

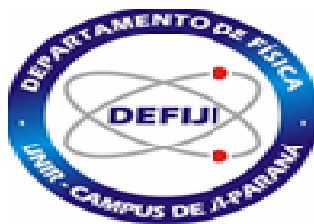
Paulo Musiau

Ricardo Costa

## **Produto Educacional**

**ELABORAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA  
DIDÁTICA SOBRE CONCEITOS DE FÍSICA  
MODERNA E CONTEMPORÂNEA NUM DVD.**

**MNPEF**  
Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física



Autor:

**Paulo Malicka Musiau**

Orientador:

**Prof. Dr. Ricardo de Sousa Costa**

Universidade Federal de Rondônia (Unir).

Programa Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF)

Apoio:



**Ji- Paraná, 2015**

© Paulo Malicka Musiau e Ricardo de Sousa Costa – 2015

O material apresentado neste documento pode ser reproduzido livremente desde que citada a fonte. As imagens apresentadas são de propriedade dos respectivos autores e utilizadas para fins didáticos. Caso sinta que houve violação de seus direitos autorais, por favor, contate os autores para solução imediata do problema. Este documento é veiculado gratuitamente, sem nenhum tipo de retorno comercial a nenhum dos autores, e visa apenas a divulgação do conhecimento científico.

---

## *APRESENTAÇÃO.*

---

O presente trabalho teve por objetivo verificar junto a professores, alunos e livros didáticos, como os tópicos de Física Moderna e Contemporânea (FMC) são trabalhados no Ensino de Física do Ensino Médio. Neste projeto foram abordados três tópicos de FMC: **Radiação de Corpo, Efeito Fotoelétrico e Espectroscopia**, usando uma sequência didática constituída de questionários, palavra cruzada, caça palavras, simulados, vídeos, texto, roteiro de atividades para orientar no manuseio da simulação computacional, experimentos de baixo custo, vídeos dos experimentos propostos, teatro abordando a bibliografia de Hertz, Planck e Einstein. O referencial teórico deste trabalho foi o da teoria de aprendizagem significativa de David Ausubel, a qual tem como característica principal levar em conta, de forma sistemática, o conhecimento prévio do aprendiz. O estudo foi realizado na EEEFM Júlio Guerra, município de Ji-Paraná, Estado de Rondônia, com alunos do 3º A do Ensino Médio, período matutino, num total de 28 alunos, no primeiro semestre de 2015. Os resultados nos mostram que as estratégias diversificadas facilitam o ensino-aprendizagem dos conceitos físicos propostos e tornam a aula mais atraente e objetiva. O produto educacional é resultado dessa sequência didática e será disponibilizado aos professores interessados, com a finalidade de auxiliá-los na sua prática pedagógica. Detalhes acerca do desenvolvimento, estratégias utilizadas, referencial teórico e relato de aplicação desta pesquisa podem ser encontrados na dissertação de Paulo Malicka Musiau.

---

## *SEQUÊNCIA DIDÁTICA:*

### *Tópicos de FMC: Radiação de Corpo, Efeito Fotoelétrico e Espectroscopia.*

---

#### **1. Etapa Inicial**

Em primeira etapa realizar um questionário prévio (segue abaixo o questionário prévio) com os alunos para saber o grau de conhecimento que possuem sobre os conteúdos de Efeito Fotoelétrico, Radiação de Corpo Negro e Espectroscopia, levando em consideração o processo de ensino-aprendizagem relevante. A intervenção didática deverá ter a duração de 15 minutos, e não deve ter valor significativo para notas, mas consiste em auxiliar a nossa atividade expositiva em sala de aula.



**Escola:**

**Professor:**

**Aluno (a):**

**Série:**

**Nº:**

**Ano:**

### Questionário Prévio

Prezado aluno (a).

Este teste é apenas uma sondagem sobre seus conhecimentos iniciais de Física Moderna e Contemporânea, não interferindo na sua nota bimestral.

1) O que é a luz?

---

---

2) Ao entardecer as lâmpadas de iluminação das ruas acendem-se automaticamente. Ao clarear do dia, apagam-se. Uma porta se abre quando uma pessoa dela se aproxima. Uma campainha é ativada quando um cliente passa pela porta de uma loja, avisando da sua chegada. Holofotes acendem-se na passagem de uma pessoa em suas imediações. Todas essas aplicações tecnológicas descritas são explicadas pelo qual fenômeno? Quem o descobriu? Quem o explicou?

---

---

3) O que você entende por radiação de corpo negro?

---

---

4) A espectroscopia é um ramo da física e da química que estuda o que no cotidiano?

---

---

## **Gabarito**

- 1) É uma radiação eletromagnética que se propaga no vácuo e se comporta de maneira dual, ou seja, como partícula ou como uma onda, mas não as duas ao mesmo tempo.
- 2) Efeito Fotoelétrico. Hertz em suas descobertas e após a sua morte o seu discípulo Lennard também teve uma parcela satisfatória nesse fenômeno. Quem explicou e depois ganhou com esse estudo o prêmio Nobel em 1921 foi Albert Einstein.
- 3) A radiação de corpo negro, ou radiação térmica, é a radiação emitida por qualquer corpo a partir de sua energia interna. As características desta radiação dependem apenas da temperatura absoluta do corpo.
- 4) A espectroscopia consiste na análise da radiação eletromagnética que vem de uma fonte, como, por exemplo, o Sol, uma nebulosa ou até mesmo a chama de uma vela, para poder definir propriedades físicas e químicas destes materiais.

---

## *Aula 1 – Abordagem introdutória – Aula Expositiva*

### *(Radiação de Corpo Negro).*

---

No primeiro momento levando em consideração os organizadores prévios, introduzir através de uma aula expositiva em forma de apresentação visual, com duração de vinte minutos, o conteúdo de radiação de corpo negro, deixando claro para o educando que o mesmo poderá perguntar quando tiver alguma dúvida em relação ao conteúdo apresentado. Terminada a aula expositiva, propor um vídeo que explica por meio de animações e relatos históricos o empenho de Max Planck para explicar sobre a radiação de corpo negro. Esse vídeo tem duração de aproximadamente 14 minutos e pode ser encontrado no site: <https://www.youtube.com/watch?v=cQDDbiYk9Ps>, sendo que no seu término pode ser realizado um debate acerca do vídeo exposto, para acrescentar no ensino-aprendizagem do conteúdo proposto.

---

## *Aula 2 – Usando Ferramentas textuais e Lúdicas*

---

Nessa aula entregue aos alunos o texto retirado e adaptado da referência: GASPAR, A. **Compreendendo a Física**. Editora Ática, São Paulo, 2011, (segue abaixo o texto), retratando o contexto histórico e as dificuldades do estudo referente à Radiação de Corpo Negro, para que os educando pudessem ler e interpretar. Após a leitura do texto, os alunos se reúnem em círculo para solucionar as questões propostas pelo texto. (Segue abaixo as atividades do texto).



# TEXTO REFERENTE À RADIAÇÃO DE CORTEXTO REFERENTE À RADIAÇÃO DE CORPO NEGRO

## A cor de um corpo negro

A superposição entre um gráfico (Fig.1) da intensidade da radiação emitida por um corpo negro em função da frequência para diferentes temperaturas e um espectro da luz visível nos ajuda entender um pouco mais a cor de um corpo negro.

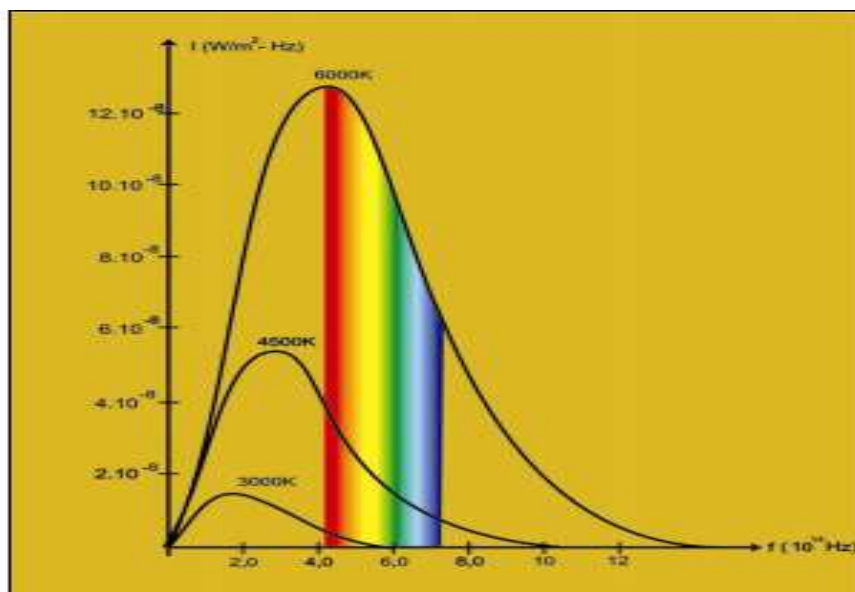
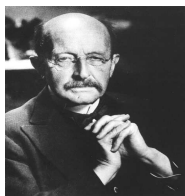


Fig.1 – Espectro de emissão de um corpo negro. Fonte: [http://www.if.ufrgs.br/ta/v17n5\\_Webber\\_Ricci.pdf](http://www.if.ufrgs.br/ta/v17n5_Webber_Ricci.pdf)

Note que, na curva correspondente a 3000 K, a extremidade direita da curva já atinge o espectro visível. Portanto, a essa temperatura, já estão sendo emitidos fótons da faixa de frequências visíveis. Como a quantidade de fótons é pequena (a intensidade luminosa depende do número de fótons emitidos), isso significa que, a essa temperatura, o corpo negro brilha levemente, numa cor vermelho-escura. Na curva correspondente a 4500 K, o pico da radiação ainda está fora do espectro visível, mas o número de fótons com frequências da faixa do espectro visível é muito grande. O brilho do corpo negro é muito mais intenso, ainda avermelhado, pois predominam os fótons na faixa do vermelho.

Na curva relativa a 6000 K, o pico da radiação está na faixa do visível, na região da cor vermelha, mas praticamente todo o espectro visível tem grande intensidade, ou seja, é emitido grande número de fótons de toda a faixa visível. O corpo negro brilha com grande intensidade e a sua cor é praticamente branca, como a do filamento de uma lâmpada incandescente comum.

## MAX KARL ERNST LUDWIG PLANCK



Max Planck (1858-1947).**Fonte:** [https://en.wikipedia.org/wiki/Max\\_Planck](https://en.wikipedia.org/wiki/Max_Planck)

Max Karl Ernst Ludwig Planck (1858-1947), físico alemão, estudou em duas universidades, a de Munique e a de Berlim. Nesta última, teve aula com físicos notáveis, como Kirchhoff e Helmholtz.

Começou estudar a radiação de corpo negro em 1897, tentando, de início, obter a dedução teórica da fórmula proposta por Wien, que parecia estar de acordo com os dados experimentais. Mas logo foram detectadas grandes divergências dessa fórmula com os resultados experimentais para baixas frequências. Planck procurou saber mais quais eram esses resultados e buscou uma expressão que a eles se ajustasse. No dia 19 de outubro de 1900, no Seminário de Física da universidade de Berlim, Planck divulgou sua fórmula. No mesmo dia, seus colegas de universidade comprovaram a sua perfeita adequação aos resultados experimentais.

Embora fosse um resultado há muito esperado, a repercussão do trabalho de Planck foi relativamente modesta. Além das inúmeras descobertas que estavam ocorrendo na época, a teoria de Planck tinha uma ideia revolucionária, contida na constante  $h$  - o quantum de ação. E ideias revolucionárias nunca são aceitas com facilidades. Em 1918, recebeu o prêmio Nobel de física “em reconhecimento pelos serviços que prestou para o progresso da física por sua descoberta dos quanta de energia”. Alguns anos mais tarde, o próprio Planck classificou sua ideia como fruto de “um ato de desespero” para chegar a uma expressão que tivesse de acordo com os dados experimentais.

### REFERÊNCIAS

GASPAR, A. **Compreendendo a Física**. Editora Ática, São Paulo, 2011. <[http://www.if.ufrgs.br/ta/v17n5\\_Webber\\_Ricci.pdf](http://www.if.ufrgs.br/ta/v17n5_Webber_Ricci.pdf)> Acesso em: 15/09/2014

Escola:

Professor:

Aluno (a):

Série:    N°    Ano:

### **Atividades de Física Referente ao Texto – Radiação de Corpo Negro-Valor:**

1. Quem foi que começou a estudar sobre radiação de corpo negro e no ano de 1900 apresentou um artigo à Sociedade Alemã de Física, introduzindo a ideia da quantização da energia?

---

2. (UFRS) O espectro de radiação emitido por um corpo negro ideal depende basicamente de:

a) seu volume.

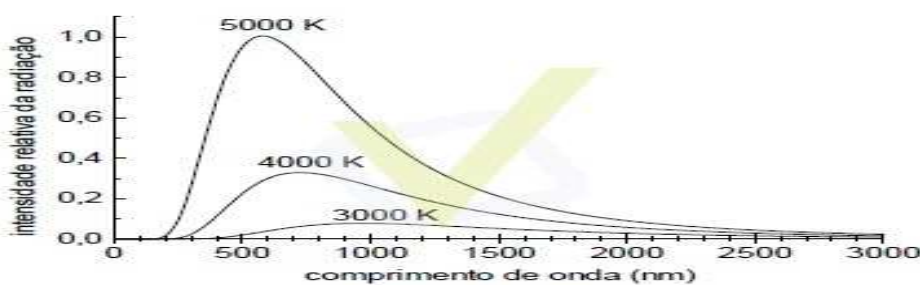
b) sua condutividade térmica

c) sua massa

d) seu calor específico

e) sua temperatura

3. (UFPR) A equação que descreve o espectro de radiação emitido por um corpo negro foi descoberta por Max Planck em 1900, sendo posteriormente chamada de Lei da Radiação de Planck. Ao deduzir essa equação, Planck teve que fazer a suposição de que a energia não poderia ter um valor qualquer, mas que deveria ser um múltiplo inteiro de um valor mínimo. O gráfico abaixo mostra a intensidade relativa da radiação emitida por um corpo negro em função do comprimento de onda para três diferentes temperaturas. A região visível do espectro compreende os comprimentos de onda entre 390 nm e 780 nm, aproximadamente, que correspondem às cores entre o violeta e o vermelho.



Com base nessas informações e no gráfico acima, coloque V (verdadeiro) e F (falso):

a. A Lei da Radiação de Planck depende da temperatura do corpo negro e do comprimento de onda da radiação emitida. (    )

b. O princípio de funcionamento de uma lâmpada incandescente pode ser explicado pela radiação de corpo negro. (    )

c. Para a temperatura de 3000 K, a maior parte da radiação emitida por um corpo aquecido está na faixa do infravermelho. (    )

**Gabarito:** 1 - Max Planck    2 – E    3 - VVV

O passo seguinte é apresentar a atividade abaixo envolvendo o conteúdo de radiação de corpo negro através de atividades lúdicas, através de caça palavras e palavras cruzadas, onde os mesmos poderão trocar informações e interagir com os colegas de classe na resolução dos exercícios.



Escola:

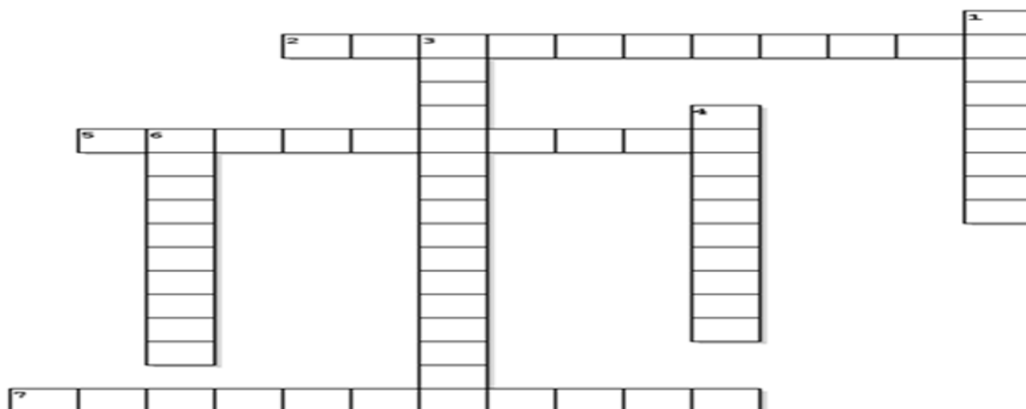
Professor:

Aluno (a):

Série: Nº

**Palavras Cruzadas: Física Moderna e Contemporânea – Valor:**

- 1) A radiação emitida por um Corpo Negro foi um dos maiores desafios no campo da Física Teórica durante o fim do século XIX. Quem contribuiu de maneira significativa nesse estudo?
- 2) A expressão de Stefan-Boltzmann mostra que a potência irradiada por unidade de área, varia apenas com a?
- 3) O estudo da radiação do corpo negro marca o surgimento da?
- 4) Um bom modelo de ..... são as estrelas, como o Sol, no qual a radiação produzida em seu interior é expelida para o universo e conseqüentemente aquece o nosso planeta.
- 5) Qual o nome do corpo que absorve toda a radiação eletromagnética que nele incide, onde nenhuma luz o atravessa (somente em casos específicos) nem é refletida?
- 6) O valor de R também indica a rapidez com a qual o corpo emite energia, por exemplo se a temperatura for triplicada a energia emitida será aumentada quantas vezes, de acordo com a Lei de Stefan-Boltzmann?
- 7) De acordo com a Lei de deslocamento de Wien a emissão de radiação do corpo negro apresenta uma distribuição espectral que depende apenas da?



**Gabarito:** 1- Max Planck. 2 - Temperatura 3 – Mecânica Quântica 4- Corpo Negro  
5 – Corpo Negro 6 – Oitenta e um 7- Temperatura



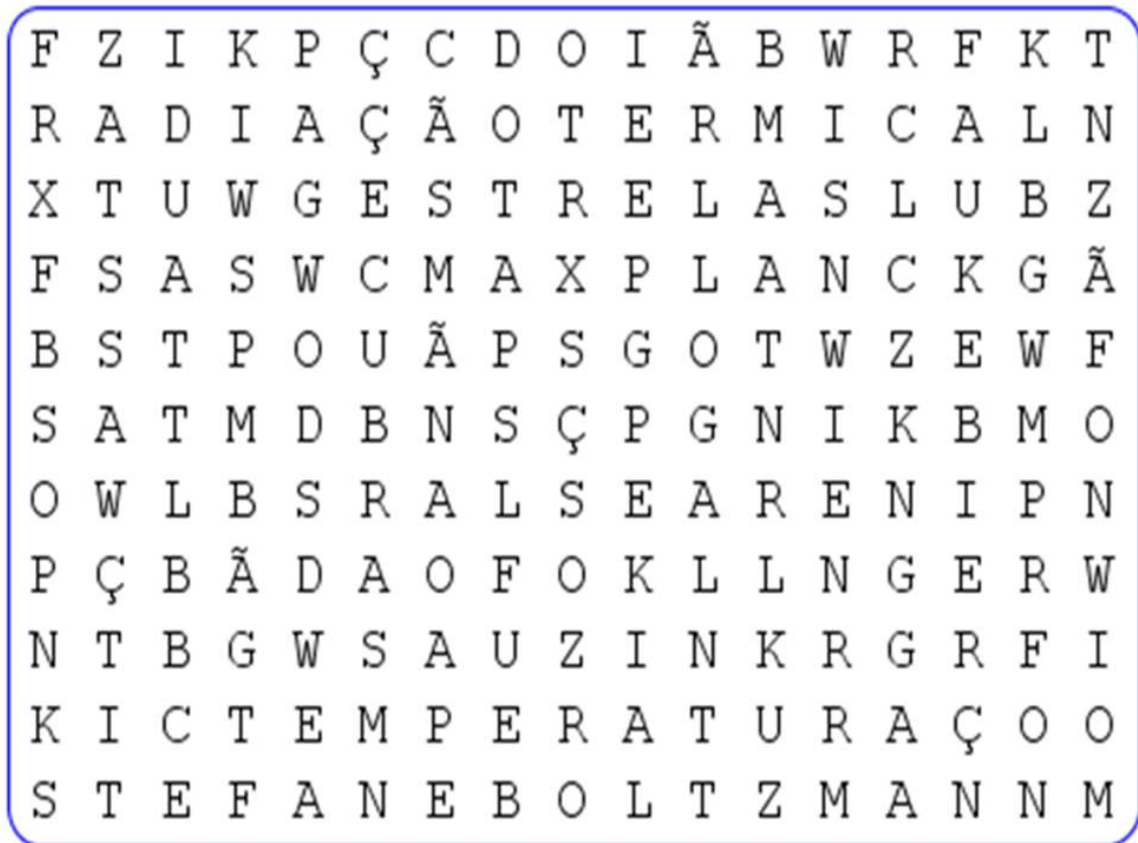
Escola:

Professor:

Aluno (a):

Série: N°

**Atividades Caça-Palavras: Física Moderna e Contemporânea – Valor:**



**Gabarito:** Corpo negro      radiação térmica      temperatura      Estrelas

Stefan-Boltzmann      Wien      Max Planck

---

### *Aula 3 – Usando o Simulador Computacional*

---

Nesse próximo momento conduzir os alunos à sala de informática e realizar uma simulação computacional dirigido por um roteiro de atividades (disponível abaixo). O simulador computacional escolhido para a atividade experimental virtual foi referente à Radiação de Corpo Negro e que está disponível no site do PhET – InteractiveSimulations (PhET, 2010), que faz parte da Universidade do Colorado como projeto de um laboratório virtual para as ciências, tais como a Física, Química e Biologia.

O Link para acessar a simulação computacional da Radiação de Corpo Negro é:  
<<https://phet.colorado.edu/pt/simulation/blackbody-spectrum>> Acesso em: 17/08/2014.



**Escola:**

**Professor:**

**Aluno (a):**

**Série: N°: Ano:**

### **ROTEIRO DE ATIVIDADES – Radiação de Corpo Negro**

O recurso, "Radiação de corpo negro", permite visualizar o espectro de emissão de luz de um corpo aquecido, em diferentes temperaturas. Ele possibilita a verificação do comprimento de onda em que o corpo emite mais radiação, na temperatura em que está.

#### **INTRODUÇÃO À SIMULAÇÃO**

- Abra a simulação no endereço: <https://phet.colorado.edu/pt/simulation/blackbody-spectrum>
- Agora mova com o mouse no ícone da temperatura, onde você verá aumentar e diminuir a frequência conforme varia a temperatura e complete os exercícios abaixo.

#### **Atividades referentes à simulação de Radiação de Corpo Negro-Valor:**

1. Quando o corpo está a uma temperatura de 3000 K, qual a cor da região visível que ele emite mais intensamente?

---

2. Quando o corpo está a uma temperatura de 4500 K, qual a cor da região visível que ele emite mais intensamente?

---

3. Quando o corpo está a uma temperatura de 5200 K, qual a cor da região visível que ele emite mais intensamente?

---

4. Quando o corpo está a uma temperatura de 5900 K, qual a cor da região visível que ele emite mais intensamente?

---

5. Que mudança se observa, à medida que se varia a temperatura do emissor?

---

**Gabarito:** 1 - Vermelha 2 - Amarela 3 - Verde 4- Azul 5- Aumenta a frequência, porém diminui o comprimento de onda.

---

## *Aula 4 – Atividade Experimental*

---

Exibir um vídeo de aproximadamente 3 minutos relatando a montagem do experimento “Corpo Negro” de baixo custo e material acessível que aborda a Radiação de Corpo Negro. (Link do vídeo do experimento “Corpo Negro <https://www.youtube.com/watch?v=d7N9VMFKmWk&feature=youtu.be>).

Após os estudantes assistirem o vídeo, propõem-se uma oficina seguida de um roteiro do experimento “Corpo Negro” de acordo com as orientações abaixo.



## **ROTEIRO DO EXPERIMENTO SOBRE RADIAÇÃO DE CORPO NEGRO**

### **I – INTRODUÇÃO**

A radiação de corpo negro, ou radiação térmica, é a radiação emitida por qualquer corpo a partir de sua energia interna. As características desta radiação dependem apenas da temperatura absoluta do corpo. Um corpo negro ideal absorve toda a radiação incidente. (Por isso é negro na temperatura ambiente). Sua refletividade é nula e a emissividade, portanto é  $\epsilon = 1$ .

### **II– OBJETIVO**

Este experimento tem, por objetivo, ilustrar a radiação de “corpo negro”, no caso, de duas latas de alumínio pintadas, uma de preto, outra de branco, absorvendo radiação de uma lâmpada de 100 W de potência, ligada próxima às latas.

### **III - PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL**

Para o experimento foram utilizadas duas latas de alumínio (de refrigerante, sem rótulo), pintadas, uma de preto e outra de branco, com tinta têmpera. As latas foram pintadas tanto pelo lado de dentro como de fora. O aparato experimental foi montado da seguinte maneira: uma lâmpada de 100 w ligada num suporte de madeira. A lâmpada acesa ficou a uma distância de mais ou menos 10 cm de distância das latinhas. Logo depois foi colocado um termômetro em cada latinha e com o cronômetro do celular, foram anotados os valores da temperatura marcada nos termômetros a cada 5 minuto com a lâmpada ligada, conforme tabela 1, a seguir. Após verificar algumas repetições de temperatura, a lâmpada foi desligada, anotando também, os valores de temperatura num intervalo de 5 minutos em 5 minutos, para cada uma das latas.

As imagens a seguir mostram a montagem do experimento:



#### IV – CONCLUSÕES

Apesar de os valores obtidos não serem excelentes devido a imprecisões na medida e principalmente pelo fato de ter sido utilizado um termômetro de mercúrio<sup>1</sup>, ao final do experimento foi possível responder, qualitativamente, as questões solicitadas na tarefa:

#### REFERÊNCIAS

Experimento “Corpo Negro” < <http://www.if.ufrgs.br/oei/exp/exp3.html>> acesso em 27/01/2014.

VALADARES, E. C., MOREIRA, A. M. **Ensinando física moderna no segundo grau: efeito fotoelétrico, laser e emissão de corpo negro.** Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v. 15, n. 2, p. 121-135, ago. 1998.

---

## *Aula 5 – Simulado*

---

Nessa aula aplica-se um simulado contendo cinco questões objetivas com a finalidade de verificar a aprendizagem dos estudantes referente ao tema abordado de “Radiação de Corpo Negro”. Segue abaixo as questões do simulado.

---

### **Material Complementar sobre Radiação de Corpo Negro (Para os professores).**

---

Nesse espaço apresentamos ao professor um material que engloba várias leituras complementares sobre o tópico Radiação de Corpo Negro, visando contribuir de maneira significativa e objetiva na introdução desse tópico por parte do educador.

- [http://www.if.ufrgs.br/~betz/iq\\_XX\\_A/radTerm/aRadTermFrame.htm](http://www.if.ufrgs.br/~betz/iq_XX_A/radTerm/aRadTermFrame.htm)
- <http://coral.ufsm.br/gef/Moderna/moderna02.pdf>
- [http://www.moderna.com.br/fundamentos/temas\\_especiais/radiacao\\_corpo\\_negro.pdf](http://www.moderna.com.br/fundamentos/temas_especiais/radiacao_corpo_negro.pdf)
- <http://www.if.ufrj.br/~marta/cederj/quanta/mq-unid2-textocompl-1.pdf>
- <http://www.das.inpe.br/cosmo/intro-rcf/node2.html>
- [http://www.fisicajp.unir.br/downloads/2002\\_tccwanderley.pdf](http://www.fisicajp.unir.br/downloads/2002_tccwanderley.pdf)
- [http://www.ppgec.unb.br/images/sampledata/dissertacoes/2011/versaocompleta/marcelo\\_david\\_silva\\_mesquita.pdf](http://www.ppgec.unb.br/images/sampledata/dissertacoes/2011/versaocompleta/marcelo_david_silva_mesquita.pdf)
- <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6896>
- [http://www.joinville.udesc.br/portal/professores/fragalli/materiais/Aula\\_4\\_5\\_Radiacao\\_de\\_Corpo\\_Negro.pdf](http://www.joinville.udesc.br/portal/professores/fragalli/materiais/Aula_4_5_Radiacao_de_Corpo_Negro.pdf)
- <https://www.lumasenseinc.com/BR/solutions/techoverview/ircalibration/>
- [http://www.feiradeciencias.com.br/sala08/ET\\_02.asp](http://www.feiradeciencias.com.br/sala08/ET_02.asp)
- [http://www.dca.fee.unicamp.br/~attux/notas\\_cap2.pdf](http://www.dca.fee.unicamp.br/~attux/notas_cap2.pdf)

Escola:

Professor:

Aluno (a):

Série:    N°    Ano:

**Simulado I referente à Aprendizagem da Radiação de Corpo Negro-Valor:**

**1. (UFRS-RS)** Assinale a alternativa que preenche corretamente a lacuna do parágrafo abaixo. O ano de 1900 pode ser considerado o marco inicial de uma revolução ocorrida na Física do século XX. Naquele ano, Max Planck apresentou um artigo à Sociedade Alemã de Física, introduzindo a ideia da \_\_\_\_\_ da energia, da qual Einstein se valeu para, em 1905, desenvolver sua teoria sobre o efeito fotoelétrico.

a) conservação    b) quantização    c) transformação    d) conversão    e) propagação

**2. (UNEB-BA)** De acordo com o físico Max Planck, que introduziu o conceito de energia quantizada, a luz, elemento imprescindível para manutenção da vida na Terra, como toda radiação eletromagnética, é constituída por pacotes de energia denominados:

a) bárions.            b) dipolos.            c) íons.            d) pulsos.            e) fótons

**3. (UFRS)** O espectro de radiação emitido por um corpo negro ideal depende basicamente de:

a) seu volume.

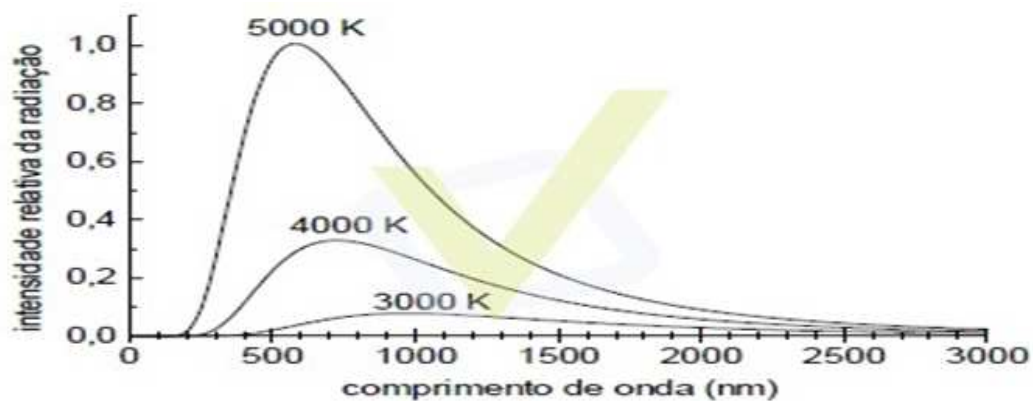
b) sua condutividade térmica

c) sua temperatura

d) seu calor específico

e) sua massa

**4. (UFPR)** A equação que descreve o espectro de radiação emitido por um corpo negro foi descoberta por Max Planck em 1900, sendo posteriormente chamada de Lei da Radiação de Planck. Ao deduzir essa equação, Planck teve que fazer a suposição de que a energia não poderia ter um valor qualquer, mas que deveria ser um múltiplo inteiro de um valor mínimo. O gráfico abaixo mostra a intensidade relativa da radiação emitida por um corpo negro em função do comprimento de onda para três diferentes temperaturas. A região visível do espectro compreende os comprimentos de onda entre 390 nm e 780 nm, aproximadamente, que correspondem às cores entre o violeta e o vermelho.



Com base nessas informações e no gráfico acima, coloque V (verdadeiro) e F (falso):

a. A Lei da Radiação de Planck depende da temperatura do corpo negro e do comprimento de onda da radiação emitida. ( )

b. O princípio de funcionamento de uma lâmpada incandescente pode ser explicado pela radiação de corpo negro. ( )

c. Para a temperatura de 3000 K, a maior parte da radiação emitida por um corpo aquecido está na faixa do infravermelho. ( )

a) V V F                      b) F F F                      c) F V F                      d) V V V                      e) V F V

5. O valor de R também indica a rapidez com a qual o corpo emite energia, por exemplo, se a temperatura for duplicada a energia emitida será aumentada quantas vezes, de acordo com a Lei de Stefan-Boltzmann?

a) 16                      b) 32                      c) 64                      d) 81                      e) 144

**Gabarito:**

1- B    2- E    3- C    4- D    5- A

---

## *Aula 1 – Abordagem introdutória – Aula Expositiva*

### *(Efeito Fotoelétrico).*

---

Nessa etapa levando em consideração os organizadores prévios, introduzir através de uma aula expositiva, com duração de trinta minutos, o conteúdo de efeito fotoelétrico, onde a participação ativa do educando é de suma importância para que ocorra o ensino-aprendizagem de maneira satisfatória. Terminada a aula expositiva, foi proposto um vídeo que explica por meio de animações como ocorre o efeito fotoelétrico e suas aplicações no cotidiano. Esse vídeo tem duração de aproximadamente 9 minutos e foi encontrado no site: <https://www.youtube.com/watch?v=CEuMmMxD-vI>

---

## *Aula 2 – Usando Ferramentas textuais e Lúdicas*

---

Nesse encontro entregar aos alunos um texto (segue abaixo o texto) retirado e adaptado da referência: SAMPAIO, J. L. CALÇADA, C. S. Física. São Paulo: Editora Atual, 2º Ed – vol. Único. Ano 2005, retratando o contexto histórico e tecnológico que envolveu a descoberta do Efeito Fotoelétrico. Após a leitura do texto, os alunos se reúnem em círculo para solucionar as questões propostas pelo texto. (Segue abaixo as atividades do texto).

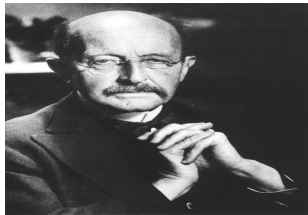
## TEXTO REFERENTE AO EFEITO FOTOELÉTRICO



Heinrich Hertz (1857-1894)

Fonte: [https://pt.wikipedia.org/?title=Heinrich\\_Hertz](https://pt.wikipedia.org/?title=Heinrich_Hertz)

O efeito fotoelétrico foi descoberto em 1887 pelo físico Heinrich Hertz quando tentou produzir e detectar as ondas eletromagnéticas previstas por Maxwell. Em sua tentativa Hertz percebeu que quando a luz incidia em um metal uma diferença de potencial surgia pelo fato de elétrons serem arrancados desse metal. Ficou então definido como efeito fotoelétrico a retirada de elétrons de um metal devido a incidência de luz. No entanto, admitindo a natureza ondulatória da luz, a Física Clássica não foi capaz de dar uma explicação satisfatória para o fenômeno.

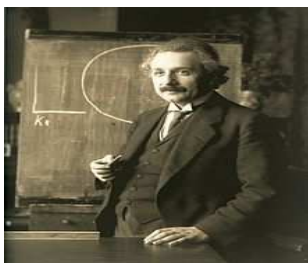


Max Planck (1858-1947)

Fonte: [https://en.wikipedia.org/wiki/Max\\_Planck](https://en.wikipedia.org/wiki/Max_Planck)

A história da mecânica quântica começou em 1900, quando o físico alemão Max Planck apresentou uma solução para um dos problemas que intrigavam os físicos no final do século XIX: a radiação do corpo negro.

Vários físicos tentaram resolver esse problema, sem sucesso. Porém, para obtê-la, ele teve de fazer uma hipótese ousada, pois segundo ele, feita por “puro desespero”, sendo que o próprio Planck não acreditava nela. Sua hipótese era que a radiação emitida pelo corpo não ocorria de maneira contínua, mas sim na forma de pequenos “pacotes”, de modo que a energia ( $E$ ) de cada “pacote” seria proporcional à frequência ( $f$ ) da radiação. Para resolver tal problema, ele postulou que a energia quantizada, ou seja,  $E = h.f$ , sendo que  $h$  é a constante de Planck, cujo valor é  $h = 6,63.10^{-34}$  J.s e  $f$  a frequência da luz em questão. Em 1918, Max Planck recebeu o prêmio Nobel de física pela descoberta dos chamados quantas de energia, a quantização da luz.



Albert Einstein (1879-1955)

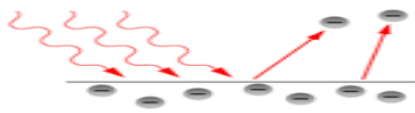
Fonte: [https://en.wikipedia.org/wiki/Albert\\_Einstein](https://en.wikipedia.org/wiki/Albert_Einstein)

Aos 26 anos, usando as ideias de Planck, Albert Einstein chegou a uma interpretação aceitável do fenômeno. A luz teria o comportamento dual, ora ela se comportava como onda, ora como pacotes de matéria. Einstein chamou cada pacote de quantum (palavra latina cujo plural é quanta). Mais tarde, cada quantum foi chamado de fóton. Nesse ano publicou no Anuário Alemão de Física três artigos que mudariam a história da Física, entre eles um sobre o efeito fotoelétrico, em que ele reconsiderou a natureza corpuscular da luz.

O trabalho sobre o efeito fotoelétrico lhe rendeu o Prêmio Nobel de Física em 1921 e tornou-se um dos fundamentos da Física moderna, proporcionando um grande avanço científico e tecnológico no século XX.

### O efeito Fotoelétrico

O efeito fotoelétrico consiste na emissão de elétrons de uma superfície metálica, devido à incidência de radiação eletromagnética sobre esta. Os elétrons arrancados do metal pela radiação incidente são chamados de fotoelétrons.



**Figura 1** : Emissão de elétrons pela incidência de luz.

Fonte: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Efeito\\_fotoel%C3%A9trico](https://pt.wikipedia.org/wiki/Efeito_fotoel%C3%A9trico)

Dentre os fenômenos observados experimentalmente durante o efeito fotoelétrico, é possível destacar as seguintes características:

- a energia dos elétrons emitidos pela superfície depende da frequência da radiação incidente, e não da sua intensidade.
- o aumento da intensidade da radiação incidente provoca apenas um aumento do número de elétrons emitidos.
- os elétrons são emitidos instantaneamente pela superfície metálica.
- durante o efeito fotoelétrico, cada fóton atinge um único elétron, transferindo-lhe toda a sua energia.

### Frequência de corte e comprimento de onda de corte

Para que os fotoelétrons sejam emitidos do metal, é necessário que os fótons da radiação incidente tenham um valor de energia mínima superior à função trabalho do metal. Isso corresponde a um valor de frequência mínima da onda incidente, chamada de frequência de corte. Para que o efeito fotoelétrico ocorra, é necessário que a energia dos fótons seja maior que a energia de ligação dos elétrons presos ao metal. Esse valor da frequência de corte corresponde a um comprimento de onda chamado de comprimento de onda de corte.



## Aplicações do Efeito Fotoelétrico

A descoberta do efeito fotoelétrico teve grande importância para a compreensão mais profunda da natureza da luz. Graças ao efeito fotoelétrico tornou-se possível o cinema falado, uma célula fotoelétrica permite reconstituir os sons registrados nas películas do cinematógrafo assim como a transmissão de imagens animadas (televisão). Podemos também verificar a utilização da tecnologia do efeito fotoelétrico como, por exemplo, no funcionamento das câmeras de TV, nos óculos de visão noturna, nos sistemas de desligamento automático de iluminação, nas portas que abrem e fecham automaticamente nos shoppings, nos relógios que funcionam com energia solar, etc.

## Referências

ALVARENGA, Beatriz; MÁXIMO, Antônio. **Curso de Física**. 5ª edição. São Paulo: Scipione, 2012.

BISCUOLA, Gualter José; BÔAS, Newton Villas; DOCA, Ricardo Helou. **Tópicos de Física**. 15ª ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

FUKE, L. F.; KAZUHITO, Y. **Física para o Ensino Médio – v. 3 – 1. Ed.** – São Paulo: Saraiva, 2010.

GASPAR, A. **Compreendendo a Física**. São Paulo, Ed. Ática, 2011.

PIETROCOLA, M. **Ensino de Física**. Florianópolis, UFSC, 2011.

SAMPAIO, J. L. CALÇADA, C. S. **Física**. São Paulo: Editora Atual, 2º Ed – vol. Único. Ano 2005.

<[www.sistemaagua.com.br/downloads/28-effoto.pdf](http://www.sistemaagua.com.br/downloads/28-effoto.pdf)> Acesso em: 14/10/2014.



**MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA - PÓLO DE JI-PARANÁ/UNIR**

Escola:

Professor:

Aluno (a):

Série:    N°    Ano:

**Atividades de Física Referente ao Texto – Efeito Fotoelétrico -Valor:**

1. Quem foi que descobriu de forma acidental o efeito fotoelétrico em 1887, isto é, um corpo carregado eletricamente ao ser iluminado desprende cargas elétricas negativas?

---

2. Quem foi que em 1900 apresentou um artigo à Sociedade Alemã de Física, introduzindo a ideia da quantização da energia, onde pode ser considerado o marco inicial de uma revolução ocorrida na Física do século XX?

---

---

3) Quem foi que em 1905, aos 26 anos publicou três artigos que mudariam a história da Física, entre eles um sobre o efeito fotoelétrico, em que ele reconsiderou a natureza corpuscular da luz?

---

---

4. (UNIR-2011) O famoso físico alemão Albert Einstein, em 1905, usando um argumento idealizado por seu compatriota, o físico Max Planck, explicou o fenômeno em que elétrons são arrancados de metais quando estes são expostos a ondas eletromagnéticas de determinadas frequências (efeito fotoelétrico). Esse feito contribuiu para o surgimento de uma nova área da Física denominada:

- a) Teoria da Relatividade Geral
- b) Mecânica Quântica
- c) Física Nuclear
- d) Teoria da Relatividade Restrita
- e) Teoria de Cordas

**Gabarito:** 1- Heinrich Hertz    2 - Max Planck    3 - Albert Einstein    4 - B

Outra parte da aula propor uma atividade envolvendo o conteúdo de efeito fotoelétrico através de atividades lúdicas (segue abaixo), através de caça palavras e palavras cruzadas, onde os mesmos poderão trocar informações e interagir com os colegas de classe na resolução dos exercícios.

  
**MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA - PÓLO DE JI-PARANÁ/UNIR**

Escola:

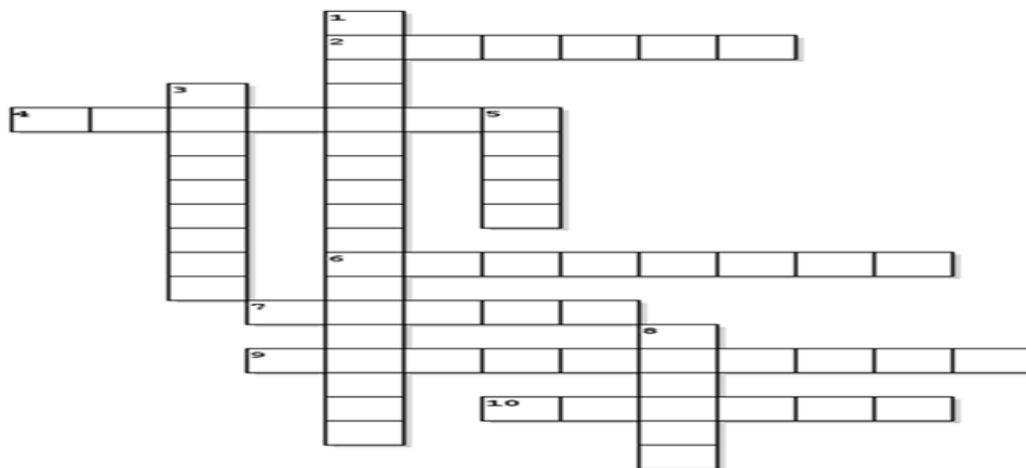
Professor:

Aluno (a):

Série: N°

**Palavras Cruzadas: Física Moderna e Contemporânea**

- 1) Qual o nome do fenômeno onde os elétrons são arrancados de certas superfícies quando há incidência de luz sobre elas?
- 2) Toda a radiação eletromagnética é quantizada em?
- 3) No efeito fotoelétrico a radiação da luz se comporta como uma?
- 4) A radiação luminosa se concentra em pequenos ..... de luz.
- 5) O trabalho sobre o efeito fotoelétrico rendeu a Albert Einstein em 1921 o prêmio..... de física.
- 6) Quem foi que 1905 propôs uma explicação teórica para esse efeito, a qual foi comprovada experimentalmente por Millikan, em 1914?
- 7) Quem percebeu em 1887, quando desenvolvia suas pesquisas para geração e detecção de ondas eletromagnéticas, que o brilho das faíscas do transmissor, tornava o detector mais sensível?
- 8) O efeito fotoelétrico é um efeito mais facilmente observável em?
- 9) Quando diminui o comprimento da onda eletromagnética observa que há um aumento da ?
- 10) Quem foi que introduziu em 1900, ano que pode ser considerado o marco inicial de uma revolução ocorrida na Física do século XX, o conceito de energia quantizada?



**Gabarito:**

- 1- efeito fotoelétrico    2 - quantum    3 - partícula    4 - fótons    5 – Nobel    6 - Einstein  
 7- Hertz    8- metais    9- frequência    10- Planck



Escola:

Professor:

Aluno (a):

Série: N°

**Atividades Caça-Palavras: Física Moderna e Contemporânea**

F E I P A R T I C U L A L K P U O D F F H I  
E U F M P O R T A A U T O M A T I C A S D Ç  
N N A N I F O T O N S F B S D I T E U N Ã D  
P C Z H E R T Z N R L L Ã Ç K Ã H L T H L K  
I I Z K F E H Q Z A L A R M E S Ç Ã L F N R  
E P O O E Q Q U A N T U N O B E L L P Z N U  
S L I S C U Ã A E I N S T E I N I O D B H O  
L A M U Ç E Z N E Q O A C Ç Z F B T R Q Z K  
U N R D D N F T Z T P E P E U K H E S T T N  
E C O B U C E A Q E C O R P U S C U L A R N  
D K E F E I T O F O T O E L E T R I C O E Q  
Ç S B B R A D I A Ç Ã O N B Ã Ç P I M L S L  
F D U M Q O A H M R B S H S H T K R H K K C  
P I D I L U M I N A Ç Ã O P U B L I C A H F

alarmes

einstein

hertz

particula

quanta

corpuscular

fotons

iluminação publica

planck

quantun

efeito fotoeletrico

frequencia

nobel

porta automatica

radiação

---

### *Aula 3 – Usando o Simulador Computacional*

---

Nesse próximo momento conduzir os alunos à sala de informática e realizar uma simulação computacional dirigido por um roteiro de atividades (disponível abaixo). O simulador computacional escolhido para a atividade experimental virtual foi referente ao Efeito Fotoelétrico e que está disponível no site do PhET – InteractiveSimulations (PhET, 2010), que faz parte da Universidade do Colorado como projeto de um laboratório virtual para as ciências, tais como a Física, Química e Biologia.

O Link para acessar a simulação computacional do efeito fotoelétrico é:  
<[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/photoelectric](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/photoelectric)> Acesso em: 17/09/2014.

**Escola:**

**Professor:**

**Aluno(a) :**

**Série:    N°:    Ano:**

### **ROTEIRO DE ATIVIDADES – Efeito Fotoelétrico**

Este roteiro tem o objetivo de orientá-lo no desenvolvimento das atividades sobre o efeito fotoelétrico. Nesta atividade será usada uma simulação computacional para relacionar as propriedades que envolve o efeito fotoelétrico.

#### **INTRODUÇÃO À SIMULAÇÃO**

1. Abra a simulação no endereço:

[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/photoelectric](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/photoelectric) ; Clique na opção “use já

2. Devemos agora conhecer as variáveis que a simulação nos oferece;

- a. Identifique na simulação como alterar a intensidade da luz;
- b. Encontre no simulador onde podemos alterar o comprimento de onda;
- c. Identifique na simulação o amperímetro, onde está escrito “corrente: 0,000”;
- d. Encontre a pilha e a maneira de alterar sua tensão;
- e. Do lado direito da simulação, podemos mudar a placa de metal que está dentro da ampola de vidro, as opções são: sódio, zinco, cobre, platina, cálcio e magnésio.

## ATIVIDADES REFERENTE AO EFEITO FOTOELÉTRICO

### Questão 1 - Influência da intensidade da luz emitida

a) Encontre a opção de alterar a intensidade de luz. Altere o valor da intensidade da luz para de 0% para 50% e observe o que ocorre.

---

### Questão 2 - Influência do comprimento de onda

a) Procure na barra superior “opções” e escolha a opção “mostrar fótons” (fótons). O que você pôde notar sobre o número de fótons que são emitidos pela fonte de luz, quando alteramos de 50 % para 100 %. Este aumentou, diminuiu ou permaneceu igual?

---

b) Quando alteramos a intensidade da luz, a quantidade de energia de cada fóton aumenta, diminui ou permanece igual?

---

c) A energia de cada fóton será diretamente ou inversamente proporcional a frequência de cada fóton?

---

### Questão 3 - Mudando o material da placa

a) Coloque na opção intensidade da luz 50% e altere o valor do comprimento de onda de 200 nm para 400nm. O que você observou?

---

b) Mantendo a opção intensidade da luz 50%, altere o valor do comprimento de onda de 400 nm para 150nm e observe o movimento dos elétrons “arrancados” da placa de sódio. Este aumentou, diminuiu ou permaneceu igual?

---

c) Altere o material da placa, de sódio para platina. Observe o movimento dos elétrons “arrancados”. Para os mesmos valores de intensidade de luz e comprimento de onda, a energia cinética dos elétrons “arrancados” do sódio e da platina é diferente ou permanece igual? E o valor da corrente elétrica aumentou, diminuiu ou permaneceu igual?

---

### Gabarito

- 1) a) A intensidade da luz aumenta.
- 2) a) O número de fótons aumenta.
  - b) permanece igual
  - c) A energia é diretamente proporcional.
- 3) a) Aumenta o comprimento de onda e diminui a frequência  
b) Aumentou, pois aumentou a frequência.  
c) É diferente e a corrente diminuiu.

---

## *Aula 4 – Atividade Experimental*

---

Nesse encontro começar a exibição de três vídeos abordando o Efeito Fotoelétrico de acordo com os respectivos links.

**Vídeo do Experimento “Efeito Fotoelétrico”**

<https://www.youtube.com/watch?v=vEttet3OcM4&feature=youtu.be>

**Vídeo do Experimento “Ouvindo o som do controle remoto”**

<https://www.youtube.com/watch?v=qJMk5wBUepY&feature=youtu.be>

**Vídeo do Experimento “Ouvindo o som da luz”**

<https://www.youtube.com/watch?v=xZwSvwmYo4Y&feature=youtu.be>

Após os estudantes assistirem o vídeo, propõem-se uma oficina seguida seus respectivos roteiros de acordo com as orientações abaixo.



**Escola:**

**Professor:**

**Aluno (a):** \_\_\_\_\_ **Série:** N° \_\_\_\_\_ **Ano:** \_\_\_\_\_

## **Roteiro do experimento “Efeito Fotoelétrico”**

**Tema:** Efeito Fotoelétrico

**Objetivos:**

- ▶ Deixar a aula mais atraente e os alunos motivados.
- ▶ Enfatizar o Efeito Fotoelétrico.
- ▶ Descrever resumidamente o funcionamento básico de uma célula fotovoltaica.

### **Materiais utilizados para o experimento**

Relação de materiais para a montagem do experimento “Efeito Fotoelétrico”.

**Quadro 1:** Materiais usados no experimento

<b>Material</b>	<b>Custo aproximado (2015)</b>
1 placa de calculadora digital	R\$ 6,25
1 Led	R\$ 1,00
1 lanterna	R\$ 5,10
Total	R\$ 12,35

**Fonte:** Quadro elaborado pelo autor

**Sugestão:** Assista ao vídeo “Efeito Fotoelétrico” que aborda passo a passo a montagem desse experimento que está inserido no produto educacional da dissertação desse autor no tópico sobre efeito fotoelétrico.

## **Montagem e funcionamento**

O experimento consiste em uma célula solar e uma led diodo, onde acontece o efeito fotoelétrico, quando há uma incidência de luz sobre a célula solar (composta por silício e alumínio) começa no mesmo instante a conversão da energia luminosa em energia elétrica, que é a absorção de toda a energia do fóton pelo elétron, tirando-o da sua orbita. O mesmo então circula pelo circuito dando origem a corrente elétrica que faz acender o led, ou até mesmo acumular essa corrente em uma bateria, para que possa ser utilizada mais tarde.

O primeiro passo será fazer a solda usando dois pedaços de fios finos um em cada lado da placa. Logo após a execução da solda iremos conectar as duas pontas do fio uma em cada “perninha” do Led.

A próxima etapa é ligar a lanterna incidindo a luz na placa e esperar por alguns instantes o Led ficar aceso. Caso queira apagar a luz do local onde está sendo feito o experimento para visualizar melhor no interior do Led fica a critério.

Com essa atividade experimental o professor pode abordar o conceito de Efeito Fotoelétrico e outros tais como: a conversão da energia luminosa em energia elétrica.

## **Referências**

<<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=41321>> Acesso em: 03/10/2014.

<<https://www.youtube.com/watch?v=nQvpd-yWQ4w>> Acesso em: 10/10/2014.

<[http://each.uspnet.usp.br/ortiz/classes/experimentos\\_2011.pdf](http://each.uspnet.usp.br/ortiz/classes/experimentos_2011.pdf)> Acesso 08/11/2014.



Escola:

Professor:

Aluno (a):

Série: Nº: Ano:

**Atividades sobre o experimento “Efeito Fotoelétrico” - Valor:**

1. Quais fenômenos podem destacar neste experimento? E como a luz se comporta nesse fenômeno?

---

---

2. Quando incidimos a luz da lanterna na placa alguns instantes depois observamos que o Led fica aceso. Por que isso ocorre?

---

---

3. Além do efeito fotoelétrico, o experimento “Efeito Fotoelétrico” também permite ao professor abordar que outros conteúdos?

---

---

**Gabarito:**

- 1) Efeito fotoelétrico. Nesse experimento a luz se comporta como uma partícula.
- 2) Ocorre porque ao incidir a luz saem elétrons da placa e consequentemente faz o Led acender, pois está passando corrente elétrica.
- 3) Poder ser observado a conversão de energia luminosa em elétrica e circuito elétrico.

**Escola:**

**Professor:**

**Aluno (a):** **Série:** **Nº** **Ano:**

### **Roteiro do experimento “Ouvindo o som do controle remoto”<sup>1</sup>**

**Tema:** Efeito Fotoelétrico

**Objetivos:**

- ▶ Mostrar o ruído do controle remoto e apresentar aplicações tecnológicas do efeito fotoelétrico para os estudantes.
- ▶ Deixar a aula mais atraente e significativa através da parte experimental.

### **Materiais utilizados para o experimento**

Relação de materiais para a montagem do experimento “Ouvindo o som do controle remoto”.

<b>Material</b>	<b>Custo aproximado (2015)</b>
1 bateria de 9V	R\$ 5,25
1 LDR	R\$ 1,50
1 LED Vermelho ( ou de outra cor)	R\$ 0,90
1 pino fêmea P2	R\$ 3,50
1 resistor de 680 $\Omega$ e 1/8 W	R\$ 0,50
2 jacaré	R\$ 0,50 (cada)
1 suporte para bateria	R\$ 1,30
1 controle remoto comum de TV	Valor variável
Caixinha de som de computador ou de rádio	Valor variável
Total	R\$ 13,95

**Fonte:** Quadro feito pelo autor

**Sugestão:** Assista ao vídeo “Ouvindo o som do controle remoto” que aborda passo a passo a montagem desse experimento que está inserido no produto educacional da

---

<sup>1</sup> Experimento retirado e adaptado do artigo: SILVA, L.F, ASSIS, A. Física Moderna no Ensino Médio: **Um experimento para abordar o efeito fotoelétrico.** Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v. 29, n. 2, p.313-324, ago. 2012.

dissertação desse autor no tópico sobre o efeito fotoelétrico.

## Montagem e funcionamento

A montagem do experimento está representada na (Fig.1), onde para a sua montagem, primeiramente é preciso verificar a polaridade do LED (não há polaridade no LDR). Como o LED é um diodo, ele conduz a corrente elétrica apenas em um único sentido. Ao comprar o LED, você perceberá que apenas uma das “perninhas” é ligeiramente maior que a outra. Esse é o pólo positivo do componente e deve ser ligado ao pólo positivo da bateria.

A bateria, o LDR, o LED e o resistor devem ser ligados em série, nessa ordem observar o circuito ilustrado na (Fig.1). Com os jacarés, liga-se o pino fêmea P2 em paralelo com o LDR. Esse som é gerado devido à variação da ddp no circuito na qual a saída de áudio está ligada em paralelo, produzindo assim o som na caixa, essa variação de ddp é resultado da alteração da corrente elétrica no circuito, provocada pela alteração da resistência do LDR ao ser atingido pelo infravermelho pulsado do controle remoto.

Para testar o funcionamento do circuito, basta iluminar o LDR com um laser. Se o LED acender, é porque está tudo conectado corretamente. Senão, verifique as ligações e a polaridade do LED. Pode ser que a polaridade foi trocada ou algum fio esteja ligado de forma adequada.

Para testar a saída de som, conecte as caixinhas de som do circuito, e incida o infravermelho no LDR, usando um controle remoto de televisão. Se tudo estiver bem conectado, o som do controle remoto semelhante ao som de um helicóptero será ouvido, devido ao fato do infravermelho do controle ser pulsado, conforme a (Fig.2).

O circuito pode ser montado sobre um papelão duro ou isopor utilizando-se fios de ligação e fita isolante ou solda para conectar cada elemento ao circuito.

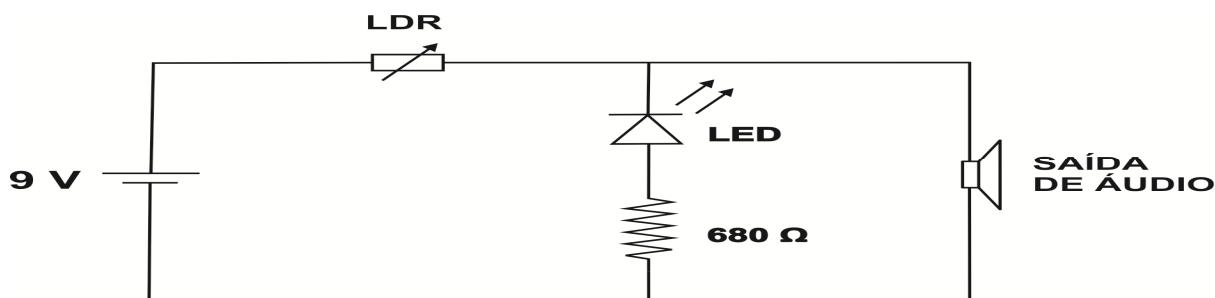
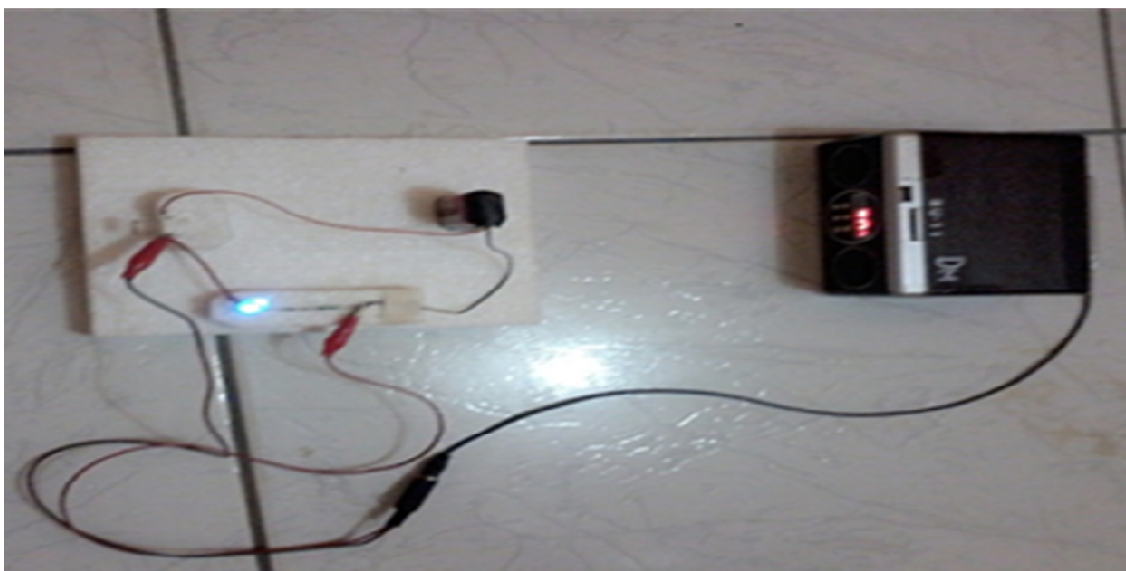


Fig.1 Circuito montado do experimento “ouvindo o som do controle remoto”



**Figura 02** – imagem do experimento “Ouvindo o som do controle remoto”.

## Referências

- SAMAPAILO, J. L, CALÇADA, C. S, **Universo da Física**. Ed. Atual, São Paulo, 2005.
- SILVA, L.F, ASSIS, A. Física Moderna no Ensino Médio: **Um experimento para abordar o efeito fotoelétrico**. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v. 29, n. 2, p.313-324, ago. 2012.
- VALADARES, E. C., MOREIRA, A. M. **Ensinando física moderna no segundo grau: efeito fotoelétrico, laser e emissão de corpo negro**. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v. 15, n. 2, p. 121-135, ago. 1998.



Escola:

Professor:

Aluno (a):

Série: Nº: Ano:

**Atividades sobre o experimento “Ouvindo o som do controle remoto” - Valor:**

1. Qual é o nome do fenômeno que está presente neste experimento? E como a luz se comporta nesse fenômeno?

---

2. Quando apontamos o controle remoto para o LDR ouvimos um som através da caixinha de som. Por que isso ocorre?

---

3. Além do efeito fotoelétrico, o experimento “Ouça seu controle remoto!” também permite ao professor abordar que outros conteúdos?

---

4. O fenômeno foi rapidamente utilizado pela indústria eletrônica na criação de componentes sensíveis à luz, os chamados elementos?

---

**Gabarito:**

1) Efeito fotoelétrico e a luz se comporta como uma partícula.

2) Ocorre porque o controle remoto emite uma onda eletromagnética na frequência do infravermelho, que não são visíveis aos nossos olhos.



MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA - PÓLO DE JI-PARANÁ/UNIR

**Escola:**

**Professor:**

**Aluno (a):**

**Série: N° Ano:**

## **Roteiro do experimento “Ouvindo o som da luz”<sup>2</sup>**

**Tema:** Efeito Fotoelétrico e Dualidade da luz

**Objetivos:**

- ▶ Deixar a aula mais atraente e significativa através da parte experimental.
- ▶ Mostrar as aplicações dos conceitos de FMC
- ▶ Enfatizar a dualidade da luz

### **Materiais utilizados para o experimento**

Relação de materiais para a montagem do experimento “Ouvindo o som da luz”.

<b>Material</b>	<b>Custo aproximado (2015)</b>
1 bateria de 9V	R\$ 5,25
1 LDR	R\$ 1,50
1 pino fêmea P2	R\$ 3,50
2 jacaré	R\$ 0,50 (cada)
1 suporte para bateria	R\$ 1,30
1 controle remoto comum de TV	Valor variável
Caixinha de som de computador ou de rádio	Valor variável
Total	R\$ 12,55

**Fonte:** Quadro elaborado pelo autor

**Sugestão:** Assista ao vídeo “Ouvindo o som da luz” que aborda passo a passo a montagem desse experimento que está inserido no produto educacional da dissertação desse autor no tópico sobre o efeito fotoelétrico.

<sup>2</sup> Experimento retirado e adaptado do site:

<<http://fisicamodernaexperimental.blogspot.com.br/2009/03/ouvindo-um-controle-remoto.html>> Acesso em 12/10/2014.



## Montagem e funcionamento

Neste trabalho montamos um sistema experimental de que permite uma retransmissão de rádio, ou de outro sistema de áudio, usando um computador, tabletes ou celular por meio de um feixe de laser, ou seja, de um sistema que cujo emissor transforma som em luz e o receptor luz em som.

Sabemos que a luz<sup>3</sup> pode se comportar como onda ou como partícula, mas nunca as duas simultaneamente, pois um comportamento exclui o outro. No entanto, podemos mostrar numa mesma montagem experimental os dois comportamentos, ocorrendo separadamente, é claro. Com o equipamento que será descrito, será possível fazer uma retransmissão de rádio, ou reproduzir uma música. De maneira simplificada, podemos dizer que em nosso sistema emissor vamos transformar som em luz e, em nosso sistema receptor, retransformar essa luz em som. Os princípios físicos adotados são muito parecidos com os usados em comunicações por fibra ótica, mas, em vez da fibra, usaremos ar como meio de transmissão das informações, via luz. A bateria e o LDR devem ser ligados em série nessa ordem. Com os jacarés, liga-se o pino fêmea P2 em paralelo com o LDR. Esse som é gerado devido à variação da ddp no circuito na qual a saída de áudio está ligada em paralelo, produzindo assim o som na caixa, essa variação de ddp é resultado da alteração da corrente elétrica no circuito, provocada pela alteração da resistência do LDR ao ser atingido pelo infravermelho pulsado do laser.

Para testar a saída de som, conecte as caixinhas de som do circuito, e incida o infravermelho no LDR, usando um laser. Se tudo estiver bem conectado, o som do computador, tabletes ou celular será ouvido, devido ao fato da radiação emitida pelo laser ser pulsado. O circuito pode ser montado sobre um papelão duro ou isopor utilizando-se fios de ligação e fita isolante ou solda para conectar cada elemento ao circuito.

Para transformar o feixe de luz<sup>4</sup> em som, precisamos converter a luz em sinal elétrico pulsante de modo que esse sinal permita que uma caixa de som, como por exemplo, as de um computador PC, funcionem e possamos ouvir a estação de rádio sintonizada no seu emissor e as músicas que estariam tocando em seu rádio. O sensor LDR fará a conversão da luz em sinal elétrico. No LDR, um semiconductor, os fótons deslocam elétrons da banda de valência para a banda de condução, diminuindo a resistência do dispositivo, fazendo-o conduzir corrente elétrica, dessa forma estamos usando o comportamento corpuscular da luz, de acordo com a (Fig.1).

---

<sup>3</sup>Texto adaptado e retirado do site: <<http://wiki.stoa.usp.br/Fap0459/textos/daniel>> Acesso em: 15/09/2014.

<sup>4</sup> Texto adaptado e retirado do site: <<http://wiki.stoa.usp.br/Fap0459/textos/daniel>> Acesso em: 09/10/2014.



**Figura 1-** Alunos observando o funcionamento do experimento “Ouvindo o som da luz” com o laser.

Acredita que a inserção de atividades experimentais de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio, promova um caráter investigativo, integrando a teoria e a prática e consequentemente promovendo uma aprendizagem significativa.

### **Referências**

SILVA, L.F, ASSIS, A. Física Moderna no Ensino Médio: **Um experimento para abordar o efeito fotoelétrico**. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v. 29, n. 2, p.313-324, ago. 2012.

<[http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo\\_ID157/v6\\_n3\\_a2011.pdf](http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID157/v6_n3_a2011.pdf)> Acesso : 04/09/2014.

<<http://wiki.stoa.usp.br/Fap0459/textos/daniel>> Acesso em: 24/11/2014.

<<http://fisicamodernaexperimental.blogspot.com.br/2009/03/ouvindo-um-controle-remoto.html>> Acesso em 10/10/2014.



Escola:

Professor:

Aluno (a):

Série: N°: Ano:

**Atividades sobre o experimento “Ouvindo o som da luz” - Valor:**

1. Quais fenômenos podem destacar neste experimento? E como a luz se comporta nesse fenômeno?

2. Quando apontamos o laser para o LDR ouvimos um som que sai, por exemplo, do computador através da caixinha de som. Por que isso ocorre?

3. Além do efeito fotoelétrico, o experimento “Ouvindo o som da luz!” também permite ao professor abordar que outros conteúdos?

**Gabarito:**

1) Efeito fotoelétrico e dualidade da luz. Nesse experimento a luz se comporta de forma dual.

2) Ocorre porque o laser emite uma onda eletromagnética na frequência do infravermelho, que não são visíveis aos nossos olhos.

3) eletricidade (circuitos elétricos, corrente elétrica, geradores) e ondas eletromagnéticas (infravermelho e outras formas de radiação) e dualidade da luz.

---

## *Aula 5 – Simulado*

---

Nessa aula apresentamos um simulado contendo cinco questões objetivas com a finalidade de verificar a aprendizagem dos estudantes sobre o Efeito Fotoelétrico.

---

### **Material Complementar sobre Efeito Fotoelétrico (Para os professores).**

---

Nesse espaço apresentamos ao professor um material que engloba várias leituras complementares sobre o tópico Efeito Fotoelétrico, visando contribuir de maneira significativa e objetiva na introdução desse tópico por parte do educador.

- <http://www.if.ufrgs.br/einstein/feitofotoeletricoequation.html>
- <https://www.algosobre.com.br/fisica/efeito-fotoeletrico-e-seu-teorema.html>
- <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol3/Num1/a08.pdf>
- <https://dfte.ufrn.br/caio/index.html>
- <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/10026>
- <http://www.if.ufrgs.br/einstein/feitofotoeletricopremionobel.html>
- <http://www.fisica.ufpb.br/~romero/objetosaprendizagem/Rived/20EfeitoFotoeletrico/Site/Notashistoricas.htm>
- <http://cultura.secular.com.br/06-nov2005/fotoeletrico.html>
- <http://www.astropt.org/2013/07/23/o-efeito-fotoeletrico/>
- <http://www.portaleducacao.com.br/pedagogia/artigos/56424/contribuicoes-para-a-aula-de-fisica-moderna-o-efeito-fotoeletrico>
- <http://sites.ifi.unicamp.br/lfmoderna/conteudos/efeito-fotoeletrico/>
- [http://www.profcordella.com.br/unisanta/textos/fqa33\\_efeito\\_fotoeletrico.htm](http://www.profcordella.com.br/unisanta/textos/fqa33_efeito_fotoeletrico.htm)
- <http://www.fis.ufba.br/~edmar/fis101/roteiros/Fotoeletrico.pdf>
- <http://www.cesarzen.com/FIS1056Lista4.pdf>
- <http://www.fisica.ufpb.br/~romero/objetosaprendizagem/Rived/20EfeitoFotoeletrico/Site/Notashistoricas.htm>
- [http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/bitstream/handle/mec/20000/739\\_BD.pdf?sequence=2](http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/bitstream/handle/mec/20000/739_BD.pdf?sequence=2)

Escola:

Professor:

Aluno (a):

Série: N° Ano:

**Simulado II referente à Aprendizagem do Efeito Fotoelétrico-Valor:**

1. (PUC-MG) O efeito fotoelétrico é um fenômeno pelo qual:
  - a) elétrons são arrancados de certas superfícies quando há incidência de luz sobre elas.
  - b) as lâmpadas incandescentes comuns emitem um brilho forte.
  - c) as correntes elétricas podem emitir luz.
  - d) as correntes elétricas podem ser fotografadas.
  - e) a fissão nuclear pode ser explicada.
  
2. (ITA-SP) Incide-se luz num material fotoelétrico e não se observa a emissão de elétrons. Para que ocorra a emissão de elétrons do mesmo material basta que se aumente(m):
  - a) a intensidade da luz.
  - b) a frequência da luz
  - c) o comprimento de onda da luz.
  - d) a intensidade e a frequência da luz.
  - e) a intensidade e o comprimento de onda da luz.
  
3. (UFRS) Considere as seguintes afirmações sobre o efeito fotoelétrico.
  - I. O efeito fotoelétrico consiste na emissão de elétrons por uma superfície metálica atingida por radiação eletromagnética.
  - II. O efeito fotoelétrico pode ser explicado satisfatoriamente com adoção de um modelo corpuscular para a luz.
  - III. Uma superfície metálica fotossensível somente emite fotoelétrons quando a frequência da luz incide nessa superfície excede certo valor mínimo, que depende do metal.Quais estão corretas?
  - a) Apenas I.
  - b) Apenas II.
  - c) Apenas I e II.
  - d) Apenas I e III.
  - e) I, II e III.
  
4. (UFSM-RS) À medida que a tecnologia invadiu os meios de produção, a obra de arte deixou de ser o resultado exclusivo do trabalho das mãos do artista, por exemplo, a fotografia. Uma vez obtido o negativo, muitas cópias da mesma foto podem ser impressas. O elemento essencial de uma foto copiadora é um cilindro eletrizado que perde eletrização, nas regiões em que incide luz. Então,
  - I - o efeito fotoelétrico só pode ser entendido em termos de um modelo corpuscular para a radiação eletromagnética.
  - II - o número de elétrons arrancados de uma placa metálica pelo efeito fotoelétrico cresce com o aumento da intensidade da radiação eletromagnética que atinge a placa.
  - III - a energia máxima dos elétrons arrancados de uma placa metálica pelo efeito fotoelétrico cresce com o aumento da intensidade da radiação eletromagnética que atinge a placa. Está (ao) correta(s):
  - a) apenas I.
  - b) apenas II.
  - c) apenas III.
  - d) apenas I e II.
  - e) I, II e III.
  
5. (UFMG-MG) Utilizando um controlador, André aumenta a intensidade da luz emitida por uma lâmpada de cor vermelha, sem que esta cor se altere. Com base nessas informações, é CORRETO afirmar que a intensidade da luz aumenta porque
  - a) a frequência da luz emitida pela lâmpada aumenta.
  - b) o comprimento de onda da luz emitida pela lâmpada aumenta.
  - c) o número de fótons emitidos pela lâmpada, a cada segundo, aumenta.
  - d) a energia de cada fóton emitido pela lâmpada aumenta.

**Gabarito:** 1 -A 2 -B 3-E 4-D 5-C

---

## *Aula 1 – Abordagem introdutória – Aula Expositiva*

### *(Espectroscopia).*

---

No primeiro momento levando em consideração os organizadores prévios, introduzir através de uma aula expositiva em forma de apresentação visual, com duração de vinte minutos, o conteúdo de espectroscopia, deixando claro para o educando que o mesmo poderá perguntar quando tiver alguma dúvida em relação ao conteúdo apresentado. Terminada a aula expositiva, os alunos assistiram um vídeo que explica por meio de animações e imagens o contexto histórico e a evolução referente ao contexto envolvendo a Espectroscopia e suas aplicações no cotidiano. Esse vídeo tem duração de aproximadamente 6 minutos e foi encontrado no site: <https://www.youtube.com/watch?v=khh9HNYWm9Y>

---

## *Aula 2 – Usando Ferramentas textuais e Lúdicas*

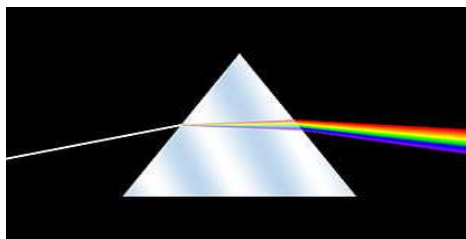
---

Nessa aula entregue aos alunos um texto que foi retirado e adaptado da referência: GASPAR, A. **Compreendendo a Física**. Editora Ática, São Paulo, Página 324 a 326, 2011, retratando os contextos históricos e suas aplicações no cotidiano.

## TEXTO REFERENTE À ESPECTROSCOPIA

A espectroscopia consiste na análise da radiação eletromagnética que vem de uma fonte, como, por exemplo, o Sol, uma nebulosa ou até mesmo a chama de uma vela, para poder definir propriedades físicas e químicas destes materiais.

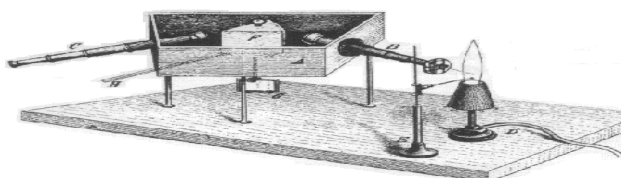
A história da espectroscopia começou com experimentos de óptica de Isaac Newton (1666-1672), embora desde a Antiguidade que a luz solar pode ser decomposta nas cores do arco-íris, mas foi Newton, no século XVII, que pela primeira vez descreveu de forma adequada o fenômeno da decomposição da luz por um prisma. Newton aplicou o termo espectro para descrever as cores do arco-íris que combinam para formar uma luz branca, e que são revelados, quando a luz branca é passada através de um prisma (fig.1). Ele mostrou que o prisma não é responsável em transmitir ou criar as cores, mas sim que separa as partes constituintes da luz branca.



**Fig. 1:** A luz pode ser separada em um espectro através de um prisma.

Fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Hist%C3%B3ria\\_da\\_espectroscopia](http://pt.wikipedia.org/wiki/Hist%C3%B3ria_da_espectroscopia)

O instrumento utilizado na espectroscopia é chamado de espectroscópio (fig.2), e foi primeiramente utilizado em 1859 por seus criadores: o físico alemão Gustav Kirchhoff (1824-1887) em parceria com o químico alemão Robert Bunsen (1811-1899). A parceria surgiu pela soma dos conhecimentos de Kirchhoff, que sugeriu que um elemento químico puro ao ser queimado emite uma radiação com cor bem característica (Teste da Chama), e dos de Bunsen, que conseguiu inventar um queimador de gás metano ( $\text{CH}_4$ ) com controle da entrada de ar e cuja cor não interferia no experimento.



**Fig. 2:** Espectroscópio de Kirchhoff e Bunsen

Fonte: <http://200.17.141.35/scaranojr/PIBIX/Aula4/Espectroscopia%20.pdf>

### **Exemplos de espectros:**

**Espectro contínuo:** um corpo denso, quente, sólido, líquido ou gasoso, emite um espectro contínuo, ou seja, com todos os comprimentos de onda. Por exemplo, o filamento de uma lâmpada incandescente (sólido), a lava de um vulcão (líquido), uma estrela (gás denso).

**Espectro de emissão:** um gás pouco denso e suficientemente aquecido produz um espectro de linhas brilhantes (de emissão). A cor, o número, a intensidade e a posição dessas linhas dependem dos elementos químicos presentes no gás e da quantidade de energia disponível para aquecê-lo. Por exemplo: uma lâmpada fluorescente, lâmpada de neônio, o gás em galáxias espirais.

**Espectro de absorção:** se a luz proveniente de um espectro contínuo passar por um gás a uma temperatura mais baixa, ela é observada com um padrão de linhas escuras (linhas de absorção). O número e a posição dessas linhas dependem dos elementos químicos presentes no gás. Por exemplo: atmosfera solar ou estelar de uma forma geral.

Uma das bases da Astronomia é a aplicação da espectroscopia estelar ao estudo das estrelas. O espectro, ou consequência de radiações emitidas pelos átomos de um elemento é característico deste elemento e serve para identificá-lo.

Portanto, podemos constatar que a espectroscopia tem aplicações de grande importância para o estudo da astronomia, além de trazer informações para física e química através da transmissão, absorção ou reflexão da energia radiante incidente em uma amostra.

### **REFERÊNCIAS**

<<http://200.17.141.35/scaranojr/PIBIX/Aula4/Espectroscopia%20.pdf>> Acesso: 08/09/2014.

<<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/viewFile/6627/6124>> Acesso: 15/10/2014.

<[http://w3.ufsm.br/rogemar/fsc1057/aulas/aula19\\_espectroscopia.pdf](http://w3.ufsm.br/rogemar/fsc1057/aulas/aula19_espectroscopia.pdf)> Acesso: 17/11/2014.



Escola:

Professor:

Aluno (a):

Série:      N°:      Ano:

**Atividades de Física Referente ao Texto – Espectroscopia -Valor:**

1. O que vem a ser espectroscopia?

---

---

2. Defina espectro contínuo, de emissão e absorção e dê um exemplo de cada.

---

---

---

3. Escreva as aplicações que a espectroscopia realiza.

---

---

---

**Gabarito:**

1 A espectroscopia consiste na análise da radiação eletromagnética que vem de uma fonte, como, por exemplo, o Sol, uma nebulosa ou até mesmo a chama de uma vela, para poder definir propriedades físicas e químicas destes materiais.

2. Espectro contínuo: um corpo denso, quente, sólido, líquido ou gasoso, emite um espectro contínuo, ou seja, com todos os comprimentos de onda. Por exemplo, o filamento de uma lâmpada incandescente (sólido). Espectro de emissão: um gás pouco denso e suficientemente aquecido produz um espectro de linhas brilhantes (de emissão). A cor, o número, a intensidade e a posição dessas linhas dependem dos elementos químicos presentes no gás e da quantidade de energia disponível para aquecê-lo. Por exemplo: uma lâmpada fluorescente. Espectro de absorção: se a luz proveniente de um espectro contínuo passar por um gás a uma temperatura mais baixa, ela é observada com um padrão de linhas escuras (linhas de absorção). O número e a posição dessas linhas dependem dos elementos químicos presentes no gás. Por exemplo: atmosfera solar.

3. A espectroscopia tem aplicações de grande importância para o estudo da astronomia, além de trazer informações para física e química através da transmissão, absorção ou reflexão da energia radiante incidente em uma amostra.

Outra parte da aula propor uma atividade envolvendo o conteúdo de Espectroscopia através de atividades lúdicas (segue abaixo), através de caça palavras e palavras cruzadas, onde os mesmos poderão trocar informações e interagir com os colegas de classe na resolução dos exercícios.

  
**MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA - PÓLO DE JI-PARANÁ/UNIR**

Escola:

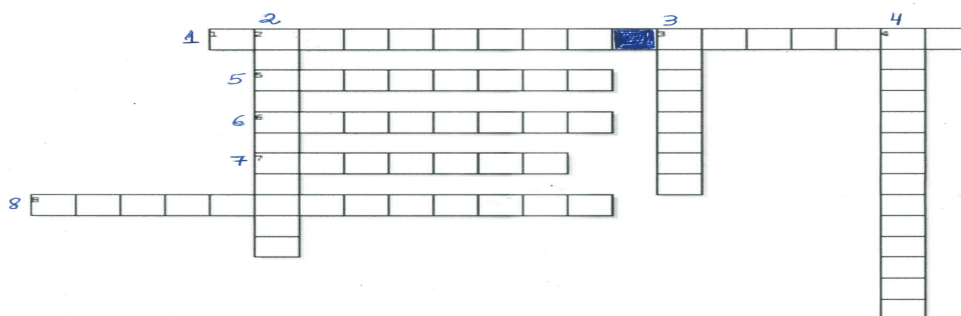
Professor:

Aluno (a):

Série: N°

### Atividades Palavras Cruzadas: Física Moderna e Contemporânea

- 1) Quem foi os primeiros estudiosos a usarem o espectroscópio?
- 2) A história da espectroscopia começou com experimentos de óptica de?
- 3) Uma das bases da Astronomia é a aplicação da espectroscopia no estudo das?
- 4) Qual é o fenômeno que consiste na análise da radiação eletromagnética que vem de uma fonte, como, por exemplo, o Sol,?
- 5) Se a luz proveniente de um espectro contínuo passar por um gás a uma temperatura mais baixa, ela é observada com um padrão de linhas escuras definimos como um espectro de?
- 6) O filamento de uma lâmpada incandescente (sólido), a lava de um vulcão (líquido) e uma estrela (gás denso), são exemplos de espectro ?
- 7) Uma lâmpada fluorescente, lâmpada de neônio e o gás em galáxias espirais são exemplos de espectro?
- 8) Qual é o instrumento utilizado na espectroscopia ?



#### Gabarito:

- |                       |                 |             |                   |
|-----------------------|-----------------|-------------|-------------------|
| 1- Kirchhoff e Bunsen | 2- Isaac Newton | 3- Estrelas | 4- Espectroscopia |
| 5- Absorção           | 6 - Contínuo    | 7- Emissão  | 8- Espectroscópio |



Escola:

Professor:

Aluno (a):

Série: N°

**Atividades Caça-Palavras: Física Moderna e Contemporânea**

K L N U O S W C F I B S N E B U L O S A A Ã  
K U E O Ç O C T K D B B U N S E N L P S K I  
M T Ç A Ã R O A R S Ç I L E Ã E E R L T A P  
I N H S Ã G Ç Z B I P H P R I S M A H R Z P  
H G G B B U R Z E S K Ç T G A P I D P O A A  
L B Ç N W I P Ã Ã L L O G I B E S I Ç N G L  
A U D D T P Ã E S T R E L A S C S A N O M Ã  
T S W T C C N C O N T I N U O T Ã Ç H M I F  
Ç U P H T R E O L U Z O Ç Ã R R O Ã B I K W  
F W E D K K I R C H H O F F Ç O L O Ã A Ç N  
B Z Ç N W B N E W T O N Z R Ã S O E B Z U A  
P O K T R L U S U H B R O K O Ç L L K R O T  
F T Ç H U Ã M E S P E C T R O S C O P I A Ã  
L O B D T B L E S P E C T R O S C O P I O Ç

Absorção

Contínuo

Energia

Espectroscópio

Luz

Prisma

Astronomia

Cores

Espectros

Estrelas

Nebulosa

radiação

Bunsen

Emissão

Espectroscopia

Kirchhoff

Newton

Sol

---

## *Aula 4 – Atividade Experimental*

---

Nessa aula apresentar um vídeo de aproximadamente 3 minutos que foi retirado e adaptado do endereço: abordando o experimento intitulado como “Análise qualitativa de um espectro contínuo”.

Após a exibição do vídeo, propor aos alunos começar a montagem do experimento (segue o roteiro do experimento) de baixo custo e material acessível referente à espectroscopia.

**Escola:**

**Professor:**

**Aluno (a):** **Série:** **Nº** **Ano:**

**Roteiro do experimento “Análise qualitativa de um espectro contínuo”<sup>5</sup>**

**Tema:** Espectroscopia

**Objetivos:**

- ▶ Mostrar o espectro contínuo da luz de uma lanterna.
- ▶ Deixar a aula mais atraente e significativa através da parte experimental.

### **Materiais utilizados para o experimento**

Relação de materiais para a montagem do experimento “Análise qualitativa de um espectro contínuo”.

**Quadro 1:** Materiais usados no experimento

<b>Material</b>	<b>Custo aproximado (2015)</b>
1 lanterna	R\$ 5,10
1 Led Vermelho ( ou de outra cor)	R\$ 0,90
1 CD	R\$ 1,00
1 Lupa média	R\$ 5,30
2 pregadores de roupa	R\$ 2,20
Total	R\$ 14,50

**Fonte:** Quadro feito pelo autor

**Sugestão:** Assista ao vídeo “Análise Qualitativa de um Espectro Contínuo” que aborda passo a passo a montagem desse experimento que está inserido no produto educacional da dissertação desse autor no tópico sobre espectroscopia.

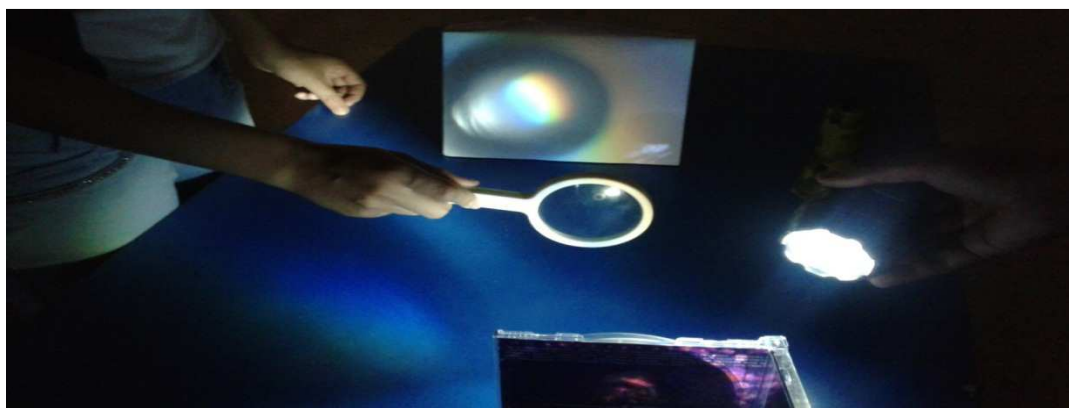
<sup>5</sup> Experimento retirado e adaptado do site: <<https://www.youtube.com/watch?v=gsAkT2nStQ>> Acesso em: 12/10/2014.

## Montagem e funcionamento

O primeiro passo é colocar a cartolina apoiada na vertical para que possa observar o espectro da luz da lanterna. Depois ligamos a lanterna e projetamos na parte interior do CD, sem usar a lupa, iremos observar na cartolina um círculo escuro e no seu interior um modelo de estrela colorida, ou seja, é nesse ponto que iremos ver o espectro. Você irá formar um V entre a (lanterna, CD e a cartolina).

Nessa demonstração não usamos os prendedores para fixar a lupa, mas você no processo de montagem pode substituir o apoio de suas mãos pelos dois prendedores que iram prender a lupa.

A outra etapa é inserir a lupa no experimento, tentando encontrar o foco, para que possamos observar o espectro. Ajustando o foco, podemos observar o espectro contínuo da luz de uma lanterna simples, de acordo com a (Fig.1)



**Figura 1** – Alunos verificando o funcionamento do experimento de espectroscopia

## Referências

CAVALCANTE, M. A.; TAVOLARO, C. R.C. **Uma oficina de Física moderna que vise a sua inserção no ensino médio.** Cad. Cat. Ens. Fís., Florianópolis, v. 18, n. 3, p. 298-316, dez. 2001.

<<https://www.youtube.com/watch?v=gsAkcT2nStQ>> > Acesso em: 12/10/2014.

Escola:

Professor:

Aluno (a):

Série: N°: Ano:

**Atividades sobre o experimento “Análise Qualitativa de um espectro contínuo “Valor:**

1) Qual a função do CD nesse experimento?

---

2) Qual a finalidade de usar a lupa nessa atividade experimental?

---

3) No espectro contínuo da luz da lanterna o que você observa com o uso da lupa?

---

4) Na observação do espectro visível podemos ver a radiação de cor violeta até cor vermelha. Comparando essas duas quem apresenta maior frequência?

---

**Gabarito:**

1) O CD é o responsável por difratar a luz, ou seja, ele irá decompor a luz

2) Ajustando o foco, é ela que irá realizar a projeção do espectro,

3) Eu observo o espectro contínuo em forma de anéis

4) A radiação de cor violeta apresenta maior frequência comparada com a vermelha.

---

## *Aula 4 – Teatro*

---

Nesse encontro realizar apresentações envolvendo três peças teatrais, conforme (roteiro do projeto abaixo). As peças teatrais necessitam de um planejamento de pelo menos de três semanas antes da sua apresentação, onde os alunos irão poder representar algumas partes da bibliografia envolvendo os seguintes cientistas: Hertz, Planck e Einstein.



**ESCOLA ESTADUAL DE ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO JÚLIO GUERRA**

**A VIDA E OS TRABALHOS DE:  
HERTZ, PLANCK E EINSTEIN**

**Ji – Paraná, RO**

**Maior de 2015**

# ÍNDICE

1 Apresentação .....	
2 Objetivos .....	
3 Justificativa .....	
4 Desenvolvimento .....	
5 Metodologia .....	
6 Cronograma .....	
6.1 Aplicação .....	
7 Culminância .....	
8 Recursos .....	
8.1 Recursos Humanos.....	
8.2 Recursos Materiais.....	
9 Avaliação .....	
10 Referências.....	

## **1 APRESENTAÇÃO**

Realizar uma pesquisa bibliográfica dos seguintes cientistas: Hertz, Max Planck e Albert Einstein.

## **2 OBJETIVOS**

Quais os objetivos da aplicação desse projeto nas aulas de Física?

## **3 JUSTIFICATIVA**

Qual e quais são as justificativas de abordar nas aulas de Física o teatro; esse recurso didático pode trazer algo satisfatório no processo de ensino-aprendizagem?

## **4 DESENVOLVIMENTO**

Nessa etapa os alunos irão relatar como será realizada a apresentação das peças teatrais passo a passo.

## **5 METODOLOGIAS**

Quais os procedimentos usados no processo das peças teatrais.

## **6 CRONOGRAMAS**

Fazer um quadro especificando as datas de acordo com as etapas tais como:

## Quadro 1- Cronograma das etapas referente ao teatro

	Data	Data	Data
Etapas			
1º Etapa			
2º Etapa			
3º Etapa			
4º Etapa			

**Fonte:** Elaborado pelo autor

### 6.1 Aplicações

**1º Etapa:** Orientação pelos professores coordenadores do projeto, para a pesquisa e levantamento dos dados, organização, otimização e apresentação dos resultados.

**2º Etapa:** Correção dos erros do trabalho, idealizações de novas ideias e formas de concluir o trabalho.

**3º Etapa:** Apresentação prévia dos trabalhos para os professores coordenadores.

**4º Etapa:** Apresentação das peças teatrais referentes a bibliografia de Hertz, Planck e Einstein.

## 7 CULMINÂNCIA

Os trabalhos serão expostos, de acordo com os temas sugeridos e serão apresentados no Auditório da respectiva Escola.

## 8 RECURSOS

### 8.1 Recursos Humanos

- Professores
- Alunos do 3º Ensino Médio

### 8.2 Recursos Materiais

- Auditório
- Computador
- Data Show
- Câmera de celular
- Filmadora

## 9 AVALIAÇÕES

A avaliação ocorrerá no cumprimento das etapas do projeto e será realizada pelos professores através de uma análise do desempenho dos estudantes nas respectivas etapas.

## 10 REFERÊNCIAS

---

## *Aula 5 – Simulado*

---

Nessa aula apresentamos um simulado contendo cinco questões objetivas com a finalidade de verificar a aprendizagem dos estudantes sobre espectroscopia.

---

### **Material Complementar sobre Espectroscopia (Para os professores).**

---

Nesse espaço apresentamos ao professor um material que engloba várias leituras complementares sobre o tópico Espectroscopia, visando contribuir de maneira significativa e objetiva na introdução desse tópico por parte do educador.

- <http://astro.if.ufrgs.br/rad/espec/espec.htm>
- <http://www.infoescola.com/fisica/espectroscopia/>
- <http://biomania.com.br/bio/conteudo.asp?cod=1378>
- <http://www.ige.unicamp.br/espectrobauxita/espectroscopia.html>
- <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v34n2/v34n2a15.pdf>
- <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc03/historia.pdf>
- <http://fisica.icen.ufpa.br/didatico/espectroscopia.pdf>
- <http://www.ifsc.usp.br/~donoso/espectroscopia/Historia.pdf>
- <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2015v32n2p378>
- [http://www.sbce.med.br/sbcefaleia/index.php?option=com\\_mtree&task=att\\_download&link\\_id=172&cf\\_id=24](http://www.sbce.med.br/sbcefaleia/index.php?option=com_mtree&task=att_download&link_id=172&cf_id=24)
- [http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=010165070612#.Vu71t\\_m5d1s](http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=010165070612#.Vu71t_m5d1s)
- <https://www.youtube.com/watch?v=fVQYMTvnBXg>
- <https://www.youtube.com/watch?v=mirIcqCEceM>
- <https://www.youtube.com/watch?v=6i06eI-PDD8>

Escola:

Professor:

Aluno (a):

Série:    N°    Ano:

**Simulado III referente à Aprendizagem da Espectroscopia -Valor:**

1) A luz branca, ao passar por um prisma, se dispersa em seus comprimentos de onda componentes. Essa decomposição da luz se chama:

- a) arco-íris                      b) condução                      c) espectro                      d) irradiação

2) Espectro contínuo é o espectro de corpo negro ou espectro térmico e depende apenas:

- a) da sua massa                      b) da temperatura da fonte  
c) do seu calor específico                      d) do seu volume

3) Complete a frase de acordo com as sentenças abaixo: A composição de cores da luz chama-se ..... e o aparelho que determina o espectro constitui o .....

- a) absorção e espectroscopia                      b) irradiação e espectroscópio  
c) espectro da luz e espectroscópio                      d) convecção e espectroscópio

4) Uma lâmpada fluorescente e atmosfera solar ou estelar de uma forma geral são exemplos de espectros, respectivamente:

- a) absorção e emissão    b) emissão e absorção    c) contínuo e emissão    d) contínuo e absorção

5) Qual a parte da Física que tem aplicações de grande importância para o estudo da astronomia, além de trazer informações para física e química através da transmissão, absorção ou reflexão da energia radiante incidente em uma amostra?

- a) a espectroscopia                      b) a eletrostática                      c) a eletrodinâmica  
d) a dinâmica                      e) a eletricidade

**Gabarito:**

1- C      2- B      3- C      4- B      5- A

---

## *Etapa Final – Simulado Geral*

---

Nessa aula apresentamos um simulado geral contendo dez questões objetivas com a finalidade de verificar a aprendizagem dos estudantes sobre os tópicos de Radiação de Corpo Negro, Efeito Fotoelétrico e Espectroscopia.

Professor:

Aluno (a):

Série:

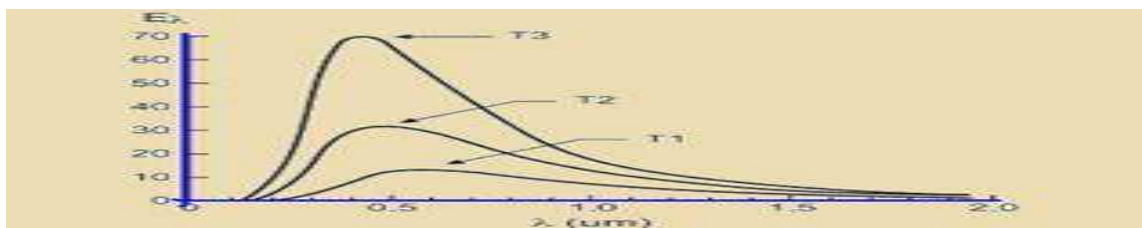
Nº:

Ano:

**Verificação da Aprendizagem em Física Moderna e Contemporânea – Simulado**

**Geral – Valor:**

1.(UDESC-SC) A Figura 1 mostra o gráfico da intensidade de radiação por comprimento de onda emitida por um corpo negro para diferentes temperaturas. Com base nas informações do gráfico, analise as afirmativas abaixo.



I – A temperatura T1 é maior que a temperatura T3.

II – A intensidade total de radiação emitida é maior para temperatura T3.

III – O comprimento de onda para o qual a radiação é máxima é maior para temperatura T3.

IV – As temperaturas T1, T2 e T3 são iguais.

V – As intensidades totais de radiação emitida são iguais para T1, T2 e T3.

Assinale a alternativa correta.

a) Somente as afirmativas I, II e V são verdadeiras.

b) Somente as afirmativas II e IV são verdadeiras.

c) Somente a afirmativa I é verdadeira.

d) Somente as afirmativas III e IV são verdadeiras.

e) Somente a afirmativa II é verdadeira.

2. (PUC - RS) A escolha do ano de 2005 como o Ano Mundial da Física teve como um de seus objetivos a comemoração do centenário da publicação dos primeiros trabalhos de Albert Einstein. No entanto, é importante salientar que muitos outros cientistas contribuíram para o excepcional desenvolvimento da Física no século passado. Entre eles cabe destacar Max Planck, o qual, em 1900, propôs a teoria da quantização da energia. Segundo esta teoria, um corpo negro irradia energia de forma \_\_\_\_\_, em porções que são chamadas de \_\_\_\_\_, cuja energia é proporcional à \_\_\_\_\_ da radiação eletromagnética envolvida nessa troca de energia. A sequência de termos que preenche corretamente as lacunas do texto é :

a) descontínua - prótons – frequência

b) contínua - prótons - amplitude

c) descontínua - fótons – frequência

d) contínua - fótons - amplitude

e) descontínua - elétrons - frequência

**3.(UEL-PR-Adaptado)** A faixa de radiação eletromagnética perceptível dos seres humanos está compreendida entre o intervalo de 400 a 700 nm. Considere as afirmativas a seguir.

- I – A energia do fóton de luz vermelha é maior que a energia do fóton de luz violeta;
- II - Um corpo negro ideal absorve toda a luz incidente, não refletindo nenhuma onda eletromagnética;
- III - A frequência de uma determinada cor (radiação eletromagnética) é sempre a mesma;
- IV - A luz ultravioleta tem energia maior do que a luz infravermelha.

Assinale a alternativa CORRETA:

- a) Somente as afirmativas I e II são corretas.
- b) Somente as afirmativas I e III são corretas.
- c) Somente as afirmativas II e IV são corretas.
- d) Somente as afirmativas I, III e IV são corretas.
- e) Somente as afirmativas II, III e IV são corretas.

**4.(UFPR)** O efeito fotoelétrico foi descoberto experimentalmente por Heinrich Hertz em 1887. Em 1905, Albert Einstein propôs uma explicação teórica para esse efeito, a qual foi comprovada experimentalmente por Millikan, em 1914. Essa comprovação experimental deu a Einstein o prêmio Nobel de Física de 1921. Em relação a esse efeito, assinale a alternativa correta.

- a) O efeito fotoelétrico ocorre quando um elétron colide com um próton.
- b) A teoria de Einstein considerou que a luz nesse caso se comporta como uma onda.
- c) Esse efeito é utilizado para explicar o funcionamento de fontes de laser.
- d) Esse efeito é observado quando fótons atingem uma superfície metálica.
- e) Inexistem aplicações tecnológicas desse efeito em nosso cotidiano, pois ele ocorre somente no nível atômico.

**5. (UNCISAL)** O efeito fotoelétrico foi explicado por Albert Einstein o qual propôs que a luz apresenta um comportamento dual, ou seja, onda-partícula. Esse efeito possui inúmeras aplicações, como exemplo os sensores de porta automática. Com relação a esse efeito, qual das opções a seguir está correta?

- a) O efeito fotoelétrico é explicado levando em conta apenas a natureza ondulatória da luz.
- b) É impossível ejetar elétrons de um metal incidindo luz nele.
- c) Ao incidir luz em um determinado metal a quantidade de elétrons ejetados independe da intensidade da luz.
- d) A energia cinética máxima dos elétrons ejetados depende do metal e da energia do fóton incidente.
- e) A energia cinética máxima dos elétrons ejetados depende do tempo em que a luz incide no material.



**6. (UFG)** O efeito fotoelétrico, explorado em sensores, células fotoelétricas e outros detectores eletrônicos de luz, referem-se à capacidade da luz de retirar elétrons da superfície de um metal. Quanto a este efeito, pode-se afirmar que.

- a) a energia dos elétrons ejetados depende da intensidade da luz incidente.
- b) a energia dos elétrons ejetados é discreta, correspondendo aos quanta de energia.
- c) a função trabalho depende do número de elétrons ejetados.
- d) o número de elétrons ejetados depende da cor da luz incidente.
- e) a velocidade dos elétrons ejetados depende da cor da luz incidente.

**7.(ENEM-MEC)** O efeito fotoelétrico contrariou as previsões teóricas da física clássica porque mostrou que a energia cinética máxima dos elétrons, emitidos por uma placa metálica iluminada, depende:

- a) exclusivamente da amplitude da radiação incidente.
- b) da frequência e não da amplitude da radiação incidente.
- c) da frequência e não do comprimento de onda da radiação incidente.
- d) da amplitude e não do comprimento de onda da radiação incidente.
- e) do comprimento de onda e não da frequência da radiação incidente.

**8.(UFSM-RS)** O efeito fotoelétrico é usado em dispositivos para controlar o funcionamento das lâmpadas nos postes de iluminação pública. Tal efeito evidencia a natureza:

- a) transversal de onda eletromagnética
- b) longitudinal de onda eletromagnética
- c) ondulatória da luz
- d) corpuscular da luz
- e) vibracional da luz

**9.** Qual é a parte da Física e Química que estuda a interação da luz ou qualquer radiação eletromagnética, sendo ferramenta muito poderosa para a detecção e análise das moléculas?

- a) Termologia
- b) Espectroscopia
- c) Eletrostática
- d) Cinemática
- e) Dinâmica

**10.** O instrumento utilizado na espectroscopia é chamado de espectroscópio e foi primeiramente utilizado em 1859 por seus criadores:

- a) Planck e Einstein
- b) Hertz e Planck
- c) Kirchhoff e Bulsen
- d) Einstein e Newton
- e) Planck e Hertz

**Gabarito:** 1-E 2-C 3-C 4- D 5-D 6-E 7-B 8-D 9-B 10-C