

APÊNDICE I - O PRODUTO

A proposta

Abaixo, segue proposta de aplicação dos 3MPs. Lembrando que as séries ideais para aplicação desta proposta são o segundo e terceiro ano do ensino médio, preferencialmente alunos do período noturno, pois há facilidade de saídas a campo para observação das estrelas.

O Primeiro Momento Pedagógica – A Problematização

Neste momento o professor deve separar os alunos preferencialmente em grupos e prestar atenção para a promoção do debate, levantamento de hipóteses e organização dos diálogos. Pede-se para esta proposta que o professor utilize turmas noturnas para facilitar a observação das Estrelas (figura 1) e, também a discussão. Prepare uma avaliação diagnóstica com perguntas que pertencem ao universo que será pesquisado para que o professor possa saber o grau do conhecimento sobre o tema (tabela1).

Figura 1: Aglomerado Estelar Caixinha de Joias.



Fonte: <http://antwarp.gsfc.nasa.gov/apod/qp010618.html>

Tabela 1: Plano de atividades a serem realizadas no primeiro momento pedagógico.

Duração da atividade	2 aulas (mínimo 40 minutos cada aula)
Objetivo geral	Reconhecer que a luz é uma onda eletromagnética e que as diferenças de temperaturas provocam

	emissões de ondas em faixas diferentes do espectro.
Objetivos específicos	Relacionar Temperatura e radiação eletromagnética
Conteúdos	Ondulatória- Ondas eletromagnéticas Astronomia - Brilho e cor das Estrelas
Metodologia	<p>1ª aula - Aplicação de avaliação diagnóstica: Avaliação objetiva com 10 questões e 5 alternativas para resposta, contendo questões básicas sobre ondulatória.</p> <p>Saída a campo: Ida até o pátio da escola ou outro ambiente que permita a observação do Céu, verificando as diferenças dos brilhos das estrelas e suas respectivas cores.</p> <p>2ª aula – Aplicar questão problematizadora: As estrelas possuem a mesmas cores e brilhos? Separar os alunos em grupos para debates e questionamentos, levantamentos de hipóteses. A seguir a sugestão é que assistam aos vídeos estão no próximo campo. Os dois vídeos explicam sucintamente a relação entre as temperaturas das estrelas e sua emissão de radiação térmica relacionando as suas cores e o espectro eletromagnético.</p>
Vídeos	<p>A cor das estrelas: https://www.youtube.com/watch?v=iAMQ5naSKxk</p> <p>Como funcionam as estrelas Estrelas, Anãs brancas, Estrelas de Nêutrons e Buracos negros: https://www.youtube.com/watch?v=k53XNWFnGc</p>
Recursos	Quadro branco

	Canetas para quadro branco
	Projektor de slides
	Computadores com acesso a rede de internet
Avaliação	Diagnóstica, conforme anexo II.

O Segundo Momento Pedagógico – A Organização do Conhecimento

A etapa a seguir é mais longa do produto. Assim, para facilitar a compreensão, o segundo momento pedagógico foi separado em três sequências. Na primeira sequência (tabela 2) deverá ser trabalhado as características de ondas. A sua natureza: mecânica ou eletromagnética, o tipo de propagação transversal ou longitudinal, e suas características da frequência, amplitude, comprimento de onda, período e velocidade de propagação.

Nessa sequência o professor poderá usar as metodologias de sua preferência, mas sempre mantendo o protagonismo do aluno. Ou seja, as metodologias de preferência devem ser ativas. Deve promover a mediação do conhecimento sobre os elementos da luz e suas características, convergir para o fato dos corpos emitirem luz de cores distintas no espectro conforme sua temperatura, lembrando que o tema de partida é exatamente o brilho e a cor das Estrelas.

Nesta proposta utilizaremos a sala de aula invertida, simuladores e *gamificação*, laboratório e outras metodologias. Neste momento o professor deverá ficar em alerta para reconhecer e flexibilizar se possível as aulas e metodologias para alcançar o engajamento porque cada turma reage de um jeito e, portanto, não devemos engessar a possibilidade de alcançar o conhecimento.

Tabela 2: Plano de atividades a serem realizadas no segundo momento pedagógico sequência didática I.

Duração da atividade	2 aulas (mínimo 40 minutos cada aula)
Objetivo geral	Reconhecer as características das ondas como: Natureza, propagação e tipo de onda; relacionando suas grandezas.
Objetivos específicos	Compreender a propagação, o tipo e a natureza de uma onda eletromagnética
Conteúdos	Ondulatória – Características e Ondas eletromagnéticas

Metodologia

1ª aula - Aplicação da sala de aula invertida. Solicitar que os conceitos básicos de ondulatória. O professor deverá orientar a pesquisa e dar a devolutiva posteriormente. É sugerido que o professor preencha juntos com os alunos no quadro branco, a tabela disponível no anexo III.

2ª aula – Aplicação do simulador PHET (figura 2) com o intuito de auxiliar os alunos a reconhecer os tipos de ondas, a sua natureza e propagação, definindo e diferenciando onda eletromagnética de onda mecânica.

O simulador PHET está disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/waves-intro

Após a aplicação do simulador, aplicar a atividade formativa 1, conforme anexo I

3ª aula - Explorar os simuladores para entender o espectro emitido por diferentes corpos em diferentes temperaturas (Estrelas) relacionando as Leis de Planck e Wien ao corpo negro e ao brilho e cor das estrelas (figuras 3 e 4).

Os simuladores estão disponíveis em:

Radiação do corpo negro:

https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/blackbody-spectrum

O corpo negro:

https://www.vascak.cz/data/android/physicsat/school/template.php?s=opt_model&l=en

https://www.vascak.cz/data/android/physicsat/school/template.php?s=opt_certeleso&l=en

Organizar numa tabela, com os alunos, conforme anexo III, as grandezas relacionadas as ondas eletromagnéticas, temperatura do corpo e sua cor.

A partir da primeira simulação junto com os dados de temperatura, intensidade e irradiância obtidas afins de visualizar as características e relações entre as grandezas envolvidas com as cores e brilhos das estrelas ou qualquer corpo quente (com temperatura > 2K).

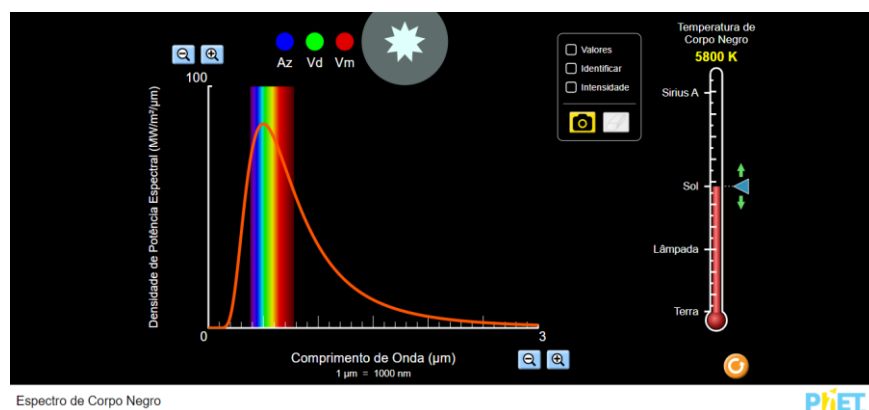
Recursos	Quadro branco Canetas para quadro branco Projeter de slides Computadores com acesso a rede de internet Smartphones e/ou celulares; Caneta, régua e papel.
Avaliação	Avaliação será baseada através da observação da interação e engajamento dos alunos nesta etapa e na entrega da tabela sugerida com atividade formativa(anexo III)

Figura 2: Simulador PHET abordando o tema de ondas.



Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/waves-intro

Figura 3: Simulador PHET abordando tema de radiação do corpo negro.



Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/blackbody-spectrum

Figura 4: Simulador Vasck abordando tema de radiação do corpo negro.



Fonte: https://www.vasck.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=opt_certeleso&|=en

Nessa segunda sequência (tabela 3) o professor deverá manipular os simuladores com antecedência e orientarão seus alunos no manuseio do simulador. O importante é que os alunos manipulem o simulador pelo menos com os valores sugeridos na tabela (anexo III). A dificuldade que poderá aparecer nesta etapa é a falta de estímulo dos alunos ou até a falta de equipamentos para a manipulação do simulador na escola ou em casa.

Tabela 3 – Plano de atividades a serem realizadas no segundo momento pedagógico sequência didática II.

Duração da atividade	2 aulas (mínimo 40 minutos cada aula)
Objetivo geral	Relacionar temperatura de um corpo com a emissão de radiação e sua cor.
Objetivos específicos	Reconhecer que quanto mais quente um corpo está, mais radiação ele emitirá e, portanto, sua cor tenderá para a cor Azul e, ao contrário para a cor vermelha devido ao seu comprimento de onda e frequência

Conteúdos	Ondulatória - Ondas eletromagnéticas Termometria e calorimetria- Intensidade luminosa
Metodologia	<p>1ª aula - Aula no laboratório da escola. Neste momento o professor poderá dispor de alguns materiais que possam ser aquecidos sem a possibilidade de toxicidade. Aquecendo estes materiais de compostos diferentes para verificar diferentes cores – radiação eletromagnética (figura 5). Podemos utilizar o próprio fogão que utiliza o gás GLP para verificar esta diferença.</p> <p>O professor também pode propor o aquecimento de ferro, cobre e alumínio, bem como o próprio gás GLP e, construir outra tabela ou mapa mental, mencionando os materiais e as cores emitidas, supondo a fonte sempre com a mesma potência.</p> <p>2ª aula – Aula expositiva organizando e corrigindo dúvidas junto aos alunos.</p> <p>Nesta aula deve-se discutir os dados levantados nas aulas anteriores, ajudando os que não conseguiram entendimento; melhorando ideias e conhecimento dos que avançaram. O intuito é tirar e elucidar as dúvidas sobre as propriedades e características básicas das ondas eletromagnéticas relacionando a sua devido a temperatura que o corpo possui. Assim será possível observar que as estrelas emitem cores diferentes por possuírem temperaturas diferentes. Sugerimos aqui também que o professor construa com os alunos um espectrômetro caseiro de baixo custo, conforme o vídeo a seguir:</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=QNJxLrH18A</p>
Recursos	<p>Quadro branco.</p> <p>Canetas para quadro branco.</p> <p>Laboratório de ciências equipado com bico de Bunsen, materiais de compostos diferentes como</p>

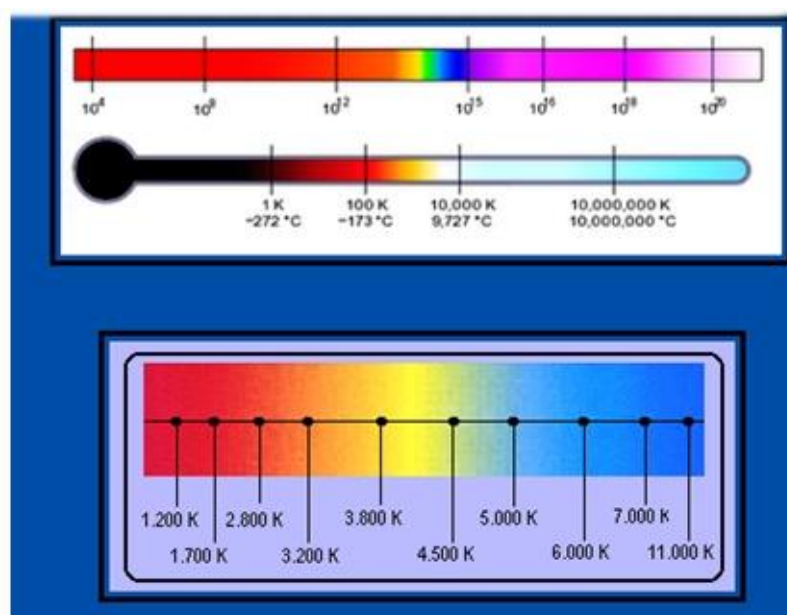
alumínio, cobre, entre outros). Neste trabalho utilizaremos um pedaço de cobre, um pedaço de ferro e um de alumínio.

Caneta, régua e papel.

Avaliação

Avaliação será baseada através da observação da interação e engajamento dos alunos. Também poderá ser sugerida a confecção de uma outra tabela (anexo IV) com os dados obtidos através da observação

Figura 5: Escala de temperatura de cor



Fonte: <http://acquaticos.blogspot.com/2010/06/temperaturas-de-cor-na-escala-kelvin.html>

Nesta sequência a sugestão é que o professor aplique a metodologia da sala de aula invertida [5] orientando os alunos a assistirem vídeos, lerem artigos, aulas e seminários, filmes e outras produções, como também manipular simuladores e, anotar e organizar todas as informações referentes a cor e temperatura, faixa de frequência e comprimento de onda, a posição no espectro eletromagnético, a observação deste espectro e tudo o que possa ser relacionado a natureza, tipo ,propagação e qualidades das ondas eletromagnéticas.

Tabela 4 – Plano de atividades a serem realizadas no segundo momento pedagógico sequência didática III.

Duração da atividade	2 aulas (mínimo 40 minutos cada aula)
-----------------------------	---------------------------------------

Objetivo geral	Relacionar os comprimentos de ondas e frequências obtidas nas tabelas com as cores do espectro eletromagnético.
Objetivos específicos	Reconhecer o espectro eletromagnético e saber relacionar as cores emitidas pelas estrelas na faixa do espectro de forma correta, verificando que as cores com maior frequência estão tendendo para o violeta e as de menores frequências para o vermelho e, da forma inversa o comprimento de onda diminui para o violeta e aumenta para o vermelho.
Conteúdos	Espectro eletromagnético Ondas eletromagnéticas Cores e o espectro
Metodologia	<p>1ª aula – Aplicação da metodologia da Sala de Aula Invertida.</p> <p>O professor irá propor aos alunos que pesquisem o espectro eletromagnético, desenhem ou coleem a imagem deste espectro no caderno. Relacione e encontre as faixas de frequências, relativas a quatro cores das Estrelas (Branca, Azul, Vermelha e amarela, conforme figura 6 e 7). Para a pesquisa os alunos poderão utilizar o simulador: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/blackbody-spectrum</p> <p>Bem como poderão assistir aos vídeos sugeridos abaixo:</p> <p>1) Radiação eletromagnética: https://www.youtube.com/watch?v=w21vHbbNXC8</p> <p>2) Radiação no Espectro da Luz Visível e Invisível https://www.youtube.com/watch?v=X48GwFHOWcU</p> <p>3) Cores: https://www.youtube.com/watch?v=GDN8Uyw1uRI&t=74s</p> <p>2ª aula – Organizando e corrigindo as tabelas junto com os alunos.</p> <p>Nesta aula discutiremos novamente os dados levantados nas aulas anteriores, ajudando os que não conseguiram</p>

fazer a tabela e melhorando aquelas já feitas, com o intuito de retirar e elucidar as dúvidas sobre as ondas eletromagnéticas relacionando estas com a emissão devido a temperatura que o corpo possui. Assim, poderemos observar que as estrelas emitem cores diferentes por possuírem temperaturas diferentes.

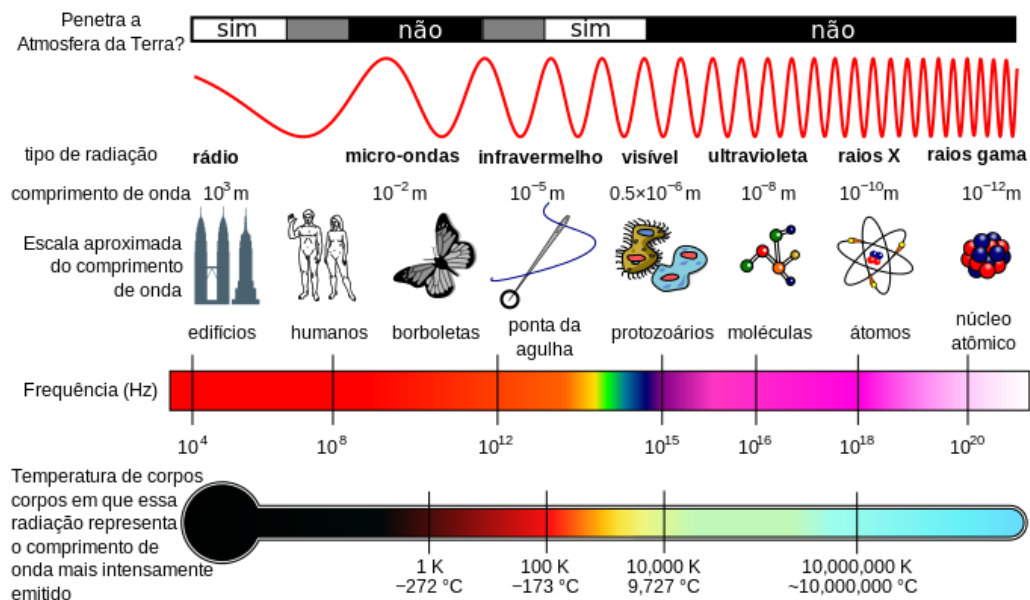
Recursos

Quadro branco.
 Canetas para quadro branco.
 Computadores com acesso a internet
 Projetor multimídia.
 Caneta.
 Régua.
 Papel.

Avaliação

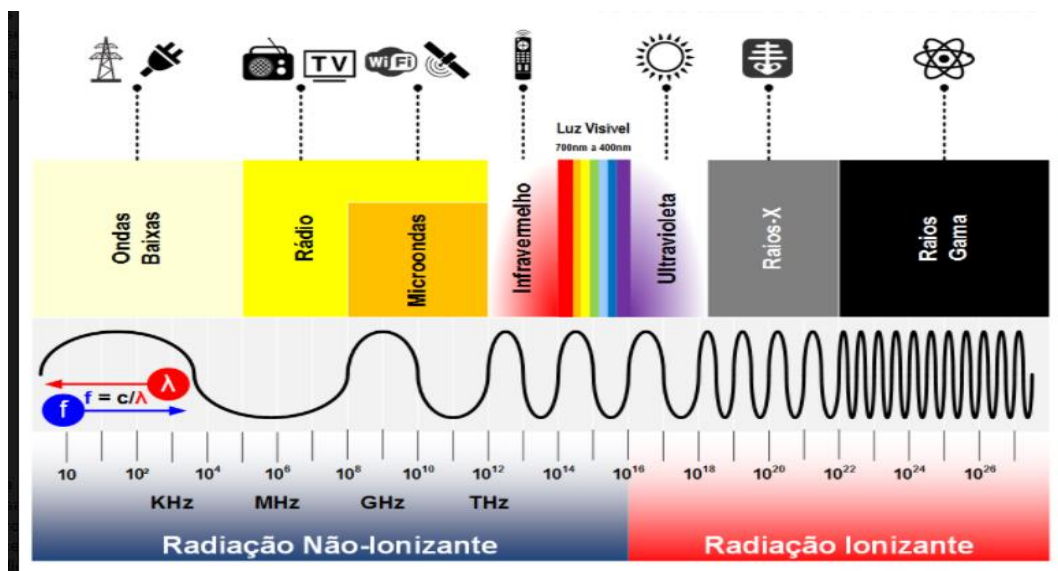
Avaliação será baseada através da observação da interação e engajamento dos alunos nesta etapa junto com a entrega da tabela corrigida.

Figura 6: Faixas de frequência das ondas eletromagnéticas.



Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Espectro_eletromagn%C3%A9tico

Figura 7: Faixas de frequência das ondas eletromagnéticas, demonstrando radiação ionizante e não-ionizante



Fonte: <http://labcisico.blogspot.com/2013/03/o-espectro-eletromagnetico-na-natureza.html>

Terceiro Momento Pedagógico – Aplicando o conhecimento

Essa é o momento final. Aqui espera-se que o aluno aplique o conhecimento através de aplicação dos comprimentos de ondas e frequências, temperaturas e cores, analisando o espectro eletromagnético da luz com o espectro de emissão de materiais.

Esse momento foi separado em duas etapas. Na etapa I (tabela 5) espera-se que promovendo o debate o aluno entenda e reconheça o espectro eletromagnético e suas aplicações cotidianas e tecnológicas relacionando as cores das Estrelas com seu espectro de emissão e, dos materiais e componentes utilizados em alguns equipamentos que se utilizem desta tecnologia.

Tabela 5 – Plano de atividades a serem realizadas no terceiro momento pedagógico.

Etapa I

Duração da atividade	1 aula (mínimo 40 minutos)
Objetivo geral	Relacionar os comprimentos de ondas e frequências obtidas nas tabelas com as cores do espectro eletromagnético
Objetivos específicos	Reconhecer o espectro eletromagnético e relacionar os aparelhos e tecnologias que utilizam das ondas eletromagnéticas para seu funcionamento verificando sua importância social, tecnológica e humana. Verificar e aplicar os

	conhecimentos em situações cotidianas ou não, desenvolvendo uma criticidade e desenvoltura na aplicação das ondas eletromagnética.
Conteúdos	Espectro eletromagnético Ondas eletromagnéticas Cores e o espectro
Metodologia	Nesta aula o professor irá discutir a devolutiva da sala de aula invertida mediando o conhecimento adquirido pelos alunos, posicionando-os em relação as aplicações das ondas em vários campos do conhecimento e do desenvolvimento científico e tecnológico, proporcionando a capacidade de distinguir as aplicações e utilizações das ondas eletromagnéticas e, relacionar as cores das estrelas com suas respectivas temperaturas.
Recursos	Quadro branco. Canetas para quadro branco. Computadores com acesso à internet Projektor multimídia. Caneta. Régua. Papel.
Avaliação	Avaliação através da observação da interação e engajamento dos alunos.

Na etapa II (tabela 6) será verificado se o método 3MPs foi eficaz, através da observação das aulas e nas avaliações e atividades promovidas ao longo da aplicação do método.

Tabela 6 – Plano de atividades a serem realizadas no terceiro momento pedagógico.

Etapa II

Duração da atividade	1 aula (mínimo 40 minutos)
Objetivo geral	Verificar o Aprendizado comparando as avaliações e o processo formativo.
Objetivos específicos	Verificar se a metodologia dos 3 momentos pedagógicos é capaz de engajar os alunos para

	uma proposta de aula nas aulas de Física do ensino básico.
Conteúdos	Espectro eletromagnético Ondas eletromagnéticas Cores e o espectro
Metodologia	Aula para Avaliação Formativa. Nesta aula o professor irá aplicar uma avaliação com questões dissertativas e/ou objetivas a fim de verificar se houve aprendizado com significado; através da evolução e da observação das aulas, como também, através da comparação da avaliação diagnóstica e final.
Recursos	Caneta. Régua. Papel.
Avaliação	Avaliação formativa com questões objetivas conforme anexo V

Após a avaliação final e todo o registro feito pelo professor, este poderá verificar se houve ou não engajamento na aplicação do método e, se ele pode propiciar melhor aprendizagem dos conceitos aplicados.