



UESB
Universidade Estadual
do Sudoeste da Bahia



SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

MNPEF

Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS GRADUAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
POLO 62**

PRODUTO EDUCACIONAL

**APLICAÇÃO DOS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS NO ENSINO DO EFEITO
FOTOVOLTAICO: Potencial Solarimétrico do Norte de Minas Gerais como
oportunidade de consolidação de conceitos**

RICARDO BRENO BARBOSA BATISTA

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

**Orientador: Prof. Dr. Luizdarcy de Matos Castro
Coorientador: Prof. Dr. Jorge Ricardo Araujo Kaschny**

**Vitória da Conquista
2025**

APRESENTAÇÃO

Este produto educacional é parte integrante da dissertação: APLICAÇÃO DOS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS NO ENSINO DO EFEITO FOTOVOLTAICO: Potencial Solarimétrico do Norte de Minas Gerais como oportunidade de consolidação de conceitos, desenvolvida no âmbito do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo 62 – UESB - BA, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

A (O) PROFESSOR (A)

Caro (a) Professor (a),

Este produto educacional é parte integrante da dissertação intitulada “APLICAÇÃO DOS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS NO ENSINO DO EFEITO FOTOVOLTAICO: Potencial Solarimétrico do Norte de Minas Gerais como oportunidade de consolidação de conceitos”, desenvolvida no âmbito do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), polo UESB, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

A presente Sequência Didática (SD) de Apoio tem como finalidade contribuir para o ensino e a aprendizagem de conceitos da Física Moderna e Contemporânea, em especial o efeito fotovoltaico, tema de grande relevância científica, tecnológica e ambiental. A proposta foi elaborada a partir da metodologia dos Três Momentos Pedagógicos (3MP), que orienta a construção do conhecimento de forma dialógica e significativa, articulando a problematização inicial, a organização do conhecimento e a aplicação do conhecimento. Segundo Delizoicov e Angotti (1994), essa metodologia *“estrutura o processo de ensino a partir da problematização da realidade, da sistematização dos conhecimentos científicos e de sua aplicação em novas situações”*. Nessa perspectiva, busca-se favorecer uma aprendizagem de caráter crítico e emancipador, compreendida, à luz de Paulo Freire, como um processo dialógico no qual os sujeitos constroem o conhecimento a partir da problematização de sua realidade concreta. Para Freire (1996), aprender não consiste em receber conteúdos prontos, mas em produzir sentidos, por meio da reflexão crítica sobre o mundo vivido, articulando saberes cotidianos e conhecimentos sistematizados em um movimento contínuo de ação e reflexão.

Destinado a professores e estudantes do Ensino Médio, o material propõe uma abordagem contextualizada da conversão de energia solar em energia elétrica, explorando o potencial solarimétrico do Norte de Minas Gerais como cenário didático. A SD foi estruturado em linguagem acessível, mas conceitualmente rigorosa, de modo a favorecer a compreensão dos fenômenos envolvidos e a reflexão crítica sobre o uso de fontes renováveis de energia no contexto regional e global.

Este material pode ser utilizado tanto em aulas presenciais quanto em atividades de ensino híbrido ou remoto, sendo passível de adaptação a diferentes realidades escolares. O objetivo principal é incentivar a inserção da Física Moderna no currículo escolar, aproximando a teoria da prática e estimulando o protagonismo discente na construção do conhecimento científico.

Espera-se que este produto educacional inspire outros professores a explorar o ensino da Física a partir de situações reais, favorecendo uma aprendizagem crítica e contextualizada, pautada no diálogo, na problematização da realidade e no desenvolvimento de competências científicas e socioambientais.

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

Atenciosamente,

Ricardo Breno Barbosa Batista

Autor pesquisador

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	6
SEQUÊNCIA DIDÁTICA	8
GRONOGRAMA	9
1º MOMENTO PEDAGÓGICO	10
AULA 01	15
AULA 02	16
AULA 03	17
2º MOMENTO PEDAGÓGICO	18
AULA 04	19
AULA 05 e 06	23
AULA 07	28
3º MOMENTO PEDAGÓGICO	32
AULA 08 e 09	33
AULA 10	38
AULA 11	41
CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
REFERÊNCIAS	46

INTRODUÇÃO

Ensinar Física de modo significativo tem sido um dos grandes desafios enfrentados pelos professores da educação básica. A rapidez das transformações tecnológicas, o avanço das fontes de energia renovável e as demandas por uma formação científica crítica exigem que o ensino vá além da simples transmissão de fórmulas e conceitos prontos. É necessário que o estudante perceba a Física como uma ciência viva, capaz de explicar e transformar o mundo em que vive.

Nesse cenário, o efeito fotovoltaico surge como um tema privilegiado para promover o diálogo entre ciência, tecnologia e sociedade. A conversão direta da luz solar em energia elétrica está presente em residências, escolas e indústrias, tornando-se um exemplo concreto da aplicação dos conhecimentos físicos na vida cotidiana. No entanto, muitos alunos ainda apresentam dificuldade em compreender os princípios que fundamentam esse processo, confundindo-o com o efeito fotoelétrico e, muitas vezes, associando-o apenas a um fenômeno técnico ou distante de sua realidade.

A presente SD foi elaborado para atender a essa necessidade: oferecer aos professores de Física um material que auxilie na abordagem do efeito fotovoltaico de forma contextualizada, investigativa e acessível. A proposta foi estruturada com base na metodologia dos Três Momentos Pedagógicos (3MP), problematização inicial, organização e aplicação do conhecimento, que favorece a construção ativa do saber e estimula a autonomia intelectual dos estudantes (Delizoicov; Angotti, 1994). Essa abordagem é potencializada pela perspectiva freiriana de educação, na qual o conhecimento é construído a partir do diálogo, da problematização da realidade vivida e da valorização dos saberes prévios dos educandos, permitindo que novos conhecimentos sejam compreendidos de forma crítica e ganhem sentido ao se articularem com a experiência concreta dos sujeitos (Freire, 1996).

Considerando o contexto regional, o material toma como referência o Potencial Solarimétrico do Norte de Minas Gerais, uma das áreas com maior índice de irradiação solar do país. Essa escolha reforça a importância de relacionar o conteúdo da Física às questões energéticas, ambientais e

socioeconômicas locais, permitindo que os alunos compreendam o papel da ciência na busca por soluções sustentáveis para o desenvolvimento da região.

O produto reúne atividades investigativas, leituras orientadas e propostas de experimentação que exploram o efeito fotovoltaico sob diferentes dimensões: conhecimentos da física, social, tecnológica e ambiental. A abordagem foi pensada para favorecer a interdisciplinaridade, integrando conceitos da Física, da Geografia e das Ciências Ambientais, de modo a ampliar a compreensão dos fenômenos e estimular o olhar crítico dos estudantes sobre a relação entre ciência, energia e sociedade.

Mais do que um simples roteiro de aulas, este material configura-se como um instrumento de formação e reflexão docente, convidando o colega professor a adaptar, recriar e contextualizar as atividades conforme as características de sua turma e as condições de sua escola. A intenção é valorizar o papel do educador como mediador do conhecimento e promotor da aprendizagem crítica, estimulando práticas de ensino que despertem a curiosidade, o pensamento científico e a consciência socioambiental dos alunos

Com isso, espera-se contribuir para o fortalecimento do ensino da Física Moderna na educação básica, promovendo a valorização da ciência como instrumento de leitura crítica do mundo e de construção de uma cultura de sustentabilidade e inovação.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA

O produto educacional (PE) propõe uma abordagem didática inovadora, que busca aproximar os conteúdos da Física Moderna e Contemporânea das experiências cotidianas dos estudantes, tomando o efeito fotovoltaico como eixo integrador entre ciência, tecnologia e sociedade. A proposta foi desenvolvida com base na metodologia dos Três Momentos Pedagógicos (3MP), a qual orienta o ensino de maneira a promover o diálogo entre o conhecimento prévio dos alunos e o saber científico sistematizado.

A Sequência Didática foi planejada para oferecer ao professor uma estrutura flexível, capaz de se adequar a diferentes contextos escolares, tempos didáticos e perfis de turma. Suas etapas articulam investigação, sistematização e aplicação dos conceitos, permitindo que o aprendizado ocorra de forma progressiva e significativa.

A organização das atividades segue uma lógica que estimula o estudante a refletir, compreender e aplicar o conhecimento, respeitando o ritmo de cada grupo e valorizando o papel do professor como mediador do processo educativo. Essa estrutura, apresentada no quadro 1, favorece um ensino dinâmico e contextualizado, no qual o estudo da energia solar torna-se também um instrumento para discutir temas ambientais e sociais relacionados ao uso consciente dos recursos naturais.

CRONOGRAMA

Quadro 1 - Cronograma de execução da sequência didática.

ENCONTRO	ATIVIDADE	RECURSO	MOMENTO DA SD
1º aula/ 50 minutos	Explicação sobre a escala Likert e sua aplicação na pesquisa educacional.	Apresentação, exemplos de questionário	1º momento
2º aula/ 50 minutos	Aplicação do Questionário inicial para diagnóstico dos conhecimentos dos alunos	Questionário impresso.	1º momento
3º aula/ 50 minutos	Debate sobre o efeito fotovoltaico e o potencial solar do Norte de Minas Gerais.	Perguntas Norteadoras, dados solares do Norte de Minas.	1º momento
4º aula/ 50 minutos	Diferença entre o efeito fotoelétrico e efeito fotovoltaico. (Comparação entre os dois efeitos, explicação teórica e exemplos práticos).	Vídeo demonstrativo, simulação computacional do efeito fotoelétrico PhET e Texto didático.	2º momento
5º aula/ 50 minutos	Explicação aprofundada sobre o efeito fotovoltaico e o funcionamento das células solares.	Vídeo demonstrativo, simulação computacional do efeito fotovoltaico PhET e texto didático.	2º momento
6º aula/ 50 minutos	Explicação sobre bandas de energia e semicondutores.	Slides e vídeos com animações interativas.	2º momento
7º aula/ 50 minutos	O potencial solarimétrico do Norte de Minas Gerais. (Análise de gráficos, mapas solares e discussão sobre a viabilidade do uso da energia solar na região).	Slides e dados solares da região Norte de Minas.	2º momento
8º aula/ 50 minutos	Apresentação de trabalhos. Vantagens e desvantagens da energia fotovoltaica e Diferenças entre o efeito fotoelétrico e efeito fotovoltaico.	Slides e pesquisas dos alunos.	3º momento
9º aula/ 50 minutos	Apresentação de trabalhos. Usinas solares do Norte de Minas Gerais e viabilidade da energia fotovoltaica em residências.	Slides e pesquisas dos alunos.	3º momento
10º aula/ 50 minutos	Simulação do funcionamento de um painel fotovoltaico.	Mine painel fotovoltaico.	3º momento
11º aula/ 50 minutos	Aplicação do questionário Likert pós-ensino para avaliar mudanças na percepção dos alunos mais discussão final.	Questionário Likert com debate final	3º momento

Fonte: Autor (2025).

1º MOMENTO PEDAGÓGICO



As três primeiras aulas da sequência foram planejadas para introduzir o tema e diagnosticar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre energia solar e o efeito fotovoltaico, estabelecendo as bases para o desenvolvimento das etapas seguintes. Inseridas no primeiro momento pedagógico, a Problemática Inicial, essas aulas têm como foco despertar o interesse dos alunos, identificar concepções prévias e promover o diálogo entre o conhecimento cotidiano e o científico.

Na primeira aula, os alunos são apresentados à escala Likert, instrumento amplamente utilizado em pesquisas educacionais para identificar percepções, atitudes e níveis de concordância sobre determinado tema. Por meio de exemplos e discussões, busca-se familiarizá-los com o formato do questionário e sua finalidade dentro do projeto.

A segunda aula é dedicada à aplicação do questionário inicial, elaborado com base na escala Likert. Essa etapa tem o propósito de diagnosticar o nível de compreensão e as concepções prévias dos estudantes sobre energia fotovoltaica, permitindo ao professor identificar possíveis lacunas conceituais e orientar o planejamento das próximas intervenções.

Na terceira aula, realiza-se um debate orientado sobre o efeito fotovoltaico e o potencial solarimétrico do Norte de Minas Gerais, utilizando dados reais e perguntas norteadoras que estimulem a reflexão crítica dos alunos. Essa discussão serve como ponto de partida para relacionar o conteúdo da Física às questões regionais e ambientais, despertando o interesse pela temática e evidenciando a relevância social do uso da energia solar.

Essas três aulas inauguram a sequência de forma dinâmica e investigativa, permitindo que o professor compreenda o perfil da turma, valorize o conhecimento prévio dos alunos e estabeleça um vínculo inicial entre o conteúdo científico e a realidade local, princípios essenciais para o desenvolvimento da aprendizagem significativa e contextualizada.

- (EM13CNT101) Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.
- (EM13CNT103) Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, no ambiente, na indústria, na agricultura e na geração de energia elétrica.
- (EM13CNT106) Avaliar, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais, tecnologias e possíveis soluções para as demandas que envolvem a geração, o transporte, a distribuição e o consumo de energia elétrica, considerando a disponibilidade de recursos, a eficiência energética, a relação custo/benefício, as características geográficas e ambientais, a produção de resíduos e os impactos socioambientais e culturais.

OBJETIVO GERAL:

Diagnosticar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre energia fotovoltaica e seu impacto social, utilizando o questionário tipo Likert e debates orientados. As aulas visam despertar o interesse pelo tema, estimular a reflexão crítica e contextualizar o estudo do efeito fotovoltaico à realidade do Norte de Minas Gerais.

OBJETIVO ESPECÍFICO:

Aula 1 - Explicação sobre a Escala Likert e sua aplicação na pesquisa educacional.

- Compreender o funcionamento e a finalidade da escala Likert como instrumento de investigação educacional;

- Reconhecer a importância da coleta de dados sobre percepções e concepções dos alunos;
- Preparar os estudantes para responder ao questionário de forma consciente e reflexiva.

Aula 2 - Aplicação do Questionário Inicial.

- Aplicar o questionário do tipo Likert para identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre energia fotovoltaica;
- Levantar percepções e atitudes iniciais em relação ao uso e importância da energia solar;
- Criar um panorama diagnóstico que oriente as próximas etapas da sequência didática.

Aula 3 - Debate sobre o Efeito Fotovoltaico e o Potencial Solar do Norte de Minas.

- Promover a troca de ideias sobre energia solar e suas implicações sociais e ambientais;
- Estimular a reflexão crítica sobre o uso da energia fotovoltaica na região;
- Relacionar o conteúdo científico à realidade local, valorizando o conhecimento prévio dos estudantes.

AULA 01

Introdução à Escala Likert e sua Aplicação na Pesquisa Educacional

- Duração: 50 minutos;
- Recursos: Quadro, projetor multimídia e exemplos de questionários.

Passo a passo:

- Inicie a aula contextualizando a importância da escuta ativa no processo de ensino-aprendizagem, destacando o valor de compreender as percepções e concepções prévias dos alunos sobre o tema;
- Apresente a escala Likert como um instrumento de pesquisa utilizado para identificar opiniões e níveis de concordância, explicando suas cinco opções de resposta;
Mostre exemplos de questionários com afirmações sobre energia elétrica, fontes renováveis e energia solar, convidando os alunos a comentar o que pensam sobre cada afirmação;
- Finalize destacando que esse instrumento será usado na aula seguinte para diagnosticar o conhecimento inicial da turma e que suas respostas contribuirão para a construção coletiva do aprendizado.

AULA 02

Aplicação do Questionário Diagnóstico Tipo Likert

- Duração: 50 minutos;
- Recursos: Questionário impresso.

Passo a passo:

- Distribua o questionário tipo Likert a cada aluno, explicando que não existem respostas certas ou erradas, apenas percepções pessoais sobre o tema (acesse o modelo utilizado no QR Code abaixo):



- Reforce as orientações sobre como marcar as alternativas, revisando brevemente os níveis de concordância (“Discordo muito” a “Concordo muito”);
- Permita um tempo adequado para o preenchimento, circulando entre os alunos para esclarecer dúvidas e garantir a participação de todos;
- Após o término, recolha os questionários e promova uma breve conversa sobre as impressões que tiveram ao responder às afirmações;
- Encerre explicando que os resultados servirão para compreender o que a turma já sabe e o que precisa ser aprofundado nas próximas aulas.

AULA 03

Debate sobre o Efeito Fotovoltaico e o Potencial Solar do Norte de Minas Gerais.

- Duração: 50 minutos;
- Recursos: Quadro, projetor multimídia e dados do Atlas Solarimétrico de Minas Gerais.

Passo a passo:

- Inicie a aula lembrando o tema da sequência e apresente o objetivo do debate: compreender a importância da energia solar e seu papel na realidade regional;
- Projete os dados reais do Atlas Solarimétrico de Minas Gerais (Oliveira, Horta e Silva - 2016¹), mostrando o elevado potencial solar do Norte de Minas;
- Conduza o debate com perguntas norteadoras, como por exemplo:
 - ✓ Por que a energia solar é considerada uma fonte limpa e sustentável?
 - ✓ Quais vantagens e desafios existem para seu uso em nossa região?
 - ✓ Você conhece alguém ou algum local que utilize painéis solares?
- Valorize os relatos e percepções dos estudantes, conectando-os às noções básicas de conversão de energia luminosa em elétrica.
- Finalize a aula destacando como o contexto regional pode servir de ponto de partida para compreender o efeito fotovoltaico e anunciando que nas próximas aulas esse fenômeno será estudado em maior profundidade.

¹ É importante salientar que o(a) colega Professor(a) poderá utilizar o Atlas Solarimétrico da sua região, pois assim estará levando em conta a realidade local e regional dos seus estudantes. O Atlas Solarimétrico do Brasil fornece médias diárias e mensais de irradiação para diversas coordenadas, e poderá ser utilizado comparando a irradiação disponível em diferentes regiões do Brasil (como o Nordeste, com $>6,0 \text{ kWh/m}^2$) com a energia elétrica efetivamente gerada por um painel real, discutindo as perdas por calor e limitações dos materiais.

2º MOMENTO PEDAGÓGICO



“O conhecimento Científico é organizado para compreender e explicar a realidade problematizada.”

Compreendendo as Diferenças entre o Efeito Fotoelétrico e o Efeito Fotovoltaico:

Fundamentos Teóricos e Aplicações Práticas.

- Duração: 50 minutos;
- Recursos: Quadro, projetor multimídia com vídeo demonstrativo e simulação computacional do efeito fotoelétrico PhET.

HABILIDADES

- (EM13CNT103) Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, no ambiente, na indústria, na agricultura e na geração de energia elétrica:
- (EM13CNT104) Avaliar potenciais prejuízos de diferentes materiais e produtos à saúde e ao ambiente, considerando sua composição, toxicidade e reatividade, bem como o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções para o uso adequado desses materiais e produtos.

OBJETIVO GERAL

Compreender, de forma conceitual e comparativa, as diferenças entre o efeito fotoelétrico e o efeito fotovoltaico, reconhecendo seus fundamentos físicos, suas aplicações tecnológicas e sua importância para a geração de energia elétrica sustentável.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Explicar o efeito fotoelétrico e sua contribuição para o desenvolvimento da Física Moderna, destacando a explicação de Albert Einstein (1905);

- Identificar o efeito fotovoltaico como fenômeno de conversão direta da luz solar em energia elétrica e compreender o papel dos materiais semicondutores nesse processo;
- Diferenciar os dois efeitos quanto à base física, materiais utilizados, energia envolvida e aplicações práticas;
- Relacionar o conhecimento científico às tecnologias sustentáveis, reconhecendo a importância da energia solar para o contexto ambiental e socioeconômico atual;
- Desenvolver uma visão crítica e contextualizada sobre o uso das radiações e suas aplicações tecnológicas, em consonância com as habilidades EM13CNT103 e EM13CNT104 da BNCC.

DESENVOLVIMENTO DA AULA

- **Abertura e retomada da problematização (5 minutos).** O professor inicia a aula retomando brevemente as discussões da etapa anterior, destacando as dúvidas e curiosidades levantadas pelos estudantes sobre o funcionamento das células solares. Essa retomada tem o propósito de ativar os conhecimentos prévios e situar o aluno no novo momento da sequência, que se concentra na organização teórica do conhecimento;
- **Apresentação teórica do efeito fotoelétrico (10 minutos).** O docente introduz o tema apresentando os fundamentos do efeito fotoelétrico, relacionando-o à Física Moderna e à explicação de Albert Einstein (1905) sobre a emissão de elétrons em superfícies metálicas sob incidência de luz (no Qr Code abaixo o colega Professor poderá acessar um texto didático trabalhado em sala sobre o efeito fotoelétrico).



É exibido um vídeo demonstrativo e, em seguida, a simulação interativa PhET Colorado, Efeito Fotoelétrico, que permite aos alunos visualizar o fenômeno de forma concreta, ajustando parâmetros como intensidade luminosa e frequência. Durante a mediação, o professor destaca que a luz possui natureza corpuscular (fótons) e que a energia desses fótons depende de sua frequência, reforçando o conceito de quantização da energia (nos Qr Codes abaixo o colega interessado terá acesso a um vídeo do Youtube e a página interativa PhET Colorado);



- **Exploração do efeito fotovoltaico (15 minutos).** Após compreender o efeito fotoelétrico, o professor apresenta o efeito fotovoltaico, explicando que se trata da conversão direta da luz solar em energia elétrica por meio de materiais semicondutores, como o silício. A explicação é acompanhada de animações ilustrativas que mostram o funcionamento das junções p-n, o deslocamento dos portadores de carga (elétrons e lacunas) e a geração da corrente elétrica. O docente reforça as diferenças entre os dois fenômenos, destacando que, enquanto o efeito fotoelétrico envolve a emissão de elétrons para fora do material, o efeito fotovoltaico trata da movimentação interna desses elétrons, resultando em corrente elétrica contínua. Para tornar a explicação mais concreta, o professor apresenta uma mini placa solar conectada a um pequeno dispositivo, demonstrando sua conversão de luz em energia;
- **Construção coletiva da tabela comparativa (10 minutos)** O professor projeta ou escreve no quadro, a exemplo do Quadro 2 abaixo, o

comparativo entre o Efeito Fotoelétrico e o Efeito Fotovoltaico, conduzindo os alunos na identificação das principais diferenças e semelhanças. Os aspectos abordados incluem: base física, materiais utilizados, energia da luz e aplicações práticas. Essa sistematização tem o objetivo de organizar o conhecimento de forma lógica, favorecendo a aprendizagem significativa (Ausubel, 2003) ao conectar novos conceitos às ideias mobilizadas na fase de problematização.

Quadro 2 – Comparativo do efeito fotoelétrico com o efeito fotovoltaico.

ASPECTO	EFEITO FOTOELÉTRICO	EFEITO FOTOVOLTAICO
Base Física	Emissão de elétrons	Geração de corrente elétrica
Material utilizado	Metais	Semicondutores
Energia da Luz	Arranca elétrons.	Move elétrons internamente
Aplicação	Sensores	Geração de energia elétrica (painéis solares)

Fonte: Autor (2024).

- **Encerramento e sistematização final (10 minutos)** O professor realiza uma breve síntese oral, reforçando os principais conceitos e a importância desses fenômenos para o desenvolvimento tecnológico contemporâneo. É proposta uma reflexão sobre como a compreensão do efeito fotovoltaico contribui para o uso consciente da energia e para o avanço das tecnologias sustentáveis. Por fim, o professor retoma as habilidades da BNCC (EM13CNT103 e EM13CNT104), destacando como elas se relacionam à discussão dos impactos e benefícios do uso das radiações e das fontes de energia limpa.

AULAS 05 E 06**O Funcionamento das Células Fotovoltaicas e os Conceitos de Bandas de Energia.**

- Duração: 2aulas de 50 minutos;
- Recursos: Vídeos demonstrativos, simulação PhET sobre condutividade dos materiais (vide Qr code abaixo), slides com diagramas de bandas de energia e quadro. A simulação Condutividade do PhET Colorado aborda a teoria das bandas de forma introdutória, permitindo visualizar os níveis de energia, a diferença entre condutores e isolantes, e a excitação de elétrons em fotocondutores. A ferramenta compara materiais como metais e plásticos, ilustrando como a sobreposição de bandas ou a presença de um gap de energia afeta a condutividade. Para um estudo mais aprofundado, o PhET oferece a simulação Estrutura de Bandas², focada na formação das bandas a partir de redes cristalinas, porém essa ferramenta requer o conhecimento de função de onda para ser melhor aproveitado. Acesse a simulação de condutividade em PhET no Qr Code abaixo.



² Estrutura de Bandas PhET Colorado – disponível em <https://phet.colorado.edu/pt/simulations/band-structure>.

- (EM13CNT103) Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, no ambiente, na indústria, na agricultura e na geração de energia elétrica;
- (EM13CNT104) Avaliar potenciais prejuízos de diferentes materiais e produtos à saúde e ao ambiente, considerando sua composição, toxicidade e reatividade, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para o uso adequado desses materiais e produtos;
- (EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica;
- (EM13CNT308) Analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos, redes de informática e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos.

OBJETIVO GERAL

Compreender o funcionamento das células solares fotovoltaicas a partir dos conceitos de bandas de energia e materiais semicondutores, identificando os processos físicos envolvidos na conversão da luz solar em eletricidade e reconhecendo sua importância tecnológica e ambiental no contexto atual.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Explicar o princípio de funcionamento das células solares, reconhecendo as etapas de absorção da luz, excitação eletrônica e geração de corrente elétrica;
- Identificar os principais componentes de uma célula fotovoltaica e os fatores que influenciam sua eficiência, como tipo de material e intensidade luminosa;

- Definir e diferenciar os conceitos de banda de valência, banda de condução e banda proibida (gap) nos materiais sólidos;
- Distinguir condutores, semicondutores e isolantes a partir de seus diagramas de energia;
- Relacionar a energia dos fótons à movimentação dos elétrons em semicondutores, compreendendo o papel da junção p-n na geração da corrente elétrica;
- Reconhecer a importância da energia solar fotovoltaica como alternativa sustentável de geração elétrica, articulando fundamentos científicos e implicações socioambientais.

DESENVOLVIMENTO DA AULA

- **(Abertura da Aula 5 – Problemática introdutória – 5 minutos).** O professor inicia retomando os conceitos discutidos nas aulas anteriores, destacando as diferenças entre o efeito fotoelétrico e o efeito fotovoltaico. Em seguida, apresenta o problema norteador:
 - “Como a luz solar se transforma em eletricidade nos painéis solares?”

Explicação teórica e vídeo introdutório (10 minutos). Apresentação teórica sobre o funcionamento das células fotovoltaicas, explicando a estrutura básica do módulo solar e a função das camadas semicondutoras. É exibido um vídeo ilustrativo que mostra o processo de conversão da luz em eletricidade (vide Qr code abaixo), destacando a trajetória dos elétrons e o papel da luz como agente excitador.

DESENVOLVIMENTO DA AULA

- **(Abertura da Aula 5 – Problemática introdutória – 5 minutos).** O professor inicia retomando os conceitos discutidos nas aulas anteriores, destacando as diferenças entre o efeito fotoelétrico e o efeito fotovoltaico. Em seguida, apresenta o problema norteador:

“Como a luz solar se transforma em eletricidade nos painéis solares?”

Explicação teórica e vídeo introdutório (10 minutos). Apresentação teórica sobre o funcionamento das células fotovoltaicas, explicando a estrutura básica do módulo solar e a função das camadas semicondutoras. É exibido um vídeo ilustrativo que mostra o processo de conversão da luz em eletricidade (vide Qr code abaixo), destacando a trajetória dos elétrons e o papel da luz como agente excitador.



- **Simulação PhET – Efeito Fotovoltaico (20 minutos)** Os alunos exploram a simulação Condutividade do PhET Colorado, observando o comportamento da corrente elétrica ao alterar variáveis como intensidade da luz, tipo de material e temperatura. O professor orienta a discussão sobre a relação entre a energia dos fótons e a geração de corrente elétrica, conduzindo reflexões sobre eficiência e sustentabilidade.
- **Síntese e registro (15 minutos).** Os principais conceitos são organizados coletivamente no quadro, enfatizando o papel dos fótons, elétrons e junções semicondutoras. O professor finaliza destacando a importância da energia solar como solução tecnológica limpa e sustentável.

INTRODUÇÃO À AULA 6 - RETOMADA CONCEITUAL (5 MINUTOS)

Retoma-se o funcionamento das células solares para introduzir o estudo das bandas de energia e da natureza dos materiais semicondutores.

- **Apresentação teórica - Bandas de Energia (15 minutos).** Com apoio de slides e diagramas ilustrativos, o professor explica os conceitos de banda de valência, banda de condução e banda proibida, destacando as diferenças entre condutores, semicondutores e isolantes. O conteúdo é contextualizado com o comportamento elétrico do silício, elemento central das células fotovoltaicas;
- **Animação e discussão interativa (20 minutos).** Exibição de um vídeo animado que mostra a junção p-n e o movimento dos portadores de carga quando o semicondutor é iluminado. O professor conduz uma discussão com perguntas orientadoras, como:
 - “Por que apenas certos materiais conduzem quando iluminados?”
 - “Qual a importância da energia do fóton em relação ao gap do material?”
- **Síntese e fechamento (10 minutos).** O professor realiza uma síntese final integrando os conceitos das duas aulas:
 - A luz solar fornece energia para deslocar elétrons entre bandas;
 - A junção p-n direciona esse movimento, produzindo corrente elétrica;
 - A eficiência depende da estrutura do material e das condições de iluminação.

Conclui destacando a relevância científica e ambiental das tecnologias fotovoltaicas e incentivando os alunos a refletirem sobre sua aplicação na realidade local.

Potencial Solarimétrico do Norte de Minas Gerais.

- Duração total: 1 aula de 50 minutos;
- Recursos: Slides com mapas e gráficos do Atlas Solarimétrico de Minas Gerais (Oliveira; Horta; Silva, 2016), mapa hipsométrico (USGS), projeção multimídia, tabela solarimétrica com dados regionais, quadro branco e marcadores coloridos.

HABILIDADES

- (EM13CNT101) analisar e interpretar dados representados em diferentes linguagens, reconhecendo a importância da comunicação científica;
- (EM13CNT103) Discutir o papel da ciência e da tecnologia na resolução de problemas e na promoção do desenvolvimento sustentável;
- (EM13CNT104) Avaliar as interações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente, considerando aspectos éticos e econômicos;
- (EM13CNT307) Propor soluções sustentáveis para a geração e o consumo de energia, considerando o uso racional dos recursos naturais.

OBJETIVO GERAL

Compreender o potencial solarimétrico do Norte de Minas Gerais por meio da análise de mapas, gráficos e dados climáticos reais, articulando o conhecimento científico sobre o efeito fotovoltaico com a realidade geográfica e socioeconômica regional.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Interpretar mapas e gráficos referentes à radiação solar, temperatura e precipitação da região norte de Minas Gerais;
- Relacionar fatores geoclimáticos, como relevo e clima, ao potencial energético regional;
- Reconhecer o papel da Serra do Espinhaço como elemento que influencia a insolação e o regime de chuvas;

- Analisar dados solarimétricos para avaliar a viabilidade da energia solar na região;
- Discutir desafios e oportunidades para a expansão de projetos fotovoltaicos locais;
- Desenvolver habilidades de leitura crítica de dados científicos e tecnológicos.

DESENVOLVIMENTO DA AULA

- **Introdução e retomada conceitual (5 minutos).**

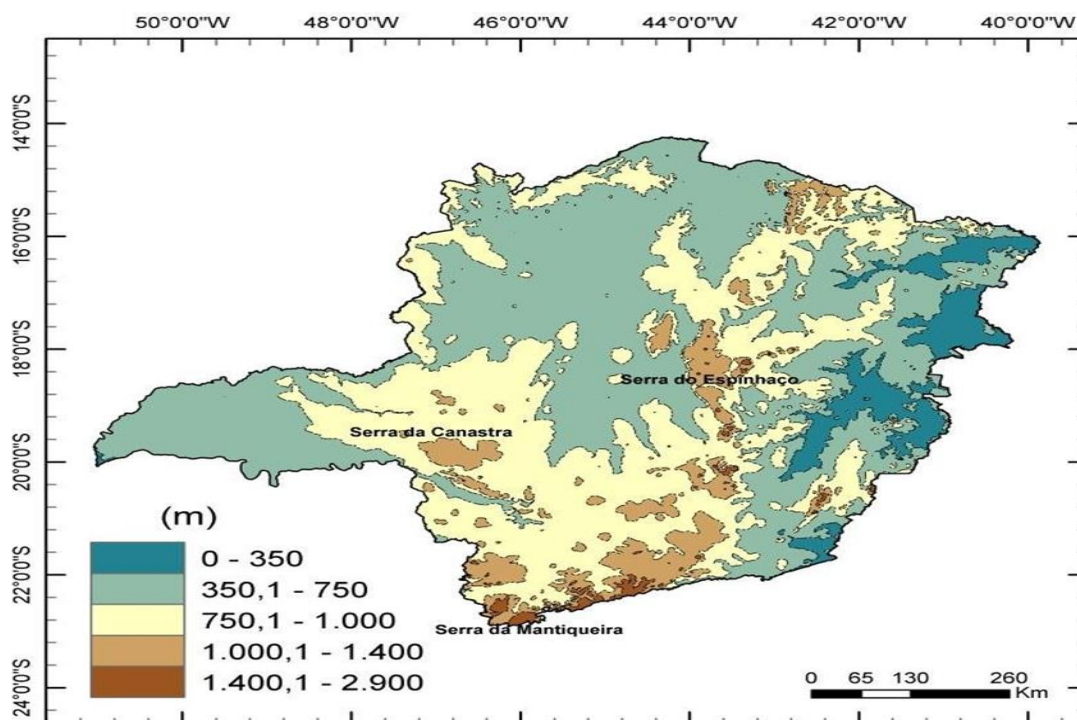
O professor inicia a aula retomando os conceitos trabalhados nas aulas anteriores sobre o efeito fotovoltaico e o funcionamento das células solares. Em seguida, lança a questão norteadora:

- “Por que o Norte de Minas é uma das regiões mais promissoras para a geração de energia solar no Brasil?”

Essa provocação estimula os alunos a relacionarem os conteúdos de física com aspectos regionais e socioeconômicos.

- **Apresentação e leitura de mapas (15 minutos).**
 - Exibição do Mapa Hipsométrico de Minas Gerais (USGS), destacando as Serras da Canastra, do Espinhaço e da Mantiqueira (vide figura abaixo);

Figura - Mapa hipsométrico (metros) do estado de Minas Gerais.



Mapa hipsométrico (metros) do estado de Minas Gerais, com indicações das serras da Canastra, do Espinhaço e da Mantiqueira. Dados obtidos do United States Geological Survey (USGS).

- O professor explica a influência da Serra do Espinhaço como barreira natural às frentes frias, contribuindo para o clima seco e ensolarado do norte do estado;
 - Apresentação de mapas temáticos do Atlas Solarimétrico de (Oliveira; Horta; Silva, 2016), indicando as áreas de maior incidência solar, com valores médios de 5,5 a 6,0 kWh/m²/dia;
 - Orientação para a leitura das legendas, escalas e gradientes de cor, promovendo a alfabetização científica visual dos estudantes.
- Interpretação dos mapas e análise dos dados solarimétricos (20 minutos).**

O docente orienta a leitura das legendas, escalas e gradientes de cor, explicando como esses elementos indicam áreas de maior potencial energético no estado. Na sequência, apresenta o Quadro 03, contendo dados médios de irradiação solar de Espinosa, Jaíba, Janaúba e Montes Claros, comentando como os valores variam conforme localização, altitude e relevo. O professor destaca as relações entre radiação solar,

temperatura, precipitação e altitude, discutindo como esses fatores favorecem o aproveitamento da energia solar. Durante a explicação, promove uma reflexão guiada por perguntas:

- “Quais características naturais explicam o alto potencial solar do Norte de Minas?”
- “Como essas informações justificam a instalação de usinas fotovoltaicas na região?”

Essa análise integrada dos mapas e dados reais permite que os estudantes compreendam de forma contextualizada o potencial solarimétrico regional, consolidando o vínculo entre os conceitos físicos e a realidade geográfica em que vivem.

Quadro 3 - Dados médios de irradiação solar:

Mesorregiões	Média Anual (kWh/kWp)	Média Anual - PR
Norte	1489	0,8
Noroeste	1469	0,8
Central de Minas	1407	0,8
Triângulo Mineiro	1400	0,8
Jequitinhonha	1364	0,79
Oeste	1341	0,79
Mucuri	1323	0,79
Metro BH	1322	0,79
Rio Doce	1309	0,8
Sul/Sudoeste	1287	0,79
Campo das Vertentes	1279	0,78
Zona da Mata	1258	0,79
Média Anual Estado MG	1354	0,79

Fonte: <https://www.cemig.com.br/wp-content/uploads/2021/03/atlas-solarimetrico-vol-i-mg.pdf>

- **Sistematização e síntese final (10 minutos).** O professor realiza uma explanação conclusiva retomando os principais conceitos discutidos durante a aula, promovendo a consolidação do conhecimento adquirido.
 - As condições geográficas e climáticas que favorecem a geração de energia solar;
 - O papel da Serra do Espinhaço na formação do clima regional;
 - A importância dos dados solarimétricos para o dimensionamento de sistemas fotovoltaicos;
 - São apresentados exemplos reais, como os complexos Sol do Cerrado (Vale S.A.) e Sol de Jaíba (Auren Energia), reforçando a aplicabilidade do tema e seu impacto econômico e social.

3º MOMENTO PEDAGÓGICO



“A aprendizagem se consolida na aplicação do conhecimento à transformação da realidade.”

AULAS 08 E 09**APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO: ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA E CONTEXTO REGIONAL**

- Duração total: 2 aulas de 50 minutos (100 minutos)
- Recursos: Computador, projetor multimídia, slides produzidos pelos alunos, quadro branco, mapas e gráficos regionais, dados das usinas solares do Norte de Minas.

HABILIDADES

- (EM13CNT101) Analisar transformações e aplicações energéticas sustentáveis, relacionando-as a fenômenos físicos;
- (EM13CNT103) Discutir o papel da ciência e da tecnologia na resolução de problemas e na promoção do desenvolvimento sustentável;
- (EM13CNT104) Avaliar as implicações éticas, sociais e ambientais das tecnologias energéticas;
- (EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses e interpretar informações científicas em contextos reais;
- (EM13CNT307) Avaliar materiais e tecnologias aplicáveis à realidade local, considerando sustentabilidade e viabilidade.

OBJETIVO GERAL

Aplicar os conhecimentos construídos ao longo da sequência didática sobre o efeito fotovoltaico e o potencial solarimétrico do Norte de Minas Gerais, por meio da apresentação e análise de trabalhos de pesquisa que demonstrem compreensão crítica, contextualizada e interdisciplinar dos conteúdos científicos e tecnológicos estudados.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Expor, de forma fundamentada, as vantagens e desvantagens do uso da energia solar fotovoltaica;
- Comparar conceitualmente os efeitos fotoelétrico e fotovoltaico, reconhecendo suas diferenças físicas e tecnológicas;
- Investigar e apresentar informações sobre as usinas solares do Norte de Minas e seu impacto socioeconômico;
- Analisar a viabilidade da energia fotovoltaica em residências da região, considerando fatores técnicos e econômicos;
- Desenvolver habilidades de argumentação, comunicação científica e pensamento crítico;
- Relacionar conceitos de Física Moderna com aplicações tecnológicas sustentáveis e com a realidade local.

DESENVOLVIMENTO DA AULA 8 (50 MINUTOS)

Terceiro Momento Pedagógico – Aplicação do Conhecimento

- Introdução e organização das apresentações (5 minutos). O professor apresenta os objetivos da aula e explica o formato das apresentações, reforçando a importância da socialização do conhecimento como etapa final da sequência didática;
 - Os grupos são orientados quanto ao tempo de exposição e à necessidade de utilizar uma linguagem científica, clara e fundamentada;
- **Apresentações dos grupos.**
 - **Tema 1: Vantagens e desvantagens da energia solar fotovoltaica (20 minutos)**

Os grupos apresentam pesquisas realizadas sobre os aspectos positivos e desafios do uso da energia solar, destacando:

- **Vantagens:**
 - Fonte limpa e renovável;
 - Redução nos custos da conta de energia;
 - Baixo impacto ambiental;

- Potencial de geração distribuída, especialmente em regiões de alta insolação.
- **Desvantagens:**
 - Alto custo inicial de instalação;
 - Dependência das condições climáticas;
 - Dificuldades no armazenamento de energia;
 - Necessidade de políticas públicas eficazes para democratizar o acesso.

O professor atua como mediador, orientando a argumentação dos alunos e incentivando a relação entre as informações apresentadas e a realidade regional.

- **Tema 2: Diferenças conceituais e funcionais entre o efeito fotoelétrico e o efeito fotovoltaico (20 minutos)**

Os alunos comparam os dois fenômenos da Física Moderna:

- Efeito fotoelétrico: emissão de elétrons em metais pela incidência de luz (Hertz, Einstein, 1905), aplicado em sensores e câmeras digitais;
- Efeito fotovoltaico: geração de corrente elétrica em semicondutores dopados, a partir da luz solar, baseando-se na formação de junções p-n.

Durante as apresentações, os estudantes utilizam slides, analogias e esquemas visuais para ilustrar os fenômenos. O professor realiza uma explanação complementar, relacionando os conceitos abordados às aplicações tecnológicas atuais, especialmente aos sistemas fotovoltaicos.

- **Explanação e reflexão final (5 minutos)**

O professor encerra a aula com uma breve explanação integradora, destacando:

- As relações entre teoria e prática observadas nas apresentações;

- A importância do conhecimento físico para compreender as tecnologias sustentáveis;
- O papel da energia solar no desenvolvimento econômico e ambiental.

Perguntas orientadoras são lançadas para reflexão:

- “De que forma o efeito fotovoltaico se baseia no fotoelétrico, mas se diferencia em sua aplicação prática?”
- “Como a compreensão desses fenômenos pode contribuir para o avanço de tecnologias energéticas sustentáveis?”

DESENVOLVIMENTO DA AULA 9 (50 MINUTOS)

Terceiro Momento Pedagógico – Aplicação do Conhecimento

- Abertura e contextualização (5 minutos). O professor apresenta os temas da nona aula, reforçando o objetivo de conectar os conhecimentos científicos à realidade regional.
- Os alunos são estimulados a observar como a Física pode explicar fenômenos presentes no desenvolvimento econômico e energético do Norte de Minas Gerais.
- Apresentações dos grupos – Segunda Parte.

Tema 3: As usinas solares do Norte de Minas Gerais (20 minutos)

Os alunos apresentam pesquisas sobre as principais usinas solares da região, como o Complexo Sol do Cerrado (Vale S.A.) e o Sol de Jaíba (Auren Energia), abordando:

- Condições geográficas e climáticas favoráveis à instalação das usinas;
- Impactos econômicos e sociais: geração de empregos, atração de investimentos e diversificação da matriz energética;
- Desafios enfrentados: custos de infraestrutura, dependência de incentivos públicos e impactos ambientais locais.

O professor complementa com dados atualizados sobre a produção energética da região e reforça a importância desses projetos para o desenvolvimento sustentável.

Tema 4: A viabilidade da energia fotovoltaica em residências da região (20 minutos)

As apresentações abordam estudos sobre a instalação de sistemas fotovoltaicos domésticos, incluindo:

- Custos iniciais e tempo de retorno do investimento;
- Eficiência e manutenção dos sistemas;
- Benefícios ambientais e econômicos;
- Barreiras de acesso, como falta de incentivo governamental e conhecimento técnico.

Os grupos propõem soluções possíveis, como cooperativas solares, geração compartilhada e programas de financiamento público. O professor reforça o papel da ciência e da educação como instrumentos de transformação social e tecnológica.

- **Explicação e reflexão final (5 minutos)**

O professor conduz uma explicação conclusiva, relacionando os conteúdos das duas aulas:

- A interconexão entre ciência, tecnologia, sociedade e sustentabilidade;
- O potencial do Norte de Minas para a expansão das energias renováveis;
- A importância do protagonismo estudantil na construção de uma consciência energética crítica.

Perguntas norteadoras para reflexão coletiva:

- “Por que o Norte de Minas, mesmo com tanto sol, ainda é pouco explorado energeticamente?”

- “Como os estudantes e a comunidade escolar podem ser agentes de transformação dessa realidade?”
- “Qual é o papel da educação científica na promoção da justiça energética?”

AULA 10

SIMULAÇÃO DO FUNCIONAMENTO DE UM PAINEL FOTOVOLTAICO: APLICAÇÃO PRÁTICA DOS CONCEITOS.

- Duração: 50 minutos;
- Recursos: Mini painel fotovoltaico, fios condutores, LED, motor DC, voltímetro, fonte de luz artificial (lâmpada ou lanterna).

HABILIDADES

- (EM13CNT103) Aplicar conhecimentos sobre radiações e transformações de energia em diferentes contextos tecnológicos, compreendendo suas potencialidades e riscos;
- (EM13CNT301) Interpretar resultados experimentais e construir explicações científicas a partir da observação de fenômenos físicos;
- (EM13CNT307) Avaliar a adequação de materiais e tecnologias de conversão energética em contextos locais e regionais.

OBJETIVO GERAL

Vivenciar, de forma prática e visual, o funcionamento de sistemas que utilizam energia solar fotovoltaica, consolidando a compreensão dos conceitos de semicondutores, junção p-n e conversão de energia luminosa em elétrica.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Observar a conversão direta da energia solar em energia elétrica por meio de dispositivos reais;
- Identificar os componentes básicos de um sistema fotovoltaico e suas funções;
- Relacionar os fenômenos observados ao efeito fotovoltaico e à teoria dos semicondutores;
- Refletir sobre a aplicação da energia solar em contextos cotidianos e regionais;
- Reconhecer a importância da energia solar como fonte limpa e sustentável.

DESENVOLVIMENTO DA AULA

- **Abertura e contextualização (5 minutos).** O professor inicia a aula retomando brevemente os conceitos estudados sobre o efeito fotovoltaico e o potencial solarimétrico do Norte de Minas Gerais, explicando que a aula consistirá em uma demonstração prática de sistemas que funcionam por energia solar.
- **Demonstração prática (25 minutos).** O professor apresenta um mini painel fotovoltaico em funcionamento, conectado a dois dispositivos distintos:
 - Uma bomba d'água, que passa a funcionar ao ser alimentada pela energia solar;
 - Um carrinho movido a energia solar, que se desloca mediante a conversão direta da luz em energia elétrica.

Durante as demonstrações, os alunos observam atentamente o funcionamento dos dispositivos, analisando como a luz incidente no painel é convertida em energia elétrica capaz de gerar movimento.

O professor orienta a observação e conduz a discussão com perguntas problematizadoras:

- “O que permite que o painel transforme a luz em eletricidade?”
 - “Qual seria o impacto da intensidade luminosa sobre o desempenho do painel?”
 - “Como essa tecnologia pode ser aplicada no contexto da nossa região?”
-
- **Discussão coletiva (15 minutos).** Após as apresentações, os alunos são convidados a comentar suas observações, levantando hipóteses e explicações. O professor retoma os conceitos de junção p-n, movimentação de elétrons e lacunas e geração de corrente elétrica, relacionando-os à prática observada. A discussão também abrange aspectos sociais e ambientais, como o aproveitamento da energia solar em zonas rurais e a redução de impactos ambientais, reforçando a conexão entre ciência, tecnologia e sustentabilidade.
 - **Fechamento (5 minutos).** O docente realiza uma síntese oral destacando que o experimento representa, de forma concreta, o efeito fotovoltaico em ação. Enfatiza a importância da energia solar como alternativa viável e sustentável para o Norte de Minas, encerrando o ciclo dos Três Momentos Pedagógicos com uma atividade de grande impacto visual e conceitual.

AULA 11

AVALIAÇÃO FINAL: APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO PÓS-ENSINO E DISCUSSÃO SOBRE A APRENDIZAGEM

- Duração: 50 minutos;
- Recursos: Questionário tipo Likert (versão pós-intervenção), quadro, projetor e registros das aulas anteriores.

HABILIDADES

- (EM13CNT101) Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos digitais, transformações e conservações em sistemas que envolvem energia, avaliando o uso sustentável dos recursos naturais;
- (EM13CNT301) Interpretar resultados experimentais e construir explicações científicas sobre fenômenos observados durante o processo de ensino-aprendizagem;
- (EM13CNT307) Avaliar criticamente o uso de tecnologias de conversão energética, considerando aspectos econômicos, ambientais e sociais.

OBJETIVO GERAL

Consolidar a aprendizagem dos estudantes sobre os conceitos de efeito fotoelétrico e efeito fotovoltaico, promovendo a diferenciação entre ambos e a compreensão de sua aplicabilidade prática no contexto regional do Norte de Minas Gerais. Além disso, avaliar as mudanças nas percepções e atitudes dos alunos após a vivência da sequência didática, por meio da reaplicação do questionário tipo Likert e da discussão final.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Aplicar o questionário tipo Likert pós-ensino para identificar avanços conceituais e mudanças de percepção;
- Comparar as respostas atuais com as do questionário inicial, refletindo sobre o processo de aprendizagem;
- Promover a autoavaliação dos estudantes quanto ao desenvolvimento de novos conhecimentos sobre o efeito fotovoltaico;
- Estimular o pensamento crítico sobre o papel da energia solar na sociedade e no contexto regional;
- Encerrar a sequência didática com uma reflexão coletiva sobre a importância da ciência, da tecnologia e da sustentabilidade.

DESENVOLVIMENTO DA AULA

- **Abertura e contextualização (5 minutos)** O professor inicia a aula relembrando o percurso da sequência didática, desde a problematização inicial até a simulação prática, destacando o objetivo da aula final: avaliar o aprendizado e as mudanças nas percepções sobre o tema. Explica que será reaplicado o mesmo questionário tipo Likert utilizado na aula 2, permitindo comparar os resultados e analisar os avanços alcançado;
- **Aplicação do questionário pós-ensino (25 minutos).** O docente distribui o questionário impresso e reforça as instruções sobre o preenchimento.
Ressalta que as respostas devem refletir o que os alunos pensam agora, após todo o processo de estudo e experimentação. Durante o preenchimento, o professor permanece disponível para esclarecer dúvidas e garantir a participação de todos;
- **Discussão final e reflexão coletiva (15 minutos).** Após a aplicação, o professor conduz um debate aberto, estimulando os alunos a

expressarem suas percepções sobre a sequência. Perguntas norteadoras podem ser utilizadas, como por exemplo:

- “O que vocês aprenderam sobre o funcionamento e a importância da energia solar?”
- “Algo mudou na forma como enxergam o uso de painéis fotovoltaicos em nossa região?”
- “Quais foram as atividades mais marcantes ou significativas para vocês?”

As respostas e comentários são valorizados como parte do processo avaliativo qualitativo, permitindo identificar aprendizagens significativas e mudanças de atitude.

- **Encerramento (5 minutos).** O professor encerra agradecendo a participação da turma e reforçando a importância de utilizar o conhecimento científico em favor do desenvolvimento sustentável. Explica que as respostas serão analisadas de forma conjunta para compor a avaliação final da sequência e que os resultados também servirão para aprimorar futuras práticas de ensino.

ENCERRAMENTO GERAL DA SEQUÊNCIA

A Aula 11 representa o fechamento da sequência didática fundamentada no Três Momentos Pedagógicos. Por meio da reaplicação do questionário e da reflexão coletiva, consolida-se o ciclo de ensino-aprendizagem, evidenciando que os alunos compreenderam, de forma crítica e contextualizada, o efeito fotovoltaico e sua relevância social e ambiental. Essa etapa final confirma a importância da metodologia empregada para a construção de uma aprendizagem crítica, dialógica e contextualizada, na qual os estudantes se reconhecem como sujeitos do processo educativo, capazes de interpretar, questionar e transformar a realidade, em consonância com a perspectiva freiriana de formação cidadã e comprometida com a sustentabilidade (Freire, 1996).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente produto educacional foi elaborado com o intuito de auxiliar professoras e professores de Física na abordagem do tema efeito fotovoltaico, explorando o contexto do potencial solarimétrico do Norte de Minas Gerais como elemento de aproximação entre teoria e prática. As atividades propostas, fundamentadas na metodologia dos Três Momentos Pedagógicos, possibilitam que o estudante participe ativamente do processo de construção do conhecimento, desenvolvendo competências científicas, críticas e socioambientais.

A sequência de atividades, composta por experimentos, simulações computacionais, pesquisas e debates, favorece uma aprendizagem crítica, na medida em que conecta o conteúdo físico à realidade regional dos alunos. O uso de simulações como as do *PhET Colorado*, aliado a experimentos simples com mini painéis solares, demonstrou ser uma estratégia eficiente e acessível para escolas que enfrentam limitações de infraestrutura laboratorial.

Espera-se que este produto sirva de guia prático e inspirador para outros docentes, oferecendo alternativas para o ensino de conceitos de energia, eletricidade e radiação solar de forma interdisciplinar e contextualizada. O material pode ser facilmente adaptado a diferentes realidades escolares, seja em turmas do ensino médio regular, na Educação de Jovens e Adultos (EJA) ou em projetos interdisciplinares de ciências.

Além disso, as atividades propostas possibilitam o desenvolvimento de temas contemporâneos relacionados à sustentabilidade, eficiência energética e uso consciente dos recursos naturais, ampliando a compreensão dos estudantes sobre o papel da ciência na transformação social e ambiental.

Recomenda-se que os(as) professores(as) interessados(as) em aplicar este produto realizem ajustes conforme o nível da turma, o tempo disponível e os recursos da escola. A abordagem pode ser ampliada com a inserção de novos experimentos, visitas técnicas a usinas fotovoltaicas, ou debates sobre políticas públicas de incentivo às energias renováveis.

Em síntese, este produto educacional representa uma proposta didática que alia conceitos científicos, práticas experimentais e reflexão crítica, contribuindo para o ensino de Física de forma mais atrativa, contextualizada e socialmente relevante. Sua aplicação em sala de aula reforça o compromisso com uma educação transformadora, capaz de despertar nos estudantes a curiosidade científica e a consciência sobre as potencialidades energéticas e ambientais de sua região.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular: Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio**. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: <https://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 13 out. 2024.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 1994.

EFEITO FOTOELÉTRICO. Disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/cheerpi/photoelectric/latest/photoelectric.html?simulation=photoelectric&locale=pt_BR. Acesso em: 18 maio 2025.

EFEITO FOTOVOLTAICO VERSUS EFEITO FOTOELÉTRICO NA ESCOLA DE EDUCAÇÃO BÁSICA. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/36699>. Acesso em: 18 maio 2025.

EINSTEIN, Albert. **Sobre um ponto de vista heurístico relativo à produção e transformação da luz**. *Annalen der Physik*, 1905. (Tradução para o português em diversas edições acadêmicas).

EIXOS. **Auren coloca em operação usina solar Sol de Jaíba em Minas Gerais; veja ranking**. *epbr*, 24 jan. 2024. Disponível em: <https://epbr.com.br/auren-coloca-em-operacao-usina-solar-sol-de-jaiba-em-minas-gerais-veja-ranking/>. Acesso em: 18 maio 2025.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

MAPA HIPSOMÉTRICO (METROS) DO ESTADO DE MINAS GERAIS, com indicações das serras da Canastra, do Espinhaço e da Mantiqueira. Dados obtidos do *United States Geological Survey (USGS)*.

OLIVEIRA, André Luiz de; HORTA, José Almeida; SILVA, Carlos Henrique. **Atlas solarimétrico de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2016.

PORTAL CEMIG. **Atlas solarimétrico de Minas Gerais – Volume I**. Disponível em: <https://www.cemig.com.br/wp-content/uploads/2021/03/atlas-solarimetrico-vol-i-mg.pdf>. Acesso em: 18 maio 2025.

PORTAL DIÁRIO DO COMÉRCIO. **Complexo solar de Janaúba é inaugurado**. Disponível em: <https://diariodocomercio.com.br/economia/complexo-solar-de-janauba-e-inaugurado>. Acesso em: 18 maio 2025.

PORTAL ESTADO DE MINAS. ***Vale inicia operação de megafusina solar no Norte de Minas.*** Disponível em:
https://www.em.com.br/app/noticia/economia/2022/11/18/internas_economia,1422896/vale-inicia-operacao-de-megafusina-solar-no-norte-de-minas.shtml.
Acesso em: 18 maio 2025.