TALÍZINA, 1988, p. 43), relatam que de acordo com Talízina com referência à BOA considera: “é o elemento estrutural sobre cuja base transcorre a direção da ação. É o sistema de condições no qual realmente se apoia o sujeito para cumprir a ação”.

Os autores relatam que Talízina destaca o uso de vários tipos de BOA, no entanto, abordaremos apenas as três primeiras quais são consideradas as mais significativas no processo de ensino e aprendizagem.

De acordo com Núñez e Ramalho (2017), Galperin faz referência a três tipos de orientações, a saber: (BOA I, BOAII e BOA III) que estão condicionadas a três tipos de aprendizagens distintas e, conseqüentemente na forma de ensinar, onde devem ser considerados os seguintes itens:

a) Grau de generalização: relacionado ao tipo de condição da BOA e orienta sua execução, possibilitando transferir o que já foi aprendido visando novas situações.

b) Grau de detalhamento: caracterizasse a presença na orientação das condições necessárias para sua realização, onde são destacados os conteúdos conceituais, as operações e as condições para a ação.

c) Forma de elaboração: refere-se às estratégias que os estudantes devem utilizar para construir a BOA.

Diante do exposto, Núñez e Pacheco (1998, p. 102.) destacam que a atividade segundo esse tipo, forma-se rapidamente, com poucos erros e se caracteriza por sua estabilidade, alto nível de generalização e, portanto, por uma maior transferência.

Vieira e Jófili (2011) relatam que, a Teoria de Galperin aponta uma importante contribuição para a didática à medida que, ao explicar o processo de internalização da atividade externa em atividade interna considera alguns passos e elementos a serem considerados no processo [...]. A teoria de Formação das Ações Mentais de Galperin está baseada em cinco etapas:

Motivacional: considerada por Talízina como etapa zero, em que ainda não há nenhum tipo de ação, nem são introduzidos conhecimentos; ela tem como tarefa principal preparar os alunos para assimilarem os novos conhecimentos (NUÑEZ; PACHECO, 1998, p. 102).

Estabelecimento do esquema da Base Orientadora da Ação (BOA): essa etapa deve ser estabelecida num processo de elaboração do conhecimento de forma que os alunos, junto com o professor possam construir o tipo de atividade a ser realizada.

Formação da ação no plano material: nesta etapa o estudante começa de fato a realizar a ação no plano externo, realizando todas as atividades necessárias para sua efetivação. Durante esta etapa o professor deve controlar a realização das atividades que devem ser realizadas em pares ou grupos de alunos.

Formação da ação no plano da linguagem externa: os elementos da ação são representados verbalmente, sendo o estudante capaz de resolver a atividade oralmente ou através da linguagem escrita.

Mental: caracteriza-se pela transformação da ação verbal externa em mental. A forma mental da ação é a final no caminho da transformação da ação de sua forma externa em interna. Por sua origem, a ação mental faz relação com a efetivação da ação materializada, que é o seu reflexo.

Após a aplicação desse produto, espera-se que os alunos desenvolvam uma melhor aprendizagem nos seguintes tópicos:

a) **Energia:** os estudantes precisam ter a noção clara sobre o que vem ser energia fisicamente.

b) **Energias Renováveis:** a partir da compreensão deste conceito os alunos poderão emitir opiniões referentes às fontes de energias renováveis a ser utilizadas.

c) **Radiação Solar:** com a compreensão deste fenômeno é possível ao estudante perceber os conceitos e fenômenos físicos que ocorrem sobre a lâmpada de Moser.

d) **Iluminância:** saber conceituar e identificar com habilidade o fenômeno da iluminância durante a utilização do produto.

e) **Espalhamento da Luz:** identificar e conceituar o fenômeno do espalhamento da luz e, diferenciar tal fenômeno com a iluminância.

Baseado na teoria da assimilação de conhecimentos por etapas de Galperin (BOA III), devem ser elaboradas as seguintes aulas, conforme quadro 01.

Quadro 01 – Descrição das aulas para aplicação do Produto Educacional

AULA / DURAÇÃO	OBJETIVO
1ª Aula – Atividade para obter os conhecimentos prévios. 50 minutos	- Verificar quais são as noções básicas que os alunos já dispõem em seu intelecto, para obter o modelo de ponto de partida em termos de conhecimentos sobre o assunto a ser abordado na aplicação do produto.
2ª Aula – Teórica. 50 minutos	- Apresentar os conceitos de: energia, energias renováveis, suas características e viabilidade de produção e consumo, ressaltando a energia solar nesse contexto de sustentabilidade socioeconômico.
3ª Aula – Teórica. 50 minutos	- Apresentar a energia solar (radiação), como fonte alternativa de geração de energia renovável através da utilização de lâmpada de Moser. - Apresentar como ocorre a reflexão, refração, espalhamento e iluminância.
4ª Aula – Prática. 50 minutos	- Confeccionar lâmpada de Moser
5ª Aula – Prática. 50 minutos	- Realizar a utilização da lâmpada de Moser no telhado de uma maquete visando observar em loco o funcionamento da lâmpada
6ª Aula – Teste avaliativo. 50 minutos	- Aplicar atividade (perguntas abertas e perguntas em grupo) para observar o grau de conhecimento físicos adquiridos pelos alunos após a aplicação do produto educacional.

Fonte: o Autor

É importante destacar que o planejamento de aula é flexível podendo haver alteração de acordo com as necessidades apresentadas em consonância com o currículo escolar. Contudo, se faz necessário seguir uma sequência lógica de aulas que obedeçam às etapas das ações mentais da teoria de Galperin, através da utilização da base orientadora da ação (BOA III).

O professor na aplicação desse produto estará aplicando a BOA por meio de um processo de elaboração do conhecimento de forma que os alunos, junto com o professor possam construir o tipo de atividade a ser realizada.

Na sequência teremos a formação da ação no plano material onde começa de fato a realizar a ação no plano externo, realizando todas as atividades necessárias

para sua efetivação. Nessa etapa o professor controla a realização das atividades dividindo a sala em grupos.

Na continuidade da aplicação teremos Formação da ação no plano da linguagem externa, onde os elementos da ação são primeiro representados verbalmente, de forma que sendo o estudante resolva a atividade oralmente e produza o texto com sua resolução, observando entre essas representações o aluno está desenvolvendo o processo Mental que permite a transformação da ação de sua forma externa em interna, a ação mental faz relação com a efetivação da ação materializada.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo apresentamos os conceitos físicos de radiação, reflexão, refração, iluminância e espalhamento da luz, fenômenos que ocorrem na utilização da lâmpada de Moser. A figura 01, apresenta a utilização da lâmpada de Moser por um aluno do Ensino Médio, que durante a aplicação do Produto Educacional na Escola José de Alencar com a finalidade de apresentar a sua família a eficácia da lâmpada de Moser confeccionou a lâmpada e instalou na casa de seu cachorro. Na figura 01 pode-se observar a eficiência da iluminação e os fenômenos físicos presentes.

Figura 01 – Funcionamento da lâmpada de Moser e os fenômenos físicos.



Fonte: o Autor

2.1 Radiação

Nesta seção veremos o processo de radiação, que ocorre através das ondas eletromagnéticas oriundas do sol. Por sua vez esse fenômeno é o responsável pelo funcionamento da Lâmpada pois, é a partir da radiação solar que ocorre a emissão de luz, pois a luz é uma onda eletromagnética, assim podemos observar e constatar os demais fenômenos físicos conforme a figura 2. Desse modo, é por meio da radiação emitida pelo sol que a Lâmpada ao ficar exposta ao sol no telhado da casa, recebe os raios solares em sua superfície externa, transformando através do aquecimento a energia recebida em forma de calor em energia luminosa.

SEARS, ZEMANSKY, YOUNG (1984, p. 367), o termo radiação refere-se à emissão contínua de energia da superfície de todos os corpos. É chamada energia radiante e tem forma de ondas eletromagnéticas.

É importante destacar que as ondas eletromagnéticas são ondas transversais por sua vez, propagando-se em qualquer meio material levando em consideração os estados físicos da matéria (sólido, líquido ou gasoso), podendo também se propagar no vácuo.

Nas proximidades do sol forma-se o processo de condução de energia por meio da radiação solar, ou seja, sem que ocorra a movimentação de massa dos gases, mas pelo transporte de fótons.

Um fóton de um feixe de luz vermelha, por exemplo, carrega consigo uma quantidade de energia correspondente à sua frequência. Outro fóton com frequência duas vezes maior possui duas vezes mais energia e é encontrado na porção ultravioleta do espectro (HEWITT, 2002, p. 514).

De acordo com o relato de Paul A. Tipler (2009, p.380), uma partícula de luz chamada de fóton tem energia E que está relacionada à frequência f e ao comprimento de onda λ de luz pela equação de Einstein:

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda} \quad (\text{eq. 1})$$

O Sol responsável pela radiação é um fator essencial para utilização e funcionamento da lâmpada de Moser, as ondas eletromagnéticas emitidas pelos raios solares são emitidas na forma de fótons de luz.

2.2 Reflexão

Através do Sol são emitidos raios de luz em todas as direções, por sua vez quando a luz atinge um objeto podem ocorrer o fenômeno físico denominada reflexão.

Reflexão é o fenômeno que consiste no fato de a luz voltar a se propagar no meio de origem, após incidir na superfície de separação desse meio com outro na lâmpada de Moser, a reflexão ocorre quando parte da energia luminosa absorvida pela lâmpada é refletida devido a superfície PET, ao passo que outra parte penetra no segundo meio, a água.

É importante destacar, que um corpo iluminado não possui luz própria e, apenas emite parte da luz recebida de alguma fonte luminosa. Portanto, pode-se dizer que a Lâmpada de Moser emite luz através da radiação solar e por sua vez ocorre a reflexão, sendo que este fenômeno ocorre em superfícies opacas ou rugosas (reflexão difusa) e, também ocorre em superfícies lisas e polidas (reflexão regular).

2.3 Refração

A refração é um fenômeno que ocorre sempre que a luz tem sua velocidade de propagação alterada ao passar de um meio transparente para outro.

É esse fenômeno que torna a lâmpada de Moser funcional pois ocorre refração da luz na água da garrafa. A garrafa PET torna-se o material perfeito por apresentar características específicas como a transparência, permitindo a refração da luz entre o ar e a água em seu interior, além de sua resistência química e mecânica tanto em relação a impactos quanto a ações de dilatação térmicas a que é submetida.

Ramalho Júnior (1993, p. 299), destaca que, opticamente um meio transparente e homogêneo é caracterizado pelo seu índice de refração absoluto.

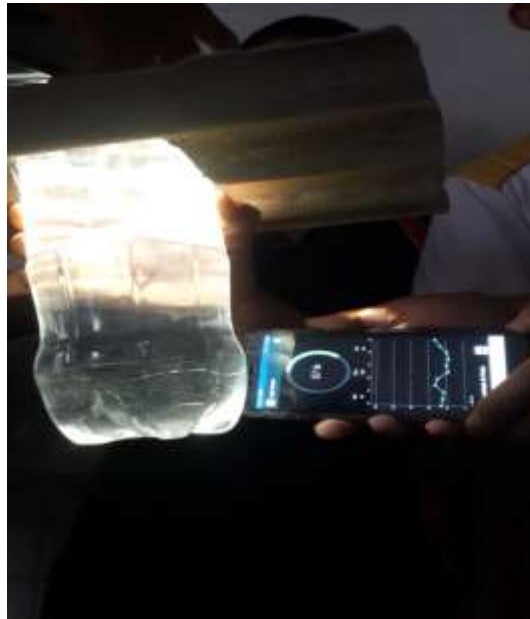
O autor enfatiza que, o índice de refração absoluto n de um meio, para determinada luz monocromática, é a relação entre a velocidade da luz no vácuo (c) e a velocidade da luz considerada no meio em questão (v):

$$n = \frac{c}{v} \quad (\text{eq. 2})$$

2.4 Iluminância

A iluminância é a medida da quantidade de luz, que ilumina e se espalha sobre uma determinada área de superfície e é medida com a utilização de um luxímetro, aqui pode-se utilizar um aplicativo de celular, conforme fig. 02.

Figura 02 – luxímetro: medição da quantidade de luz emitida na lâmpada de Moser



Fonte: o Autor

Para verificar a quantidade de luz emitida através da Lâmpada de Moser, o professor deve possuir um luxímetro, inclusive baixando este aparelho gratuitamente via internet, sugerindo aos alunos a utilização para verificar a iluminância emitida no ambiente no qual está sendo utilizado a Lâmpada de Moser.

É importante fazer com que os alunos percebam que quanto mais forte for a incidência da luz solar sobre a Lâmpada, maior será a iluminância proporcionada conforme figura 02 e 03.

Figura 03 – incidência solar sobre a lâmpada de Moser



Fonte: o Autor

Para a observação da iluminância recomenda-se que o professor, juntamente com os alunos utilizem uma área onde possa ocorrer a incidência direta da radiação solar (fig.3).

2.5 Espalhamento da luz

O espalhamento é um dos fenômenos físicos também importante no funcionamento da lâmpada de Moser, consiste de um processo onde a luz é absorvida por uma partícula e então emitida em outra direção.

Na figura 4 pode-se observar a radiação emitida na Lâmpada de Moser, emitindo luz através da garrafa Pet preenchida com água sendo que por ser transparente ocorre o fenômeno físico denominada refração, em decorrência deste ocorre o espalhamento da luz, proporcionando a claridade ou luminosidade no ambiente.

3 APLICAÇÃO DO PRODUTO

Aqui apresentamos os procedimentos para realização de aulas, descrevendo o que deve ser abordado em cada aula.

1ª aula: durante esta aula deverá ser realizado junto aos alunos um questionário diagnóstico visando sondar quais os entendimentos e noções que os alunos possuem sobre: energias renováveis, energias usadas em seu cotidiano, situação energética do país, energia solar e ações concretas para reduzir o consumo de energia. Antes da entrega do questionário aos alunos o professor, deve fazer uma breve orientação acerca da realização do questionário de maneira que crie um ambiente favorável na turma, deixando os estudantes à vontade para analisar e responder o questionário proposto.

2ª aula: após a verificação e análise das respostas obtidas na aplicação do questionário diagnóstico, serão apresentados aos alunos os conceitos de: energia, energias renováveis, suas características e viabilidade de produção e consumo, ressaltando a energia solar nesse contexto de sustentabilidade socioeconômico.

3ª aula: retomando as discussões da aula anterior e entendimentos sobre energias renováveis, o professor apresentará a energia solar, como fonte alternativa de geração de energia renovável mais significativa para a realidade dos alunos. Neste momento, será apresentada a lâmpada de Moser, qual utiliza a energia solar em seu funcionamento, assim como os conceitos físicos que ocorrem na lâmpada como: radiação, reflexão, refração, iluminância e espalhamento da luz, assim como a expressão matemática para calcular a potência gerada por uma lâmpada.

4ª aula: sob a orientação do professor e de acordo com a BOA (base orientadora da ação), os alunos vão confeccionar a lâmpada de Moser.

Material Necessário:

- Garrafa Pet de 2 litros,
- água,
- água sanitária,
- Massa epóxi ou silicone,
- Telha (barro, fibrocimento ou zinco)
- Fita isolante.

Procedimentos:

Para confeccionar a Lâmpada de Moser deve-se utilizar uma garrafa Pet de 2 litros transparente devidamente limpa, em seguida preencher com água a garrafa. Recomenda-se adicionar 2 colheres de alvejante na água a fim de evitar a formação de fungos e vedar a tampa da garrafa com fita adesiva para evitar o ressecamento da mesma pela ação dos raios solares.

Para a instalação da Lâmpada de Moser na sala de aula pode-se utilizar os materiais citados anteriormente, e para representação de instalação sugere-se utilizar uma caixa de papelão pequena, média ou grande. Em seguida recortar um pedaço de telha de 40 a 50 cm de comprimento por 30 cm de largura.

O professor deve orientar os alunos a recortar na telha com uma serra cop uma circunferência tendo como base no diâmetro da garrafa Pet e, em seguida fixar a garrafa na circunferência na telha, vedando com durão conforme figura 04 para evitar gotejamentos no interior da caixa (no ambiente onde será utilizada a lâmpada de Moser).

Figura 04 – demonstração da instalação da lâmpada de Moser



Fonte: o Autor

Através da contextualização da utilização da Lâmpada de Moser, pautado na teoria das ações mentais por etapas de Galperin (BOA III), o professor poderá

apresentar os fenômenos físicos presentes no funcionamento e eficácia da Lâmpada de Moser, demonstrado na Lâmpada de Moser.

Para se obter informação das aprendizagens adquiridas baseadas nas tapas de assimilação de conhecimentos, recomenda-se a realização das seguintes atividades:

- Questionário ponto de partida (apêndice 1)
- Questionário (apêndice 2)
- Questionário (apêndice 3)

5ª aula: Realizar observação do funcionamento da lâmpada de Moser na maquete construída pelos alunos, contextualizar os fenômenos físicos presentes no funcionamento da lâmpada: radiação, reflexão, refração, iluminância e espalhamento da luz.

6ª aula: Realizar atividade avaliativa (Apêndice 3), para realizar análise do quanto a realização da aplicação do produto educacional contribui no processo de ensino e aprendizagem no ensino de física através da teoria de assimilação de conhecimento por etapas – BOA III, (Teoria de Galperin).

REFERÊNCIAS

HEWITT, Paul G. **Física Conceitual**. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

RAMALHO JÚNIOR, Francisco, 1940. **Os Fundamentos da física/ Francisco Ramalho** Júnior, Nicolau Gilberto Ferraro, Paulo Antônio de Toledo Soares. —6. ed. — São Paulo: Moderna 1993.

SEARS, F.; ZEMANSKY, M. W.; YOUNG, H. D. **Física 2 – Mecânica dos fluidos: calor movimento ondulatório**. 2. ed. Departamento de Física – PUC/RJ, 1984.

TIPLER, Paul Allen.; MOSCA, Gene. **1993 - Física para cientistas e engenheiros - eletricidade e magnetismo, óptica**. v. 2. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

APÊNDICE 01

PRODUTO EDUCACIONAL APLICADO NA ESCOLA DE ENSINO MÉDIO: ILUMINAÇÃO SUSTENTÁVEL ATRAVÉS DO USO DE GARRAFA PET CONFECCIONADAS POR ALUNOS DO ENSINO MÉDIO

1ª Aula: Atividade para obter os conhecimentos prévios (Ponto de partida):

Nas turmas M e N, foram realizadas no primeiro momento, ou seja, na primeira aula uma atividade que conforme já mencionado no quadro supra apresentando tem a finalidade de analisar os conhecimentos prévios dos alunos sobre os conceitos a serem abordados.

Neste sentido foi aplicado o questionário de levantamento de conhecimento prévio conforme no Quadro 02:

Quadro 02 – Questionário de levantamento de conhecimento prévio

- | |
|--|
| <p>1. Qual é fonte de energia que mais é utilizada em seu dia a dia?</p> <p>a) eólica</p> <p>b) termoelétrica</p> <p>c) solar</p> <p>d) hidrelétrica</p> <p>2. Em sua opinião, a sociedade atual enfrenta problemas relacionados ao abastecimento de energia?</p> <p>a) sim</p> <p>b) não</p> <p>c) às vezes</p> <p>d) não sei opinar.</p> <p>3. Estamos vivendo um período de grandes transformações tecnológicas, no entanto, em pleno século XXI, ainda temos muitos brasileiros sem acesso à energia elétrica. Esse cenário é mais notório nas regiões:</p> <p>a) Sudeste e Nordeste</p> |
|--|

b) Nordeste e Norte

c) Centro-Oeste e Sul

d) Centro-Oeste e Norte.

4. Em relação ao seu conhecimento sobre energias renováveis e não renováveis, você considera que possui:

a) conhecimento satisfatório

b) não possui nenhum conhecimento

c) conhece pouco sobre o assunto.

d) nunca ouviu falar

5. Em sua opinião, é importante investir na produção de energia alternativa visando diminuir os problemas de escassez de energia, assim como diminuir os impactos ambientais provocados pela produção de energia?

a) talvez

b) não

c) sim, é muito importante.

d) é uma possibilidade.

6. Diante da urgente necessidade da sociedade em produzir energia alternativa, que favoreça o acesso da população mais carente, qual das fontes de energia a seguir você considera mais adequada para suprir essa demanda?

a) eólica

b) nuclear

c) solar

d) geotérmica

7. Você sabe como medir o consumo de energia em sua residência?

a) não

b) sim

c) não, mas tenho curiosidade.

d) nunca tentei.

8. O que você tem feito para diminuir o consumo de energia em sua residência visando um menor valor na conta de iluminação?

a) nada

b) não sei o que fazer

c) pretendo fazer algo

d) tentei, mas, não consegui resultado

9. Qual sua opinião sobre o uso de energia solar?

a) é uma boa alternativa

b) é inviável para ser usada

c) é viável, mas não sei como usar.

d) é difícil para implantar.

10. Você gostaria de conhecer mais sobre a energia solar e aprender a utilizar esta fonte de energia para diminuir o consumo de energia elétrica, gastar menos em sua conta de luz e minimizar os impactos ambientais provocados pela produção da energia hidrelétrica?

a) sim

b) não

c) talvez

d) não sei opinar.

Fonte: Autor da pesquisa (2019).

APÊNDICE 02

QUESTIONÁRIO

1. Diante do que foi apresentado durante as aulas você sabe dizer qual a fonte de energia renovável mais adequada para ser utilizada em seu cotidiano?
2. Além da viabilidade econômica e praticidade em usar a energia solar como fonte alternativa de energia, é possível abordar conteúdos físicos com esta fonte de energia?
3. Para você, quais os conceitos físicos que podem ser analisados e estudados junto com a energia solar? Cite quais são esses conceitos?

APÊNDICE 03
QUESTIONÁRIO AVALIATIVO PARA AVERIGUAR A CONTRIBUIÇÃO DA
APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL NO PROCESSO DE
APRENDIZAGEM DOS ALUNOS ATRAVÉS DA TEORIA DE APRENDIZAGEM
POR ASSIMILAÇÃO POR ETAPAS – BOA III (TEORIA DE GALPERIN).

RESPONDA AS SEGUINTE QUESTÕES PROPOSTAS

1ª – comente sobre a importância das energias renováveis.

2ª – O dispositivo (lâmpada de Moser) utilizado durante as aulas de física ajudou no seu entendimento sobre os conceitos físicos?

3ª – O uso de experimento durante as aulas de física contribuiu para a compreensão de aprendizado dos alunos?

4ª – Após o uso da lâmpada de Moser, você conseguiu compreender de forma mais clara sobre a energia solar?

5ª – Diga resumidamente em que aspectos o uso do dispositivo (lâmpada de Moser) pode contribuir para o ensino e aprendizado do aluno.

Fonte: o Autor.