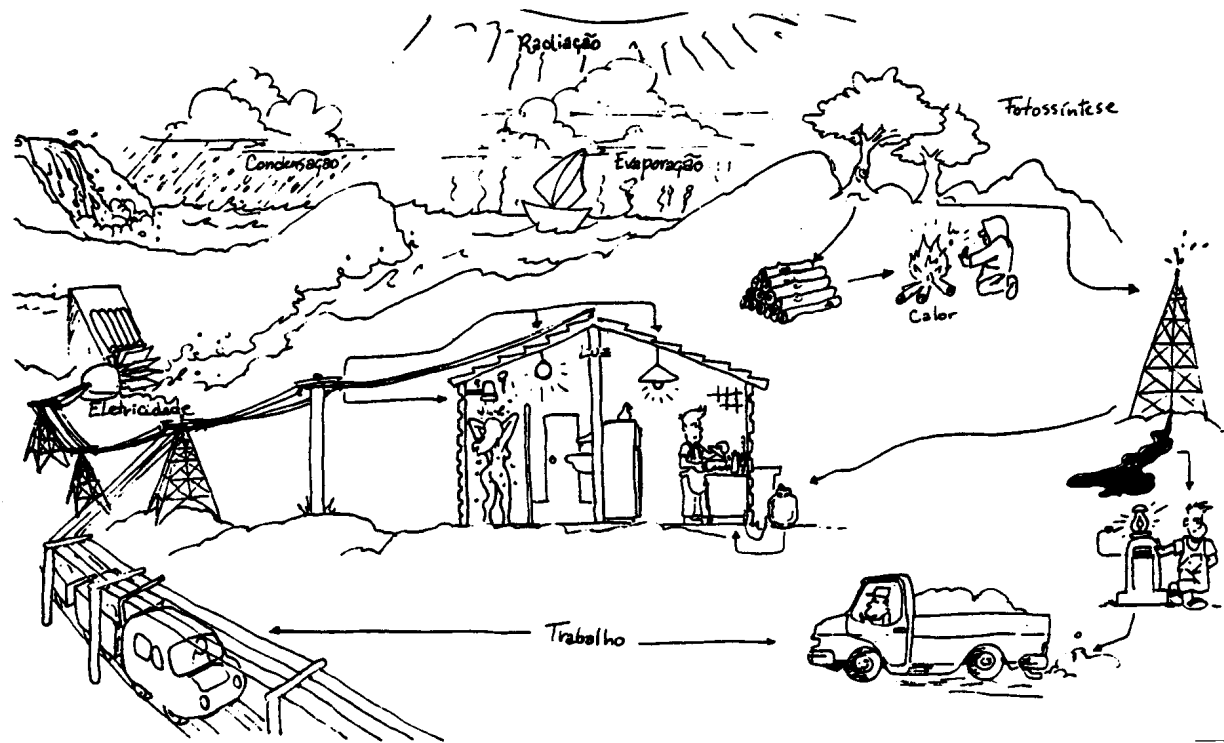


# —23—

## Calor: presença universal

Tudo tem a ver com calor. Qual a conclusão?



O grau de aquecimento de um objeto é caracterizado numericamente por sua temperatura.

A luz do Sol é tragada pelas plantas na fotossíntese

Calor é a designação que se dá à energia trocada entre dois sistemas (como um objeto e o meio em que essa) quando esta troca é devida unicamente à diferença de temperatura entre eles.

Na natureza e nas técnicas ocorrem aquecimentos e transformações térmicas.

$$Q = \Delta U + \tau$$

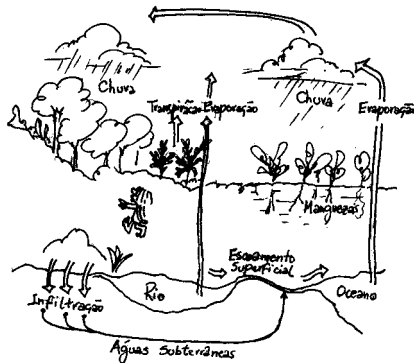
O Sol fornece o calor necessário para que ocorram os ciclos naturais

É impossível construir uma máquina que, operando em ciclos, transforme todo o calor em trabalho.

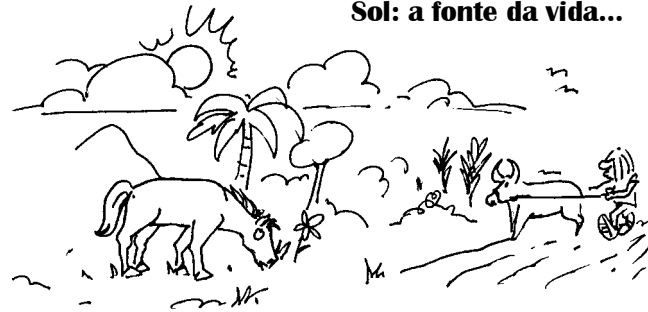


Nesta leitura final vamos ver alguns dos processos térmicos já discutidos e dar ênfase às transformações de energia.

Na natureza, o Sol fornece o calor necessário para que o ar, a água e o carbono tenham um ciclo. Também é devido à luz do Sol que as plantas realizam fotossíntese, absorvendo gás carbônico e produzindo material orgânico e oxigênio. Num processo inverso o homem inspira o oxigênio, liberando  $\text{CO}_2$ , água e calor necessários a planta.



**Sol: a fonte da vida...**



NESSAS GRANDES TRANSFORMAÇÕES - A FOTOSSÍNTESE,  
A RESPIRAÇÃO E A DECOMPOSIÇÃO - SE PROMOVE UMA  
CIRCULAÇÃO DA ENERGIA PROVENIENTE DO SOL.

Também transformamos energia em nossas residências, nas indústrias e no lazer, sempre buscando o nosso conforto.

Na cozinha, por exemplo, a queima do gás butano transforma energia química em térmica, utilizada para cozinhar alimentos, que serão os combustíveis do nosso corpo. O compressor de uma geladeira faz o trabalho de comprimir o gás refrigerante que se condensa e vaporiza, retirando nessas transformações calor do interior da geladeira, liberando-o para o exterior.

Transformamos a energia química do combustível em energia cinética nos transportes. Também é do combustível

que provém a energia que aquece a água e o vapor nas termelétricas para a produção de energia elétrica.

EM TODAS ESSAS SITUAÇÕES A ENERGIA ASSUME  
DIFERENTES FORMAS. NO TOTAL A ENERGIA SE  
CONSERVA.

No estudo das máquinas térmicas (da turbina a vapor, do motor a combustão e da geladeira), vimos que é possível calcular o trabalho produzido a partir de uma quantidade de calor fornecida:

$$Q = \Delta U + \tau$$

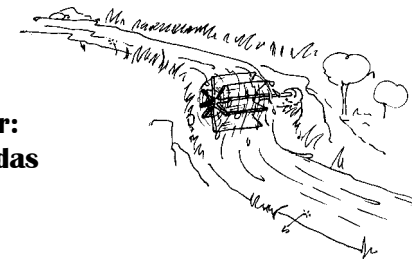
Esse primeiro princípio nos diz que a energia num sistema se conserva.

MAS, SE A ENERGIA NUNCA SE PERDE, POR QUE TEMOS DE  
NOS PREOCUPAR COM O SEU CONSUMO?

Não podemos nos esquecer que parte da energia utilizada para realizar um trabalho é transformada em calor. Não conseguimos, por exemplo, mover um carro sem que seu motor esquente. Essa parcela de energia transformada em calor não pode ser reutilizada para gerar mais trabalho. Temos de injetar mais combustível para que um novo ciclo se inicie.

Numa hidrelétrica, a energia potencial da queda-d'água só estará novamente disponível porque o ciclo da água, que conta com o Sol como "fonte inesgotável de energia", se repete.

**Como diz um ditado popular: "águas passadas não movem moinhos".**



É necessário que a água do rio se vaporize, que o vapor de água se condense e que a chuva caia nas cabeceiras dos rios para que o volume da queda-d'água esteja novamente disponível.

Todas essas situações estão sintetizadas no segundo princípio da termodinâmica:

"É IMPOSSÍVEL CONSTRUIR UMA MÁQUINA QUE, OPERANDO EM CICLOS, TRANSFORME TODA A ENERGIA EM TRABALHO", OU SEJA, AO SE REALIZAR TRABALHO COM UMA MÁQUINA QUE OPERE EM CICLOS, PARTE DA ENERGIA EMPREGADA É DISSIPADA NA FORMA DE CALOR.

Assim, embora não ocorra uma perda de energia, ocorre uma perda da oportunidade de utilizá-la. É por isso também que temos de nos preocupar com o consumo de energia; as reservas são limitadas.

Ao transformar energia de uma forma em outra, utilizando máquinas, sempre contribuímos para aumentar a energia desordenada (calor) do meio ambiente.

Os físicos chamam de **entropia** a medida quantitativa dessa desordem:

### Entropia x vida

Nos processos em que não ocorrem dissipações de energia a entropia não se altera, enquanto nos processos em que ocorrem trocas de calor com o meio ambiente, a entropia aumenta, pois aumenta a energia desordenada.

Podemos afirmar que no universo a maior parte dos processos térmicos libera calor para o meio ambiente, o que significa que o universo se desenvolve espontaneamente de estados de menor desordem a estados de maior desordem, ou seja a entropia do universo aumenta com o passar do tempo.

Em seu livro *Caos*, James Cleick afirma que:

*"A segunda Lei é uma espécie de má notícia técnica dada pela ciência, e que se firmou muito bem na cultura não-científica. Tudo tende para a desordem. Qualquer processo que converte energia de uma forma para outra tem de perder um pouco dessa energia como calor. A eficiência perfeita é impossível. O universo é uma rua de mão única. A entropia tem de aumentar sempre no universo e em qualquer sistema hipotético isolado. Como quer que se expresse, a Segunda Lei é uma regra que parece não ter exceção".*

Esse crescimento da entropia, entretanto, pode ocorrer com maior ou menor rapidez.

Por exemplo, numa região desértica onde quase não existe vida, a energia recebida do Sol é absorvida pelo solo e devolvida ao ambiente quase imediatamente como calor; rapidamente prevalece a energia desorganizada, e o crescimento da entropia é rápido.

Já numa floresta, a presença de energia organizada é muito grande, existem milhões de seres vivos, vegetais e animais, e a energia recebida do Sol é armazenada em formas organizadas de energia antes de ser degradada. A vida é abundante e o processo de degradação mais lento, portanto o aumento da entropia é mais lento.

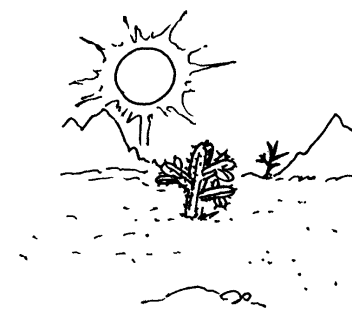
A circulação e transformação de energia solar pelas plantas, através da fotossíntese e conseqüentemente pelos animais que se alimentam das plantas e pelos animais que se alimentam de outros animais, mantêm o ciclo da vida, e do ponto de vista da Física Térmica pode-se dizer que:

**" A vida é um sistema auto organizado que, de certa forma, deixa mais lento o crescimento da entropia "**

NUMA FLORESTA A LUZ DO SOL PROMOVE VIDA. O CRESCIMENTO DA ENTROPIA É MAIS LENTO.



NUM DESERTO A LUZ DO SOL É LOGO DEVOLVIDA EM CALOR. O CRESCIMENTO DA ENTROPIA É MAIS RÁPIDO.





A VIDA É DURA.

A VIDA É BELA.

A VIDA É UM DOM DE DEUS.

A VIDA É SAGRADA.

VIVER É PERIGOSO.

A VIDA É UMA AVENTURA.

Os biólogos caracterizam a vida como uma manifestação de energia em todas as suas formas: movimento, calor e vibrações. Os seres vivos são capazes de se manter no seu meio ambiente e de reproduzir-se.

Os bioquímicos afirmam que as moléculas orgânicas que constituem os seres vivos, formadas por átomos de carbono ligados a átomos de hidrogênio, oxigênio, nitrogênio e outros elementos em menor quantidade, são as mais complexas que existem e por isso têm maior capacidade de conter energia.

Ao finalizar estas leituras de Física Térmica vamos apresentar um trecho do livro *Gaia*, de J. E. Lovelock, em que ele se refere à vida.

A tradução desse livro foi feita por Maria Georgina Segurado, em Portugal, e ele foi distribuído aos países de língua portuguesa. Por isso, você vai estranhar a ortografia de algumas palavras e a construção de certas frases.

## Gaia

### Um novo olhar sobre a vida na Terra.

J. E. Lovelock (pág. 20)

*"No decurso do presente século, alguns físicos tentaram definir a vida. Bernal, Schroedinger e Winger, todos eles chegaram à mesma conclusão geral de que a vida é um membro da classe de fenómenos que são sistemas abertos e contínuos capazes de diminuir a sua entropia interna à custa de substâncias ou de energia natural retirada do meio envolvente e posteriormente rejeitadas numa forma decomposta. Esta definição é não só difícil de depreender mas demasiado geral para ser aplicada à detecção específica de vida. Uma paráfrase rudimentar poderia ser o facto de a vida constituir um daqueles processos que surjem onde quer que haja um fluxo abundante de energia. Caracteriza-se por uma tendência para se moldar ou formar enquanto está a ser consumida, mas para o fazer, deve sempre libertar para o meio envolvente produtos de qualidade inferior.*

*Vemos agora que esta definição poderia ser igualmente aplicada a redemoinhos no curso de um rio, a furacões, a chamas ou mesmo frigoríficos e muitas outras invenções do homem. Uma chama assume uma forma característica ao arder e estamos agora perfeitamente conscientes de que o calor agradável e o bailado das chamas de uma fogueira se pagam com a libertação de calor de escape e gases poluentes. A entropia é reduzida localmente pela formação de chamas, mas a capacidade total de energia aumenta durante o consumo de combustível.*

*No entanto, apesar do seu carácter demasiado vasto e vago, esta classificação da vida indica-nos, pelo menos, a direcção correcta. Sugere, por exemplo, a existência de uma fronteira, ou interface, entre a zona de "produção", onde o fluxo de energia ou as matérias-primas são utilizadas e a entropia é conseqüentemente reduzida, e o meio envolvente, que recebe os resíduos libertados. Sugere também que os processos vitais requerem um fluxo de energia superior a um valor por forma a manter-se o seu funcionamento."*

Neste mesmo livro, classificado no índice em "Definição e explicação de alguns termos", encontramos:

**"Vida** - Um estado vulgar da matéria que se encontra à superfície da Terra e em todos os seus oceanos. Compõe-se de complicadas combinações dos elementos hidrogênio, carbono, oxigênio, azoto, enxofre e fósforo, com muitos outros elementos em quantidades menores. A maior parte das formas de vida pode ser reconhecida de imediato sem experiência anterior e muitas são comestíveis. No entanto, o estado de vida tem resistido a todas as tentativas de uma definição física formal."