

# Energia e termodinâmica: seus conceitos e relações com seres vivos

Patricia Campana

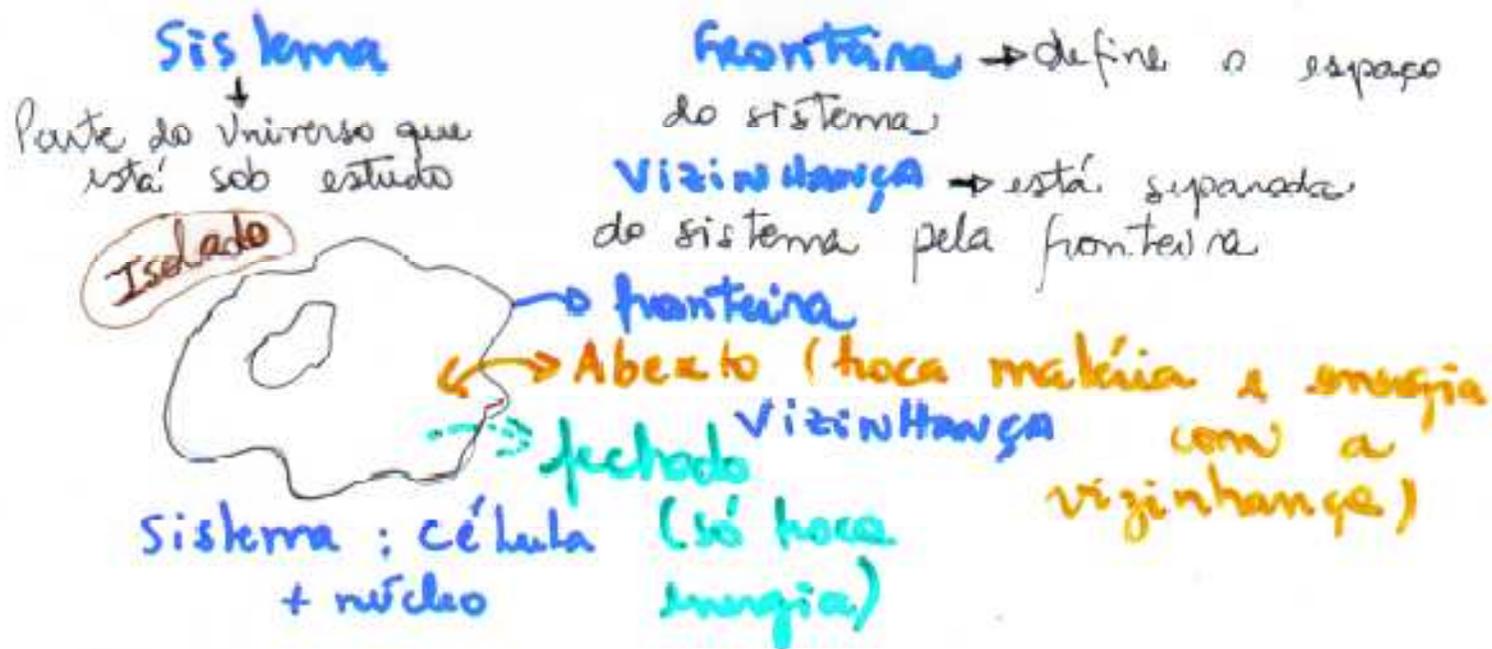
# Termodinâmica

Leis que governam os processos de conversão de energia



...tão velha quanto o  
próprio  
Tempo...

# Definições importantes da Termodinâmica



## ENERGIA

↓  
Capacidade do sistema realizar trabalho

## CALOR

↓  
forma pela qual a energia é transferida

## TRABALHO

↓  
qualquer forma de energia transferida pelo sistema e a vizinhança

**ESTADO DO SISTEMA:**

- Pressão
- Temperatura
- volume



# As Leis

## Lei zero da termodinâmica

*se os corpos A e B estão em **equilíbrio térmico** com um corpo C, então A e B estão em equilíbrio térmico um com o outro.*

Equilíbrio termodinâmico: pressupõe, também, troca de **calor**

O calor é importante para a vida?

Qual é efeito do calor nas moléculas, células, órgãos e tecidos, pessoas e sociedade?

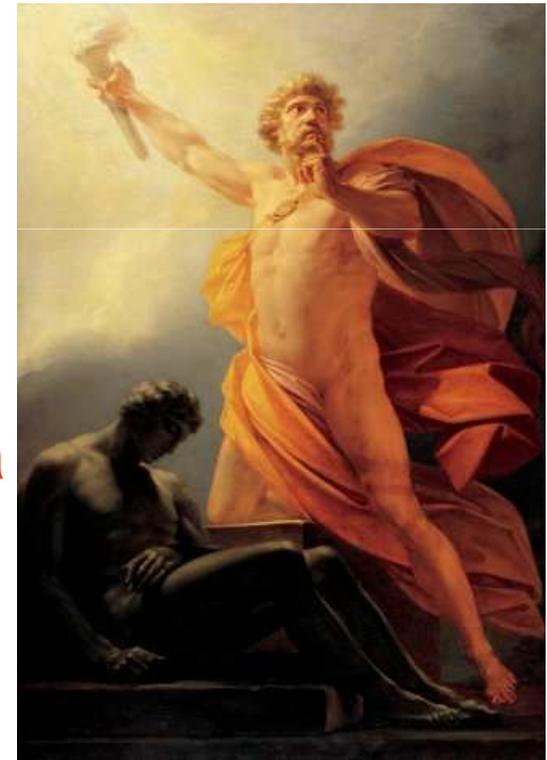
# A lenda de Prometeu

Prometeu, um titã grego, roubou o fogo divino de Zeus para dá-lo aos homens, que assim puderam evoluir e distinguirem-se dos outros animais. Como castigo Zeus ordenou a Hefesto acorrentá-lo ao cume do monte Cáucaso, onde todos os dias uma águia ia dilacerar o seu fígado que, por ser Prometeu imortal, regenerava-se. A duração desse castigo era para ser de 30.000 anos. Eventualmente Prometeu foi libertado do seu sofrimento por Hércules que, havendo concluído os seus doze trabalhos dedicou-se a aventuras. No lugar de Prometeu, o centauro Quíron deixou-se acorrentar no Cáucaso, pois a substituição de Prometeu era uma exigência para assegurar a sua libertação.



Hefesto acorrentando Prometeu (1623) em tela de Dirck van Baburen

Calor como fonte de vida



Heinrich fueger, 1817

Adaptado de <http://pt.wikipedia.org/wiki/Prometeu>

# Calor no corpo humano

Temperatura da água	Tempo até exaustão ou inconsciência	Tempo esperado de sobrevivência
Abaixo de 0	Menos de 15 min	Menos de 15 a 45 min
0 a 5	15 a 30 min	30 a 90 min
5 a 10	30 a 60 min	1 a 3 h
10 a 15	1 a 2 h	1 a 6 h
15 a 20	2 a 7 h	2 a 40 h
20 a 27	3 a 12 h	3 h ou mais
Mais de 27	indefinido	indefinido

# Calor no corpo humano

- Manutenção das funções biológicas
  - Temperatura interna
    - Funcionamento dos órgãos
    - Estabilidade dos tecidos
    - Estabilidade estrutural das células
    - Estabilidade das proteínas
  - Trocas de calor com o meio
    - Viver em um lugar frio ou quente

# Efeito do calor na sociedade

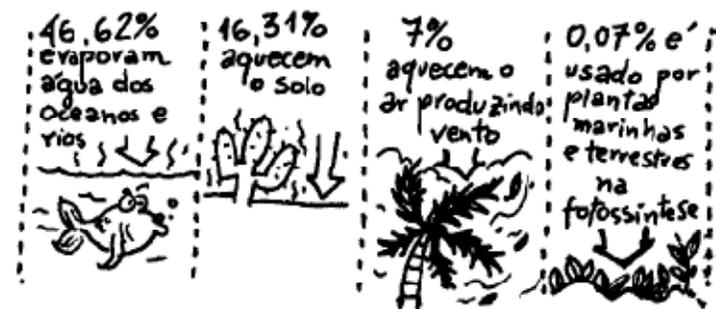
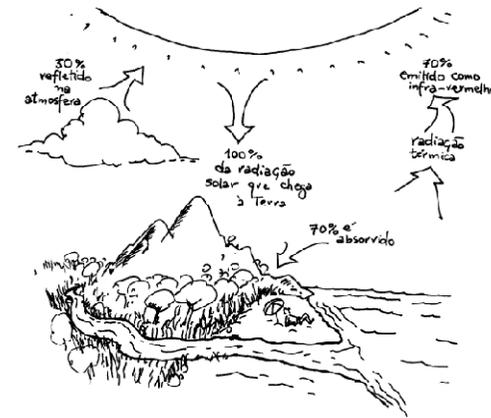
- Calor

- Ambiente

- Clima
    - Vegetação
    - Geografia
    - Poluição

- Seres vivos

- Manutenção das populações
    - Alimentação



## **Primeira lei da Termodinâmica:**

### **Conservação**

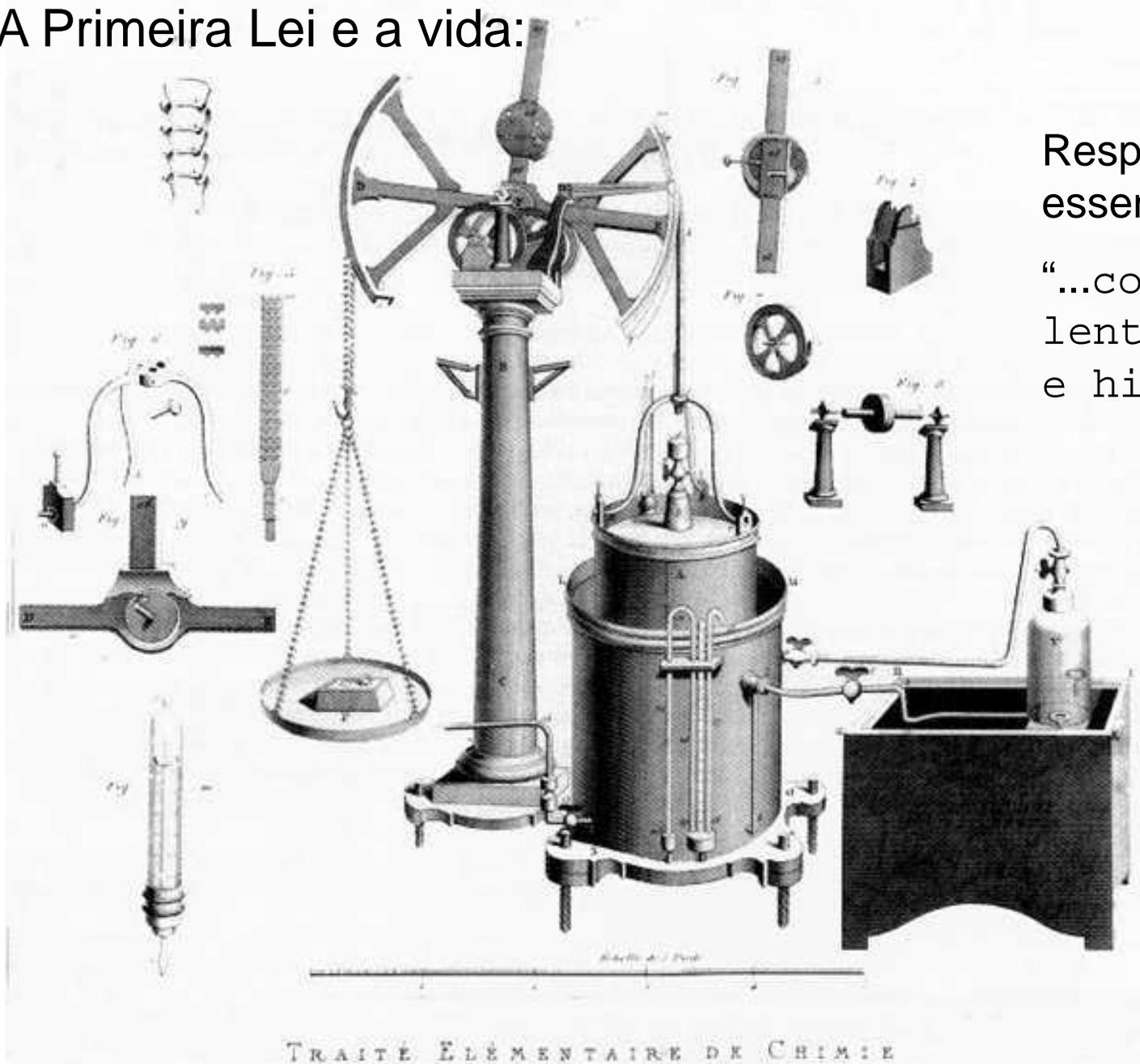
energia total no universo = constante

Para qualquer mudança física ou química, a quantidade total de energia no Universo permanece constante; a energia pode mudar de forma ou pode ser transportada de uma região a outra, mas não pode ser criada ou destruída.

A Primeira Lei e a vida:

Lavoisier:

Respiração: Processo essencial à vida,  
“...combustão lenta de carbono e hidrogênio...”



TRAITÉ ÉLÉMENTAIRE DE CHIMIE

Gazomètre de Lavoisier et Meusnier, planche extraite du *Traité élémentaire de chimie*, pl. VIII.

# ENERGIAS:

Potencial Gravitacional. O trabalho realizado por essa força depende apenas das situações inicial e final

$$W_g = \Delta U_g$$

## FORÇAS CONSERVATIVAS

Salto humano : exemplo deste tipo de energia

vertical

↓  
músculos realizam

→ p

com vara ou corda

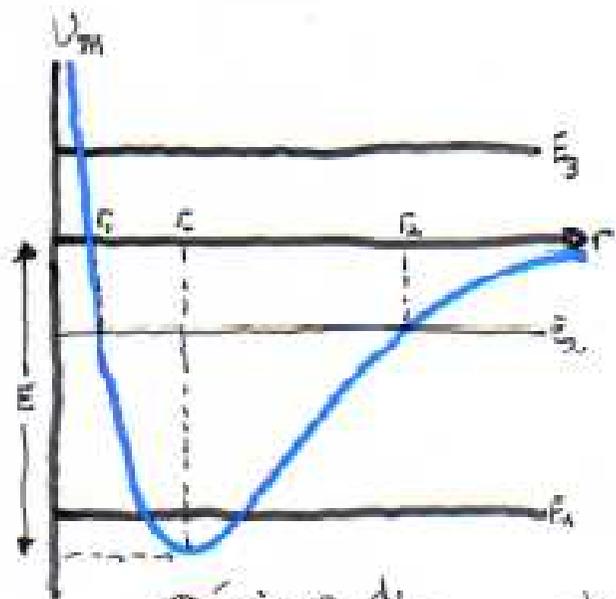
trabalho

→ energia cinética da corda, transformada na energia potencial elástica da vara.

Energia potencial elástica: trabalho realizado para restaurar a condição inicial causada por uma força deformadora temporária.

$$W_{elast} = -\Delta U_e$$

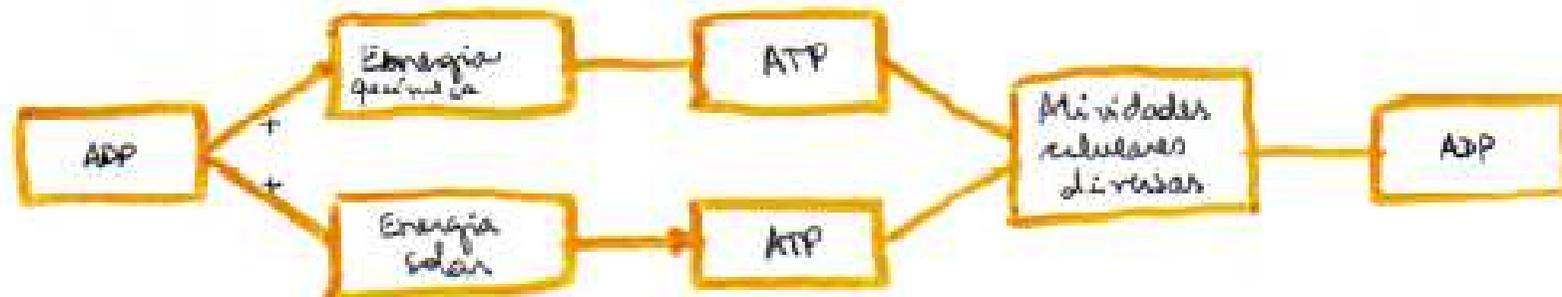
Energia potencial molecular: originada pela interação eletromagnética entre os átomos que constituem a molécula.



mínimo de energia e estado fundamental

Energia térmica: consequência do movimento das moléculas na matéria. Se manifesta na forma de **CALOR** e na forma de **atuação da Temperatura**  
 $Q = mc\Delta t$        $\langle K \rangle = \frac{3}{2} kT$  → energia cinética das moléculas

Energia Química: a energia envolvida nas reações químicas tem natureza **elétrica**. As reações químicas transferem as diversas formas de energia absorvidas ao ser vivo.



## Funções de estado importantes:

**Energia interna (U):** Contribuições de cinética e potencial (de cada parte individual do sistema)

**Entalpia (H):** relacionada com a quantidade de calor trocado

**Entropia (S):** grau de desordem do sistema

**Energia livre (G):** relacionada com o trabalho que se pode obter do sistema

## Segunda lei da Termodinâmica: desordem

Em todos os processos naturais, a entropia do Universo aumenta

Todo sistema natural, quando deixado livre, evolui para um estado de máxima desordem, correspondente a uma entropia máxima e mínima energia





**Organismos vivos altamente organizados  
⇔ violação da Segunda Lei**



Seres vivos são sistemas abertos: consomem nutrientes e liberam subprodutos, geram calor e trabalho: trocando material e energia com a vizinhança nunca encontram o equilíbrio, criando ordem em si mesmos e operando de acordo com a Segunda Lei

# Terceira lei

Estabelece que é impossível, por meio de um número finito de etapas, atingir o zero absoluto

## A energia livre de Gibbs e o critério de espontaneidade

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

$$\Delta G \leq 0 \quad \text{processo espontâneo}$$

J. Willard Gibbs, em 1878.

Células são sistemas isotérmicos: funcionam a temperatura e pressão constantes e utilizam a energia livre

“A living organism is similar to a PC, but it is also very different....for an organism, be it a bacterium or a bat, utilizes **free energy** it has acquired from its environment to carry out a continual process of self-renewal, and this is something no machine can do.” Don Hayne.

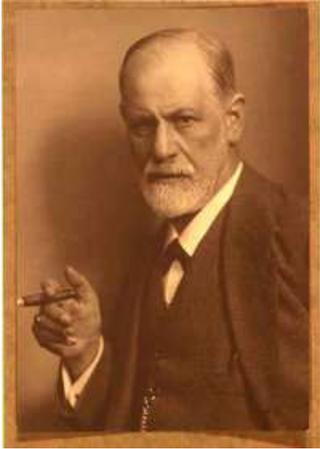


“**Spontaneity:**  $\Delta$  Gibbs free energy equals  $\Delta$  heat minus temperature  $\Delta$  entropy”

Artist: Sharon Bass

Size: 15"w x 15"h

\$800



O psicanalista Sigmund Freud separou a consciência em três partes **energéticas**. Denominou essa teoria como "structural theory" da mente. Freud descreveu a mente como sendo dividida em três objetos distintos:

**Id:** domínio completamente inconsciente da mente, onde situam-se todos os desejos e medos.

**ego:** é parte consciente e parte inconsciente e contém os mecanismos de defesa e a capacidade de calcular, planejar. É a razão.

**super-ego:** parcialmente consciente e parcialmente inconsciente. Ele julga o consciente e promove os sentimentos inconscientes de culpa.

**Id:** seria a fonte de energia do sistema, nossas necessidades biológicas, os instintos

**Super-ego:** as restrições a essa energia: regras sociais, condições da vida.

**Ego:** liberação da **energia livre** produtiva remanescente na forma de trabalho e atividade no mundo externo.