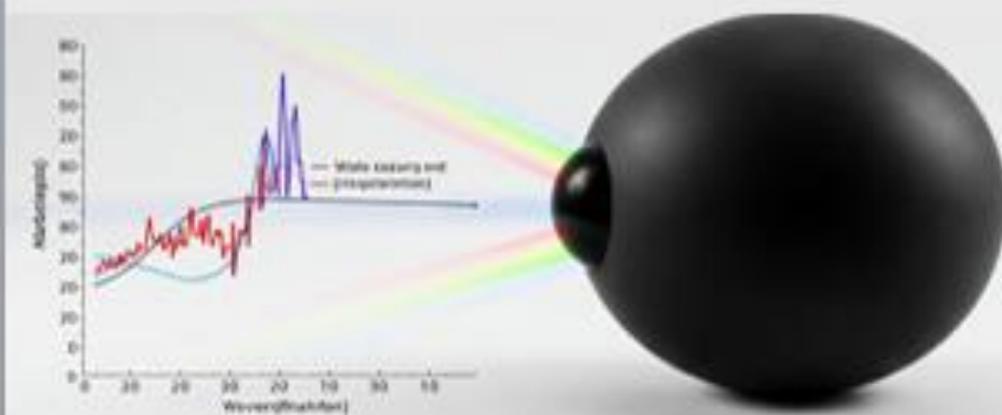


**CONECTANDO IDEIAS E  
ILUMINANDO CONCEITOS:  
EXPLORANDO A RADIAÇÃO DO CORPO  
NEGRO POR MEIO DA METODOLOGIA *PEER*  
*INSTRUCTION***

**LUDIMILSON MOTA MARINHO**

**OCTÁVIO DANIEL RODRIGUEZ SALMON**



## FICHA TÉCNICA

**Título:** EXPLORANDO A RADIAÇÃO DO CORPO NEGRO POR MEIO DA METODOLOGIA PEER INSTRUCTION

**Autores:** Ludimilson Mota Marinho e Octávio Daniel Rodriguez Salmon

**Origem:** Dissertação de Mestrado intitulada “EXPLORANDO OS CONCEITOS DA RADIAÇÃO DO CORPO NEGRO DESDE A FÍSICA CLÁSSICA ATÉ A MODERNA POR MEIO DA METODOLOGIA *PEER INSTRUCTION*”.

**Área do Conhecimento:** Ensino de Física, com foco em Física Moderna.

**Público-Alvo:** Estudantes da 11ª etapa do Ensino de Jovens e Adultos (EJA). Pode ser adaptada para a 2ª ou 3ª série do Ensino Médio, ao abordar radiação eletromagnética ou térmica.

**Finalidade:** Relacionar os tipos de radiação eletromagnética (especialmente a térmica) às leis da Física Clássica e Moderna que descrevem a radiação emitida e/ou absorvida por um corpo negro, utilizando a metodologia *Peer Instruction* (PI) para promover a aprendizagem ativa.

**Conteúdo Abordado:** Radiação eletromagnética e térmica; Conceito de Corpo Negro; Leis da Física Clássica e Moderna: Lei de Stefan-Boltzmann, Lei de Wien e Lei de Planck e; A "catástrofe do ultravioleta" e a transição para a Física Moderna.

**Duração Estimada:** 4 aulas de 55 minutos cada, organizadas em momentos pré-aula, em sala de aula e pós-aula (o momento pós-aula é aplicado na 4ª aula).

**Metodologia:** Baseada na metodologia *Peer Instruction* (PI), que estrutura as aulas em três momentos: **Pré-aula:** Contato inicial dos alunos com o conteúdo e verificação da aprendizagem;

**Em sala de aula:** Apresentação dos tópicos, votação individual dos alunos e discussão entre pares; **Pós-aula:** Avaliação somativa da aprendizagem, consolidando o conteúdo.

**Avaliação:** Diagnóstica e formativa nos momentos pré-aula e em sala de aula; Somativa na pós-aula. Os resultados da aplicação preliminar indicaram que os alunos alcançaram pelo menos 70%.

**Alinhamento Curricular:** Alinhada à Base Nacional Comum Curricular (BNCC) de 2018, abrangendo as competências gerais 2 e 5, e as competências específicas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT) 1 e 2.

**Disponibilidade:** Irrestrita.

### Biblioteca do IFAM – Campus Manaus Centro

M338c Marinho, Ludimilson Mota.

Conectando ideias e iluminando conceitos: explorando a radiação do corpo negro por meio da metodologia Peer Instruction / Ludimilson Mota Marinho, Octávio Daniel Rodriguez Salmon. – Manaus, 2025.  
55 p. : il. color.

Produto educacional proveniente da dissertação - Explorando os conceitos da radiação do corpo negro desde a física clássica até a moderna por meio da metodologia Peer Instruction (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física). – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, *Campus Manaus Centro*; Universidade Federal do Amazonas, 2025.

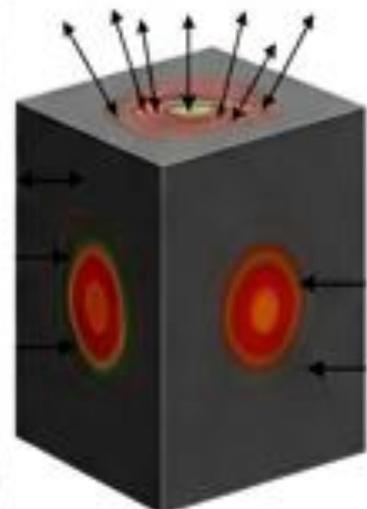
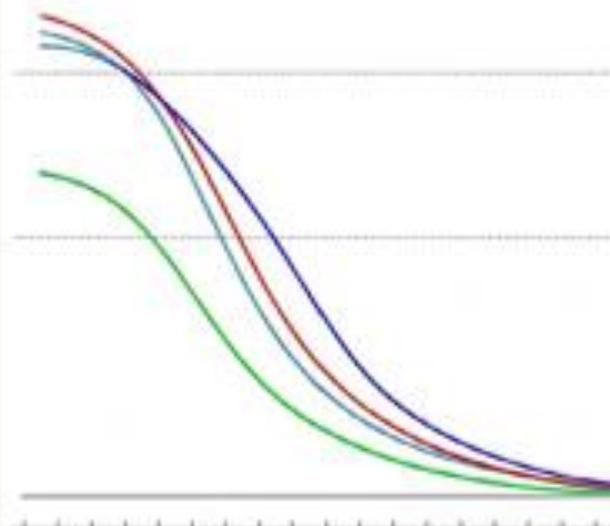
1. Ensino de física. 2. Física moderna. 3. Radiação do corpo negro. 4. Metodologia ativa. 5. Peer Instruction. I. Salmon, Octávio Daniel Rodriguez. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas. III. Universidade Federal do Amazonas. IV. Título.

CDD 530.07



**CONECTANDO IDEIAS E  
ILUMINANDO CONCEITOS:  
EXPLORANDO A RADIAÇÃO DO CORPO  
NEGRO POR MEIO DA METODOLOGIA *PEER*  
INSTRUCTION**

LUDIMILSON MOTA MARINHO  
OCTÁVIO DANIEL RODRIGUEZ SALMON



## RESUMO

O presente trabalho se trata de uma Sequência Didática (SD) formulada a partir da dissertação intitulada de “EXPLORANDO OS CONCEITOS DA RADIAÇÃO DO CORPO NEGRO DESDE A FÍSICA CLÁSSICA ATÉ A MODERNA POR MEIO DA METODOLOGIA *PEER INSTRUCTION*” que investigou eficácia da metodologia *Peer Instruction* (PI) no ensino dos conceitos de radiação do corpo negro para estudantes da 11ª etapa do EJA. O principal objetivo da SD é relacionar os tipos de radiação eletromagnética, em especial a térmica, as leis da Física Clássica e Moderna que descrevem a radiação emitida e/ou absorvida por um corpo negro utilizando a metodologia PI como ferramenta para a promoção da aprendizagem ativa.

A escolha da PI se justifica pela sua adequação à estrutura de ensino da EJA, que combina aulas assíncronas (segundas e sextas-feiras) e aulas presenciais (terças, quartas e quintas-feiras). As aulas assíncronas foram utilizadas para o momento pré-aula, onde os alunos tiveram o primeiro contato com os conteúdos. As aulas presenciais foram usadas para o momento em sala de aula, onde os conteúdos foram revisados com base nas dificuldades dos alunos, e para a promoção de discussão entre os pares. A partir da implementação da versão preliminar da SD, os momentos em sala de aula foram ajustados, com o intuito de se adequar melhor as dificuldades apresentadas pelos alunos.

A SD é composta por 4 aulas de duração de 55 minutos. As 3 primeiras se estruturam no momento pré-aula e no momento em sala de aula. Todavia essas aulas deveriam ser divididas em 3 momentos pré-aula, em sala de aula e pós-aula, onde o objetivo é consolidar a aprendizagem por meio da resolução de situações problemas, entretanto levando em consideração a realidade dos alunos da EJA o momento pós aula foi aplicado na quarta aula. Os resultados da aplicação da SD indicaram que os alunos alcançaram pelo menos 70% de acerto em situações-problema, demonstrando a eficácia da metodologia PI no ensino de conceitos complexos da física moderna no contexto da EJA.

**Palavras-chave:** ensino de física; ensino de física moderna; radiação do corpo negro; metodologia de aprendizagem ativa; *Peer Instruction*;

## ABSTRACT

This work presents a Didactic Sequence (SD) formulated from the dissertation titled "EXPLORING THE CONCEPTS OF BLACKBODY RADIATION FROM CLASSICAL TO MODERN PHYSICS WITH THE PEER INSTRUCTION METHODOLOGY," which investigated the effectiveness of the Peer Instruction (PI) methodology in teaching blackbody radiation concepts to students in the 11th stage of EJA (Youth and Adult Education). The main objective of the SD is to relate the types of electromagnetic radiation, especially thermal radiation, to the laws of Classical and Modern Physics that describe the radiation emitted and/or absorbed by a blackbody, using the PI methodology as a tool to promote active learning.

The choice of PI is justified by its suitability to the EJA teaching structure, which combines asynchronous classes (Mondays and Fridays) and face-to-face classes (Tuesdays, Wednesdays, and Thursdays). Asynchronous classes were used for the pre-class moment, where students had their first contact with the content. Face-to-face classes were used for the in-class moment, where content was reviewed based on students' difficulties, and to promote peer discussion. Following the implementation of the SD's preliminary version, the in-class moments were adjusted to better address the difficulties presented by the students.

The SD consists of 4 classes, each lasting 55 minutes. The first 3 classes are structured around a pre-class moment and an in-class moment. However, these classes should have ideally been divided into 3 moments: pre-class, in-class, and post-class, where the objective is to consolidate learning through problem-solving. Nevertheless, considering the reality of the EJA students, the post-class moment was applied in the fourth class. The results from the SD's application indicated that students achieved at least 70% accuracy in problem-solving situations, demonstrating the effectiveness of the PI methodology in teaching complex modern physics concepts within the EJA context.

**Keywords:** physics education; modern physics education; blackbody radiation; active learning methodology; Peer Instruction.

## SUMÁRIO

1	CARTA AO(À) PROFESSOR(A) .....	6
2	APRESENTAÇÃO .....	7
2.1	IDENTIFICAÇÃO .....	7
2.2	PÚBLICO-ALVO .....	8
2.3	NÚMERO DE AULAS.....	8
2.4	QUADRO SINTÉTICO DE AULAS .....	9
3	JUSTIFICATIVA .....	10
4	ALINHAMENTO CURRICULAR.....	12
5	OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM .....	14
5.1	OBJETIVO GERAL.....	14
5.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	14
6	METODOLOGIA DE ENSINO .....	15
6.1	MOMENTO PRÉ-AULA .....	15
6.2	MOMENTO EM SALA DE AULA .....	16
6.3	MOMENTO PÓS-AULA.....	20
6.4	ESQUEMA ILUSTRATIVO DO PAPEL DO PROFESSOR E DO ALUNO.....	20
7	MACRO VISÃO DAS AULAS: ESQUEMA ILUSTRATIVO DA SD.....	21
8	DETALHAMENTO DAS AULAS: ASPECTOS DOS CONTEÚDOS ESPECÍFICOS A SEREM ENFATIZADOS E IMPLEMENTAÇÃO DO PI AS AULAS .....	22
8.1	AULA 1 .....	24
8.1.1	Momento Pré-aula .....	24
8.1.2	Momento em sala de aula .....	25
8.2	AULA 2 .....	33
8.2.1	Momento pré-aula.....	33
8.2.2	Momento em sala de aula .....	34
8.3	AULA 3 .....	40
8.3.1	Momento pré-aula.....	40
8.3.2	Momento em sala de aula .....	43
8.4	AULA 4 .....	49
9	PERSPECTIVAS E LIMITAÇÕES VISANDO A MELHORIA DA SD .....	53
10	REFERÊNCIAS .....	54

## 1 CARTA AO(A) PROFESSOR(A)

*Prezado(a) Professor(a),*

Com o intuito de promover um ensino mais eficaz, engajador e gratificante, elaboramos esta Sequência Didática (SD) sobre Radiação do Corpo Negro.

O ineditismo desta sequência está intimamente entrelaçado ao nosso objetivo, oferecer um material prático e detalhado que vá além do "o que fazer", e que efetivamente oriente sobre "como fazer". A SD foi estruturada com atividades dinâmicas e inovadoras, visando o protagonismo dos alunos através da metodologia de ensino de Eric Mazur, o *Peer Instruction* (PI) traduzida como Instrução por Pares.

Nela exploramos os conceitos da Radiação do Corpo Negro, desde a descrição da Física Clássica até a descrição da Física Moderna. Abordando a quebra de paradigma sobre a concepção do conceito de energia, e as contribuições de Stefan-Boltzmann, Wien e Planck.

A SD inclui atividades experimentais e investigativas, além de testes diagnósticos e de verificação da aprendizagem, para acompanhar o progresso dos alunos.

Acreditamos que este produto educacional será um recurso valioso para enriquecer suas aulas e promover um aprendizado efetivo sobre este tema da física contemporânea.

## 2 APRESENTAÇÃO

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

### 2.1 IDENTIFICAÇÃO

Este produto educacional se caracteriza como uma sequência didática uma vez que se trata de um conjunto de atividades organizadas de maneira sistemática e objetiva promover o domínio sobre o conteúdo de Radiação térmica (ARAÚJO, 2013). Ela se alinha ainda mais a definição de SD de Araújo (2013) uma vez que ela se organiza em três momentos: diagnóstico, construção de atividades e exercícios sistemáticos e progressivos, e finaliza com a avaliação somativa das aprendizagens.

A SD é resultado da dissertação intitulada de “EXPLORANDO OS CONCEITOS DA RADIAÇÃO DO CORPO NEGRO DESDE A FÍSICA CLÁSSICA ATÉ A MODERNA COM A METODOLOGIA *PEER INSTRUCTION*” cujo objetivo era Investigar indícios de melhoria na aprendizagem de estudantes da EJA sobre a descrição clássica e moderna da radiação do corpo negro decorrentes da inserção da metodologia *Peer Instruction* no processo de ensino aprendizagem. Portanto a SD trata-se de um produto educacional aplicado em um ambiente de aprendizagem real, a partir do qual identificou-se problemas de aprendizagens, e buscou-se saná-los utilizando a metodologia de ensino *Peer Instruction*.

Em virtude do referencial metodológico de ensino escolhido as aulas estarão estruturadas em três momentos:

- *Pré-aula*, esse momento ocorre fora da sala de aula e é a partir dele que oportunizasse o, possível primeiro, contato do estudante com o tema a ser abordado em sala de aula e verificasse a efetividade da aprendizagem por meio de testes conceituais que norteiam o momento em sala de aula.

- *Em sala*, este momento ocorre no ambiente de sala de aula, onde elaborasse uma apresentação do conteúdo orientada pelas dificuldades apresentadas pelos alunos e/ou promovesse a interação entre os pares para dirimir as dificuldades de aprendizagens encontradas no momento pré-aula e conferir ao aluno a oportunidade de uma aprendizagem mais eficiente e duradoura.

- *Pós-aula*, esse momento pode ocorrer após o término de cada aula, fora do ambiente de sala de aula, ou após o término das aulas que tratam sobre o conteúdo específico estudado,

seu objetivo e realizar a avaliação da aprendizagem final por meio de uma avaliação somativa, apresentando aos alunos itens mais complexos.

## 2.2 PÚBLICO-ALVO

O presente trabalho é resultado da análise das respostas de alunos da 11ª ETAPA do Ensino de Jovens e Adultos (EJA) na Escola Estadual Antônio da Encarnação Filho, localizada na Av. Desembargador João Machado, 211, Lírio do Vale, Manaus-AM, a 20 itens conceituais sobre tópicos que abrangem desde a descrição clássica até a descrição moderna da radiação do corpo negro, ao longo de 3 aulas de 55 minutos e a 7 questões de um pós-teste, respondidas em 30 minutos após uma breve revisão sobre os tópicos apresentados ao longo das 3 primeiras aulas.

Portanto público alvo da SD são alunos da 11ª etapa do EJA, no entanto, vale ressaltar que a SD poderia ser aplicada em um contexto onde estuda-se Radiação Eletromagnética ou Radiação Térmica, portanto na perspectiva do Referencial Curricular Amazonense (RCA) (AMAZONAS, 2019) a mesma poderia ser implementada na 2ª série durante a unidade temática de termometria ou durante a 3ª série quando se estudar radiação eletromagnética afim de promover a inserção de Tópicos de Física Moderna no Ensino Médio conforme preconiza a BNCC de 2018 (BRASIL, 2018).

## 2.3 NÚMERO DE AULAS

A sequência didática é constituída de 4 aulas de duração de 55 minutos em sala de aula, mas há os momentos de pré-aula. As 4 aulas estão organizadas de tal forma que se possa abordar apenas aspectos conceituais conforme orienta a metodologia de ensino que norteia o desenvolvimento das aulas.

3 destas aulas são utilizadas para ministrar o conteúdo e a 4ª é utilizada para fazer uma breve revisão sobre os tópicos orientados e aplicar um teste para avaliar a aprendizagem dos alunos ao longo do processo de implementação dela.

## 2.4 QUADRO SINTÉTICO DE AULAS

Quadro 1 - Quadro sintético das aulas da SD.

<b>N. DA AULA</b> 	<b>TÍTULO DA AULA</b> 	<b>OBJETO DE CONHECIMENTO</b> 	<b>COMPETENCIA GERAL DA BNCC</b> 	<b>COMPETENCIA ESPECÍFICA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS (CNT)</b> 	<b>OBJETIVO DE APRENDIZAGEM</b> 
1	Uma investigação interativa: Desvendando as radiações eletromagnéticas e térmica por meio do “Efeito Dominó Térmico.”	a) Radiação eletromagnética; b) Formas de propagação da Radiação Térmica.	<b>COMPETÊNCIA 2:</b> Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.	<b>CNT 1:</b> Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e 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.	a) Reconhecer a radiação eletromagnética como uma forma de propagação de energia através de ondas. b) Interpretar as diferentes faixas do espectro eletromagnético e as formas de transferência de energia térmica a situações do cotidiano. c) Analisar a transferência de energia térmica por radiação; d) Relacionar a radiação térmica com a eletromagnética.
2	Corpo Negro e Radiação Térmica: Uma Análise Conceitual e Experimental.	a) Radiação do Corpo Negro; b) Lei de Stefan-Boltzmann.	<b>COMPETÊNCIA 5:</b> Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.	<b>CNT 2:</b> Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.	a) Resumir os conceitos de corpo negro ideal. b) Interpretar as relações de proporcionalidade estabelecidas a partir da Lei de Stefan-Boltzmann. c) Empregar os conceitos de corpo negro ideal e a Lei de Stefan-Boltzmann. d) Analisar a relação entre a temperatura e a energia que irradia por um corpo.
3	Física da Radiação: Explorando o Corpo Negro e suas Leis da Física Clássica a Moderna.	a) Lei de Wien; b) Lei de Planck.			a) Interpretar a Lei de Wien e a Lei de Planck; b) Aplicar as Leis a situações reais; c) Empregar as leis a situações problemas.
4	Avaliação Somativa: Consolidando aprendizagens.	a) Radiação Eletromagnética, Térmica e do Corpo Negro; b) Lei de Stefan-Boltzmann, Wien e Planck.			a) Empregar os conhecimentos sobre radiação do corpo negro; b) Comparar os conceitos apresentados na revisão; c) Explicar de forma autônoma situações problemas a partir das leis.

Fonte: Autoria própria (2025)

### 3 JUSTIFICATIVA

Essa sequência didática possui um caráter translacional, pois se desenvolve a partir da inquietação do dia a dia do professor e pesquisador que em consonância com a literatura atual percebe que a ausência dos avanços científicos e tecnológicos decorrentes de teorias Físicas nos livros didáticos dessa disciplina na Educação Básica, em destaque a Física Moderna, está causando uma lacuna no currículo de Física (OLIVEIRA; VIANNA; GERBASSI, 2007). Essa lacuna, provocada por um currículo de física desatualizado, resulta numa prática pedagógica desvinculada e descontextualizada da realidade do aluno. Esse cenário dificulta que o aluno compreenda a importância de estudar essa esta disciplina, que, muitas vezes, é resumida a aulas baseadas em fórmulas e equações matemáticas, excluindo o papel histórico, cultural e social.

Com o objetivo de fornecer um auxílio teórico e metodológico cria-se esta proposta que objetiva ser viável para a maioria dos professores de Física do país e passível de reimplantação aos docentes que, porventura, estejam sem ministrar aulas neste ramo da Física.

Considerando os novos estudos e descobertas apresentadas pela comunidade científica nos últimos anos, entende-se a necessidade de inserção da Física Moderna e Contemporânea (FMC) no Ensino Médio. Essa inserção proporcionaria aos estudantes um nível de entendimento mais elaborado e abrangente, contextualizando os alunos com a realidade vivenciada, como preconizam os PCN's (GUIMARÃES, 2018). Além disso, outros documentos norteadores da educação de básica nacional, como a BNCC de 2018, orientam a inserção desses tópicos na disciplina de física a fim de promover o letramento científico da sociedade e proporciona o desenvolvimento de habilidades e competências (BRASIL, 2018).

Dessa forma, torna-se essencial a utilização de metodologias de ensino que adequem o conteúdo a ser trabalho com as necessidades dos alunos, promovendo o engajamento e a participação ativa dos estudantes. Segundo Araújo e Abib (2003), o uso de atividades experimentais no ensino da Física tem sido apontado por professores e estudantes como uma estratégia de grande potencial para minimizar dificuldades no processo ensino-aprendizagem. Em geral, o uso de experimentos e simulações no Ensino Médio é uma das formas de estimular a participação dos alunos como agentes ativos no processo ensino e aprendizagem.

Sendo assim, atualmente, buscam-se metodologias de ensino capazes de promover o desenvolvimento de diversas atividades teóricas e práticas. A metodologia de ensino *Peer Instruction* (PI) traduzida como instrução por pares/ colegas, surgiu da prática docente de seu idealizador, o professor de física Eric Mazur, na Universidade de Harvard e se apresenta como

uma metodologia ativa capaz de integrar as características que precisam fazer parte do processo de ensino-aprendizagem. Tendo como seu principal objetivo atrelar os conhecimentos teóricos adquiridos pelos alunos à prática, isto é, enfatizar a importância de que o conhecimento adquirido precisa ser aplicado a situações da realidade dos alunos. (MAZUR, 1997).

A metodologia coloca o aluno no centro do processo de aprendizagem, dando-lhe autonomia e responsabilidades. Antes da aula, o aluno lê o material e responde a testes conceituais. Durante a aula, participa de discussões em grupo, argumenta e responde a testes (CAMILLO; GRSFFUNDER, 2021). Ibid., o professor, por sua vez, guia as atividades e garante a eficiência do processo. Isso inclui: preparar testes para verificar as dificuldades dos alunos. Ministrando aulas focadas nas dificuldades identificadas. Avaliar a aprendizagem e; promover discussões em grupo para estimular a aprendizagem entre os pares.

Espera-se que este SD possa contribuir para o aprimoramento do processo de ensino-aprendizagem dos estudantes na área da Física Moderna, uma vez que a teoria educacional em pauta é um método de aprendizagem ativa que possui dois objetivos básicos: explorar a interação entre os estudantes e focar sua atenção nos conceitos fundamentais para a resolução de questionamentos propostos em sala (DE ARAUJO, 2016). Visando torna o estudante protagonista da sua própria aprendizagem e trazer um novo olhar para a forma de aprender em pares/grupos.



#### 4 ALINHAMENTO CURRICULAR

Esta SD desenvolveu-se a partir da realidade educacional da modalidade de ensino EJA, mas buscou-se alinhar seu objeto de conhecimento e seus objetivos de ensino e aprendizagem a perspectiva da BNCC de 2018 no intuito de aumentar a sua compatibilidade com outros ambientes educacionais das redes de ensinos Federais, Estaduais e Municipais do ciclo de Ensino Básico, em especial o Ensino Médio.

Os objetivos de ensino-aprendizagem desta SD alinham-se a duas competências gerais da BNCC, são elas:

- A competência 2:

“Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas (BRASIL, 2018).”

A SD se alinha a competência geral da 2 da BNCC tanto na perspectiva metodológica, que tem como um de seus objetivos promover o debate entre os alunos e incentivá-los a explicar por meio de hipóteses científicas suas respostas a situações problemas, quanto em relação ao objeto de conhecimento que é um objeto idealizado (o corpo negro) que pode ser compreendido pela formulação de Leis, comparado a objetos reais como a uma garrafa térmica em relação a sua capacidade de retenção da radiação ou a uma estrela que irradia uma gama de comprimentos de ondas, assim estaremos estimulando a curiosidade científica dos mesmo que buscaram estabelecer essas comparações que serão acompanhadas da elaboração de hipóteses que visam justificar essas aproximações;

- A competência 5:

“Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva (BRASIL, 2018).”

Essa perspectiva se alinha sobretudo a nossa metodologia de ensino, que objetiva promover a comunicação de forma crítica, significativa e reflexiva entre os próprios estudantes, conferindo a eles protagonismo no processo de ensino-aprendizagem. Adicionalmente, podemos afirmar que ela se alinha ao objeto de conhecimento uma vez que buscamos enfatizar a importância das teorias em estudo para o desenvolvimento tecnológico, estimulando a compreensão e a utilização dessas informações em outros contextos que possam ajudá-los na vida pessoal e coletiva.

Por fim, esse trabalho se alinha as competências específicas das Ciências da Natureza e suas Tecnologias e suas habilidades conforme justificados no quadro abaixo.

Quadro 2- Alinhamento da SD as Competências e Habilidades Específicas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias

<b>COMPETENCIA ESPECÍFICA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS (CNT)</b> 	<b>HABILIDADES BNCC</b> 	<b>JUSTIFICATIVA</b> 
<p><b>CNT 1:</b> Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e 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.</p>	<p><b>EM13CNT101:</b> 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.</p>	<p>À medida que os alunos desenvolverem as capacidades específicas de percepção dos conceitos de radiação a situações do cotidiano, entenderem como esses conhecimentos são efetivos para garantir sua qualidade de vida, desde situações simples como se prevenir a exposição dos raios ultravioletas até situações mais complexas como as inúmeras aplicações tecnológicas desenvolvidas a partir do conceito de quantização da energia, espera-se que eles desenvolvam a CNT 1.</p>
<p><b>CNT 2:</b> Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.</p>	<p><b>EM13CNT201:</b> Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo com as teorias científicas aceitas atualmente.</p>	<p>Em conformidade a metodologia PI será proporcionado aos alunos um momento em que os mesmos desenvolveram a capacidade específica de analisar questões e situações problemas a luz dos modelos e leis científicas apresentadas. Além disso, precisaram interpretar a partir das situações problemas e/ou discussões os impactos positivos e negativos causado por esses avanços tecnológicos e científicos a vida humana. A partir do desenvolvimento dessas duas competências esperamos que os mesmos desenvolvam a CNT 2.</p>

Fonte: Autoria própria (2025)

## 5 OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

Os objetivos de aprendizagem aqui propostos estão em conformidade com a taxonomia de Bloom no intuito de organizar os processos de aprendizagem de forma eficaz e capaz de produzir raciocínio e abstração de alto nível (FERRAZ; BELHOT, 2010).

Os objetivos de aprendizagem das 1, 2 e 3 foram elaborados a fim de permitir que os alunos na perspectiva de (FERRAZ, BELHOT, 2010) desenvolvessem a capacidade cognitiva de:

- Compreensão: serem capazes de entenderem a informação ou fato, captando seu significativo e sendo capazes de utilizá-los em contextos diferentes;
- Aplicação: usarem informações a situações concretas e;
- Análise: serem capazes de conectar as partes do conteúdo apresentando e entendendo-os como a parte de um todo.

A aula 4, teve seus objetivos de aprendizagem definidos de acordo com a aplicação, a análise e a síntese, capacidade de perceber um conjunto de relações abstratas.

### 5.1 OBJETIVO GERAL

Relacionar os tipos de radiação eletromagnética, em especial a térmica, as leis da Física Clássica e Moderna que descrevem a radiação emitida e/ou absorvida por um corpo negro.

### 5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Explicar a relação entre a radiação eletromagnética e a radiação térmica, e as leis da física clássica e moderna que descrevem a radiação do corpo negro;
- b) Aplicar os conceitos envolvidos nas Leis de Stefan-Boltzmann, Wien e Planck em exercícios que envolvam aspectos conceituais e relações de proporcionalidade;
- c) Comparar e contrastar as Leis da Física Clássica e Moderna do Corpo Negro, analisando as diferenças e semelhanças entre a Lei de Stefan-Boltzmann, a Lei de Wien e a Lei de Planck;
- d) Compilar as informações de forma lógica e interligada, demonstrando a compreensão dos conceitos e relações das descrições da radiação do corpo negro.

## 6 METODOLOGIA DE ENSINO

O PI, traduzido para o português como “Instrução pelos pares” ou “Instrução pelos colegas”, é trabalhado em uma série de etapas, cada uma delas com um propósito específico.

Müller *et al.* (2017) apud Mazur (1997) ressalta que a estrutura proposta por Mazur para o PI pode ser sintetizada nas seguintes etapas:

- 1º Uma curta apresentação oral sobre os elementos centrais de um dado conceito ou teoria é feita por cerca de 20 minutos;
- 2º Uma pergunta de múltipla escolha, geralmente conceitual, denominada Teste Conceitual, é colocada aos alunos sobre o conceito (teoria) apresentado na exposição oral;
- 3º Os alunos têm entre um e dois minutos para pensarem silenciosamente sobre a questão apresentada;
- 4º Os estudantes registram suas respostas individualmente e as mostram ao professor usando algum sistema de respostas;
- 5º De acordo com a distribuição de respostas, o professor pode passar para o passo seis (quando a frequência de acertos está entre 35% e 70%), ou diretamente para o passo nove (quando a frequência de acertos é superior a 70%);
- 6º Os alunos discutem a questão com seus colegas por um a dois minutos;
- 7º Os alunos registram sua resposta revisada e as mostram ao professor usando o mesmo sistema de respostas do passo 4;
- 8º O professor tem um retorno sobre as respostas dos alunos a partir das discussões e pode apresentar os resultados para os alunos e;
- 9º O professor então explica a resposta da questão aos alunos e pode ou apresentar uma nova questão sobre o mesmo conceito ou passar ao próximo tópico da aula, voltando ao primeiro passo.

Com base nessas instruções as aulas aqui propostas para promover a aprendizagens dos tópicos estudados estarão divididas em três momentos.

### 6.1 MOMENTO PRÉ-AULA

Nesse momento o(a) professor(a) oportunizará o primeiro contato dos alunos com o conteúdo, poderá ser feito utilizando vídeos ou textos. Mas, nossa sugestão é preferencialmente para vídeos, conforme o detalhamento das aulas.

Além disso, será necessário verificar a aprendizagem dos alunos por meio de questões conceituais. Essa averiguação pode ser realizada utilizando o Formulário Google. Sugerimos ao professor os itens a serem utilizadas nesse teste no detalhamento das aulas. Caso, o(a) docente tenha dificuldades como o uso da ferramenta, sugerimos que ele acesse a explicação por meio do link [https://youtu.be/OKk5p71Y0IU?si=xkEfbET\\_uAL9asRd](https://youtu.be/OKk5p71Y0IU?si=xkEfbET_uAL9asRd).

## 6.2 MOMENTO EM SALA DE AULA

Nesse momento será apresentado os tópicos e ao final de cada tópico os alunos deverão responder as questões.

Nossa sugestão é que o professor utilize o Plickers, plataforma gratuita que pode ser acessada em <https://www.plickers.com/login>, para coletar a resposta dos alunos e posteriormente observar o percentual de acerto para definir como proceder. Todavia sabendo que o Plickers, não é uma plataforma muito conhecida e utilizada. Elaboramos um tutorial com imagens e instruções nas tabelas 1, 2, 3 e 4 para facilitar a utilização do mesmo em sala de aula.

Tabela 1 - Passo a passo para o usar o Plickers em sala de aula, ilustrado por imagens.

**1º Passo:** Acessar a plataforma e realizar o login. Caso não possua uma conta no Plickers, será necessário criar uma, para isso clique em “click here to sig in” (figura 1). Após a atualização dos elementos da página você poderá criar uma conta do zero, preenchendo as informações solicitadas ou utilizando sua conta do google, clicando em inscrever-se no google (figura 2).

Figura 1 - Página de Login do Plickers.

Fazer login com o Google

Sign in with Apple

or sign in with email and password

Email Address

Password

Forgot Password?

Sign in

Don't have an account? [Sign up for free](#)

Figura 2 - Criando uma conta no Plickers.

Inscrever-se no Google

Sign in with Apple

or use email and password

First Name

Last Name

you@example.com

Password

Continue with Email

If you already have an account, click here to sign in

Fonte: Autoria própria (2025)

Tabela 2 - 2º Passo para implementar o Plickers em sala de aula

2º Passo: Crie sua turma e adicione os alunos. Clique em “nova classe” (figura 3), digite o nome da turma e clique em “criar classe” (figura 4), depois clique na turma criada e em adicionar aluno (figura 5). Abrirá uma janela sobreposta, digite o nome do aluno, clique em “próximo”, abrirá uma nova janela sobreposta, clique em “feito” a janela sobreposta se encerrará (figura 6). Por fim clique na turma criada e no ícone indicado (Figura 7) para adicionar os demais alunos. Digite o nome do aluno e clique em “adicionar” ou aperte a tecla enter (figura 8), faça quantas vezes for necessário para adicionar todos os alunos, observe que ao adotar dos alunos a o n. do cartão, será importante para distribuir o cartão resposta adequadamente a cada aluno.

Figura 3 - Criando a turma.

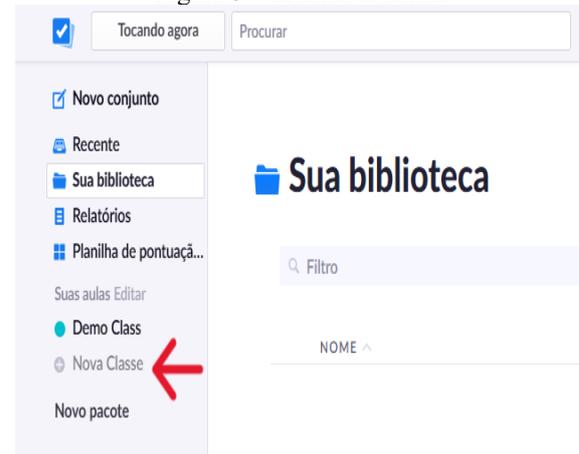


Figura 4 - identificando a turma.



Figura 5 – Passo 1 para adicionar o 1º aluno.



Figura 6 - passo 2 para adicionar o primeiro aluno.

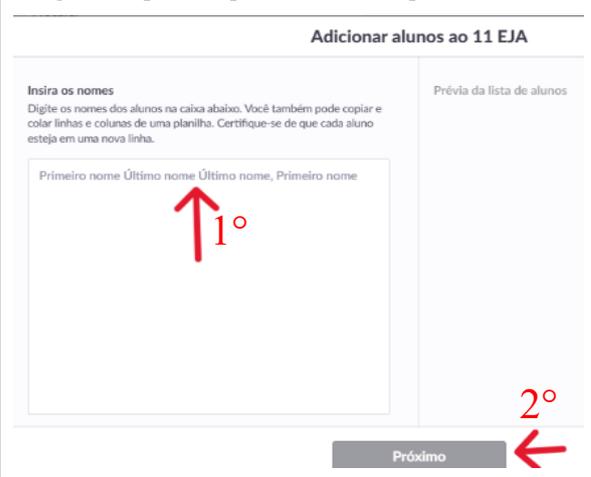


Figura 7 - Passo 1 para adicionar os demais alunos.



Figura 8- Adicionando o nome de todos os alunos.



Tabela 3 - 3º e 4º passo para implementação do Plickers

**3º Passo:** Imprimir o cartão respostas para os alunos. Clique em “Sua biblioteca”, em seguida, no ícone de engrenagem (figura 9) e em “Get Plickers Cards” (figura 10). Uma nova guia abrirá, clique ao lado de “Padrão-para um conjunto de quarenta ou sessenta e três cartas” (figura 11) conforme o número de alunos. Abrirá uma nova guia, clique no ícone imprimir (figura 12). Na hora de recortar o cartão deixe bordas para que os alunos possam erguê-los sem colocar a mão à frente do cartão e distribua o cartão pela numeração.

Figura 9 - Passo 1 para impressão dos cartões resposta.



Figura 10 - Passo 2 para impressão

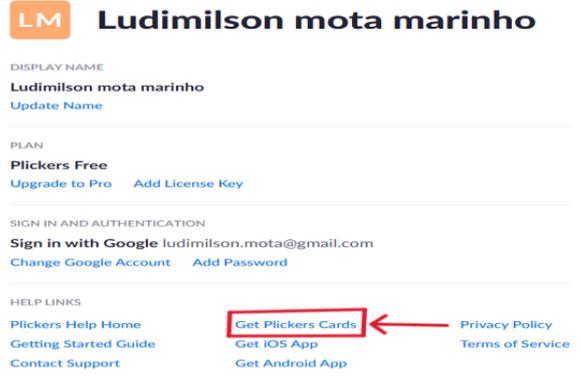
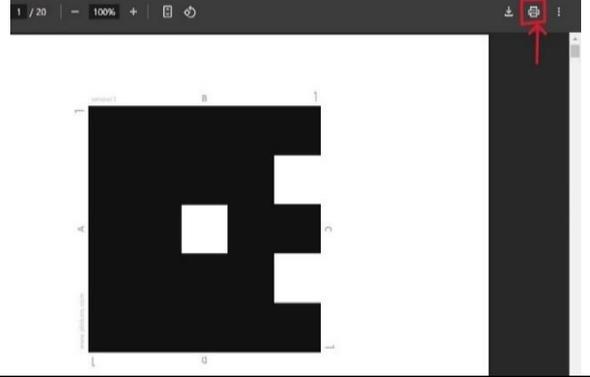


Figura 11 - Passo 3 para impressão.



Figura 12 - Impressão dos cartões respostas.



**4º Passo:** Criar as perguntas para usar em aula. Crie uma pasta clicando primeiro em “sua biblioteca” e depois no ícone de pasta (figura 13). Abrirá uma aba sobreposta, digite o nome da pasta e crie (figura 14), repita até criar uma para cada aula. Abra a pasta clicando duas vezes sobre ela. Clique em “novo conjunto na pasta” (figura 15). Abrirá uma nova guia, adicione todas as questões de um tópico e feche a guia (figura 16). Renomear o conjunto de acordo com o tópico, clique uma vez sobre o conjunto e alterar o nome (figura 17). Repita o procedimento até que todas as questões a serem utilizadas na aula estejam inseridas.

Figura 13 - Criando pastas para as aulas.

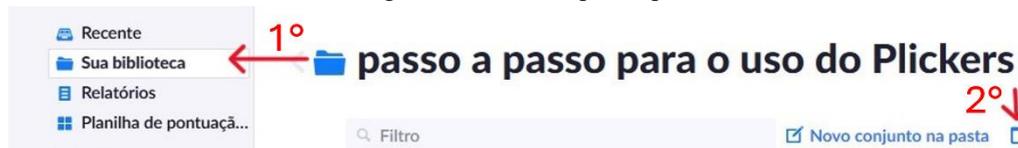


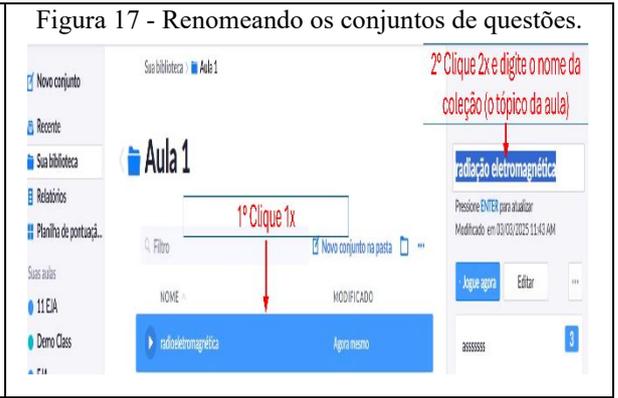
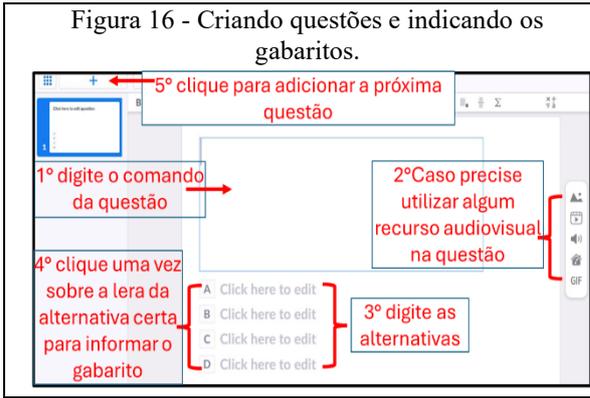
Figura 14 – Nomeando as pastas



Figura 15 – Criando conjunto de questões



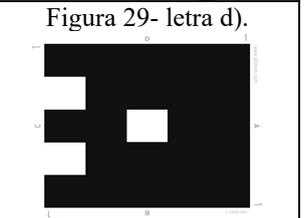
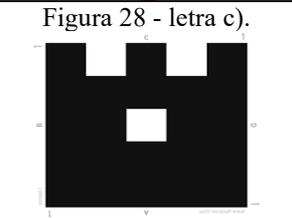
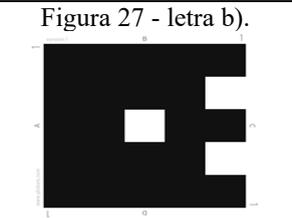
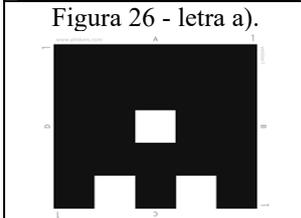
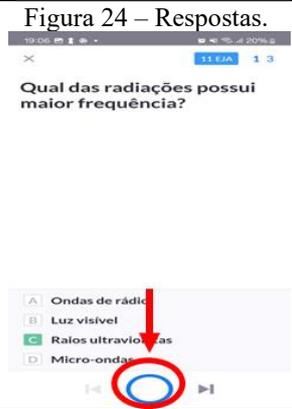
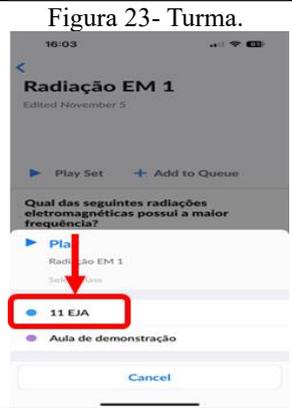
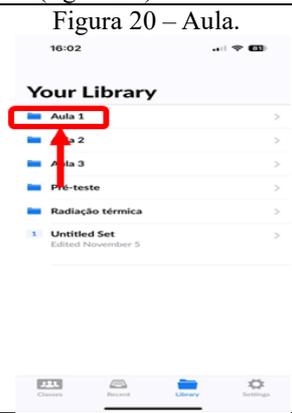
Continua



Fonte: Autoria própria (2025).

Tabela 4- 5º passo para implementação do Plickers em sala de aula

**5º Passo:** Apresentando a questão aos alunos e coletando as respostas. Você irá fazer o login simultaneamente no computador e no aplicativo “Plickers” disponível no “play store” ou no “app store” (figura 18). Sair da apresentação, nas apresentações de cada aula está salvo como momento Plickers e entrar na página do Plickers e projetar a imagem do computador. Pelo aplicativo no celular você entrará na guia biblioteca (figura 19) entrará na pasta da referida aula (figura 20) entrará no tópico pressionando sobre a tela (figura 21), pressionará “play now” (figura 22), escolherá a turma (figura 23) e clicará no ícone no centro da tela (figura 24). As perguntas apareceram na tela do computador e do celular simultaneamente. Para registrar as respostas deverá pressionar o botão do centro da tela do celular para iniciar a leitura dos cartões (figura 25), e os alunos deverão posicionar o cartão conforme a alternativa que irá votar (figuras 26, 27, 28 e 29), após registrar as respostas o(a) professor(a) poderá passar para próxima questão usando o botão da tela (figura 30).



Fonte: Autoria própria (2025)

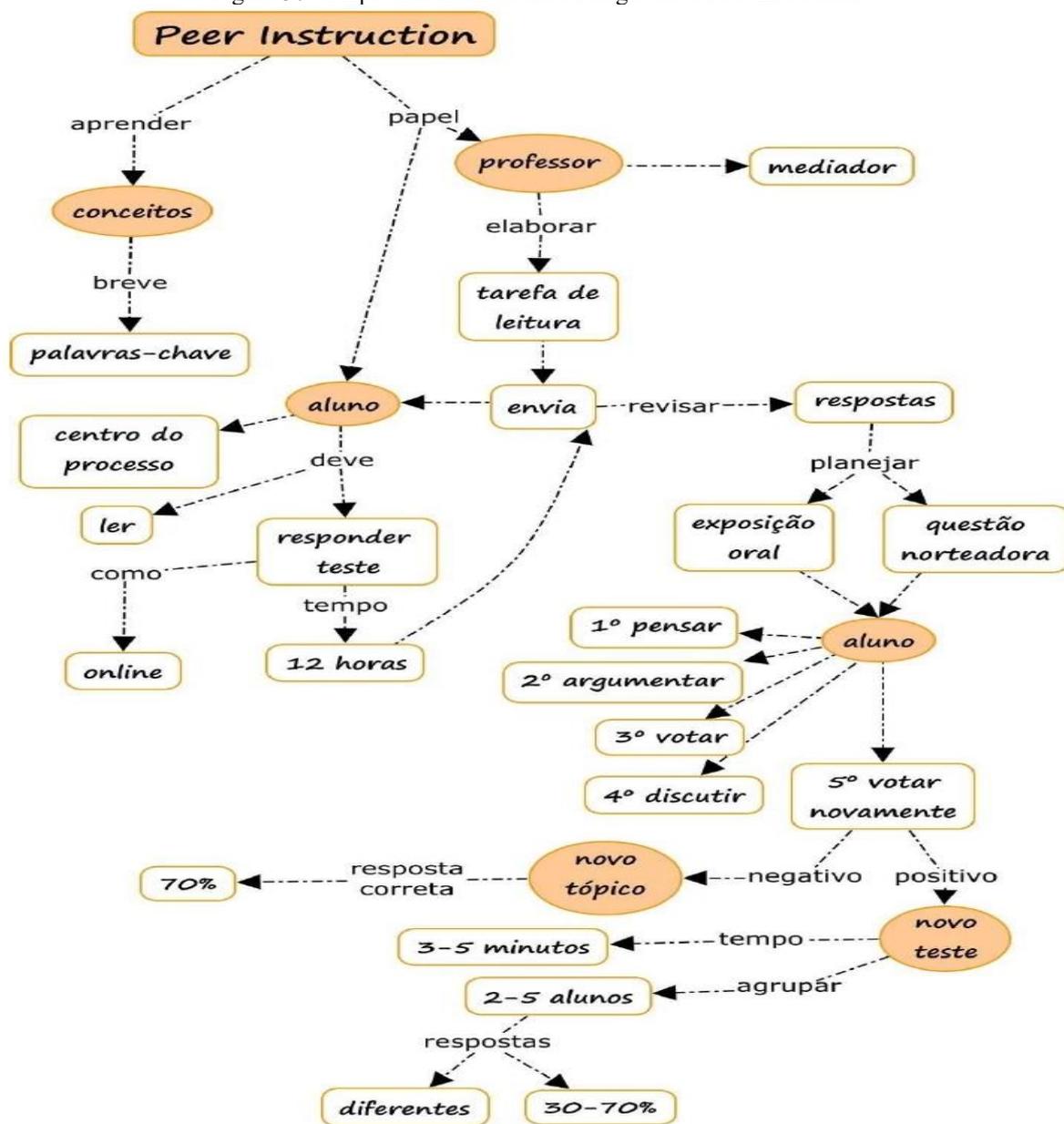
### 6.3 MOMENTO PÓS-AULA

O momento pós aula caracteriza-se pela verificação da aprendizagem por meio de teste somativo de múltiplas escolhas com situações relativamente mais complexas que as abordadas em sala de aula. Nesta SD o momento pós-aula das aulas 1, 2 e 3 serão realizados na aula 4

### 6.4 ESQUEMA ILUSTRATIVO DO PAPEL DO PROFESSOR E DO ALUNO

A metodologia de ensino-aprendizagem ativa PI de (MAZUR, 2021) também pode ser entendida pela figura 1, de Camillo e Graffunder (2022), que explicam por meio de mapa conceitual o papel do professor e do aluno em cada momento das aulas.

Figura 30 - Mapa conceitual da metodologia ativa Peer Instruction.



Fonte: Camillo; Graffunder (2021).

## 7 MACRO VISÃO DAS AULAS: ESQUEMA ILUSTRATIVO DA SD

Figura 31 - Esquema ilustrativo da SD.



Fonte: Autoria própria (2025).

## 8 DETALHAMENTO DAS AULAS: ASPECTOS DOS CONTEÚDOS ESPECÍFICOS A SEREM ENFATIZADOS E IMPLEMENTAÇÃO DO PI AS AULAS

As aulas que descreveremos consideram as dificuldades de aprendizagem detectadas na implementação da versão preliminar desta SD, portanto está é uma versão aprimorada de uma sequência didática. Durante o processo de avaliação dos resultados decorrentes da aplicação da SD em um ambiente real de aprendizagem foi a relação entre o desempenho no momento pós aula e o número de situações problemas resolvidos nos momentos anteriores, percebemos que quanto maior foi o número de questões resolvidas nos momentos anteriores ao pós-aula, melhor foi o desempenho dos alunos. Diante disto, não sugeriremos nessa SD que após apenas um acerto maior que 70% o professor avance para o próximo tópico.

Ao longo da apresentação dos tópicos o professor deve ter em mente que seu principal objetivo é promover o entendimento conceitual dos tópicos a serem apresentados, portando os objetivos de ensino e aprendizagem estão todos definidos considerando este intuito. E que os momentos de votação via Plickers deve ser realizado tópico a tópico.

Além disso, é valido salientar a proposta apresentada para o momento durante a aula foi construída considerando os erros apresentados pelos alunos no momento pré-aula da versão preliminar implementada. Contudo salientamos que uma atual adaptação ao outros erros implicaria apenas na necessidade de alterar as questões a serem aplicadas durante a aulas, pois elas foram desenvolvidas a fim de abranger todos os aspectos conceitos das leis em estudo e diferentes formas de enfatizar os aspectos indispensáveis deles.

Desse modo, destacamos a forma escolhida para oportunizar o contato do aluno com o conteúdo, pois apesar de ser afastar minimamente do referencial metodológico promover uma conexão maior com o ambiente de aprendizagem para o qual desenvolveu-se a SD. Enquanto a média de leitura dos jovens brasileiros entre 15 e 29 anos é de 2 livros por ano (IBGE, 2024) a dos norte-americanos, em geral, é de 12,6 livros por ano (GALLUP, 2022). Diante desse fato optamos por escolher vídeos curtos para oportunizado o conteúdo. Todavia, caso o professor julgue mais adequado a sua realidade a leitura dos conteúdos, uma fonte alternativa pode ser encontrada no link <https://encurtador.com.br/KOTS5> (EMMERICH, 2022).

Além disso, disponibilizamos apresentações para as três aulas conceituais que podem ser acessadas pelos links, <https://shre.ink/bUVu> (aula 1), <https://shre.ink/bUVh> (aula 2) e <https://shre.ink/bUV3> (aula 3). O(A) docente poderá editar as apresentações fazendo o download.



**RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA  
E  
RADIAÇÃO TÉRMICA**



## 8.1 AULA 1

Quadro 3 - Quadro sintético da aula 1

OBJETO DE CONHECIMENTO 	OBJETIVO DE ENSINO 	OBJETIVO DE APRENDIZAGEM 	HABILIDADES BNCC 	AVALIAÇÃO PROCESSUAL 
a) Radiação eletromagnética; b) Formas de propagação da Radiação Térmica.	a) Compreender a natureza da radiação eletromagnética como uma forma de transferência de energia. b) Diferenciar as diversas faixas do espectro eletromagnético e evidenciar a energia térmica como parte delas. c) Demonstrar as diferentes formas de transferência de energia térmica e que a radiação térmica é uma forma de radiação eletromagnética.	a) Reconhecer a radiação eletromagnética como uma forma de propagação de energia através de ondas. b) Interpretar as diferentes faixas do espectro eletromagnético e as formas de transferência de energia térmica a situações do cotidiano. c) Analisar a transferência de energia térmica por radiação; d) Relacionar a radiação térmica com a eletromagnética.	<b>EM13CNT101</b> <b>EM13CNT201</b>	Diagnóstica e Formativa

Fonte: Autoria própria (2025).

## 8.1.1 Momento Pré-aula

No momento pré-aula o(a) professor(a) poderá oportunizar o primeiro contato com o conteúdo de radiação eletromagnética e térmica por meio de dois vídeos disponíveis nos links <https://encurtador.com.br/pLUtX> ou pelos Qr codes da figura 31 e 32, respectivamente.

Figura 32 - Qr code para aula de Radiação Eletromagnética.



Fonte: Autoria própria (2025)

Figura 33 - Qr code para aula de Radiação Térmica.



Fonte: Autoria própria (2025)

Após oportunizar esse primeiro contato ou professor deverá avaliar, ainda no momento pré-aula, a aprendizagem por meio de questões/situações problemas, abaixo apresentamos 4





itens, sendo os dois primeiros sobre a radiação eletromagnética e os 2 últimos sobre a radiação térmica, e o gabarito em destaque para que o professor realize essa avaliação.

item 1) Quais das alternativas apresentam parâmetros que caracterizam uma radiação e a descrição correta dos mesmos?

- a) **Frequência (número de oscilações por segundo), comprimento de onda (distância entre dois picos consecutivos) e amplitude (intensidade da onda).**
- b) Massa, velocidade e aceleração.
- c) Temperatura, pressão e volume.
- d) Cor, sabor e odor.

Item 2) Sobre a radiação eletromagnética é correto afirmar que:

- a) É composta por partículas massivas que se propagam no vácuo.
- b) É uma onda que não necessita de um meio material para se propagar.**
- c) Propaga-se sempre em linha reta, independentemente do meio.
- d) É composta exclusivamente por ondas longitudinais.

Item 3) Qual das seguintes radiações eletromagnéticas possui a maior frequência?

- a) Luz visível
- b) Ondas de rádio
- c) Raios ultravioleta**
- d) Micro-ondas

Item 4) Em dias ensolarados, sentimos nossa pele aquecer ao ficarmos expostos à luz solar. Qual o principal processo de propagação de calor responsável por esse aquecimento?

- a) Condução
- b) Convecção
- c) Radiação**
- d) Evaporação

### 8.1.2 Momento em sala de aula

Caso o desempenho dos alunos seja maior ou igual a 70% sugerimos que professor rerepresente as questões do momento pré-aula para que os alunos votem novamente após o momento de discussão entre os pares e escolham uma pessoa do grupo para justificar a repostas. Todavia, de acordo com a aplicação que originou essa SD, o desempenho médio dos alunos será entre 30 e 70%, nesse caso sugerimos que o professor apresente novamente o conteúdo, por meio de exposição oral, antes de propor o debate.

Durante a exposição sobre as Radiações Eletromagnéticas, sugerimos que se defina:

- A radiação eletromagnética como uma forma de propagação de energia na forma de onda eletromagnética;





- O que são ondas eletromagnéticas, enfatizando o que as origina e o que as distingue das ondas mecânicas e;

- As grandezas físicas que caracterizam uma onda de maneira geral como a frequência e comprimento de onda.

No segundo momento o professor deve apresentar o espectro eletromagnético, enfatizando como ele é dividido e como as ondas que não podem ser percebidas a olho nu são utilizadas no dia a dia.

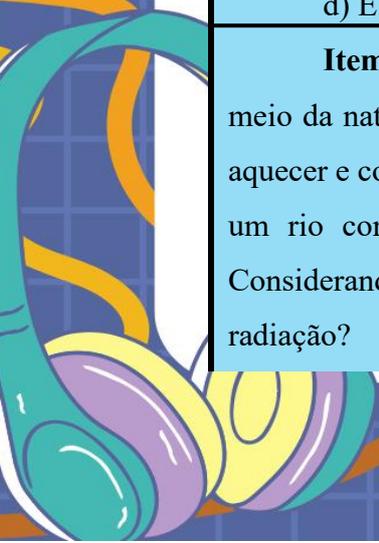
Após essa exposição oral do conteúdo, deve se iniciar o momento de votação, onde se verificará o nível de aprendizagem dos alunos. A votação deve começar de forma individual e sugerimos que sejam apresentadas as questões do momento pré-aula em que os alunos apresentaram pior resultado, de acordo com a aplicação realizada, os alunos aumentarão seu percentual de acerto para mais de 70%, caso o percentual de acerto seja menor que 70% o professor deve promover o debate entre os pares e fazer uma nova votação.

Em seguida, devera-se apresentar itens com um nível de dificuldade maior, em especial, situações problemas para ajudar na consolidação do conteúdo, caso o percentual de acerto seja menor que 30% sugerimos que o professor explique novamente o conteúdo e apresente novas situações problemas seguindo as orientações do PI, conforme explicadas na metodologia de ensino. Abaixo apresentamos itens a serem utilizados no momento da aula.

**Item 1) Habilidade (EM13CNT201)** Imagine que você está em uma praia ensolarada. Você sente o calor do sol na sua pele, mesmo sem tocar nele. Esse calor chega até você através de um processo chamado radiação. Agora, pense em outros exemplos: a luz de uma lâmpada, as ondas do rádio. Todos eles envolvem o conceito de radiação. Você saberia dizer o que é uma radiação?

- a) É a propagação de energia por meio de partículas com massa.
- b) É a transferência de energia por meio de ondas eletromagnéticas ou partículas.**
- c) É o fluxo de calor que ocorre somente em meios materiais.
- d) É um tipo de energia que se propaga apenas no vácuo.

**Item 2) Habilidade (EM13CNT201)** Imagine que você está em um acampamento no meio da natureza. À noite, você se reúne com seus amigos ao redor de uma fogueira para se aquecer e contar histórias. Enquanto isso, um trovão ecoa à distância, e você observa a água de um rio correndo nas proximidades. Mais tarde, um carro passa pela estrada próxima. Considerando os fenômenos físicos que você observou, qual deles representa um exemplo de radiação?





- a) O calor que sentimos de uma fogueira.
- b) O som de um trovão.
- c) A água corrente de um rio.
- d) O movimento de um carro.





**Item 3) Habilidades (EM13CNT103) e (EM13CNT201)** Imagine que um grupo de cientistas está debatendo a natureza da radiação térmica. Um dos cientistas afirma que a radiação térmica é, de fato, uma forma de radiação eletromagnética. No entanto, os outros cientistas não têm certeza e precisam de evidências para confirmar essa afirmação. Para resolver essa questão, eles precisam analisar as propriedades da radiação térmica e compará-las com as características das ondas eletromagnéticas. Qual das alternativas abaixo justifica adequadamente a afirmação de que a radiação térmica é uma radiação eletromagnética?

- a) Porque ela se propaga através de ondas mecânicas.
- b) Porque ela é emitida por corpos aquecidos e se propaga na forma de ondas eletromagnéticas, incluindo a luz infravermelha.
- c) Porque ela precisa de um meio material para se propagar.
- d) Porque ela é um tipo de energia que não se propaga no vácuo.

Após a conclusão do tópico de radiação eletromagnética sugerimos que ele faça um resumo curto de no máximo 3 minutos, seja por exposição oral, por mapa mental ou tópicos centrais do conceito de radiação eletromagnética.

Concluída a explicação sobre a radiação eletromagnética, o(a) professor(a) deverá apresentar o tópico de radiação térmica. Caso o desempenho dos alunos seja maior ou igual a 70% sugerimos que professor reapresente as questões do momento pré-aula para novamente promover a interação entre os pares e escolham uma pessoa do grupo para justificar as repostas. Todavia, caso o desempenho médio dos alunos seja entre 30 e 70%, sugerimos que o professor apresente novamente o conteúdo, por meio de exposição oral, antes de propor o debate.

Sobre o tópico em pauta devesse definir temperatura, estabelecê-la como motivo para a troca de energia térmica, de tal forma que a energia sempre flui do de maior temperatura para o de menor temperatura, pontuando o fato de que há uma energia sendo propagada como na radiação eletromagnética, a fim de estabelecer essa conexão entre os tópicos. Além de pontuar que todo corpo com temperatura maior que zero absoluto emite radiação térmica.

Posteriormente, o professor deve apresentar o conceito de calor como sendo as formas de transferência de energia de energia térmica entre dois corpos, além de apresentar as formas como a energia térmica pode se propagar e explicar que para corpos elevados a altas temperaturas a energia térmica se propagada predominantemente na forma de irradiação, é que a irradiação é uma onda eletromagnética, situando-a dentro do espectro eletromagnético.





A próxima etapa é apresentar itens para averiguar a aprendizagem, ficando a seu critério apresentar ou não os itens da pré-aula, mas devendo apresentar novos itens, como os sugeridos.

**item 3) Habilidade EM13CNT103:** A luz visível é uma radiação eletromagnética. Levando em consideração a cor branca e a cor preta em uma roupa ou em um objeto qualquer, qual das duas cores absorve mais energia térmica “calor”?

- a) A cor branca, pois reflete mais luz.
- b) A cor preta, pois absorve mais luz.**
- c) Ambas absorvem a mesma quantidade de “calor.”
- d) Nenhuma das duas absorve “calor.”

**Item 5) Habilidade (EM13CNT201):** Após aprender sobre radiação térmica, Pedro fica intrigado e se pergunta se um cubo de gelo, que está a uma temperatura muito baixa, também emite radiação térmica. É verdade que todo corpo independente da sua temperatura emite radiação térmica?

- a) Sim, todo corpo emite radiação térmica, independente da sua temperatura.**
- b) Não, somente corpos com temperaturas muito altas emitem radiação térmica.
- c) Não, a emissão de radiação térmica depende da cor do objeto.
- d) Não, a emissão de radiação térmica depende do material do objeto.

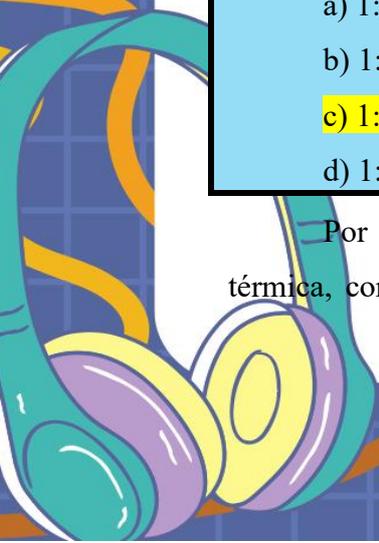
**Item 6) Habilidade (EM13CNT201):** Uma equipe de design está projetando um sistema de aquecimento para um ambiente. Eles precisam considerar as três formas de transferência de calor: condução, convecção e radiação, para criar um sistema eficiente. Para otimizar o sistema, eles analisam três cenários:

- 1- Aquecimento de uma barra de metal.
- 2- Aquecimento de água em um recipiente.
- 3- Aquecimento de um ambiente por um aquecedor elétrico.

Qual das alternativas identifica corretamente a forma predominante de transferência de calor em cada cenário?

- a) 1: condução; 2: radiação; 3: convecção.
- b) 1: convecção; 2: condução; 3: radiação.
- c) 1: condução; 2: convecção; 3: radiação.**
- d) 1: radiação; 2: convecção; 3: condução.

Por fim, sugerimos que o professor dê um reforço em relação ao tópico de radiação térmica, convidando os alunos a realizarem a experimento de autoria própria intitulado de





“efeito dominó térmico”, e instigar o debate em grupo e verifica a explicação deles para o fenômeno ocorrido.





Para a construção do experimento o professor precisará do Material apresentado na tabela 1.

Tabela 5 - Materiais para a construção do experimento "efeito dominó térmico".

Quantidade	Descrição do Material	Imagens ilustrativa do Material Fonte: Autoria própria (2025)
1	Barra metálica	
1	Maçarico de acendimento automático	
1	(Base) Haste para prender a barra Dimensões ase de madeira (3x12x25) cm, a haste pode ser um alicate de pressão.	
1	Pistola de cola quente e Bastão de cola quente	
10	Arrebites, pregos ou parafusos de tamanho médio	

Fonte: Autoria própria (2025).

Os pregos ou parafusos devem ser prendidos a barra metálica com o uso da cola quente, após essa fixação devesse fixar a barra metálica na haste e aquecê-la até que seja possível sentir o calor irradiado e perceber o calor conduzido por meio da queda dos pregos fixados na barra metálica, conforme a figura 1.

Ressaltamos que o objetivo desse experimento é tornar perceptível duas formas de propagação de energia térmica ocorrendo simultaneamente e enfatizar o fato de a irradiação ser a forma predominante de propagação de energia térmica, além de situá-la como uma onda eletromagnética comparando a energia irradiada pela barra com a energia irradiada pelo sol.

Figura 34 - Efeito Dominó Térmico



Fonte: Autoria própria (2025)





RADIAÇÃO DO CORPO NEGRO

РАДИАЦИЯ ДО ЧОРНО ТЕЛІА

E

LEI DE STEFAN-BOLTZMANN

ЛЕЙ ДЕ ШТЕФА-БОЛЦМАНА

## 8.2 AULA 2

Quadro 4 - Quadro sintético da aula 2

<b>OBJETO DE CONHECIMENTO</b> 	<b>OBJETIVO DE ENSINO</b> 	<b>OBJETIVO DE APRENDIZAGEM</b> 	<b>HABILIDADES BNCC</b> 	<b>AVALIAÇÃO PROCESSUAL</b> 
c) Radiação do Corpo Negro; d) Lei de Stefan-Boltzmann.	a) Introduzir o conceito de corpo negro como um idealizador de absorção e emissão de radiação. b) Apresentar a Lei de Stefan-Boltzmann como a descrição clássica do corpo negro e sua aplicação a astronomia. c) Demonstrar experimentalmente a radiação do corpo negro.	a) Resumir os conceitos de corpo negro ideal. b) Interpretar as relações de proporcionalidade estabelecidas a partir da Lei de Stefan-Boltzmann. c) Empregar os conceitos de corpo negro ideal e a Lei de Stefan-Boltzmann. d) Analisar a relação entre a temperatura e a energia que irradia por um corpo.	<b>EM13CNT101</b> <b>EM13CNT201</b>	Diagnóstica e Formativa

Fonte: Autoria própria (2025).

## 8.2.1 Momento pré-aula

O(A) professor(a) poderá oportunizar o primeiro contato com o conteúdo de radiação eletromagnética e térmica por meio de dois vídeos disponíveis nos links <https://encurtador.com.br/An0jN> e <https://encurtador.com.br/ZHaO6> ou pelos Qr codes da figura 33 e 34, respectivamente.

Figura 35 - Radiação do Corpo negro



Fonte: Autoria própria (2025).

Figura 36 - Lei de Steffan-Boltzmann



Fonte: Autoria própria (2025).

Após oportunizar esse primeiro contato ou professor deverá avaliar, ainda no momento pré-aula, a aprendizagem por meio de questões/situações problemas, abaixo apresentamos 4

itens, 2 sobre a radiação do corpo negro e 2 sobre a Lei de Stefan-Boltzmann e o gabarito em destaque para que o professor realize essa avaliação.

**Item 1)** Um corpo negro é um objeto ideal que:

- a) Emite luz de apenas uma cor.
- b) Absorve toda a radiação incidente e emite radiação em todas as frequências.**
- c) Reflete toda a radiação incidente.
- d) Emite radiação apenas quando aquecido acima de uma certa temperatura.

**Item 2)** Um corpo negro ideal é um objeto que:

- a) Absorve todas as frequências de radiação incidente e emite radiação em apenas uma frequência específica.
- b) Emite radiação em todas as frequências, com uma distribuição que depende apenas da temperatura do corpo.**
- c) Reflete todas as frequências de radiação incidente.
- d) Emite radiação apenas na região do espectro visível.

**Item 3)** A Lei de Stefan-Boltzmann relaciona a potência total irradiada por um corpo negro com:

- a) O comprimento de onda da radiação emitida com máxima intensidade.
- b) A quarta potência da temperatura absoluta do corpo.**
- c) A frequência da radiação emitida.
- d) A área da superfície do corpo.

**Item 4)** Um corpo negro, por definição, é um objeto que absorve toda a radiação eletromagnética que incide sobre ele. Além disso, ele também emite radiação. Qual fator determina a quantidade total de radiação emitida por um corpo negro?

- a) A cor do corpo negro.
- b) O material do qual o corpo negro é feito.
- c) A temperatura do corpo negro.**
- d) O volume do corpo negro.

### 8.2.2 Momento em sala de aula

Caso o desempenho dos alunos seja maior ou igual a 70% sugerimos que professor rerepresente as questões do momento pré-aula para que os alunos votem novamente após o momento de discussão entre os pares e escolham uma pessoa do grupo para justificar a repostas. Todavia, de acordo com a aplicação que originou essa SD, o desempenho médio dos alunos será entre 30 e 70%, nesse caso sugerimos que o professor apresente novamente o conteúdo, por meio de exposição oral, antes de propor o debate.

A apresentação do tópico sobre radiação do corpo negro deve ser iniciada causando curiosidade sobre fenômenos certamente já observados, uma boa situação problema para iniciarmos essa aula seria:

Quando, da janela do quarto de um apartamento, olhamos, durante o dia, para a janela de um edifício vizinho; ela parece escurecida. Entretanto, no interior de nosso quarto, tudo parece claro, mesmo sem acendermos qualquer lâmpada. Curiosamente, o nosso vizinho poderia dizer o mesmo da nossa janela. Por que isso acontece? (MORAES, 2011).

A janela do edifício, conforme a figura X, a pequena abertura da janela quando comparada as dimensões do cômodo funciona como uma cavidade pela qual a luz só consegue entrar e não consegue sair. Isso faz com que para um observador situado do lado de fora o cômodo pareça estar escura, no entanto para um observador interno o cômodo parece estar iluminado.

Figura 37 - Parte interna e externa de um cômodo de um mesmo prédio.



Fonte: Moraes (2011)

O(A) professor deve enfatizar que esse fenômeno está por trás da definição de um corpo negro ideal em física, que comumente é representado por uma cavidade composta por um pequeno orifício, a diferença em um corpo negro ideal em física e a situação ilustrada é que o corpo negro absorve toda a radiação incidente de tal forma que passa a ter a mesma temperatura da fonte, finalizando a argumentação apresentando a definição de corpo negro ideal e falando sobre seu espectro de emissão e sua relação com a temperatura do corpo.

Após a exposição o(a) docente poderá utilizar como situações problemas para promover a discussão em grupo as situações problemas abaixo.

**Item 1) Habilidades (EM13CNT103)** Em um documentário sobre astronomia, Júlia ouviu falar sobre "corpos negros" e como eles ajudam os cientistas a entenderem a temperatura das estrelas. Você saberia definir o que é um corpo negro?

a) É um corpo que absorve toda a radiação incidente sobre ele e emite radiação em todos os comprimentos de onda.

b) É um corpo que reflete toda a radiação incidente sobre ele.

c) É um corpo que não emite nenhum tipo de radiação.

d) É um corpo que só emite luz visível.

**Item 2) Habilidades (EM13CNT103), (EM13CNT101) e (EM13CNT201)** Imagine que você é um cientista espacial projetando um novo tipo de sensor para um telescópio espacial. Esse sensor precisa ser capaz de detectar e analisar a radiação de objetos celestes extremamente distantes e frios, como planetas extrassolares e nebulosas. Para isso, você precisa entender como os corpos emitem e absorvem radiação eletromagnética, especialmente em condições ideais. Um dos conceitos cruciais para o seu projeto é o de "corpo negro", um objeto teórico que definido como aquele que:

- a) Absorve todas as frequências de radiação eletromagnética incidente e emite radiação em apenas uma frequência específica.
- b) Absorve todas as frequências de radiação eletromagnética incidente e emite radiação em todas as frequências, com uma distribuição característica dependente da temperatura.
- c) Reflete todas as frequências de radiação eletromagnética incidente e não emite radiação.
- d) Absorve apenas uma frequência específica de radiação eletromagnética incidente e emite radiação em todas as frequências.

**Item 3) Habilidades (EM13CNT201)** Você é um engenheiro térmico responsável por projetar um forno industrial de alta precisão. Este forno será utilizado para aquecer materiais a temperaturas extremamente altas, onde a radiação térmica se torna o principal mecanismo de transferência de calor. Para garantir a uniformidade e precisão do aquecimento, você precisa entender como a radiação emitida pelos objetos dentro do forno se comporta, especialmente a radiação de corpos negros. Você diante de uma questão crucial para o sucesso do seu forno, de qual fator a radiação emitida por um corpo negro depende principalmente do?

- a) Material que constitui o corpo
- b) Tamanho do corpo
- c) Temperatura do corpo
- d) Forma do corpo

Por fim, sugerimos que o professor dê um reforço em relação ao tópico, convidando os alunos a realizarem o experimento “características da radiação do corpo negro”, e instigar o debate em grupo e verifica a explicação dos alunos para o fenômeno ocorrido.

Para a construção do experimento o professor precisará do Material apresentado na tabela 2.

Tabela 6 - Materiais para a construção do experimento "características da radiação do corpo negro".

Quantidade	Descrição do Material	Imagens ilustrativa do Material Fonte: Autoria própria (2025)
1	Garrafa térmica	
1	Bocal	
1	Lâmpada	
1	Medidor de temperatura infravermelho	
1	Suporte para bocal e garrafa	

Fonte: Autoria própria (2025).

O bocal e a garrafa térmica devem ser postos um frente ao outro e fixados no suporte de tal formar que o medidor de temperatura infravermelha possa aferir a temperatura da fonte e da garrafa térmica (corpo negro ideal). Conforme a figura 3.

Ressaltamos que o objetivo desse experimento é tornar perceptível que a temperatura do corpo negro passa a ser a mesma da temperatura da fonte.

Concluída a explicação sobre a radiação do corpo negro, o(a) professor(a) deverá apresentar o tópico da Lei de Stefan Boltzmann. Caso o desempenho dos alunos seja maior ou

Figura 38 - características da radiação do corpo negro



Fonte: Autoria própria (2025)

igual a 70% sugerimos que professor reapresente as questões do momento pré-aula para novamente para promover a interação entre os pares e escolham uma pessoa do grupo para justificar a repostas. Todavia, caso o desempenho médio dos alunos seja entre 30 e 70%, sugerimos que o professor apresenta novamente o conteúdo, por meio de exposição oral, antes de propor o debate.

Sobre a Lei de Stefan-Boltzmann deverá ser enfatizado as relações de proporcionalidade entre as grandezas físicas que permitem descrever o comportamento da Energia irradiada.

Após a exposição o(a) docente poderá utilizar como situações problemas para promover a discussão em grupo as situações problemas abaixo.

**Item 4) Habilidades (EM13CNT201)** De acordo com a lei de Steff-Boltzmann, a potência irradiada por um corpo depende das características/ propriedades do mesmo, como da constituição e da área. Compreendendo isso, Joãozinho aquece dois corpos, A e B, que possuem a mesma área e são feitos do mesmo material. Se a temperatura do corpo A for maior que a do corpo B, podemos afirmar que a potência irradiada por A será:

- a) Não há informações suficientes para chegar a uma conclusão.
- b) Muito menor que a potência irradiada.
- c) Igual a potência irradiada por B.
- d) **Muito maior que a potência irradiada por B.**

**Item 5) Habilidades (EM13CNT103)** Imagine que você está cozinhando em um fogão. Ao aumentar a temperatura da chama de um queimador, você percebe que ele emite mais luz e calor. Qual dos seguintes princípios físicos, melhor explica esse aumento na radiação emitida pelo queimador?

- a) Lei de Ohm: A corrente elétrica no queimador aumenta, gerando mais calor.
- b) **Lei de Stefan-Boltzmann: A radiação térmica emitida pelo queimador é proporcional à quarta potência da sua temperatura.**
- c) Lei de Fourier: O fluxo de calor no queimador aumenta com o gradiente de temperatura.
- d) Princípio de Arquimedes: O ar quente ao redor do queimador se expande, aumentando a transferência de calor.

Após a conclusão do tópico de radiação eletromagnética sugerimos que ele faça um resumo curto de no máximo 3 minutos, seja por exposição oral, por mapa mental ou tópicos centrais do conceito de radiação eletromagnética.



**LEI DE WIEN**

**TRANSIÇÃO ENTRE A FÍSICA  
CLÁSSICA E A MODERNA**

**LEI DE PLANCK**

## 8.3 AULA 3

Quadro 5 - Quadro sintético da aula 3.

<b>OBJETO DE CONHECIMENTO</b> 	<b>OBJETIVO DE ENSINO</b> 	<b>OBJETIVO DE APRENDIZAGEM</b> 	<b>HABILIDADES BNCC</b> 	<b>AVALIAÇÃO PROCESSUAL</b> 
a) Lei de Wien; b) Lei de Planck.	a) Apresentar a Lei de Wien e sua relação com o comprimento de onda da radiação emitida por um corpo negro e sua aplicação a astronomia. b) Apresentar a radiação do corpo negro como um dos problemas motrizes para a formulação da Física Moderna c) Introduzir a Lei de Planck como a descrição da física moderna para a radiação do corpo negro. d) Comparar as Leis da Física Clássica e Moderna do Corpo Negro. e) Utilizar simuladores para reforçar os conceitos abordados.	a) Interpretar a Lei de Wien e a Lei de Planck; b) Aplicar as Leis a situações reais; c) Empregar as leis a situações problemas.	<b>EM13CNT101</b> <b>EM13CNT201</b>	Diagnóstica e Formativa

Fonte: Autoria própria (2025).

## 8.3.1 Momento pré-aula

O(A) professor(a) poderá oportunizar o primeiro contato com o conteúdo de radiação eletromagnética e térmica por meio de dois vídeos disponíveis nos links <https://shre.ink/bUEq> e <https://shre.ink/bUEo> ou pelos Qr codes da figura 36 e 37, respectivamente.

Figura 39 - Lei de Wien



Fonte: Autoria própria (2025)

Figura 40 - Catástrofe do Ultra Violeta e Lei de Planck.



Fonte: Autoria própria (2025)

Após oportunizar esse primeiro contato ou professor deverá avaliar, ainda no momento pré-aula, a aprendizagem por meio de questões/situações problemas, abaixo apresentamos 4 itens e o gabarito em destaque para que o professor realize essa avaliação.

**Item 1)** Ao aumentar a temperatura de um corpo negro, o comprimento de onda da radiação emitida com máxima intensidade:

- a) Aumenta
- b) **Diminui**
- c) Permanece constante
- d) Não pode ser determinado

**Item 2)** A Lei de Wien relaciona o comprimento de onda da radiação emitida com máxima intensidade por um corpo negro com:

- a) A potência total irradiada pelo corpo.
- b) **A temperatura absoluta do corpo.**
- c) A constante de Planck.
- d) A área da superfície do corpo.

**Item 3)** Você saberia dizer quais foram os fenômenos que a física clássica não foi capaz de descrever e deram origem à Física Moderna?

- a) A queda dos corpos e o movimento dos planetas.
- b) **A radiação do corpo negro.**
- c) A reflexão e a refração da luz.
- d) O som e as ondas do mar.

**Item 4)** Qual conceito fundamental introduzido por Max Planck resolveu o problema da radiação do corpo negro e marcou o início da física moderna?

- a) A ideia de que a luz se propaga em ondas contínuas.
- b) A teoria da relatividade restrita.
- c) **A quantização da energia, sugerindo que a energia é emitida em pacotes discretos chamados "quanta".**
- d) O princípio da incerteza.

**Item 5)** A Lei de Planck descreve:

- a) A distribuição de energia da radiação emitida por um corpo negro em função da frequência.
- b) A relação entre a energia de um fóton e sua frequência.
- c) A velocidade da luz no vácuo.
- d) A relação entre a temperatura de um corpo negro e o comprimento de onda.

**Item 6)** Segundo a Lei de Planck, a energia de um fóton é:

- a) Diretamente proporcional à sua frequência.
- b) Inversamente proporcional à sua frequência.
- c) Independente da frequência.
- d) Diretamente proporcional ao seu comprimento de onda.

### 8.3.2 Momento em sala de aula

Caso o desempenho dos alunos seja maior ou igual a 70% sugerimos que professor reapresente as questões do momento pré-aula para que os alunos votem novamente após o momento de discussão entre os pares e escolham uma pessoa do grupo para justificar a resposta. Todavia, de acordo com a aplicação que originou essa SD, o desempenho médio dos alunos será entre 30 e 70%, nesse caso sugerimos que o professor apresente novamente o conteúdo, por meio de exposição oral, antes de propor o debate.

A apresentação da Lei de Wien deve iniciar recapitulando a curva característica da energia irradiada por um corpo negro a diferentes temperaturas, evidenciando que quanto maior a temperatura maior do corpo, maior o pico da radiação, posteriormente destacando que o comprimento de onda correspondente a esse pico diminui conforme o pico aumenta, isto é, para os corpos com maiores temperaturas o comprimento de onda que corresponde ao pico é menor, a partir dessa situação o professor poderá definir a Lei de Wien. Em seguida, ele deve enfatizar as relações de proporções entre essas grandezas e explicar as aplicações da Lei de Wien, desde exemplos simples como uma lâmpada incandescente e um ferro de passar, até exemplos mais complexos como a determinação da temperatura superficial das estrelas a partir da sua cor.

Após a exposição o(a) docente poderá utilizar como situações problemas para promover a discussão em grupo as situações problemas abaixo.

**Item 1) habilidade EM13CNT101.** Um astrônomo observando uma estrela distante através de um telescópio. Ao analisar o espectro de luz emitido pela estrela, você percebe que o pico de intensidade da radiação ocorre em um comprimento de onda específico. Sabendo disso, como você poderia determinar a temperatura da superfície dessa estrela?

- a) Determinar a temperatura de estrelas.
- b) Calcular a potência total irradiada por um corpo negro
- c) Explicar o efeito fotoelétrico.
- d) Calcular a energia de um fóton.

**item 2) Habilidade EM13CNT101.** Uma pessoa está cozinhando em um fogão elétrico. Ao ligar a boca do fogão, percebe-se que ela começa a brilhar com uma cor vermelha escura. À medida que a boca do fogão aquece, a cor do brilho muda gradualmente para um laranja intenso e, eventualmente, para um amarelo brilhante.

Considerando que a boca do fogão se comporta como um corpo negro, como você explicaria a mudança na cor do brilho à medida que a temperatura aumenta?

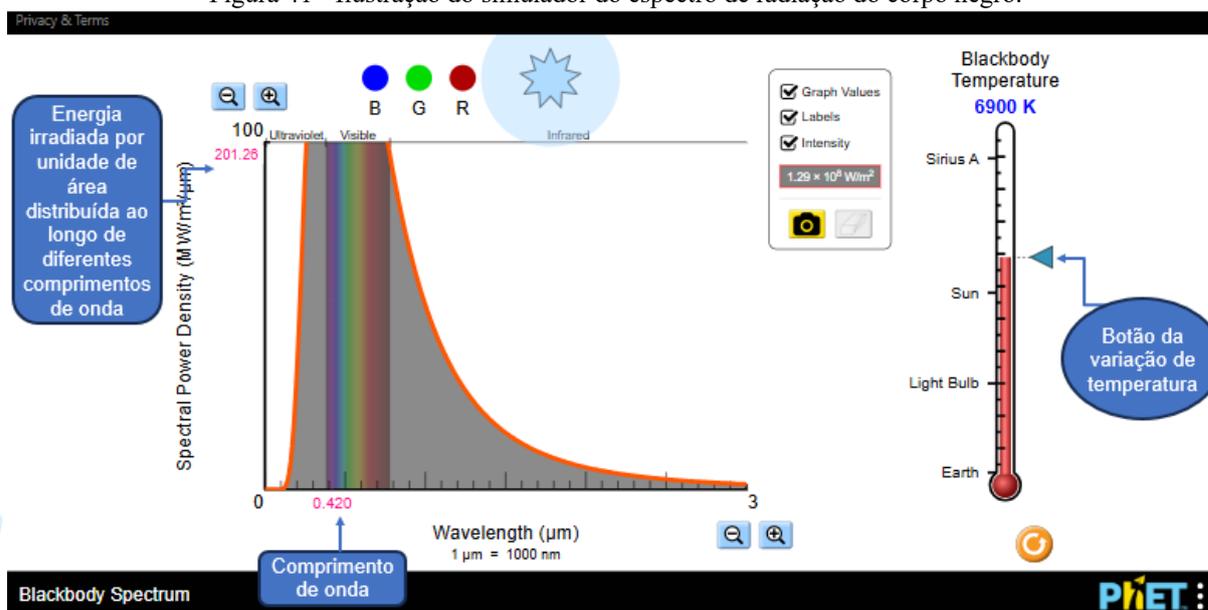
- a) O comprimento de onda da radiação emitida com maior intensidade aumenta.

- b) O comprimento de onda da radiação emitida com maior intensidade diminui.
- c) O comprimento de onda da radiação emitida com maior intensidade permanece constante.
- d) Não pode ser determinada a alteração do comprimento de onda.

Por fim, sugerimos que o professor dê um reforço em relação ao tópico, apresentando aos alunos a simulação disponível em [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/blackbody-spectrum](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/blackbody-spectrum) “espectro de radiação do corpo negro”, instigando o debate em grupo e verifica a explicação dos alunos para os fenômenos simulados.

O professor deve usar o software no intuito de evidenciar a relação de proporcionalidade entre a Temperatura do corpo negro, o pico da sua radiação de energia e o seu comprimento de onda. Na imagem abaixo explicamos o que haverá no aplicativo e como o professor pode manipulá-lo, destacando o botão onde a temperatura pode ser modificada e onde é evidenciada a relação entre o pico da energia irradiada e o comprimento de onda.

Figura 41 - Ilustração do simulador do espectro de radiação do corpo negro.



Fonte: Autoria Própria (2025)

Concluída a explicação sobre a Lei de Wien, o(a) professor(a) deverá apresentar o tópico Transição entre a Física Clássica e a Moderna: A catástrofe do Ultravioleta. Caso o desempenho dos alunos seja maior ou igual a 70% sugerimos que professor rerepresente as questões do momento pré-aula para novamente para promover a interação entre os pares e escolham uma pessoa do grupo para justifica a repostas. Todavia, caso o desempenho médio dos alunos seja entre 30 e 70%, sugerimos que o professor apresenta novamente o conteúdo, por meio de exposição oral, antes de propor o debate.

O(A) professor(a) deverá apresentar inicialmente as limitações da Lei de Wien e posteriormente a catástrofe do ultravioleta, enfatizando os problemas da física em aberto, aqueles que a Física Clássica não era capaz de resolver, dando ênfase a radiação do corpo negro como um dos motivos que deu origem ao surgimento da Física Moderna. Sobre esta é necessário apresentar o seu objeto de estudo e a principal diferença entre ela e a Clássica.

Após a exposição o(a) docente poderá utilizar como situações problemas para promover a discussão em grupo as situações problemas abaixo.

**Aula 3: Habilidades EM13CNT101: Questão 4)** Após assistir a um filme de ficção científica que abordava viagens no tempo e buracos negros, Roberto se interessa por Física Moderna. Você saberia dizer sobre o que trata a Física Moderna?

- a) Do estudo do movimento dos corpos e das forças que atuam sobre eles.
- b) Do estudo dos fenômenos que ocorrem em escalas atômicas e subatômicas, como a radioatividade, o efeito fotoelétrico e a dualidade onda-partícula.
- c) Do estudo da luz e das cores.
- d) Do estudo do calor e da temperatura.

**Item 4) Habilidade EM13CNT201.** Um dos grandes marcos da transição entre a Física Clássica e a Física Moderna foi a tentativa de explicar a radiação de corpo negro. A Lei de Rayleigh-Jeans, baseada na física clássica, previa que a intensidade da radiação emitida por um corpo negro seria infinita em altas frequências (ultravioleta), o que não se observava experimentalmente. Essa discrepância ficou conhecida como a "catástrofe do ultravioleta". Qual a principal razão para essa falha da Física Clássica?

- a) A Física Clássica não considerava a quantização da energia, assumindo que a energia podia ser emitida ou absorvida em qualquer quantidade.
- b) A Física Clássica não considerava a dualidade onda-partícula da luz, tratando-a apenas como onda.
- c) A Física Clássica não considerava a existência do átomo, tratando a matéria como um contínuo.
- d) A Física Clássica não considerava a relatividade do tempo e do espaço, assumindo que eram absolutos.

Após a conclusão do tópico Transição entre a Física Clássica e a Moderna, sugerimos que ele faça um resumo curto de no máximo 3 minutos, seja por exposição oral, por mapa mental ou tópicos centrais do conceito de radiação eletromagnética.

Concluída a explicação sobre a Transição entre a Física Clássica e a Moderna, o(a) professor(a) deverá apresentar o tópico da Lei de Planck. Caso o desempenho dos alunos seja maior ou igual a 70% sugerimos que professor reapresente as questões do momento pré-aula para novamente para promover a interação entre os pares e escolham uma pessoa do grupo para justificar a repostas. Todavia, caso o desempenho médio dos alunos seja entre 30 e 70%, sugerimos que o professor apresenta novamente o conteúdo, por meio de exposição oral, antes de propor o debate.

**Item 5) Habilidade EM13CNT103.** Em um show de luzes laser, as cores das luzes mudam rapidamente, e você percebe que algumas cores parecem ter mais "energia" do que outras. Usando a Lei de Planck como referência, qual das seguintes afirmações descreve corretamente a relação entre a energia de um fóton de luz e sua frequência?

a) A energia de um fóton de luz é diretamente proporcional à sua frequência. Isso significa que quanto maior a frequência da luz (mais oscilações por segundo), maior a energia do fóton.

b) A energia de um fóton de luz é inversamente proporcional à sua frequência. Ou seja, quanto maior a frequência, menor a energia do fóton.

c) A energia de um fóton de luz não depende da sua frequência. A energia do fóton é constante, independentemente da cor da luz.

d) A energia de um fóton de luz é diretamente proporcional ao seu comprimento de onda. Isso significa que quanto maior o comprimento de onda da luz (a distância entre os picos das ondas), maior a energia do fóton.

**Item 6) Habilidade EM13CNT103.** Um pesquisador está analisando a luz emitida por diferentes LEDs (diodos emissores de luz). Ele observa que LEDs de cores diferentes emitem luz com intensidades de energia distintas. Sabendo que a energia da luz emitida está relacionada à frequência dos fótons, qual das seguintes explicações melhor descreve a observação do pesquisador, utilizando a Lei de Planck?

a) LEDs de cores diferentes têm fótons com a mesma frequência, mas intensidades diferentes, pois a energia é constante para todas as cores.

b) LEDs de cores diferentes emitem fótons com frequências diferentes, e a energia de cada fóton é diretamente proporcional à sua frequência, conforme a Lei de Planck.

c) A energia dos fótons emitidos pelos LEDs é inversamente proporcional à frequência, explicando as diferentes intensidades de luz.

d) A intensidade da luz emitida pelos LEDs depende apenas do comprimento de onda, e não da frequência dos fótons.

Após a conclusão do tópico de radiação eletromagnética sugerimos que o mesmo faça um resumo curto de no máximo 3 minutos, seja por exposição oral, por mapa mental ou tópicos centrais do conceito de radiação eletromagnética.



# APRENDIZAGENS: REVISANDO E AVALIANDO



## 8.4 AULA 4

Quadro 6 - Quadro sintético da aula 4.

<b>OBJETO DE CONHECIMENTO</b> 	<b>OBJETIVO DE ENSINO</b> 	<b>OBJETIVO DE APRENDIZAGEM</b> 	<b>HABILIDADES BNCC</b> 	<b>AValiação PROCESSUAL</b> 
c) Radiação Eletromagnética, Térmica e do Corpo Negro; d) Lei de Stefan-Boltzmann, Wien e Planck.	a) Revisar os conceitos e leis abordados nas aulas anteriores, como radiação eletromagnética, radiação térmica, corpo negro, Lei de Stefan-Boltzmann, Lei de Wien e Lei de Planck. b) Esclarecer dúvidas e dificuldades dos alunos, promovendo a discussão e o aprofundamento dos conhecimentos. c) Avaliar a aprendizagem dos alunos por meio de uma avaliação somativa, que pode incluir questões teóricas e práticas sobre os temas abordados.	a) Empregar os conhecimentos sobre radiação do corpo negro; b) Comparar os conceitos apresentados na revisão; c) Explicar de forma autônoma situações problemas a partir das leis.	<b>EM13CNT101</b> <b>EM13CNT201</b>	Somativa

Fonte: Autoria própria (2025)

O(A) professor(a) dedicará 5 minutos para revisar os conceitos de radiação eletromagnética e térmica, e outros 5 minutos para cada um dos 5 tópicos subsequentes. Os 25 minutos restantes serão destinados à aplicação da avaliação somativa. É importante ressaltar que os alunos terão mais de 3 minutos para responder a cada questão, um tempo superior ao utilizado nas atividades realizadas em sala de aula.

Esta aula pode ser entendida como o momento pós aula das aulas 1, 2 e 3.

Nela o professor precisará realizar uma sobre os tópicos abordados nas aulas anteriores e aplicar um teste aos alunos para averiguar a aprendizagem. Abaixo apresentamos 7 questões que podem ser utilizadas no pós-teste.

**Item 1) Habilidade EM13CNT103.** Você está na cozinha, ouvindo música no seu celular conectado a uma caixa de som sem fio. Qual tipo de radiação possibilita essa conexão sem a necessidade de fios?

- a) Radiação térmica.
- b) Radiação ultravioleta.
- c) Radiação eletromagnética.**
- d) Radiação infravermelha

**Item 2) Habilidade EM13CNT203.** Imagine que você está organizando um piquenique com seus amigos em um parque ensolarado. Ao preparar a cesta de piquenique, você se lembra das diferentes formas de transferência de calor que aprendeu na escola. Enquanto monta a cesta, você percebe que o sol aquece os alimentos, a fogueira aquece o ar e a água fria resfria as bebidas. Agora, observe as seguintes situações e identifique qual delas representa um exemplo de radiação, um processo de transferência de energia térmica que não necessita de um meio material para se propagar:

- a) O calor que você sente do sol aquecendo sua pele.**
- b) O som dos pássaros cantando nas árvores do parque.
- c) A água corrente do riacho que atravessa o parque.
- d) O vento que balança as folhas das árvores.

**Item 3. Habilidade EM13CNT201.** Um grupo de estudantes de física está projetando uma estufa experimental para estudar a eficiência de diferentes materiais na absorção e emissão de radiação térmica. Para simplificar o modelo, eles decidem idealizar um objeto que absorva toda a radiação incidente, independentemente do comprimento de onda, e que emita radiação com um espectro característico dependente apenas da sua temperatura. Qual dos seguintes conceitos físicos melhores descreve esse objeto idealizado pelos estudantes?

- a) Espelho perfeito
- b) Corpo negro ideal**
- c) Condutor térmico perfeito
- d) Isolante térmico ideal

**Item 4) habilidade EM13CNT201** A quantidade de energia que o Sol irradia para a Terra depende de sua temperatura. Qual lei física permite calcular a potência total irradiada por um corpo negro, como o Sol?

- a) Lei de Wien

- b) Lei de Planck
- c) Lei de Stefan-Boltzmann
- d) Lei de Newton Item

**Item 5) Habilidade EM12CNT201.** Um ferreiro aquece um pedaço de ferro, que inicialmente emite uma luz vermelha. Ao continuar aquecendo, a cor da luz emitida muda para laranja e, em seguida, para branco. O que acontece com o comprimento de onda da luz emitida à medida que a temperatura aumenta?

- a) Aumenta.
- b) Diminui.**
- c) Permanece constante.
- d) Varia de forma irregular.

**item 6) Habilidade EM13CNT101.** No início do século XX, os cientistas tentavam entender como a energia era emitida pelos objetos quentes. Max Planck propôs uma ideia revolucionária que mudou a física para sempre. Qual foi essa ideia?

- a) A energia só pode ser emitida em quantidades discretas, chamadas "quanta".**
- b) A energia flui continuamente como um líquido.
- c) A energia não pode ser criada nem destruída, apenas transformada.
- d) A energia é sempre constante no universo.

**item 7) Habilidade EM13CNT201.** A luz solar que chega à Terra é composta por diferentes cores, cada uma com um comprimento de onda específico. Qual lei física descreve a relação entre a energia de um fóton de luz e seu comprimento de onda?

- a) Lei de Stefan-Boltzmann
- b) Lei de Wien
- c) Lei de Planck**
- d) Lei de Coulomb

## 9 PERSPECTIVAS E LIMITAÇÕES VISANDO A MELHORIA DA SD

A SD didática poderia ser aprimorada com a inclusão de tópicos como a Lei de Rayleigh-Jeans e a catástrofe do ultravioleta. Uma abordagem mais detalhada do da catástrofe do Ultravioleta. Além disso, a apresentação de uma abordagem mais concreta para o reforço dos tópicos sobre a Radiação Eletromagnética, a Lei de Stefan-Boltzmann, a Lei de Planck e a Transição entre a Física Clássica e a Moderna promoveria uma conexão mais adequada com a metodologia de ensino *Peer Instruction*, uma vez que a mesma reque formas de apresentação distintas do mesmo conteúdo para corrigir diferentes erros de compreensão por parte dos alunos.

Adicionalmente, poderíamos aprimorar a aplicação do momento pós-aula, nesta SD foi aplicado durante um momento em sala de aula para se ajustar a realidade educacional dos alunos de EJA que em sua grande maioria já aderiram ao mercado de trabalho. Entretanto, ajustando esse momento pós aula, para um momento fora de sala, poderia ser utilizado o mesmo número de aulas e implementado o tópico da Lei de Rayleigh-Jeans sem a necessidade de aumentar o número de aulas, evitando criar empecilhos para a implementação da SD em outros ambientes de aprendizagem.

## 10 REFERÊNCIAS

- AMAZONAS. **Referencial Curricular do Amazonas**. [S. l.: s. n.], 2019. Disponível em: <https://anec.org.br/wp-content/uploads/2021/05/RCA-Ensino-Medio.pdf>.
- ARAÚJO, D. L. D. Entre palavras. **O que é (e como faz) sequência didática?**, [s. l.], v. 3, p. 322–334, 2013.
- ARAÚJO, M. S. T. de; ABIB, M. L. V. dos S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. [s. l.], v. 25, n. 2, p. 176–194, 2003.
- BRASIL, M. D. E. **Base Nacional Comum Curricular**. [S. l.: s. n.], 2018. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf).
- CAMILLO, C. M.; GRAFFUNDER, K. G. Contribuições do *Peer Instruction* para o ensino de Ciências: uma revisão sistemática da literatura. **Revista Pesquisa e Debate em Educação**, [s. l.], v. 12, n. 2, p. 1–20, 2022.
- Caruso, F. e Oguri V., Física Moderna – Origens Clássicas e Fundamentos Quânticos, Ed. Campus, Rio de Janeiro, 2006.
- EMMERICH, B. A. **Radiação Térmica da Física Clássica à Física Moderna: Uma proposta de abordagem da Física Moderna no Ensino Médio**. 2022. 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso - INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA, Jaraguá do Sul, 2022. Disponível em: [https://repositorio.ifsc.edu.br/bitstream/handle/123456789/2795/TCC\\_LIC-2022-BrunoAntonioEmmerich.pdf?sequence=1](https://repositorio.ifsc.edu.br/bitstream/handle/123456789/2795/TCC_LIC-2022-BrunoAntonioEmmerich.pdf?sequence=1).
- FERRAZ, A. P. D. C. M.; BELHOT, R. V. **Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais**. [s. l.], v. 17, n. 2, p. 421–431, 2010.
- GALLUP. *Americans' Reading Habits*. Washington, D.C., 2022.
- GUIMARÃES, F. F. **PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ESTUDO DA RADIAÇÃO DO CORPO NEGRO NO ENSINO MÉDIO**. 2018. - UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ CAMPUS CAMPO MOURÃO, CAMPO MOURÃO, 2018. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3240/1/sequenciadidaticainsinoradiacao.pdf>.
- HALLIDAY, D., RESNICK, R., KRANE, K.S., Física. v. 3, Rio de Janeiro: LTC Ltda, 2009.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística)**. *Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD Contínua): Suplemento de Cultura*. Rio de Janeiro, 2024
- MAZUR, E. **Peer instruction: a revolução da aprendizagem ativa**. Tradução: LASCHUCK ANATÓLIO. PORTO ALEGRE - RS: Penso, 2021.

Medeiros, Alexandre. *Janelas escuras em edifícios*. Física e Astronomia\_Alexandre Medeiros, BLOG. <http://alexandremedeirosfisicaastronomia.blogspot.com/2011/10/fisica-no-dia-dia003-janelas-escuras-em.html>. Acessado em 10 de agosto de 2024.

MÜLLER, M. G. *et al.* Uma revisão da literatura acerca da implementação da metodologia interativa de ensino Peer Instruction (1991 a 2015). **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s. l.], v. 39, n. 3, 2017. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-11172017000300503&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172017000300503&lng=pt&tlng=pt). Acesso em: 3 mar. 2025.

OLIVEIRA, F. F. D.; VIANNA, D. M.; GERBASSI, R. S. Física moderna no ensino médio: o que dizem os professores. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s. l.], v. 29, n. 3, p. 447–454, 2007.