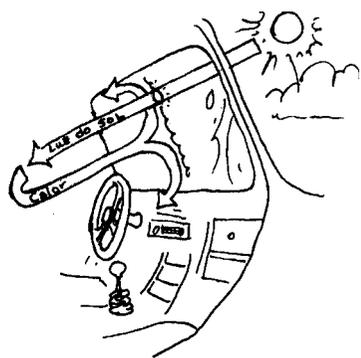
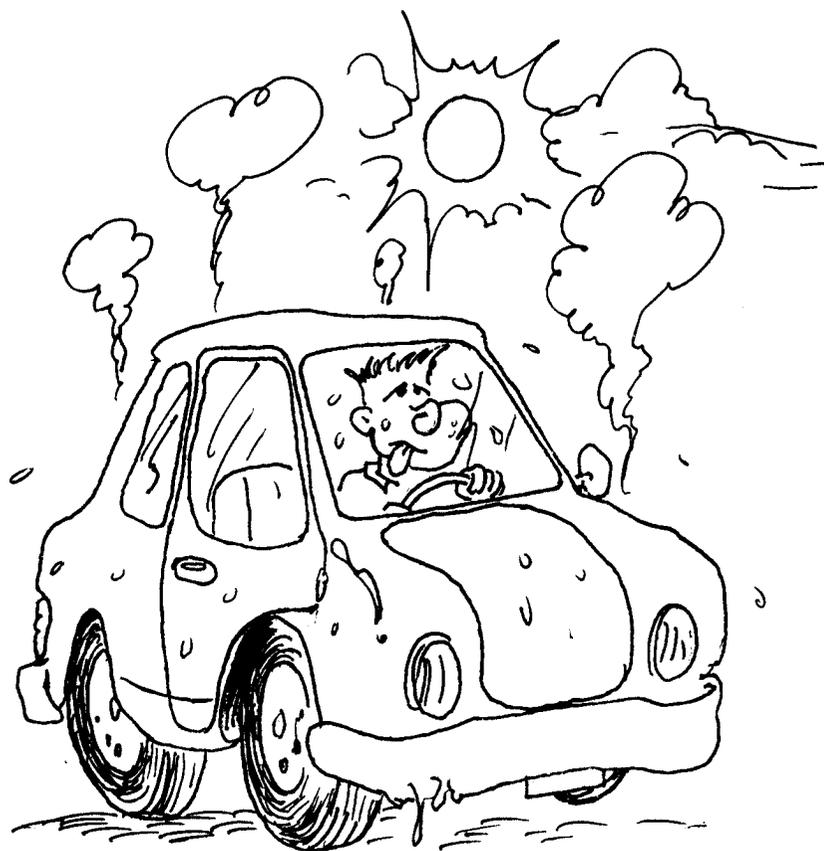


— 10 —

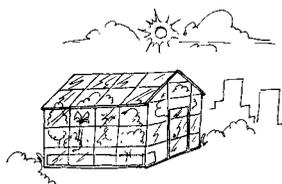
Cercando o calor

A estufa.
A garrafa térmica.
O coletor solar.



Quem já entrou num carro que tenha ficado estacionado ao sol por algum tempo vai entender o significado da expressão "cercando o calor".

Se o calor "consegue" entrar no carro, por que ele não sai?
Como os materiais "absorvem" e emitem calor?



NA IRRADIAÇÃO SOMENTE
A ENERGIA É
TRANSMITIDA.
AS ONDAS
ELETROMAGNÉTICAS
NÃO NECESSITAM DE UM
MEIO MATERIAL PARA
SER TRANSPORTADAS.

NAS INTERAÇÕES COM
OS MATERIAIS A LUZ SE
COMPORTA COMO
PARTÍCULA.

A estufa

Quando um carro fica exposto ao sol, o seu interior se aquece muito, principalmente porque os vidros deixam entrar a luz, que é absorvida pelos objetos internos e que por isso sofrem uma elevação de temperatura. Costumamos dizer que o carro se transformou em uma estufa.

De fato, as estufas utilizadas no cultivo de algumas plantas que necessitam de um ambiente aquecido para se desenvolver são cobertas de vidro. Mas, por que o lado de dentro fica mais quente que o lado de fora?

O "calor" do Sol chega até nós principalmente na forma de luz visível, por irradiação, isso porque quase todo calor proveniente do Sol é refletido ou absorvido na atmosfera terrestre. Para explicar a irradiação, seja a do Sol, seja a de um forno ou de qualquer objeto aquecido, temos de pensar na luz como uma onda eletromagnética, semelhante às ondas de rádio ou às de raios X. Novamente estamos recorrendo a um modelo para explicar um fenômeno.

Essas ondas não necessitam de um meio material para ser transportadas. Nesse processo de propagação de calor, somente a energia é transmitida.

A luz do Sol, interpretada como uma onda eletromagnética, atravessa o vidro do carro ou da estufa e incide nos objetos internos. Eles absorvem essa radiação e emitem radiação infravermelha (calor), que fica retida no interior do carro, impedida de sair porque o vidro é "opaco" a ela, tendo um efeito cumulativo.

Além disso, a troca de calor com o ambiente externo por condução é dificultada porque o ar de fora também está quente e o vidro é um mau condutor de calor.

Absorção da luz

Qualquer objeto que receba a luz do Sol absorve energia, se aquece e emite calor.

A interação da luz com a matéria só ocorre nos pontos onde a luz incidiu. Isso pode ser observado no

desbotamento dos tecidos e papéis expostos ao sol, que só ocorre em alguns pontos.

Esse efeito localizado só é explicado se interpretarmos que a luz nessa interação com a matéria se comporta como partícula. Esse modelo, o **modelo quântico**, considera a energia luminosa como grãos de energia, os **fótons**.

Os objetos absorvem fótons de energia da luz incidente e depois emitem fótons de energia mais baixa, o calor.

Estes dois aspectos da luz: comportar-se como onda ou como partícula nas interações com a matéria são conhecidos como a **"dualidade onda-partícula"**. Este modelo será estudado com mais detalhes no curso de Óptica e Eletromagnetismo.

Veja agora como "aprisionamos" calor impedindo a absorção ou emissão de radiação e outras trocas de calor num utensílio de uso diário em nossa casa.

A garrafa térmica

Inventada no final do século XIX pelo cientista Dewar, essa vasilha dificulta muito a propagação do calor por condução, por convecção ou por irradiação.

É constituída de paredes duplas. Quase todo o ar contido entre as paredes é retirado, evitando-se assim que o calor se perca por convecção ou por condução.

Para evitar as perdas de calor por radiação, as paredes são prateadas: a interna, na parte em contato com o líquido, para refletir as ondas de calor do interior, impedindo-as de sair, e a externa, na parte de fora, para refletir as ondas de calor que vem do meio ambiente, impedindo-as de entrar.



COMO A GARRAFA TÉRMICA

TAMBÉM MANTÉM LÍQUIDOS A
TEMPERATURAS INFERIORES À
DO AMBIENTE?

Um aparelho construído para "cercar" o calor com a função de aquecer a água é o coletor solar.

Depois das leituras sobre a propagação do calor e com algumas investigações você pode fazer a próxima atividade.

Atividade: Construção de um coletor solar

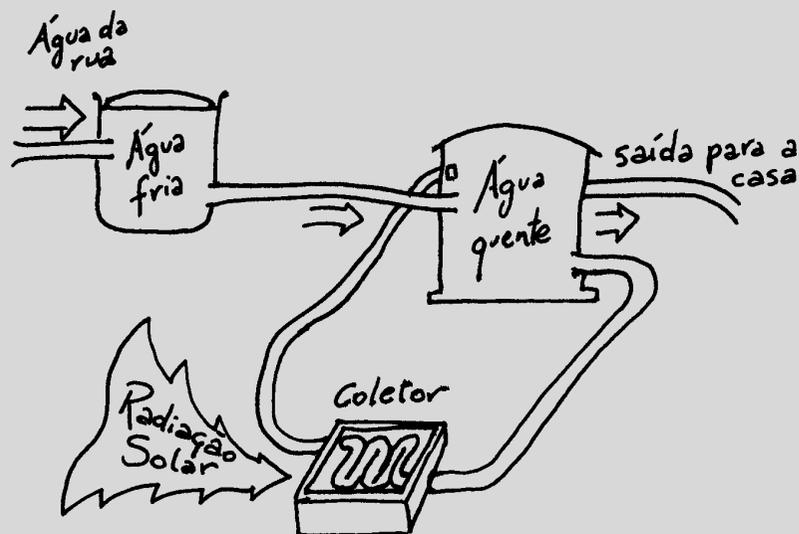
O sistema de captação de energia solar foi idealizado no século XVIII pelo cientista suíço Nicolas de Saussure.

Utilizado hoje em residências e indústrias, esse aparelho capta a energia solar e impede as perdas de calor por irradiação e condução para o ambiente, com a finalidade de aquecer a água.

O Sol, fonte de energia gratuita, disponível algumas horas por dia, ao substituir os combustíveis comuns preserva as reservas de energia fóssil e não polui.

Você pode construir um aquecedor simples levando em conta o que aprendeu e com alguma pesquisa.

- 1- Escolha um tubo através do qual deve circular a água e que será exposto ao sol. Da escolha de um tubo de borracha, PVC ou metal dependerá a eficiência do seu coletor. Consulte a tabela de condutividade.
- 2- Você acha que é necessário que o tubo forme uma serpentina como o do esquema apresentado? Por quê?
- 3- Esse tubo deve ser pintado? De que cor? Investigue a influência da cor dos objetos na absorção da energia térmica medindo a temperatura de objetos brancos (de mesmo material), pretos e de outras cores que tenham ficado expostos ao sol durante o mesmo tempo. A partir da sua investigação, qual cor de tinta é a mais indicada. Por quê?
- 4- Os coletores solares industrializados são cobertos por uma placa de vidro. Verifique como a colocação desse dispositivo melhora a eficácia de seu aparelho. Lembre-se da estufa!
- 5- Encontre soluções para evitar as perdas de calor do seu aquecedor para o exterior. Consulte a tabela 9-1.
- 6- No aquecedor esquematizado, qual deve ser a entrada e a saída de água do reservatório de água quente para o coletor? Por quê?



- 7- Meça a temperatura atingida pela água no seu coletor solar. Compare a eficiência do seu aparelho com a dos seus colegas e com a dos aparelhos industrializados.

Transformando luz em calor

O efeito estufa

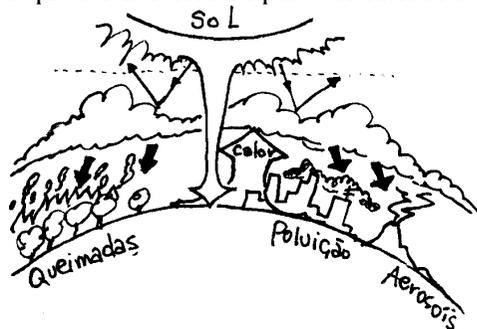
A Terra recebe diariamente a energia solar, que é absorvida pelo planeta e emitida na forma de radiação infravermelha para o espaço. Uma parcela desse calor volta para nós retido pela atmosfera.

O vapor de água, o gás carbônico e o CFC (clorofluorcarbono) presentes na atmosfera deixam passar luz solar, mas absorvem a radiação infravermelha emitida pela Terra e a devolvem para a superfície, o que constitui o **efeito estufa**. O oxigênio e o nitrogênio, transparentes tanto à luz solar como ao infravermelho, não colaboram para o efeito estufa.

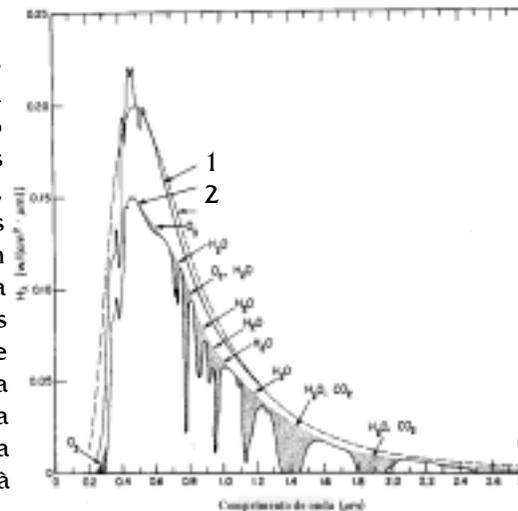
É devido ao efeito estufa que o nosso planeta se mantém aquecido durante a noite. Sem esse aquecimento a Terra seria um planeta gelado, com poucas chances de propiciar o surgimento da vida.

Há milhares de anos, a temperatura média da Terra é de 15°C, isso porque toda energia que chega do Sol é emitida como radiação infravermelha para o espaço. Porém, no último século, a temperatura média da Terra aumentou cerca de 0,5°C. Alguns pesquisadores atribuem esse aumento ao efeito estufa causado por um acréscimo da concentração de gás carbônico (CO₂) na atmosfera, devido à combustão de carvão usado na geração de energia elétrica e do petróleo nos meios de transporte.

Se a concentração de CO₂ na atmosfera aumentar muito, quase toda radiação infravermelha voltará para o planeta, que se aquecerá cada vez mais. É um aquecimento de grandes proporções que tememos. Ele poderia transformar terras férteis em solos áridos e provocar o derretimento das geleiras dos pólos, inundando as regiões litorâneas. Não é à toa que o efeito estufa é para nós sinônimo de ameaça.



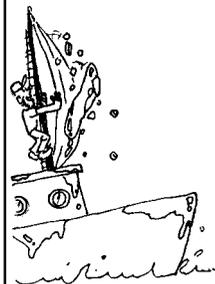
O gráfico ao lado apresenta as curvas de Irradiação solar fora da atmosfera terrestre (1) e ao nível do mar (2). Podemos identificar, na região hachurada, a absorção do calor pelos gases da atmosfera terrestre, bem como estimar a parcela da radiação refletida nas altas camadas da atmosfera. Note que na parte à direita a curva corresponde ao calor, e que a ampla absorção impede a chegada dessa radiação à superfície terrestre.



Que cor esquenta mais?

Os pigmentos, responsáveis pelas cores dos objetos e das tintas, são conjuntos de substâncias que refletem parte da luz incidente - compondo a cor que vemos - e que absorvem o restante - transformando luz em calor. A tabela ao lado relaciona o índice de reflexão da luz incidente para alguns materiais e cores.

Agora responda: que cores esquentam mais?



Em seu livro *Paratii: Entre Dois Pólos*, Amyr Klink narra a sua decisão de importar um mastro para seu barco *Paratii*, que navegaria até a Antártida. O mastro deveria ser anodizado, isto é, ter a superfície do alumínio coberta por uma cor, sem ser pintada. Amyr conta também como essa decisão foi, para ele, de vital importância.

Material ou cor	reflexão (%)
Branco	70 - 85
Cesso	70 - 80
Amarelo	65 - 75
Esmalte branco	65 - 75
Azulejo branco	60 - 75
Mármore claro	60 - 70
Cinza-claro	45 - 65
Rosa	45 - 60
Cimento claro	35 - 50
Azul-claro	30 - 55
Verde-claro	30 - 55
Madeira clara	30 - 50
Ocre	30 - 50
Concreto claro	30 - 40
Cinza médio	25 - 40
Laranja	25 - 35
Vermelho-claro	25 - 35
Tijolo claro	20 - 30
Concreto escuro	15 - 25
Granito	15 - 25
Azul-escuro	10 - 25
Madeira escura	10 - 25
Marrom	10 - 25
Verde-escuro	10 - 25
Cinza-escuro	10 - 20
Vermelho-escuro	10 - 20
Tijolo escuro	10 - 15
Preto	5

"...e então descobri o quanto foi importante insistir na cor preta do mastro. Ao tocar no gelo, ele desprendeu-se como um picolé saindo da fôrma. Subi até a primeira cruzeta e em segundos não havia mais gelo sobre a superfície escura do mastro. Todas as outras ferragens, que não eram pretas, estavam cobertas." (pág. 178)