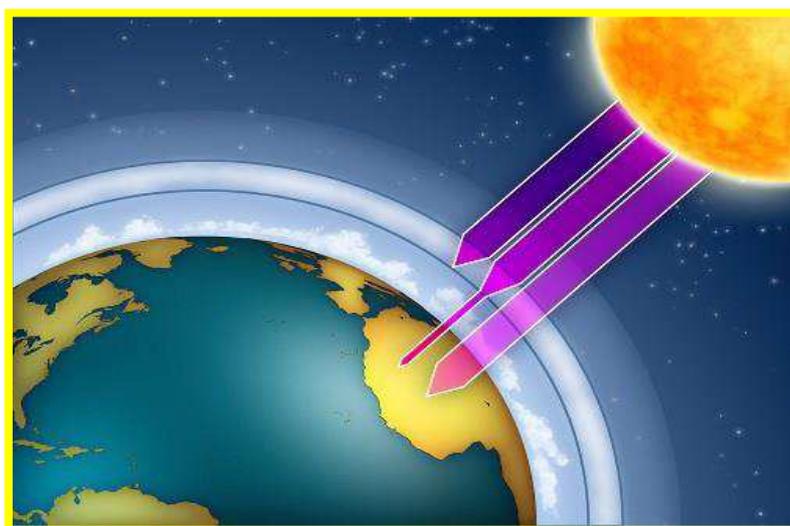


MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

Produto Educacional



**SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA ABORDAGEM
EM FÍSICA SOBRE RADIAÇÕES SOLARES
DO TIPO ULTRAVIOLETA E FOTOPROTEÇÃO**

ANTONIO CARLOS DE OLIVEIRA

São Cristóvão
Dezembro de 2019

APRESENTAÇÃO

Caro professor,

O Produto Educacional aqui apresentado é fruto do trabalho de dissertação sob a orientação da professora Divanília do Nascimento Souza, do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional em Física (MNPEF), polo 11, da Universidade Federal de Sergipe. O título da dissertação que motivou este produto é “SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA ABORDAGEM EM FÍSICA SOBRE RADIAÇÕES SOLARES DO TIPO ULTRAVIOLETA E FOTOPROTEÇÃO”.

Este produto está pautado em uma Sequência Didática (SD) para a aprendizagem do Espectro de Emissão da Radiação de Ondas Eletromagnéticas, em especial as radiações ultravioletas sua interação com algumas matérias e interferência na saúde do homem. Além disso, foi direcionado para alunos do terceiro ano do Ensino Médio, considerando o conteúdo programático para essa série e seus pré-requisitos.

A SD está composta por um conjunto de atividades que são: Apresentação de slides e vídeo, explanação de conteúdo, aplicação de questionários, montagem de espectrofotômetros artesanais e medidas de transmitância e absorção da RUV em fotoprotetores.

A Sequência Didática proposta para este produto pode ser desenvolvida em cinco encontros, com cada encontro composto por duas aulas, no total de 10 aulas. O tempo aproximado para cada aula previsto para esse produto foi de 35 minutos, tempo tomado com base na aplicação do produto. Os encontros representam momentos que variam em quantidade de acordo com as atividades programadas. Caso o professor disponha de aulas com duração de 45 ou 50 minutos, por exemplo, ele pode reorganizar a distribuição da Sequência Didática em função do tempo disponível, reduzindo o número de encontros ou aulas, desde que sejam mantidos o objetivo e o aproveitamento de cada encontro.

O método utilizado para a aplicação da Sequência está baseado numa abordagem Ciência, Sociedade e Tecnologia (CTS), com temas relacionados às radiações, em particular as radiações solares do tipo ultravioleta, considerando

suas interferências na saúde das pessoas, incluindo os riscos, benefícios e cuidados que devem ser tomados para proteção contra os riscos relacionados à exposição a esse tipo de radiação, além das tecnologias envolvidas. Serão também considerados os conhecimentos já existentes nos alunos, provenientes da sua vivência seja na escola, em casa ou no seu convívio social, donde o aluno absorve informações sobre fenômenos naturais que, de maneira direta ou indireta, interferem e influenciam na vida das pessoas. Portanto, a nossa proposta é relacionar todo esse conjunto de conhecimentos e traços da formação cultural já existente nos alunos aos conceitos da Física envolvidos nesses fenômenos.

Na Sequência Didática, é prevista uma abordagem sobre ondas eletromagnéticas e suas características (comprimento de onda e frequência), espectro de emissão da radiação eletromagnética, considerações conceituais sobre a energia do fóton e interação da radiação com a matéria. São apresentados também os procedimentos da montagem de um espectrofotômetro artesanal com materiais de fácil aquisição para ser utilizado em experimentação com os alunos, de modo a avaliar o grau de transmitância de materiais fotoprotetores.

O professor poderá conduzir as discussões de modo a estimular o máximo possível a interação com os alunos. Com isso, espera-se que as atividades da Sequência Didática motivem debates em sala. Pretende-se, portanto, de maneira objetiva e prática, fazer deste produto uma ferramenta acessível e factível aos colegas professores que queiram aplicá-lo em suas aulas.

Antonio Carlos de Oliveira

Sumário

1 DISTRIBUIÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA POR ETAPAS.....	v
1.1 Encontro 1 - Sobre a radiação violeta e seus efeitos.....	v
1.2 Encontro 2 – Ondas eletromagnéticas e o espectro de emissão da radiação	xi
1.3 Encontro 3 – Conceito de energia e atuação dos fotoprotetores.....	xix
1.4 Encontro 4 - O Espectrofotômetro, seus componentes e construção.....	xxiv
1.5 Encontro 5 – Medidas com fotoprotetores.....	xxxi
2 CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	xxxviii

1. DISTRIBUIÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA POR ETAPAS

O quadro a seguir apresenta um resumo da sequência didática, com a descrição das atividades de cada momento dos encontros, o objetivo desses momentos e o tempo previsto para a execução deles.

Encontro/ Momento	Atividade	Objetivo	Duração prevista
1/1	Imagens e Vídeo sobre radiações UVA e UVB e debate sobre o vídeo.	Relacionar conhecimentos do cotidiano do aluno sobre a RUV aos conceitos físicos elementares.	20 min.
1/2	A radiação solar.	Conhecer características da radiação solar sobre a terra.	15 min.
1/3	Aplicação do questionário 1 e debate sobre as questões.	Relacionar os conhecimentos prévios aos conceitos apresentados.	35 min.
2/1	Revisão sobre ondas e espectro eletromagnético.	Apresentar características das diferentes bandas de emissão da radiação eletromagnética.	45 min.
2/2	Aplicação do questionário 2 e debate.	Verificar e aprimorar o conhecimento sobre o espectro eletromagnético.	25 min.
3/1	Conceitos sobre energia.	Apresentar o conceito de energia.	30 min.
3/2	Como os fotoprotetores atuam?	Conhecer a interação entre o fotoprotetor e a RUV.	20 min.
3/3	Aplicação do questionário 3 e debate.	Verificar e aprimorar o conhecimento sobre o espectro eletromagnético.	20 min.
4/1	O espectrofotômetro e seus componentes.	Conhecer elementos e aplicações do espectrofotômetro.	20 min.
4/2	Montagem do protótipo do espectrofotômetro.	Conhecer a elaboração e o funcionamento do espectrofotômetro.	50 min.
5/1	Medidas com fotoprotetores e debate e discussões finais.	Realizar medidas para verificar a interação da RUV com o fotoprotetor.	70 min.

Quadro 1. Resumo dos Encontros.

1.1 Encontro 1 – Sobre a radiação ultravioleta e seus efeitos

Sugere-se ao professor reservar um momento antes do início da aplicação do produto para um diálogo com os alunos sobre a proposta e seus objetivos,

etapas, conceitos físicos, aspectos sociais envolvidos e metodologia aplicada. Sugere-se, ainda, uma troca de comentários com os alunos para que eles possam falar das expectativas para o novo trabalho.

No primeiro encontro, serão dois objetivos específicos a seguir: o primeiro é identificar nos alunos, de modo geral, ideias e conhecimentos adquiridos no cotidiano através dos meios de comunicação e da escola; o segundo é torná-los capazes de apresentar seus conhecimentos e dúvidas através dos debates, aprimorando seus conhecimentos sobre o tema abordado.

Planejamento do 1º Encontro – Duração 70 min.

1º momento: Apresentação do vídeo e debate – 20 min.

Inicialmente, é apresentado o vídeo “A importância do filtro solar”, disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=QY57UcEZAB4&t=39s>. Com esse vídeo com duração de 4 min, o professor poderá apresentar informações elementares sobre as características das radiações UVA e UVB e as intervenções dessas radiações nas diferentes camadas da pele, como efeitos benéficos e maléficos, além de identificar as radiações (UVA e UVB) que causam ardência, queimaduras e bronzeamento. O vídeo apresenta ainda, outros malefícios e benefícios da radiação solar sobre a pele, orientação quanto às instruções relativas ao Fator de Proteção Solar (FPS) constantes no rótulo das embalagens dos protetores, alguns acessórios que diminuem os efeitos à exposição dessas radiações e horários diários de maior e menor incidência das radiações.

A **figura 1** mostra algumas capturas de imagens do vídeo apresentado.

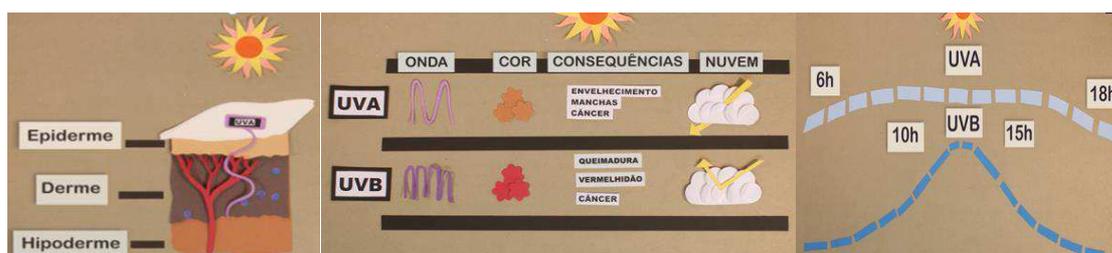


Figura 1. Penetração e características da UV.

Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=QY57UcEZAB4&t=39s>.

O vídeo não apresenta, necessariamente, informações embasadas em conceitos físicos mais aprofundados sobre a radiação ultravioleta, mas apresenta uma noção sobre algumas características físicas e faz um alerta sobre os riscos das radiações solares para a saúde e a importância do uso do protetor solar para minimizar os efeitos da radiação. Portanto, o vídeo propõe uma abordagem que relaciona Ciência, Tecnologia e Sociedade, de modo a atrair a atenção do aluno e estimulá-lo a relacionar seus conhecimentos adquiridos na disciplina de Física do segundo ano e nas informações obtidas no cotidiano.

Vale ressaltar que, por se tratar de um vídeo de acesso público disponível na internet, existe a possibilidade de ficar indisponível a qualquer momento, portanto pode ser substituído por outro vídeo de conteúdo e tempo de duração semelhantes.

Debate com comentários e perguntas sobre o vídeo

O objetivo dessa discussão é gerar um vínculo com os alunos para despertar um maior interesse no decorrer de toda a sequência e observar a relação entre as informações transmitidas pelo vídeo e as informações já existentes nos alunos, bem como a visão crítica sobre o tema, em especial a conscientização sobre os riscos das radiações ultravioleta sobre a saúde do homem.

Inicialmente, pode ser solicitado aos alunos que façam comentários sobre as informações vistas no vídeo e que, espontaneamente, comentem ou façam perguntas sobre o tema abordado.

Seguem alguns pontos relevantes tratados no vídeo que podem ser explorados no debate com os alunos:

- Principais diferenças físicas entre as radiações UVA e UVB;
- Interações dessas radiações sobre a pele humana;
- Diferentes camadas da pele atingida pela RUV;
- Benefícios e malefícios da radiação solar sobre a pele;
- Quais radiações provocam os diferentes efeitos na pele, como ardência e bronzeamento;

- Importância do uso do protetor solar e de acessórios que diminuem os efeitos das radiações solares (RUV);
- Orientação quanto à escolha do Fator de Proteção Solar (FPS), a partir de informações constantes nos rótulos das embalagens dos protetores solares (fotoprotetores);
- Horários diários de maior e menor incidência das radiações.

Algumas perguntas que podem ser lançadas durante o debate.

- ✓ Quais os diferentes efeitos causados pelas radiações UVA e UVB, respectivamente?
- ✓ Por que usar o protetor solar?
- ✓ O fator de proteção solar (FPS) tem relação com a radiação UVA ou somente com a UVB?
- ✓ Já perceberam que na praia, mesmo na sombra, é possível ficar com a pele “avermelhada” e até pegar um bronze?
- ✓ Alguém já teve os braços bronzeados quando expostos ao sol, mesmo usando camisa de manga longa?
- ✓ Qual a diferença entre bronzeamento natural e artificial?

A partir dessa discussão, o professor poderá observar melhor reação dos alunos causadas pelas informações transmitidas pelo vídeo em relação as informações vivenciadas na discussão.

2º momento: Breve abordagem sobre radiação solar – 15 min.

O objetivo desse momento é ampliar as informações sobre o sol com dados mais específicos, como a radiação solar incidente sobre a terra e seus efeitos. Apresentação de imagens e textos curtos com informações sobre a radiação solar, seus efeitos sobre a camada terrestre, percentuais de incidência da RUV em relação às demais radiações, percentuais entre a UVA e a UVB, o papel da camada de ozônio, a absorção e reflexão da radiação nas nuvens e em diversas superfícies terrestres, como areia, neve, geleiras, água, matas, cidades

e outros. É importante também tratar brevemente sobre o ângulo Zenital e sua interferência na intensidade da radiação solar sobre a Terra.

3º momento: Aplicação do questionário 1 e debate – 35 min.

O objetivo desse questionário (Apêndice 3) é fazer o registro do conhecimento dos alunos sobre os temas até o momento abordados e dos conhecimentos que os alunos trazem do cotidiano, bem como dos conhecimentos adquiridos nas séries anteriores, ou seja, verificar os conhecimentos já existentes nos alunos sobre os riscos decorrentes da exposição aos raios solares, além da importância do uso do protetor solar.

Alguns pontos tratados nas questões:

- Diferentes tipos de radiações emitidas pelo sol e suas interferências na saúde do homem;
- Obstáculos para as radiações, em particular as ultravioletas;
- O significado de FPS (Fator de Proteção Solar) apresentado nos protetores solares, como são aplicados e seu efeito restrito à radiação UVB;
- Quais fatores naturais reduzem a incidência da radiação UVA e UVB sobre a Terra.

Esse questionário exige uma escrita mais contextualizada por parte dos alunos. Os últimos quinze minutos (aproximadamente) do momento podem ser utilizados para um debate sobre o questionário, em que os alunos podem comentar sobre suas respostas e ampliar as informações.

QUESTIONÁRIO 1

- 1) *Hoje você conheceu um pouco mais sobre as radiações UVA e UVB. Você pode comentar uma diferença entre essas duas radiações?***

Comentário: Tem como objetivo estimular os alunos a manifestarem seus conhecimentos adquiridos no cotidiano através dos veículos de comunicação, fazendo uma associação com as informações contidas no vídeo e nas discussões em sala ocorridas após a apresentação do vídeo. Não há nessa questão a intenção de avaliar, necessariamente, o nível de conhecimento sobre os conceitos físicos.

- 2) ***Os meios de comunicação através de campanhas de conscientização tentam convencer as pessoas sobre os cuidados que devem ter com a pele e com os olhos diante das radiações solares, principalmente nos momentos de maior intensidade. Qual faixa do espectro de emissão da radiação solar pode gerar riscos à saúde? Cite um problema causado por essa radiação sobre o ser humano.***

Comentário: Essa questão colabora na verificação da capacidade do aluno em diferenciar os tipos de radiações emitidas pelo sol e qual radiação tem interferência benéfica ou maléfica na saúde do homem. Um dos vieses desta dissertação é o senso crítico-social relacionado ao tema das RUV, que entra como uma das bases para a construção dos conceitos físicos. Dessa forma, pretende-se criar uma relação entre o conhecimento prévio do aluno e as informações passadas e discutidas nos dois momentos anteriores.

- 3) ***Podemos observar em nosso dia a dia que algumas pessoas tentam se proteger do sol usando blusas de manga longa, chapéus, óculos e outros acessórios com indicação sobre a proteção contra as radiações ultravioleta. Você acredita que roupas normais como as que estamos vestindo, sombreros (sombrinhas e guarda-chuva ou guarda-sol), óculos falsificados e outros são capazes de proteger sua pele e seus olhos das radiações UV? Comente sua afirmativa.***

Comentário: A proposta dessa questão é verificar se o aluno tem o entendimento de que a radiação ultravioleta não pode ser barrada por qualquer tipo de obstáculo e verificar se há um conflito muito comum entre os alunos, de relacionar a ação da RUV com a ação da luminosidade solar, ou seja, confundir a RUV com a radiação visível.

- 4) ***De que maneira os fotoprotetores agem na proteção da pele contra as radiações ultravioleta?***

Comentário: O objetivo dessa questão é verificar o conhecimento dos alunos principalmente quanto às informações passadas nas atividades anteriores e nas informações do cotidiano do aluno e, ainda, despertar sobre a existência de fatores que promovem uma ação específica dos fotoprotetores diante da incidência das RUV.

- 5) ***Sobre o fator de proteção solar (FPS), o que representam os números (10, 15, 30, 40...) que aparecem nas embalagens dos cremes protetores solares?***

Comentário: Essa questão tem como objetivo discutir sobre o FPS (Fator de Proteção Solar), uma sigla muito usada quando se fala em fotoprotetor, porém seu verdadeiro sentido não é traduzido corretamente. Essa questão buscou conhecer o grau de discernimento dos alunos quanto à aplicação do fator de proteção solar, importante para as etapas seguintes sobre o papel do FPS e sua relação com a UVB.

6) Sobre a radiação Ultravioleta, responda:

- a) *Em dias nublados, devemos abrir mão do uso do protetor solar e de óculos com proteção contra RUV?*
- b) *A não incidência direta da luz solar sobre a pele garante o bloqueio das radiações ultravioleta? Comente suas respostas.*

Comentário: Questão elaborada com o objetivo de identificar nos alunos conhecimentos sobre informações passadas no vídeo a respeito do bloqueio parcial que a radiação sofre ao passar pelas nuvens e ainda sobre a reflexão e refração da luz.

Planejamento do 2º encontro – 70 min.

1.2 Encontro 2 – Ondas eletromagnéticas e Espectro de emissão da radiação

Esse encontro tem como objetivo fazer uma revisão dos conceitos sobre ondas eletromagnéticas e espectro de emissão das radiações eletromagnéticas, fundamentais para a aplicação das próximas etapas desta SD.

Esse encontro pode ser suprimido da SD caso o conteúdo sobre o tema citado já tenha sido aplicado e caso o professor julgue como não necessário.

1º momento: Revisão sobre ondas eletromagnéticas e espectro de emissão da radiação – 45 min.

Apresentar, utilizando a ferramenta PowerPoint ou similar, imagens e textos que contemplem conceitos e aplicações sobre as ondas eletromagnéticas como, frequência, comprimento de onda, velocidade de propagação, energia, reflexão e refração da luz. Pode-se utilizar uma folha impressa como material de apoio em que constem as informações apresentadas. Esse material poderá também servir de apoio na resolução do questionário na próxima etapa.

A onda eletromagnética

Segundo Maxwell, a partir de um dipolo elétrico oscilante, temos um campo magnético (CM) variável, gerando um campo magnético induzido, bem

como um campo elétrico (CE) variável que gera um campo magnético induzido, como ocorre nas antenas, ou por meio do salto de elétrons entre diferentes camadas orbitais. Entre algumas das suas aplicações estão o rádio, a televisão, as telecomunicações em geral, os aparelhos de raios X etc. (STEFANOVITS, 2013).

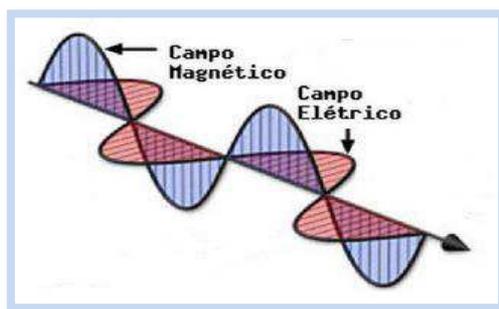


Figura 2. Oscilação dos campos elétrico e magnético de uma onda eletromagnética.
Fonte: <https://asofrequencias.webnode.pt/news/ondas-electromagneticas/>. Acesso em: 10 dez. 2019.

A velocidade de propagação de uma onda eletromagnética no vácuo foi proposta por Maxwell através da equação:

$$c = \sqrt{\frac{1}{\epsilon_0 \mu_0}} \quad (1)$$

Nessa equação, se conhece ϵ_0 como a permissividade elétrica do vácuo: $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \frac{C^2}{N.m^2}$, e μ_0 como a permeabilidade magnética no vácuo: $\mu_0 = 1,26 \times 10^{-6} \frac{T.m}{A}$. Portanto, substituindo os valores de ϵ_0 e de μ_0 em (2.1), encontramos a velocidade: $c = 3,0 \times 10^8 \frac{m}{s}$, valor igual ao da velocidade da luz no vácuo. Tal resultado levou Maxwell a concluir que radiação luminosa é também uma onda eletromagnética.

A distância entre dois pontos correspondentes do campo elétrico e na mesma correspondência no campo magnético de uma mesma onda é chamada de comprimento de onda, representada pela letra grega lambda (λ).

$$\lambda = c.T \quad (2)$$

Período (T) é o intervalo de tempo necessário para a onda percorrer um ciclo completo equivalente ao seu comprimento da onda e tem como unidade pelo S.I. o segundo (s) e pode ser dado como o inverso da frequência. Portanto, frequência (f) é o número de ciclos realizados por uma onda no intervalo de tempo de um segundo e pode ser dado pelo inverso do período.

$$f = \frac{1}{T} \quad (3)$$

Substituindo 2.2 em 2.3, obtemos a equação fundamental da ondulatória:

$$c = \lambda \cdot f \quad (4)$$

As unidades de comprimento de onda usadas para as ondas eletromagnéticas com valores de λ , na ordem de grandeza pequena, são o angstrom (Å) e o micron (μ), onde: $1\mu = 10^{-6}$ m e $1 \text{ \AA} = 10^{-9}$ m (TIPLER; MOSCA, 2009).

O espectro eletromagnético

À classificação por banda de frequência e comprimento da radiação eletromagnética é dado o nome de espectro eletromagnético. Todas as ondas eletromagnéticas que constituem esse espectro de radiação propagam-se no vácuo com a velocidade da luz ($c = 3,0 \times 10^8$ m/s) (HALLIDAY; RESNICK, 2012). A **figura 1.3** mostra o espectro eletromagnético com valores de energia, comprimento de onda e frequência.

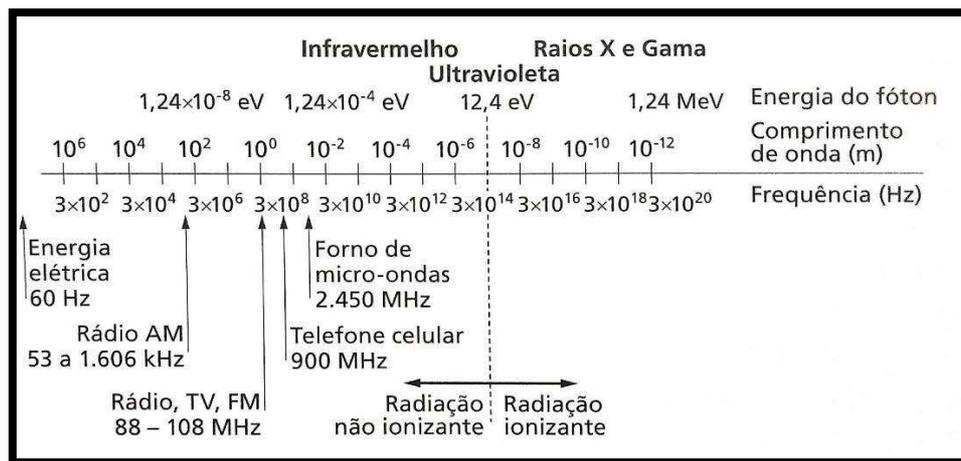


Figura 3. Espectro Eletromagnético.

Fonte: OKUNO, Emico; YOSHIMURA, Elisabeth Mateus. **Física das radiações**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. Acesso em: 16 ago. 2019.

A **figura 4** mostra no espectro eletromagnético uma relação de proporcionalidade relativa entre comprimento de onda e frequência.

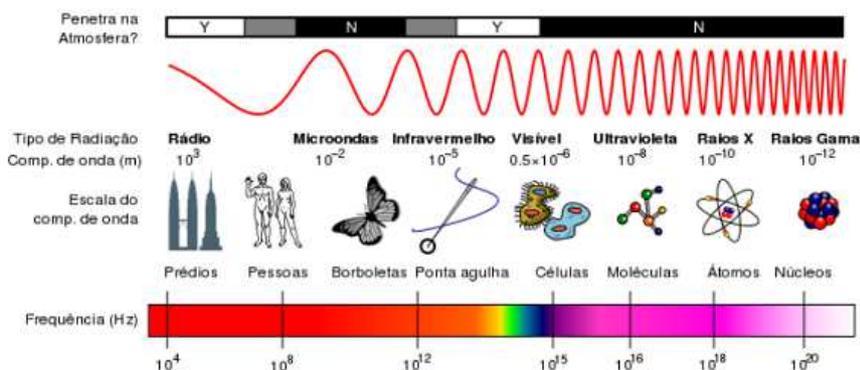


Figura 4. Espectro Eletromagnético ilustrativo.

Fonte:

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Espectro_Eletromagn%C3%A9tico.png. Acesso em: 16.08.2019.

Com base na figura acima, iniciando da direita para esquerda, em sequência, com as radiações de maior frequência, temos:

- ✓ **Raios gama:** Possuem alta energia e são gerados quase sempre por elementos radioativos através das reações no núcleo do átomo. São utilizados no tratamento contra células doentes em dosagens extremamente pequenas e controladas (STEFANOVITS, 2013).

- ✓ **Raios X:** Na medicina essa radiação tem ampla aplicação, por exemplo em diagnósticos como fraturas, tumores e outros, através de radiografias e tomografias, e pode também ser usada como forma de tratamento (STEFANOVITS, 2013).
- ✓ **Raios ou radiação ultravioleta (RUV):** Também chamada de luz negra, cuja principal fonte geradora é o sol (STEFANOVITS, 2013).

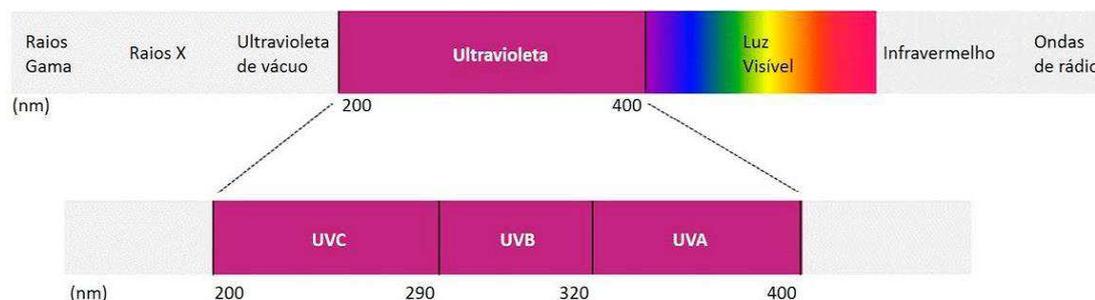


Figura 5. Região do espectro abrangida pela radiação ultravioleta.

Fonte: <https://www.dermatologiaesaude.com/images/eletromagnetico.jpg>. Acesso em: 18 ago. 2019.

A radiação ultravioleta tem diversas aplicações, como eliminação de bactérias em ambientes como salas cirúrgicas, ambientes para armazenamento de produtos esterilizados e outros.

Os efeitos das radiações UV sobre a pele estão atrelados a alguns fatores, tais como comprimentos de onda dessas radiações, características intrínsecas da pele, tempo de exposição ao sol, horário da exposição, clima da região, estação do ano e altitude (FLOR, DAVOLO; CORREA, 2007).

A radiação ultravioleta atinge o DNA portador das informações genéticas da célula e interage com ele, atingindo o material genético e comprometendo a capacidade de imunidade da pele (RANGARAJAN; ZATS, 2003).

- ✓ **Radiação visível:** É a única faixa de luz que os seres humanos podem enxergar. Composta por apenas uma estreita faixa do espectro, localizada entre o infravermelho e o ultravioleta. A **figura 6** mostra a faixa de comprimento de onda que o olho humano é capaz de observar (STEFANOVITS, 2013).

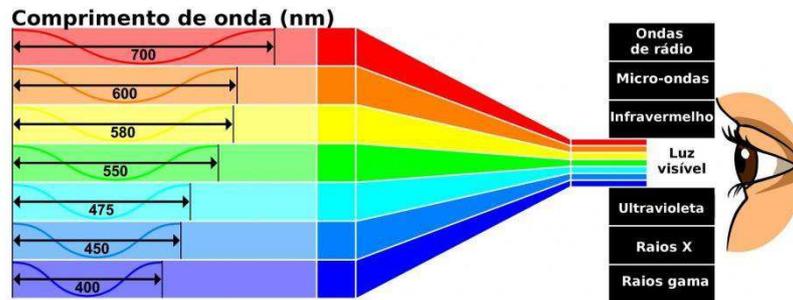


Figura 6. Região da luz visível.

Fonte: <https://brasilescola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-infravermelho.htm>. Acesso em 18 ago. 2019.

- ✓ **Radiação infravermelha:** Possui frequência menor que a última da faixa do visível; por esse motivo, não pode ser percebida pelo olho humano. Muito utilizada em equipamentos de visão noturna, controles remotos, sensores de segurança e outros. Gerada pelas vibrações moleculares com oscilações em cargas elétricas que constituem o átomo, por isso são também chamadas de ondas de calor (STEFANOVITS, 2013).
- ✓ **Micro-ondas:** As micro-ondas têm maior frequência que as ondas de rádio, portanto conseguem transportar uma maior quantidade de informações no mesmo intervalo de tempo. Por esse motivo, são usadas na transmissão entre satélites e a Terra. Algumas aplicações das micro-ondas são os radares utilizados na localização de aeronaves e navios e no mapeamento terrestre e marítimo. Uma aplicação muito comum é na fabricação de fornos de micro-ondas (STEFANOVITS, 2013).
- ✓ **Ondas de rádio:** São mais comumente utilizadas em transmissões radiofônicas e telecomunicações, mas também em satélites meteorológicos e controles remotos. As principais fontes geradoras desse conjunto de onda são as emissoras de rádio, a TV e o sol (STEFANOVITS, 2013).

2º momento: Aplicação do segundo questionário e debate – 25 min.

O questionário 2 (ver Apêndice 4) tem o objetivo de verificar nos alunos o grau de conhecimentos sobre ondas eletromagnéticas e espectro de emissão da radiação solar, importantes para a próxima etapa da SD, que trata da interação das ondas eletromagnéticas das RUV nos dispositivos fotoprotetores.

Ondas eletromagnéticas, normalmente, é um tema em que os alunos apresentam dificuldades de abstração, portanto, nesse questionário, a relação do tema com o cotidiano dos alunos aparece de modo mais discreto por se tratar de fenômenos físicos “invisíveis” aos olhos, apesar de seus efeitos estarem intensamente presentes na vida de todos. A seguir, será apresentado o questionário 2.

Alguns pontos tratados nas questões:

- Diferentes características entre ondas mecânicas e eletromagnéticas;
- Quais elementos definem a separação das faixas espectrais, como comprimento de onda e frequência;
- Fatores relacionados aos diferentes níveis de energia das faixas espectrais;
- Características das diferentes radiações do espectro.

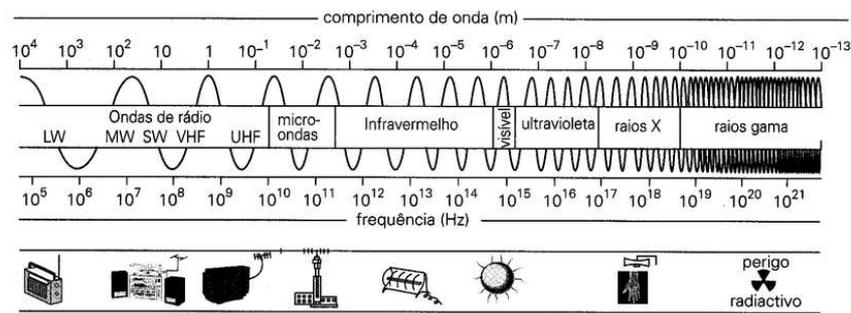
QUESTIONÁRIO 2

- 1) ***Alguns elementos fazem parte do estudo das ondas, como: frequência, período, comprimento de onda, amplitude, velocidade e meio de propagação. Esses conceitos são comuns para as ondas mecânicas e eletromagnéticas. Quais as principais características diferem esses dois tipos de ondas? Comente sua resposta.***

Comentário: Questão clássica que busca verificar o entendimento do aluno quanto às principais características das ondas eletromagnéticas. A solicitação para o comentário da resposta tem a função de permitir ao aluno que ele complemente a sua resposta com informações que julgue necessário, podendo ser em relação aos conceitos físicos ou ainda em relação a fatores do cotidiano.

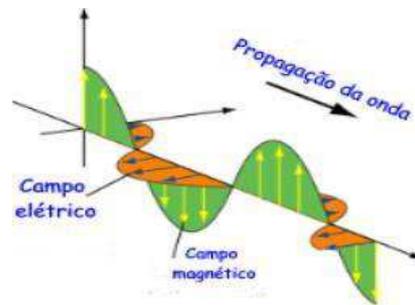
- 2) ***Quais dos três elementos: frequência, período ou amplitude, definem e classificam as bandas do espectro de emissão da radiação eletromagnética? Como complemento, faça um esboço da onda representando esses principais elementos.***

Comentário: Uma questão relativamente simples que busca criar de maneira consistente o entendimento do aluno sobre os elementos que definem a separação e a classificação das raias espectrais, fundamental para a compreensão dos diferentes efeitos e níveis de energia do espectro. A figura pode auxiliar na visualização dos alunos quanto à relação de proporção inversa entre frequência e comprimento de onda e quanto à distribuição e classificação das raias espectrais.



Fonte: www.researchgate.net/figure/Figura-1-Espectro-eletromagnético-Fonte-Ref-10_fig1_262651351.

- 3) **As radiações eletromagnéticas são compostas por dois campos defasados entre si em 90°, um campo elétrico e um campo magnético, como mostra a figura abaixo:**



Fonte:

www.rc.unesp.br/showdefisica/99_Explor_Eletrizacao/paginas%20htmls/Ondas%20eletromagn.htm

Cite três aplicações que você conhece no seu dia a dia que utilizam ondas eletromagnéticas.

Comentário: Questão simples com o objetivo de verificar o entendimento dos alunos sobre as aplicações das ondas eletromagnéticas no cotidiano, seja nos meios tecnológicos, seja na própria natureza. A figura pode auxiliar o aluno na idealização da resposta.

- 4) **Complete os espaços abaixo:**
As ondas eletromagnéticas se propagam no _____, transportando _____ e não matéria.

Comentário: Comumente, muitos alunos compreendem o termo “transportar”, aplicado ao conceito de energia, como o transporte de algo material. A questão tem o objetivo de colaborar no aprendizado do aluno sobre o modo de propagação das ondas eletromagnéticas.

- 5) **A radiação eletromagnética depende de meio material para ser transportada? Você pode nos ajudar justificando sua resposta?**

Comentário: Questão complementar à anterior (Questão 4) com o objetivo de verificar e colaborar nos alunos o conhecimento sobre o modo de propagação das ondas eletromagnéticas e sua independência com o meio material.

6) ***A radiação solar está ativamente presente em nosso dia a dia. Relacione os itens abaixo com as características do espectro da radiação solar citadas mais abaixo:***

V. Aquecimento ();

VI. Luminosidade ();

VII. Ardência e queimadura na pele ();

VIII. Bronzeamento da pele ().

Características:

a- Espectro visível;

b- Radiação UVA;

c- Radiação infravermelha;

d- Radiação UVB.

Comentário: Questão simples com o objetivo de ajudar o aluno no entendimento e discernimento entre as características e os efeitos das diferentes radiações do espectro.

Debate sobre o questionário

O questionário pode ser disponibilizado em PowerPoint ou outros formatos e aberta uma discussão sobre as questões. Esse debate permite ao aluno revisar suas respostas, melhorando o aprendizado.

Planejamento do 3º encontro – 70 min.

1.3 Encontro 3 – Conceito de energia e atuação dos fotoprotetores

Nesse encontro, o professor pode abordar tópicos sobre energia, suas diversas formas, fontes geradoras, transformações, elementos, fórmulas e outros, sempre de modo contextualizado e buscando relações com o cotidiano. Além disso, é importante apresentar elementos químicos presentes na composição dos fotoprotetores, responsáveis pela interação com a radiação ultravioleta.

1º momento: Conhecendo os conceitos de energia – 30 min.

Utilizar PowerPoint e folha impressa para ser entregue aos alunos com texto e questões. Devem ser abordados tópicos sobre energia, como diversas formas da energia, fontes geradoras, transformações de unidade, fórmulas, níveis de energia, a constante de Planck, cálculo da frequência e da energia em função do comprimento de onda, além de questões para serem resolvidas em sala de aula. As imagens (Figuras 7, 8 e 9) abaixo consecutivamente, ou outras imagens com esse contexto, podem ser apresentadas com o objetivo de ajudar os alunos na compreensão sobre a transição de fótons entre diferentes níveis energéticos.

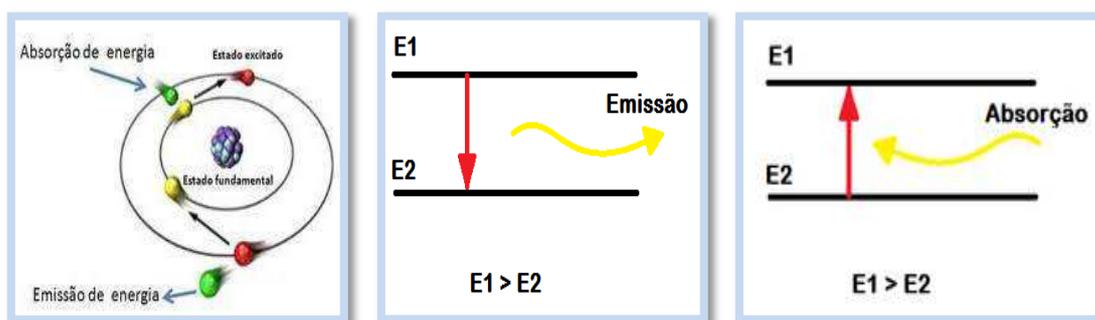


Figura 7. Absorção e emissão de energia. **Figura 8.** Absorção de energia. **Figura 9.** Emissão de energia.

Fonte: <https://www.infoescola.com/quimica/explicacao-em-bohr-para-o-teste-da-chama/>. Acesso em: 12 out. 2019.

2º momento: Como os fotoprotetores atuam – 20 min.

Utilizando recursos midiáticos, apresentar conceitos elementares sobre o processo de filtração e/ou bloqueio físico e químico da radiação ultravioleta nos fotoprotetores, através dos componentes químicos utilizados e da interação entre a radiação em função do comprimento de onda e da matéria, a radiação UV. A **figura 10** pode ser apresentada dentre outras imagens para ilustrar o conteúdo, mostrando o comportamento da RUV sobre fotoprotetores. A imagem da esquerda mostra a atuação por reflexão ou efeito físico através do dióxido de titânio e óxido de zinco e a imagem da direita mostra a atuação da absorção e da reflexão parcial.

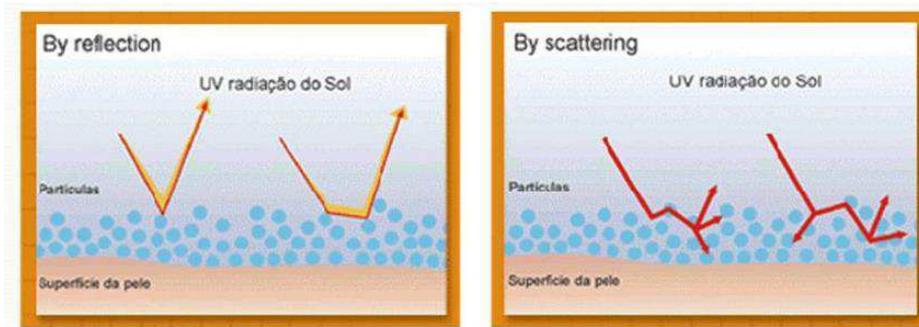


Figura 10. Reflexão e espalhamento da RUV pelo fotoprotetor.
 Fonte: <https://www.slideshare.net/COMASTRI/fotoprotetor>.

3º momento: Aplicação de questionário 3 e debate – 20 min.

O questionário 3 (ver Apêndice 5) contém quatro questões objetivas de múltipla escolha, visando explorar informações mais voltadas aos conceitos físicos relacionados às energias das RUV. Sugere-se ao professor acrescentar o número de questões relativas ao tema caso julgue necessário.

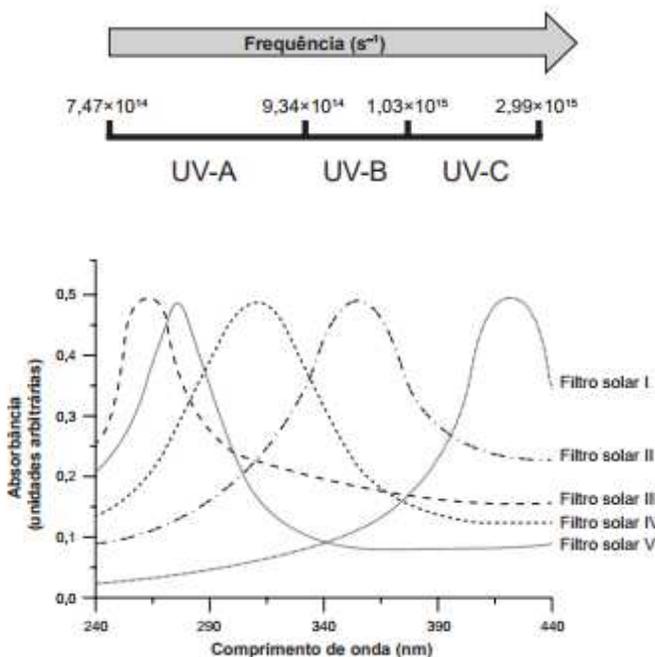
Alguns pontos tratados nas questões:

- Identificação das subfaixas da RUV em função do comprimento de onda;
- Identificação de características físicas da RUV em função do comprimento de onda;
- Identificação da ordem crescente de energia das RUV em função de alguns efeitos sobre a pele;
- Características das diferentes radiações do espectro em função de alguns efeitos sobre os seres vivos.

QUESTIONÁRIO 3

Questão 1

A radiação ultravioleta (UV) é dividida, de acordo com três faixas de frequência, em UV-A, UV-B e UV-C, conforme a figura a seguir. Para selecionar um filtro solar que apresente absorção máxima na faixa UV-B, uma pessoa analisou os espectros (figura 1.11) de absorção da radiação UV de cinco filtros solares:



Considere: velocidade da luz = $3,0 \times 10^8$ m/s e $1 \text{ nm} = 1,0 \times 10^{-9}$ m.
O filtro solar que a pessoa deve selecionar é o:

- a) V b) IV c) III d) II e) I.

Comentário: Essa questão tem por objetivo incentivar o aprendizado do aluno quanto à relação entre o comprimento de onda e a radiação UVA, UVB e UVC a que esse comprimento de onda está relacionado, permitindo ao aluno o entendimento quanto à escolha de um filtro solar (fotoprotetor) em função da máxima intensidade do comprimento de onda da UVB apresentado.

Questão 2. (UCS Vestibular de Verão 2011)

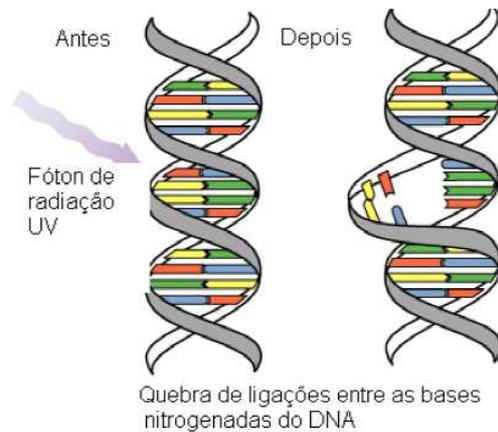
Muito se comenta a respeito dos efeitos nocivos dos raios ultravioletas do Sol. Comparando-os aos raios violeta, que não são considerados nocivos, qual diferença podemos encontrar?

- A radiação ultravioleta possui comprimento de onda menor.
- A radiação ultravioleta possui comprimento de onda maior.
- A radiação violeta (visível) se propaga mais rápido no vácuo.
- A radiação violeta (visível) se propaga mais lentamente no vácuo.
- A frequência do ultravioleta fica num valor intermediário entre a frequência do azul e a do violeta.

Comentário: Estimular no aluno o interesse pelo conhecimento quanto à percepção das diferenças nas características físicas entre uma radiação que pode ser prejudicial à saúde do homem e outra radiação solar não prejudicial à saúde do homem. Essa questão faz uma abordagem sobre o lado nocivo da RUV, portanto trata de uma importante relação social envolvendo as radiações UV e a saúde do homem, em sintonia com uma das principais propostas desse produto.

Questão 3 (Qconcurso.com 2015).

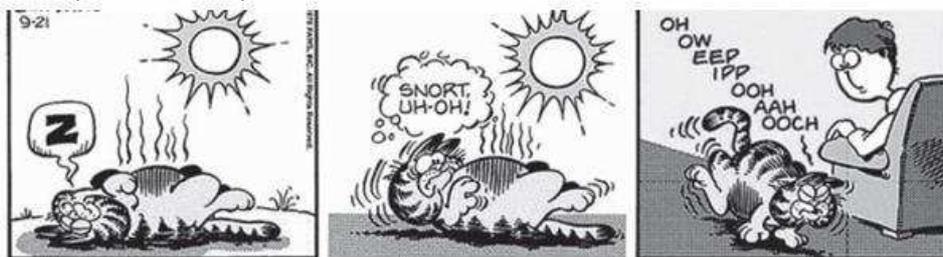
Os raios ultravioletas, que são emitidos pelo Sol e por lâmpadas junto com o espectro visível, são classificados pelo seu comprimento de onda. A radiação UV é dividida em três categorias, conforme o seu comprimento de onda: UVA (315-400 nm), UVB (290-315 nm) e UVC (100-290 nm). Os raios UV interagem diretamente com o DNA, podendo provocar sérias alterações nos seres vivos (eritemas, bronzeamento, diminuição da resposta imunológica, indução do câncer de pele etc.)



A ordem crescente de energia das radiações UVA, UVB e UVC são, respectivamente:

- UVB < UVA < UVC.
- UVC < UVB < UVA.
- UVA < UVC < UVB.
- UVA < UVB < UVC.
- UVC < UVA < UVB.

Comentário: Essa questão tem o objetivo de estimular o aluno a compreender a ordem energética do espectro da radiação em função do comprimento de onda e frequência.

Questão 4. (ENEM 2017)

DAVIS, J. Disponível em: <http://garfield.com>. Acesso em: 15 ago. 2014.

A faixa espectral da radiação solar que contribui fortemente para o efeito mostrado na tirinha é caracterizada como:

- Visível.
- Amarela.
- Vermelha.
- Ultravioleta.
- Infravermelha.

Comentário: Questão com o objetivo de verificar o entendimento dos alunos sobre os efeitos das diferentes faixas do espectro da radiação solar sobre os seres vivos.

Debate sobre o questionário

O objetivo desse debate é promover, entre os alunos, um compartilhamento de informações apresentadas nas questões e uma maior interação entre os colegas. Durante o debate, os alunos comentaram situações do cotidiano relacionadas à questão.

Planejamento para o 4º encontro – 70 min.

1.4 Encontro 4 – O Espectrofotômetro, seus componentes e construção

Esse encontro tem o objetivo de motivar os alunos a conhecerem um pouco mais sobre as tecnologias que envolvem um espectrofotômetro profissional e sua importância para a pesquisa científica.

Além disso, esse encontro marca a transição na sequência didática da aplicação deste produto, encerrando uma fase mais baseada em abordagens sobre conceitos físicos e vivências do cotidiano do aluno, para um conjunto de atividades com elaborações práticas, no entanto embasadas em toda discussão teórica apresentada. Pode ainda gerar importante expectativa e motivação nos alunos para as próximas etapas.

Primeiro Momento – O espectrofotômetro e seus componentes

- **O Espectrofotômetro**

Através de recursos midiáticos, apresentar imagens e textos, com conceitos sobre o espectrofotômetro de uso profissional, seu princípio básico de funcionamento, aplicações e exemplos de como o espectrofotômetro pode ajudar nas análises das interferências das radiações sobre a matéria.

Os equipamentos eletrônicos específicos que registram a intensidade da radiação em função da interação da energia com a matéria são conhecidos como espectrômetros ou espectrofotômetros, e se denominam conforme a região da frequência em que operam suas fontes de luz. Por exemplo, se uma fonte

ultravioleta é usada, a técnica é denominada por espectroscopia ultravioleta. Caso a radiação seja infravermelha, é conhecida por espectroscopia no infravermelho, bem como na região do visível, e assim por diante. São diversas as aplicações para o espectrofotômetro, como exemplo, mensurar elementos adicionados a uma droga e medir o crescimento bacteriano de uma amostra. A **figura 11** apresenta um espectrofotômetro de uso profissional.



Figura 11. Espectrofotômetro.

Fonte: <https://www.lojabunker.com.br/Espectrofotometro-UV-VIS-190-a-1100nm1>. Acesso em: 05 out. 2018.

A **figura 12** apresenta um esquema óptico com os principais elementos de um espectrofotômetro, perfazendo o caminho do feixe de luz da radiação emitida.

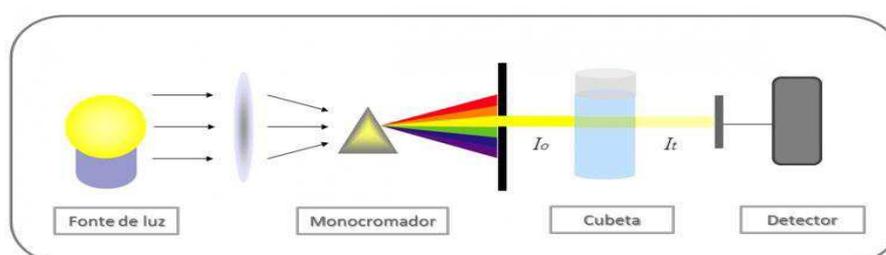


Figura 12. Esquema óptico dos principais elementos de um espectrofotômetro.

Fonte: <https://kasvi.com.br/espectrofotometria-principios-aplicacoes/>. Acesso em: 23 set. 2019.

- **Componentes básicos do Espectrofotômetro a ser construído**

O objetivo desse momento é fazer com que os alunos tenham a oportunidade de manusear e conhecer melhor algumas características físicas dos componentes para montagem do protótipo do espectrofotômetro, que toma como base uma fonte de luz com comprimento de onda conhecido, no caso um

LED UV, um resistor sensível à variação da luz (LDR), multímetro, fonte elétrica e outros. Deve ser dado um maior detalhamento sobre o funcionamento do LED UV e do resistor LDR por se tratar de componentes não muito comuns.

A seguir, será feita a descrição dos componentes.

- **O LDR (Resistor Sensível à Variação de Luminosidade)**

Apresentar, usando o recurso PowerPoint ou similar, a relação de proporcionalidade inversa entre o resistor sensível à luminosidade (LDR) e o nível de incidência luminosa a que ele é exposto. A resistência elétrica do resistor sensível à luminosidade (LDR) é inversamente proporcional ao nível de incidência luminosa a que ele é exposto, podendo chegar a milhões de ohms quando a incidência da luz é mínima ou apresentar valores da ordem de dezenas de ohms para intensidade luminosa alta.

Mostrar, também, que no espectrofotômetro o LDR tem a função de receber a radiação emitida pelo LED e enviar para o multímetro, valores de variação da sua resistência. A **figura 13** mostra um LDR convencional utilizado em pequenos circuitos elétricos, do tipo que será utilizado na montagem dos espectrofotômetros, composto por material semicondutor, geralmente o sulfeto de cádmio (CdS).



Figura 13. Resistor sensível à luminosidade (LDR).

Fonte: <https://www.ebay.com/itm/4PCS-12mm-Light-Sensitive-Dependent-Resistor-CDS-LDR-Photoresistor-12528-GL12528-/192113579043>.

- **O LED (Diodo Emissor de Luz)**

Com o auxílio do PowerPoint ou similar, apresentar o LED e suas diversas vantagens frente a outras fontes de luz, como baixa tensão e corrente de operação (o que garante uma maior segurança aos usuários), dimensões reduzidas, não gera energia térmica, tem baixo custo, entre outras. O LED a ser utilizado na construção do espectrofotômetro como fonte de radiação apresenta um comprimento de onda contido na faixa espectral do ultravioleta A (UVA) que varia de 350 nm a 410 nm. O LED apresentado tem intensidade máxima no comprimento de onda de 375 nm (ver análise no Apêndice 11). A **figura 14** ilustra um LED UVA.



Figura 14. Diodo Emissor de Luz (LED).

Fonte: <https://www.adafruit.com/product/1793>. Aceso em: 05 out. 2018.

Nota: O LED de comprimento de onda 375 nm, ou seja, valor cuja intensidade de emissão é máxima dentro da sua faixa de emissão que vai de 350 nm a 410 nm. Trata-se de um dispositivo muito específico com disponibilidade para aquisição relativamente restrita. Para aquisição do LED UVA de 375 nm, ver informações no apêndice 9.

O professor poderá apresentar fisicamente os demais componentes integrantes para a construção do espectrofotômetro, como resistores, conexões para fios, bornes para engates de entrada da fonte de alimentação e para o multímetro, chave liga-desliga e outros, caso julgue necessário.

Segundo Momento – Montagem do espectrofotômetro

Um dos objetivos desse momento é permitir aos alunos a participação na montagem dos espectrofotômetros e com isso promover uma maior motivação e um maior interesse sobre o tema abordado.

A preparação prévia do material para composição dos kits pode ser realizada pelo professor fora do ambiente da sala de aula, ou seja, sem o acompanhamento dos alunos, por necessitar de materiais perfurantes e cortantes e com isso evitar o risco de acidentes. Portanto, caso o professor disponha de um espaço adequado na escola, como um laboratório ou oficina, que ofereça condições de segurança para a realização dessa preparação, com a supervisão do professor, pode ser um momento de motivação para os alunos. As **figuras 15 e 16** mostram etapas e alguns materiais e ferramentas utilizados para a montagem prévia do kit para o espectrofotômetro.



Figuras 15 e 16. Pré-montagem do espectrofotômetro.

Fonte: Autoria própria.

O professor deverá disponibilizar kits segundo orientação para preparação da montagem do espectrofotômetro (ver Apêndice 13) para uma montagem prática e rápida, utilizando conexões flexíveis, ou seja, fios e componentes eletrônicos equipados com conectores nas extremidades, tipo encaixe rápido, com o objetivo de permitir flexibilidade e praticidade na montagem. Os componentes utilizados nesses kits devem ter as mesmas características dos componentes informados na tabela 3.3 (Apêndice 8) de descrição de materiais que também consta de todo o material necessário para compor o kit de montagem do espectrofotômetro, bem como os quantitativos e valores médios por item. A **figura 17** mostra o tipo de conector elétrico (engate rápido) utilizado nas conexões.

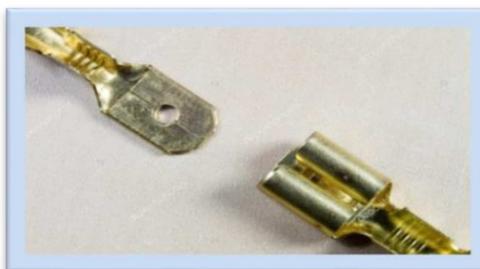


Figura 17. Conectores elétricos do tipo engate rápido.

Fonte: <https://br.depositphotos.com/187446340/stock-photo-new-electrical-connectors-accessories-for.html>. Acesso em: 16 ago. 2019.

A quantidade de kits a serem disponibilizados, fica a critério do professor em função do número de turmas, equipes e alunos por equipe. Para uma equipe de quatro ou cinco alunos, o tempo médio de montagem é de 15 min, com base em aplicação desse produto.

A **figura 18** ilustra alguns dos componentes do kit para montagem do espectrofotômetro, acompanhado de um esquema ilustrativo do circuito elétrico (Apêndice 14) para auxiliar na montagem.



Figura 18. Kit de montagem do Espectrofotômetro.

Fonte: Autoria própria.

Nesse momento, o uso de conectores tipo encaixe rápido nos componentes é primordial para a dinâmica dos trabalhos.

Materiais necessários em cada kit para a montagem e o teste do espectrofotômetro:

- 01 Fonte de corrente contínua com saída de 12 v;
- 01 Multímetro configurado para medir resistência elétrica;

- 01 Caixa de PVC (caixa elétrica de passagem) com tampa, bornes para conexão com a fonte e o multímetro, a chave liga-desliga;
- Pedacos de fios (jumper) com aproximadamente 10 cm de comprimento e conectores de encaixe rápido nas extremidades;
- 01 LED UVA com conectores nas extremidades;
- 01 Resistor de 470ohm com conectores nas extremidades;
- 01 LDR (Resistor Dependente de Luz) com conectores nas extremidades;
- 02 suportes de plástico para o LED e o LDR;
- Diagrama elétrico impresso.

Sugere-se explorar um pouco do conhecimento dos alunos sobre circuitos elétricos durante a montagem dos espectrofotômetros, envolvendo conceitos básicos, como corrente elétrica, tensão, potência, resistência elétrica, tipos de circuitos (série e paralelo), instrumentos de medida e outros.

A disponibilidade de um esquema do circuito elétrico em folha impressa, elaborado com imagens ilustrativas dos próprios componentes eletrônicos, como entrada da alimentação (fonte), multímetro e tabela de código de cores para resistores como mostra a **figura 19**, pode auxiliar os alunos na dinâmica da montagem do espectrofotômetro.

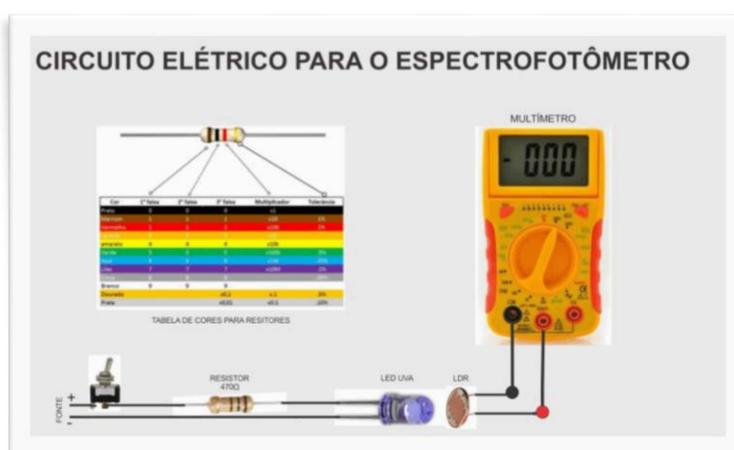
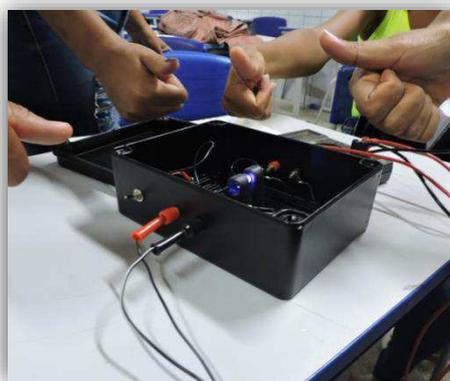


Figura 19. Esquema ilustrativo do circuito elétrico.
Fonte: Autoria própria.

Durante a montagem dos espectrofotômetros, com o propósito de evitar uma possível queima de algum componente eletrônico, os alunos devem ser orientados a não alimentar a fonte e o circuito ligar a fonte para e não alimentar o circuito enquanto não fosse realizada uma verificação final por mim. Em seguida, os espectrofotômetros foram testados apenas para verificação do acionamento do LED e verificação da variação do valor da resistência do LDR pelo multímetro, provocada por variação na incidência luminosa proveniente do próprio ambiente. As **figuras 20 e 21** mostram equipes de alunos montando e testando o espectrofotômetro.



Figuras 20 e 21, respectivamente. Equipes trabalhando na montagem e teste do Espectrofotômetro.

Fonte: Autoria própria.

Planejamento do 5º Encontro – 70 min.

1.5 Encontro 5 – Medidas com fotoprotetores

Esse encontro tem como objetivo principal promover uma maior compreensão sobre a interação da radiação e seu comprimento de onda, principalmente da RUV, com a matéria. A atividade prática proposta é baseada em recursos conceituais apresentados e desenvolvidos durante a sequência didática. Nessa atividade, verifica-se o índice percentual de absorção e transmitância, em fotoprotetores e creme hidratante, da RUV.

A **figura 22** mostra valores estimativos da tabela 3.2 (Apêndice 9) que deverá ser utilizada pelas equipes de alunos para o registro dos valores da variação da resistência elétrica no LDR e para o cálculo dos valores percentuais

da transmitância e absorção da radiação UVA incidida sobre a camada do fotoprotetor e do creme hidratante utilizando como base a Lei de Beer adaptada.

Tabela 3.2 com Valores ilustrativos percentuais da transmitância e absorção.
Fonte: Autoria própria.

Valores	Sem Amostra		Com Amostra		
	Sem porta-amostra	Com porta-amostra	Fotoprotetor 1	Fotoprotetor 2	Creme Hidratante
Resistência (Ω)	6.200 (I_0)	6.500 (I)	14.600 (I)	13.200 (I)	7.000 (I)
Transmitância (%)	100	95	42	45	88
Absorção (%)	0	5	58	55	12

➤ Primeiro momento – Medições com os Fotoprotetores

Todos os materiais necessários para as medições devem estar à disposição para o início dos trabalhos. A seguir, lista com materiais necessários.

- Espectrofotômetro devidamente testado;
- Amostras dos protetores solares, preferencialmente de duas marcas diferentes com proteção mútua contra radiação UVA e UVB e suas respectivas embalagens ou rótulo informativo para fins de conferência das informações sobre o produto;
- Papel toalha ou similar;
- Recipiente com água para limpeza dos porta-amostras (opcional);
- Porta-amostras de vidro com espessura de 3 mm devidamente limpos;
- Planilha (tabela 3.2) impresso ou meio computacional, para registro dos valores da medição e anotação dos valores em percentuais da transmitância resultante da incidência da radiação ultravioleta emitida pelo LED UV sobre as amostras dos cremes em análise.

Sugere-se que os grupos de alunos tenham liberdade para a escolha do fotoprotetor e do hidratante a serem usados dentre os disponíveis no kit, ou,

ainda, para utilizarem o fotoprotetor de uso pessoal. Essa sugestão deve ser passada aos alunos em aula anterior.

Embora não conste no quadro 1 de resumo da sequência didática, os procedimentos para a realização das medições estão detalhados a seguir, classificados como *etapas*.

Primeira etapa: *Verificação do percentual de incidência da radiação diretamente sobre o LDR.*

Com a caixa do espectrofotômetro fechada, incidir diretamente a radiação UVA oriunda do LED sobre o LDR sem porta-amostra e registrar na tabela 3.2 (Apêndice 09), no campo “Sem porta-amostra”, o valor da resistência do LDR verificado pelo multímetro. Esse valor deve ser adotado como referência ou valor fixo (I_0) para o cálculo, ou seja, valor base relativo à máxima radiação emitida pelo LED que chega ao sensor (LDR). É necessário aguardar alguns segundos logo após o fechamento da caixa até que o valor da resistência informada no multímetro se estabeleça, pois pode ocorrer uma variação temporária do valor por conta da inércia térmica no LDR. Esse procedimento deve ser realizado em todas as etapas. A **figura 22** mostra a imagem de uma equipe de alunos realizando medidas de valores de referência para a **tabela 3.2**.



Figura 22. Equipe realizando medidas dos valores de referência na tabela 3.2.
Fonte: Autoria própria.

Segunda etapa: *Verificação do percentual de absorção da radiação incidente pelo vidro (porta-amostra).*

Para evitar interferências nos resultados, o porta-amostra deve ser manuseado com as mãos limpas (isentas de suor ou outras substâncias), evitando o contato com a superfície de depósito da substância para análise. Em seguida, incidir o porta-amostra, posicionado em uma das vias existentes na caixa entre o LED e o LDR (Ver **figura 24**), e, com a tampa da caixa fechada e o LED ligado, registrar o valor da resistência elétrica no LDR na **tabela 3.2**, no campo “**Com porta-amostra**”. Nesse momento, os alunos podem verificar se houve ou não variação da resistência em relação ao valor anteriormente registrado sem o porta-amostra. Considerando-se que o vidro transparente absorve e reflete uma parte da radiação incidente em função das suas características materiais, ocorrerá, conseqüentemente, uma variação no valor da resistência. Sugere-se, nesse momento, lançar comentários e questionamentos aos alunos sobre essa possível variação e estabelecer uma breve discussão sobre o fenômeno. Em seguida, os alunos devem realizar o cálculo usando a Lei de Beer para encontrar o percentual de absorção da radiação pelo vidro, fundamental para os resultados dos cálculos na etapa seguinte. A **figura 23** mostra o porta-amostra de vidro de 3 mm posicionado entre o LED e o LDR e a **figura 24** mostra um grupo de alunos realizando a primeira medição, com a tampa do espectrofotômetro ainda aberta para a certificação do acendimento do LED.

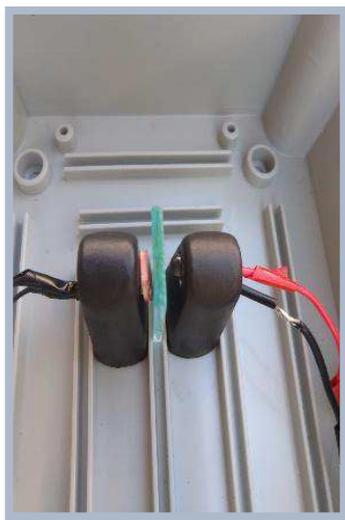


Figura 23. Posicionamento do porta-amostra.
Fonte: Autoria própria.



Figura 24. Equipe de alunos realizando medidas dos valores com o porta-amostra.
Fonte: Autoria própria.

Terceira etapa: *Verificação do percentual de absorção da radiação incidente sobre o fotoprotetor e o porta-amostra.*

Semelhantemente à etapa anterior, verificar os cuidados com a limpeza das mãos e da superfície do porta-amostra. Aplicar uma fina camada do fotoprotetor em uma das extremidades do porta-amostra, atingindo aproximadamente um quarto da área da superfície, de modo que não bloqueie totalmente a passagem da luz, simulando uma aplicação de espessura mínima possível sobre a pele e inserir a lâmina com o porta-amostra. Em seguida, ainda do mesmo modo da etapa 2, verificar se houve variação do valor da resistência elétrica sobre LDR e registrar o valor na **tabela 3.2**, no campo “Protetor Solar / Tipo 1”. Sugere-se para esse momento um breve debate entre os alunos sobre as diferenças dos valores entre as condições testadas, sem porta-amostra, com porta-amostra e com a substância (fotoprotetor). A **figura 25** apresenta alunos fazendo o espalhamento do fotoprotetor sobre o porta-amostra.



Figura 25. Espalhamento da substância no porta-mostra.
Fonte: Autoria própria.

A critério do professor, essa verificação pode ser realizada em uma ou mais amostras de fotoprotetores, preferencialmente de diferentes marcas, tipos ou ainda com data de validade vencida, com o objetivo de identificar possíveis diferenças nos níveis de absorção entre esses produtos diante da mesma radiação incidida, e discutir com os alunos sobre as razões para essas possíveis diferenças. Para isso, substituir o porta-amostra por outro contendo outro fotoprotetor. A **figura 26** mostra equipe realizando coleta de valores para o segundo tipo de fotoprotetor utilizado.



Figura 26. Alunos realizando medidas com fotoprotetor.
Fonte: Autoria própria.

Lembrando que não deve ser levado em conta o FPS (Fator de Proteção Solar) indicado no produto, pois esse fator de proteção diz respeito à radiação UVB, e o LED utilizado emite radiação na região da radiação UVA.

Quarta etapa: *Verificação do percentual de absorção da radiação incidente sobre o creme hidratante.*

Utilizar como amostra um creme hidratante corporal sem indicação de proteção para a RUV. Os procedimentos dessa etapa devem seguir os mesmos padrões das duas últimas etapas, inclusive a elaboração dos cálculos para os valores percentuais e o consequente preenchimento da tabela 3.2. Ao fim dessa etapa, sugere-se realizar uma breve discussão entre os alunos com o intuito de aguçar a percepção sobre a larga diferença nos percentuais de absorção da radiação entre o fotoprotetor e o creme hidratante, apesar das semelhanças físicas entre essas substâncias. O debate sobre esse comparativo pode colaborar, consideravelmente, para a compreensão do aluno.

Quinta etapa (opcional): *Verificação do percentual de absorção da radiação incidente sobre óculos diversos.*

A caixa do espectrofotômetro pode abrigar um par de óculos, de modo a permitir o encaixe da lente (uma por vez) no espaço reservado ao porta-amostra, dando condições para a realização de medidas, de forma semelhante ao procedimento para o fotoprotetor. É possível utilizar dois tipos de óculos de sol ou escuros, sendo um com certificação e indicação de proteção contra as radiações UV, e outro sem certificado (clandestino). Com isso, pode-se verificar uma considerável diferença entre os valores da resistência no LDR em relação aos dois óculos. Apesar da diferença entre as constituições dos materiais, das substâncias fotoprotetoras e das lentes de óculos, o princípio físico que ampara a interação dessa radiação com essas diferentes matérias é o mesmo.

Sexta etapa: *Conferência dos valores obtidos nos cálculos.*

Com os dados dispostos na tabela 3.2, os alunos devem conferir e/ou complementar os cálculos dos valores em percentuais para cada medida utilizando a Lei de Beer que relaciona numa razão o valor de referência ou valor fixo (I_0) referente ao valor da resistência encontrada na primeira etapa pelos valores (I) das medidas das etapas seguintes. Em seguida, promover uma discussão com os alunos e entre os alunos para debater sobre as conclusões a que chegaram sobre os resultados.

2 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Essa sequência didática não teve, na sua elaboração, o objetivo de representar um produto acabado e inflexível. São constantes as evoluções tecnológicas do meio em que vivemos, além das culturais e do comportamento das pessoas. Naturalmente, as escolas também sofrem suas transformações, considerando as diversidades socioculturais das regiões do nosso país. Portanto, esse produto fica disponível e sujeito a modificações que se encaixem em diferentes modelos didáticos ou nas diferentes percepções da formação de cada professor, desde que, sejam mantidas as bases elementares que estão ancoradas nas concepções da CTS, CTSA e BNCC e garantam uma formação ou evolução crítico-social do aluno com aprendizado embasado nos conceitos da Física.