

Relatório Final  
Tópicos de ensino de física - F 609  
Professor Jose Joaquin Lunazzi

**Projeto: Absorção de radiação detectada por coluna de líquido e em algodão.**



**Nome: João Paulo Ganhor**  
*joao.ganhor (arroba) hotmail.com*

Orientador: Ernesto Kemp  
*kemp (arroba) ifi.unicamp.br*

**IFGW- Junho 2011**

## 1) Introdução e Descrição

Este relatório faz parte do escopo de atividades da disciplina *F-609 – Tópicos de Ensino de Física I*, ministrada pelo Prof.º José Joaquin Lunazzi no primeiro semestre do ano letivo de 2011, e tenciona ser o relatório final acerca das atividades realizadas no decorrer do período.

A opção por esse projeto está diretamente ligada aos ideais que motivaram o autor a escolha pela graduação que realiza. Portanto, a possibilidade de realização de um projeto relacionado diretamente ao nível educacional que potencialmente fará parte da vida pedagógica e profissional foi ponto de extrema relevância. O projeto, afortunadamente, teve a possibilidade de exposição com alunos do último ano do ensino fundamental de um colégio do município, o que foi uma importante prévia à exposição dos murais no IFGW mas, e principalmente, foi instigante presenciar a amplificação imediata no interesse das crianças quando expostas às atividades práticas e dinâmicas.

O projeto visa, principalmente, ilustrar o fenômeno de absorção de calor por objetos de diferentes cores quando submetidos à um mesmo nível de radiação. Para tal foi construído o aparato mostrado na figura 2, que consiste basicamente de dois termoscópios interligados por uma mangueira em “U” contendo um líquido colorido, para facilitar a visualização. Os termoscópios, que foram pintados de cores diferentes, um de branco e outro de preto, foram dispostos equidistantemente de uma lâmpada incandescente.

Quando a lâmpada é acesa ambos os termoscópios recebem o mesmo nível de radiação, como a forma geométrica dos mesmos é idêntica seria correto esperar que ambos absorvessem a mesma quantidade de calor? Mas pela diferença de cor dos bulbos, tal consequência seria alterada?

Para auxiliar a busca por respostas às tais perguntas podemos analisar o comportamento do aparato por alguns segundos. Quando um dos bulbos recebe determinado nível de radiação suas variáveis termodinâmicas são alteradas. Como o volume é mantido constante (bulbo do termoscópio) podemos tomar a pressão e a temperatura como variáveis com maior grau de liberdade, se a pressão interna do bulbo sofrer alguma variação ela será transmitida pela mangueira, pressionando proporcionalmente o líquido interior. Esse desencadeamento ocorrerá para ambos os termoscópios, porém se algum sofrer uma variação de pressão interna maior que outro é de se esperar que a pressão realizada sobre o líquido seja, também, maior.

A conclusão do parágrafo anterior está em total concordância com o comportamento do projeto. Na prática o que vemos é uma variação maior promovida pelo termoscópio de cor preta, do que pelo de cor branca. Portanto notamos que o corpo de cor preta absorve um nível maior de calor sofrendo uma consequente variação de pressão mais elevada.

Por fim foi ilustrado a variação da altura da coluna de líquido quando era direcionado em um dos termoscópios um secador com ar quente. É interessante notar a diferença de velocidade na descida das colunas de acordo com a cor do bulbo, bem como ilustrar como a variação das variáveis termodinâmicas pode ser realizada de outras maneiras, além da lâmpada utilizada. Além disso outra opção fornecida pelo projeto é tentar, com a utilização do tato, sentir a diferença de temperatura das superfícies após um certo de período em que a lâmpada ficou acesa.

## **2) Resultados:**

Como citado no relatório parcial o desenvolvimento do projeto possuía duas atividades principais, que eram: montagem do corpo em madeira e perfurações, para a primeira parte da experiência; procura por algodão natural.

A primeira dessas atividades já está finalizada e pode ser vista no item '*fotos*'. A estrutura em madeira foi montada e perfurada permitindo o encaixe dos termoscópios e lâmpada. Após a montagem inicial, o projeto não funcionava como esperado, as colunas de líquido não variavam suas alturas quando a lâmpada era acesa. A vedação com massa no ponto de união entre mangueira e bulbo foi refeita focando na inibição de possíveis vazamentos, e assim o projeto comportou-se como esperado e previamente discutido no projeto e nos relatórios prévios.

Para a segunda parte a dificuldade em encontrar algodão natural mostrou-se constante, e até a data deste relatório não foi possível encontrá-lo. Porém, como sugerido pelo coordenador da disciplina tal ilustração será realizada com isopor, ou ainda, demonstrando a diferença de temperatura de uma mesma superfície ora coberta com um tecido branco, ora com um preto.

Por fim, resta somente adequar a caixa onde ficará guardado o projeto, que será também entregue.

## **3) Dificuldades**

Conforme já mencionado em *Resultados* as principais dificuldades encontradas até aqui são principalmente:

- Conseguir o algodão natural, não manufaturado;
- Vazamentos na junção entre mangueira e bulbo;

A primeira modelagem feita com massa apresentava vazamentos, o que impossibilitava que a variação da pressão interna dos bulbos ocasionasse a variação da altura da coluna de líquido, visto que equalizava a pressão com a atmosférica.

## **4) Fotografias**

A seguir são mostradas duas imagens da montagem final do projeto.

Na figura 1 é mostrada a coluna de líquido detalhadamente, por onde será possível verificar a variação da pressão interna dos bulbos. E na figura 2 uma visão geral de como ficou a montagem final.



*Fig. 1 – Detalhe da coluna de líquido*



*Fig. 2 – Projeto final*

## 5) Referências

[1] <http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/dilatacao/transferencia-de-calor.php>

Bom resumo sobre transferências de calor. Até mesmo cita como exemplo o experimento aqui realizado.

[2] <http://www.if.ufrgs.br/cref/leila/radia.htm>

Lista de experimentos relacionados à radiação de calor. Possui exemplos próximos ao experimento. Endereço raiz:

[3] <http://www.if.ufrgs.br/cref/leila/>

[4] <http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/lentes/lentes.php>

Ótimo resumo sobre lentes. Possui animações interessantes ilustrando as trajetórias dos raios de luz.

[5] <http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/mecanica-ondulatória/absorcao-das-ondas.php>

Belo guia de absorção de ondas. Trabalham as expressões da intensidade de uma onda, noções como a de absorbância de um corpo.

## 6) Descrição do trabalho

Conforme requisitado pelo coordenador da disciplina as explicações serão subdivididas, enquanto possível, para melhor se adequarem a diferentes grupos, de forma que se torne claro e interessante a qualquer pessoa que tenha interesse em apreciar tal fenômeno. Evitando assim uma supervalorização de grupos de determinados níveis do sistema formal de educação.

Em um nível mais básico uma boa introdução ao evento ilustrado é o próprio conteúdo do item '*Descrição*' do projeto inicial referente à essa disciplina. Os apêndices, que trazem as páginas da internet que proveram as idéias dos experimentos, também é uma boa fonte de consulta para qualquer nível. Visto que tenta ser direto e não muito carregado teoricamente, justamente no sentido de desmistificar e popularizar a ciência, mais especificamente a experimentação dos fenômenos.

Para níveis de ensino médio, possivelmente, e superior as referências [1], [4] e [5] são bastante interessantes, para uma abordagem mais conceitual. Com pouca matemática, concentrada mais em [5], e que talvez não traga tantas barreiras a alunos do ensino médio, dependendo, obviamente, em que etapa desse estágio educacional ele está. Já para alunos do ensino superior não há nada que proporcione muitas dificuldades.

A referência [3] possui um item denominado 'Radiação' (reproduzido no Apêndice C) que pode servir como um completo guia, principalmente para alunos do ensino superior, acerca do tema Irradiação/radiação. Traz questionamentos sutis e interessantíssimos, o que possivelmente pode auxiliar no despertar do interesse em relação ao tema, chega a citar brevemente sobre corpo negro e introdutório histórico.

### **7) Declaração do orientador.**

Meu orientador concorda com o expressado neste relatório parcial e deu a seguinte opinião:

Bom trabalho do João Paulo, a escolha foi muito interessante e ele soube contornar os desafios logísticos para a montagem e também os ajustes posteriores para que o aparato viesse a funcionar. É um interessante aparato para demonstrar os conceitos da termodinâmica. Excelente trabalho.

### **8) Data para apresentação.**

O horário escolhido para apresentação dos painéis foi: *4ª feira, 08 de junho, na primeira turma (15-17h).*

### **9) Comentários do coordenador**

Durante o decorrer da disciplina o coordenador fez os seguintes comentários acerca do andamento do projeto:

- Realizado em: 12/04/2011 11:17:37

Projeto aprovado

- Comentário realizado em: 20/05/2011 20:14:13

Relatório parcial aprovado.

Nota-se o trabalho pouco avançado, pois já poderia ter feito a montagem. O orientador explica isso em parte, mas não há impedimento em pintar as lâmpadas, por exemplo, e guardá-las com cuidado. Nem em achar mangueira apropriada. Quanto ao algodão, se não achar meio de obtê-lo sem ser industrializado, não seria muito problema para o experimento.

Gostaria sim que reportasse o primeiro experimento, talvez, do tipo, feito por Franklin, colocando um pano preto e outro branco à luz do sol e sobre neve. Poderia embrulhar um cubo de gelo em pano preto e outro em pano branco, por exemplo. Corrigi a data escolhida conforme sua mensagem.

## 10) Apêndices:

### Apêndice A:

Conteúdo da página virtual do idealizador do experimento:

### **Absorvendo radiações** **(Com superfícies preta e branca)**

**Prof. Luiz Ferraz Netto**  
[leobarretos@uol.com.br](mailto:leobarretos@uol.com.br)

### **Objetivo**

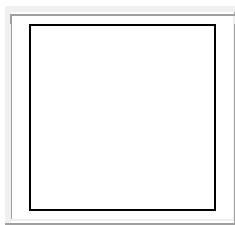
Evidenciar a absorção relativa entre superfícies pretas e brancas.

### **Material**

2 termoscópios de bulbos pintados de preto opaco e branco (nota construtiva);  
lâmpada 'spot' de 110V/100 W e respectivo soquete;  
2 copos com água;  
conexões em T para aquário e torneira;  
suporte

### **Montagens:**

#### **a) usando termoscópios escolares**



Dois termoscópios são preparados de modo que o bulbo de um deles tem, externamente, uma camada de tinta preta opaca e o outro tinta branca (2 xícaras de café com tinta látex para parede, uma delas tingida de preto com o pó adequado para isso).

Os tubos verticais são mergulhados em água (colorida, de preferência) com a torneira de ligação aberta para a atmosfera. Mediante um tubo de borracha ligado á torneira aspira-se parte do ar existente nos termoscópios, baixando-se igualmente a pressão interna em ambos e, isso se observa pela subida de colunas de água, de iguais alturas, nos ramos verticais. A seguir, a torneira é fechada de modo que os termoscópios tornem-se independentes.

Acende-se uma lâmpada 'spot' de 110 V de 100 ou 150 W próxima aos bulbos e equidistante deles. Como a quantidade de radiação recebida pelos bulbos são iguais, adquirirá maior pressão interna (o que se observa pelo abaixamento da coluna de água no

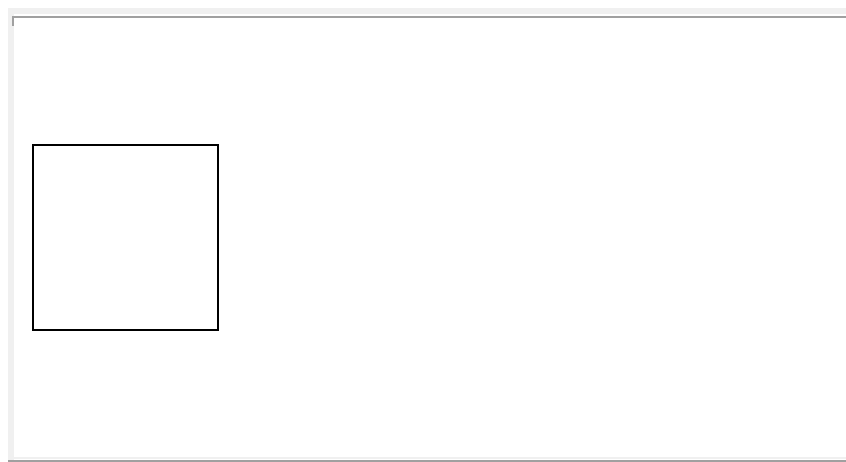
ramo vertical) aquele que apresentar maior aquecimento, denotando a maior absorção da radiação incidente.

O experimento mostra que o bulbo cuja superfície é pintada de preto absorve mais calor que aquele pintado de branco.

### **b) usando termoscópios improvisados**

Para experimentos em sala de aula e mesmo em feiras de ciências, existem várias variantes para a construção desses termoscópios. Citamos:

1) Usar de lâmpadas incandescentes queimadas, com bulbos transparentes. Retira-se todo o 'miolo' da lâmpada e fixa-se um tubo de vidro ou plástico transparente em sua base usando-se de 'durepóxi'. Unem-se esses tubos, sob a base, com uma mangueira plástica contendo água colorida. Eis o visual da montagem:



2) Usar garrafas PETs transparentes de 300 ml, com tubos plásticos inseridos (e colados) em suas tampas.

3) Usar pequenos frascos de 'remédio', transparentes, com tubos plásticos inseridos em suas tampas de borracha etc.

**Nota:** Para interligação entre ramos e torneira pode-se utilizar dos equipamentos utilizados em aquários.

### **c) usando 'termoscópio' de isopor**

Uma variante interessante para mostrar o fenômeno da absorção da luz (e calor) por um objeto e como essa absorção pode variar com a cor do objeto foi a apresentada por [Marcelo M. F. Saba](#), no [Clube de Ciências Quark](#).

O material usado é extremamente simples: bloco de isopor, canetas coloridas e lupa.



## Apêndice B

Conteúdo da página virtual, citada na referência [3].

### IRRADIAÇÃO OU RADIAÇÃO:

Nossa maior fonte de irradiação térmica é o Sol, nossa maior fonte de energia. Por isso, a radiação é considerada o principal processo de transmissão do calor, pois sem ela o calor do Sol não chegaria até nós.

A radiação térmica é uma onda eletromagnética e está relacionada com a radiação luminosa. Por exemplo, um pedaço de ferro quando possui sua temperatura elevada passa a emitir luz, que passa da vermelha, pela laranja, amarela até a branca emitindo calor. Podemos observar fenômeno semelhante quando acendemos uma lâmpada incandescente. O filamento de tungstênio modifica sua cor enquanto sua temperatura aumenta.



A diferença entre a radiação térmica e a luminosa está na frequência da radiação. A superfície do Sol com alta temperatura, em comparação com a superfície da Terra, emite com alta frequência.



O processo de radiação do calor é hoje em dia muito utilizado em aquecedor solar e de ambientes e no forno microondas e neste a radiação possui uma frequência bem definida, que só faz vibrar as moléculas de água dos alimentos.

Também a radiação infravermelha é utilizada no tratamento de lesões no corpo, com aparelhos como o da figura ao lado que são colocados próximo à lesão.



Ao contrário dos processos de condução e convecção, a radiação não necessita de meio material para ocorrer, isto é, pode ocorrer no vácuo, pois é uma onda eletromagnética.

Não apenas os corpos aquecidos emitem radiação, mas todos os corpos emitem energia radiante continuamente, a menos que estejam a zero kelvin ou zero absoluto que é a temperatura mais baixa possível.



Se os corpo emitem energia continuamente, ela não esgotará?

Os corpo bons emissores de radiação são também bons absorvedores de radiação.

Os corpos bons emissores e absorvedores de radiação são chamados **corpos negros**.



Um corpo negro não precisa ser de cor preta. Por exemplo, quando olhamos a janela de um prédio distante, ele nos parece escuro, mesmo se suas paredes estão pintadas de branco, então a janela é considerada por nós um



corpo negro. Esses corpos absorvem calor mais rapidamente do que os corpos claros e também emitem mais calor do que estes.

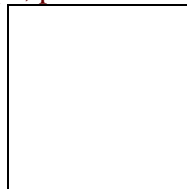


O físico austríaco Josef Stefan (esquerda) verificou experimentalmente e formulou uma lei sobre a emissão da energia radiante de um corpo negro e o físico Ludwig Boltzmann (direita) deduziu essa mesma lei que hoje chamamos de **LEI DE STEFAN-BOLTZMANN** que diz que o poder de emissão de um corpo negro é



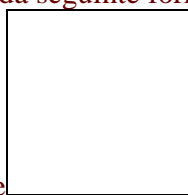
diretamente proporcional à quarta potência de sua temperatura absoluta, ou seja, a energia irradiada na unidade de tempo, por unidade de área - E - é proporcional a

temperatura - T - da seguinte forma:



onde a constante de

proporcionalidade



vale  $5,67 \times 10^{-8} \text{W/m}^2 \text{K}^4$ .

Um efeito da emissão de radiação está no que chamamos "EFEITO ESTUFA".

O efeito estufa na Terra ocorre quando a temperatura da superfície da Terra aumenta quando os fluxos de energia provenientes do Sol e da própria superfície são absorvidos por gases, como dióxido de carbono e metano.

Quando os gases absorvem radiação, principalmente, infravermelha, ocorre o aquecimento da atmosfera que passa a emitir radiação, que aquece a superfície terrestre, ou seja, causando o que é chamado de "aquecimento global", o que atualmente tem gerado muitos estudos científicos e debates sobre suas conseqüências e medidas preventivas.

Como a ocorrência excessiva do efeito estufa causa um desequilíbrio para a vida na Terra é preciso que o homem cuide da natureza para evitar alteração significativa nos gases presentes na atmosfera.

Também há estufas construídas para evitar a troca de calor do seu interior para o exterior. A luz do Sol incide nos objetos no interior da estufa que absorvem essa radiação e emitem radiação infravermelha. Como normalmente possuem paredes de vidro, que não deixam passar raios infravermelhos, ocorre o aquecimento no interior da estufa, facilitando, por exemplo, o cultivo de plantas.

Conforme a emissão temos a *cor e temperatura* dos objetos.