

Fisiologia



Termo cunhado por Jean Fernel (1497-1558) para descrever o estudo das funções do corpo.

“A constância do ambiente interno é o pré-requisito para a vida



Claude Bernard (1813-1878)

"O corpo vivo, embora necessite do ambiente que o circunda, é, apesar disso, relativamente independente do mesmo. Esta independência do organismo com relação ao seu ambiente externo deriva do fato de que, nos seres vivos, os tecidos são, de fato, removidos das influências externas diretas, e são protegidos por um verdadeiro ambiente interno, que é constituído, particularmente, pelos fluidos que circulam no corpo. "



Walter Bradford Cannon
(1871-1945)

Homeostase

- *A constância do meio interno requer mecanismos que mantenham essa constância.*
- *Condições de estado estacionário requerem que qualquer tendência de mudança automaticamente encontrem fatores que resistam essa mudança.*
- *A homeostase não ocorre por acaso, mas é um resultado de uma organização ato-governável*

A fisiologia é uma ciência experimental

- Os organismos são nosso modelo de estudo.
 - Dependemos de modelos animais para entendermos a fisiologia animal, inclusive a do ser humano.
 - *Ratos, camundongos, cães, gatos, hamsters, pombos, galinhas, moscas, nematódeos, lulas, peixes, rãs entre outros são modelos usados para produzir a maioria do conhecimento que será apresentado nesse curso e que fornecem o **alicerce** para o entendimento da fisiologia humana.*

Fisiologia Celular e de Membranas - 2019

Fisiologia I –RCG0214

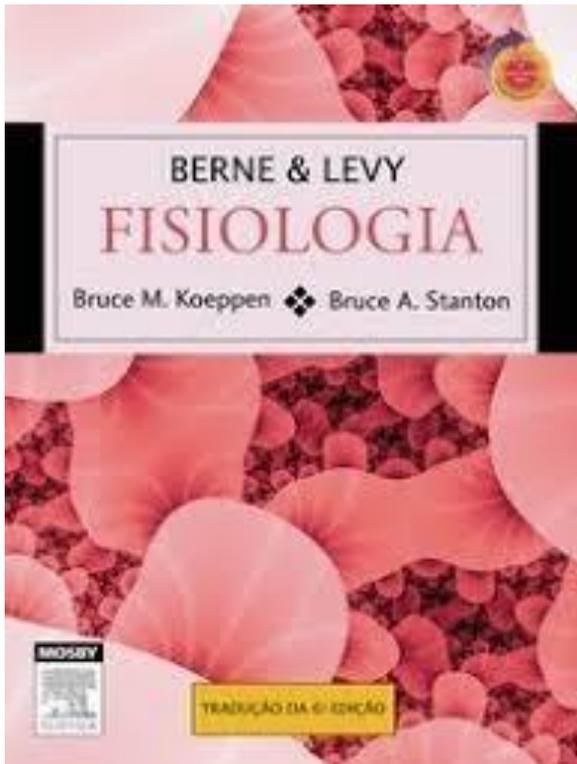
Prof. Ricardo Leão



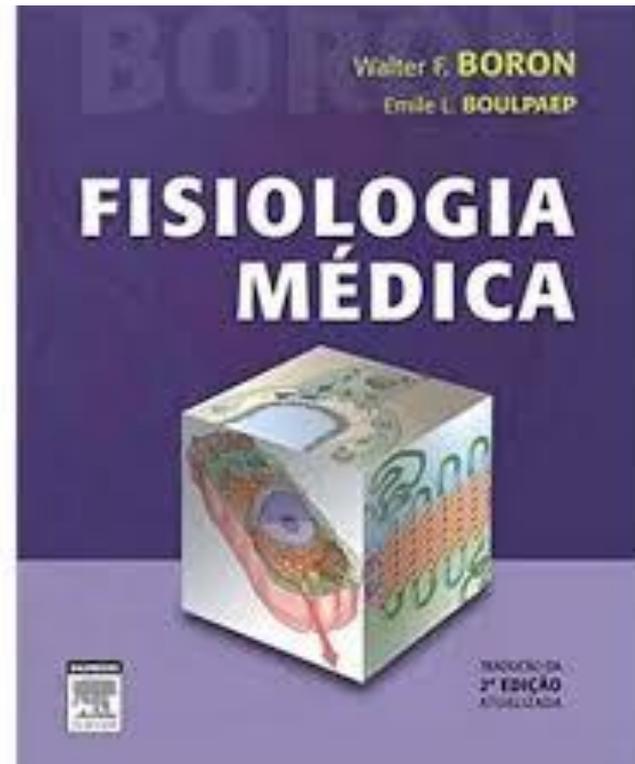
Fisiologia Celular e de Membranas

- Estudo dos fenômenos de transporte através da membrana
- Estudo da bioeletrogênese e excitabilidade.
- Estudo dos fenômenos de secreção e motilidade celular neurotransmissão e contração muscular

Livros sugeridos



Mais resumido



Mais completo

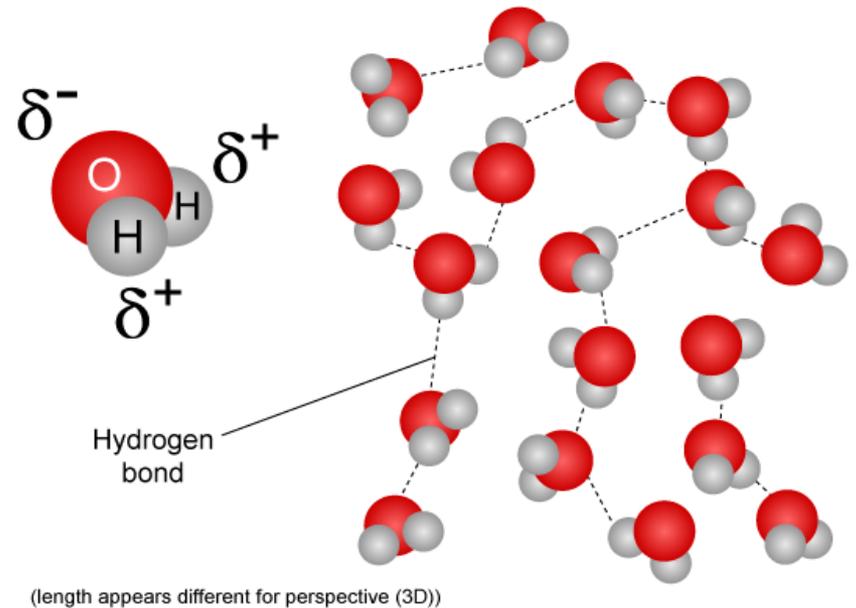
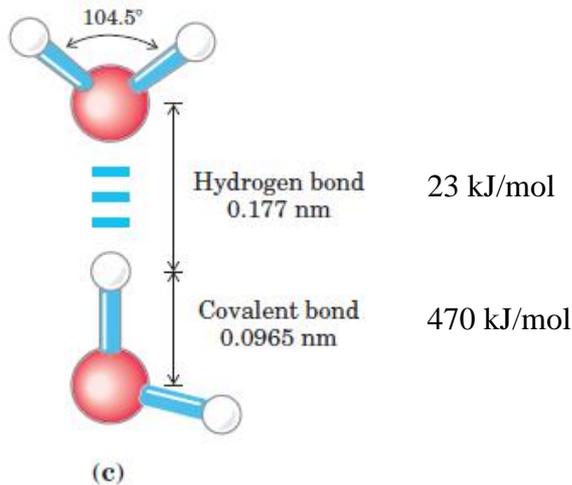
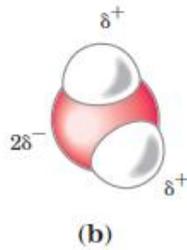
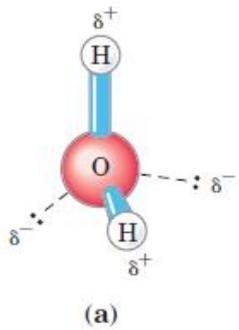
Difusão

Prof. Ricardo Leão – Departamento de Fisiologia – FMRP-USP



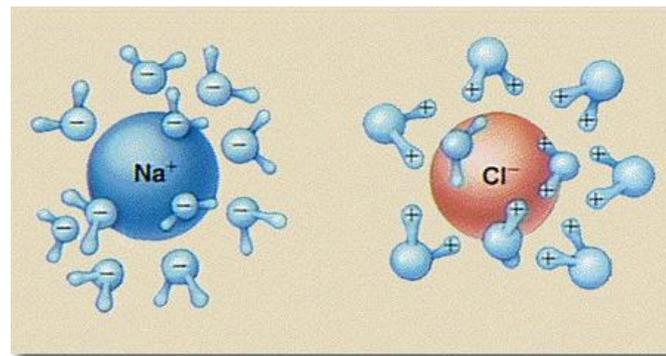
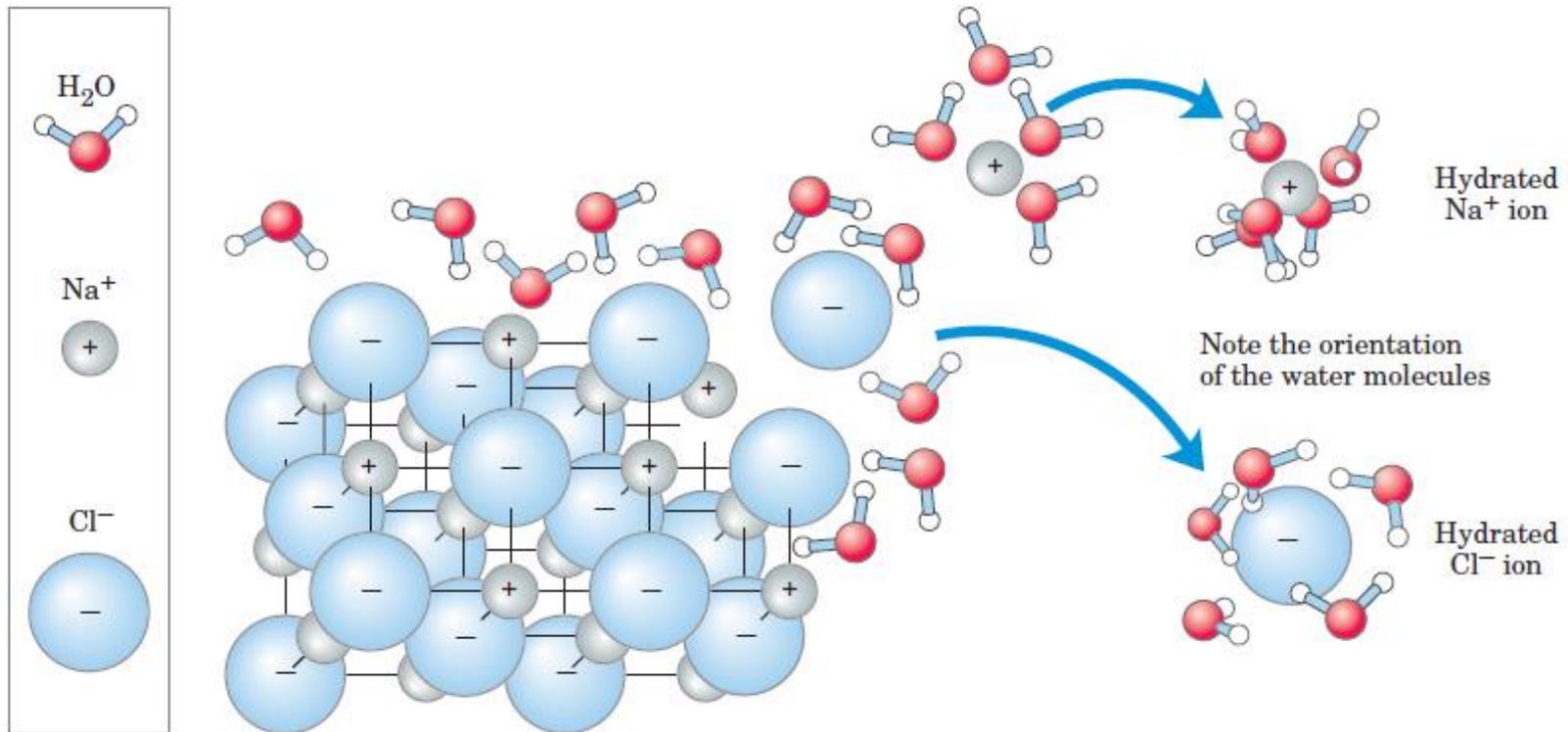
As soluções biológicas são basicamente soluções aquosas

A forte eletronegatividade do oxigênio forma um dipolo na molécula de água

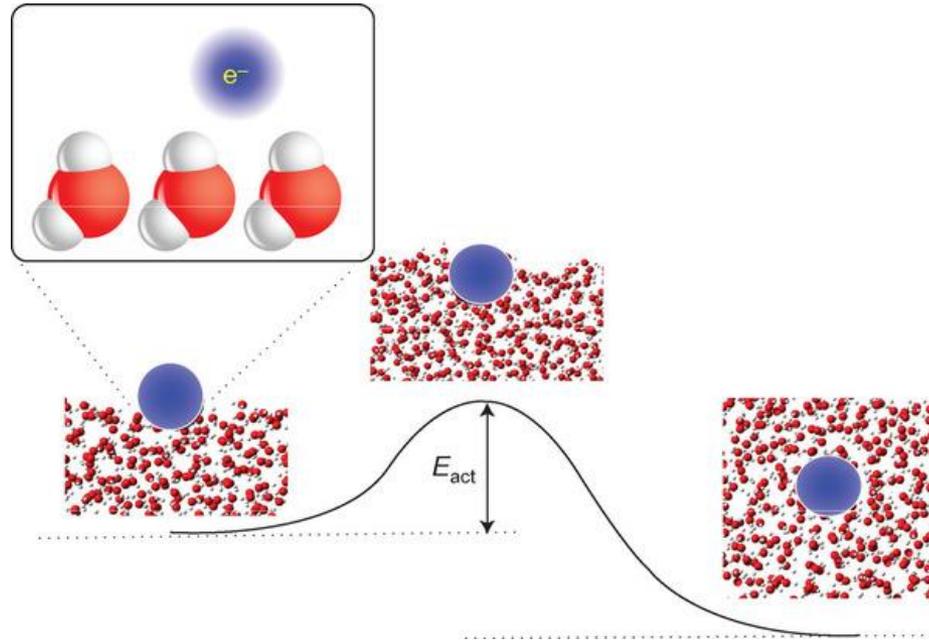


Dept. Biol. Penn State ©2002

Sais se dissociam em solução e são envolvidos por moléculas de água



O processo de solvatação de um íon é exergônico



Aumento da entalpia (ΔH)

Aumento da entropia (ΔS)

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

Moléculas se movem em solução
por movimento browniano ou
seja aleatório

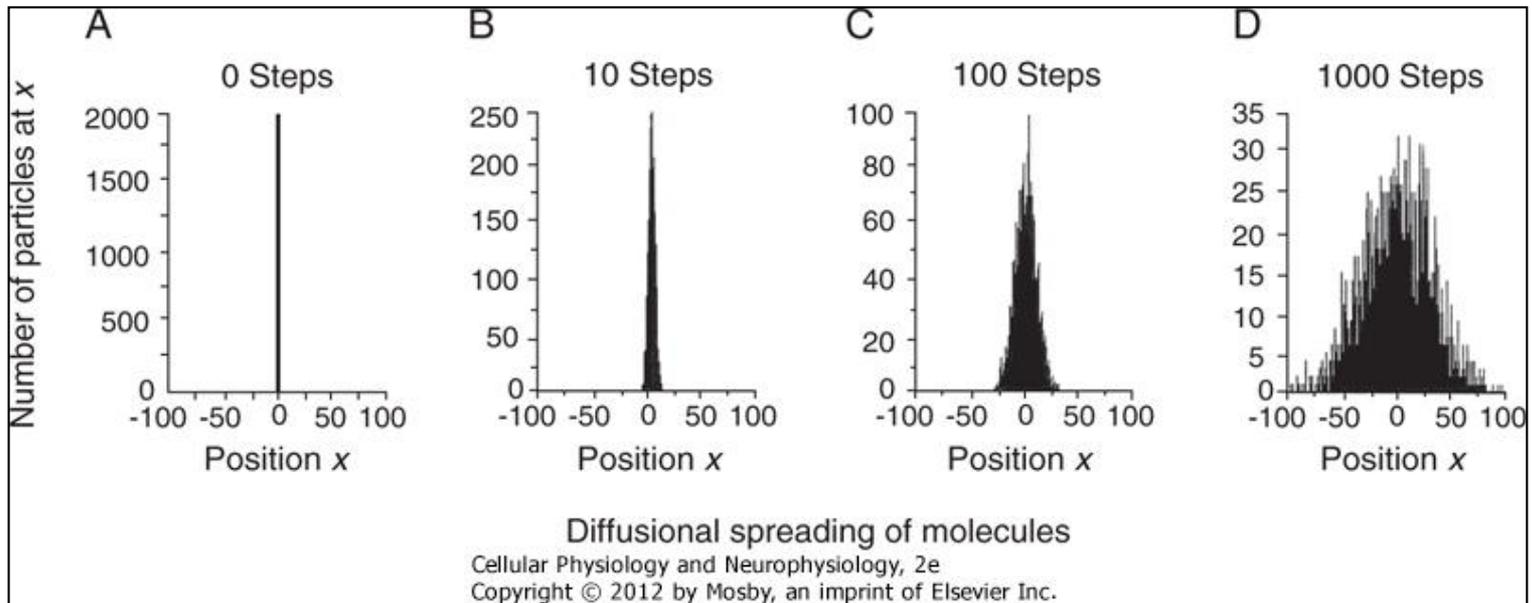
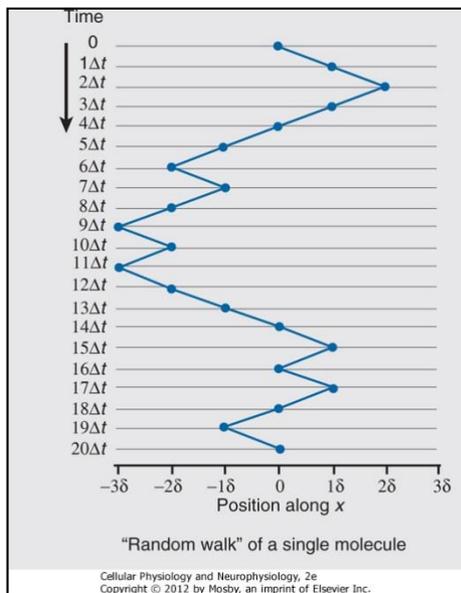


As moléculas em solução tendem a ocupar todo o espaço disponível





- As moléculas individuais vão se difundindo para as regiões onde estão menos concentradas até a concentração da molécula em todos pontos da solução se encontrem iguais.
- Ou seja: a difusão vai de onde as moléculas estão mais concentradas, para onde elas estão menos concentradas.



Se não consigo prever a direção de uma molécula individual em solução como sabemos a direção do fluxo de uma população de moléculas?

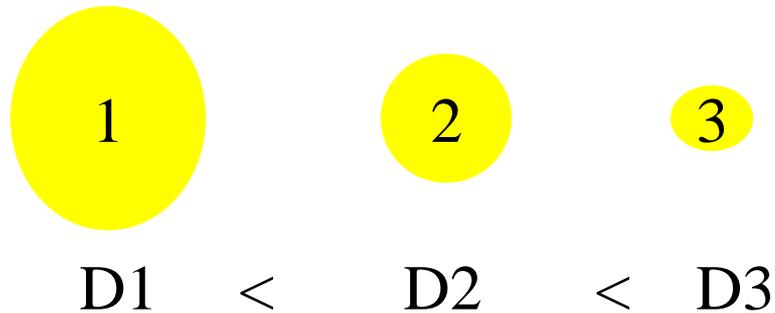
O Coeficiente de difusão (D) é proporcional a velocidade na qual a molécula se difunde pelo meio

Equação de **Eisten-Stokes** - D é inversamente proporcional ao **tamanho** da molécula (πr) e a **viscosidade** do meio circulante(η) ; k =constante de Boltzmann (R/N_{av})

$$D = \frac{k.T}{6. \pi r. \eta} \qquad D = \frac{cm^2}{seg}$$

Simplificando

- Assumindo uma temperatura constante
- Assumindo um meio simples (p. ex. aquoso) de difusão.
- Ficamos com o tamanho (raio) da molécula como única variável



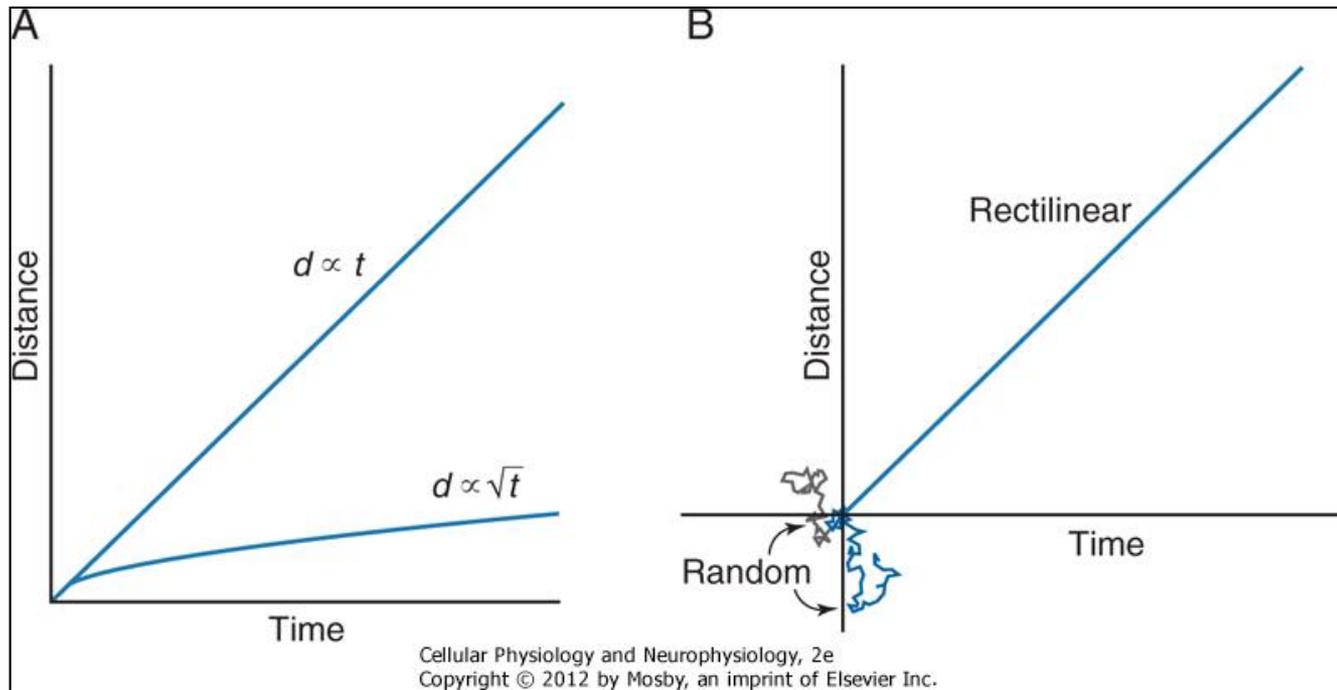
Tempo de difusão

A distância média de difusão medida como d_{rms} (valor quadrático da média da distância) varia com a raiz quadrada do tempo

$$d_{rms}^{1-D} = \sqrt{2Dt}$$

$$d_{rms}^{2-D} = \sqrt{4Dt}$$

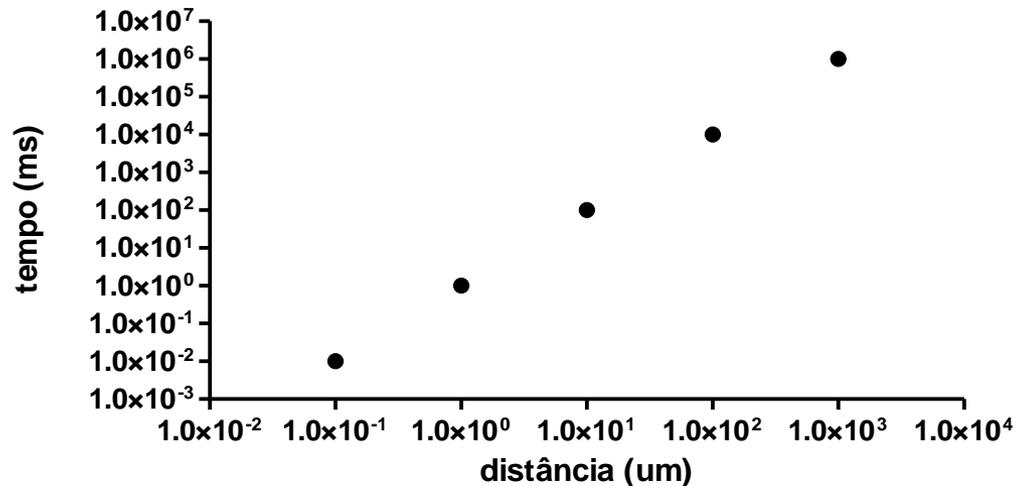
$$d_{rms}^{3-D} = \sqrt{6Dt}$$



A difusão é ineficiente para transportar moléculas a grandes distâncias

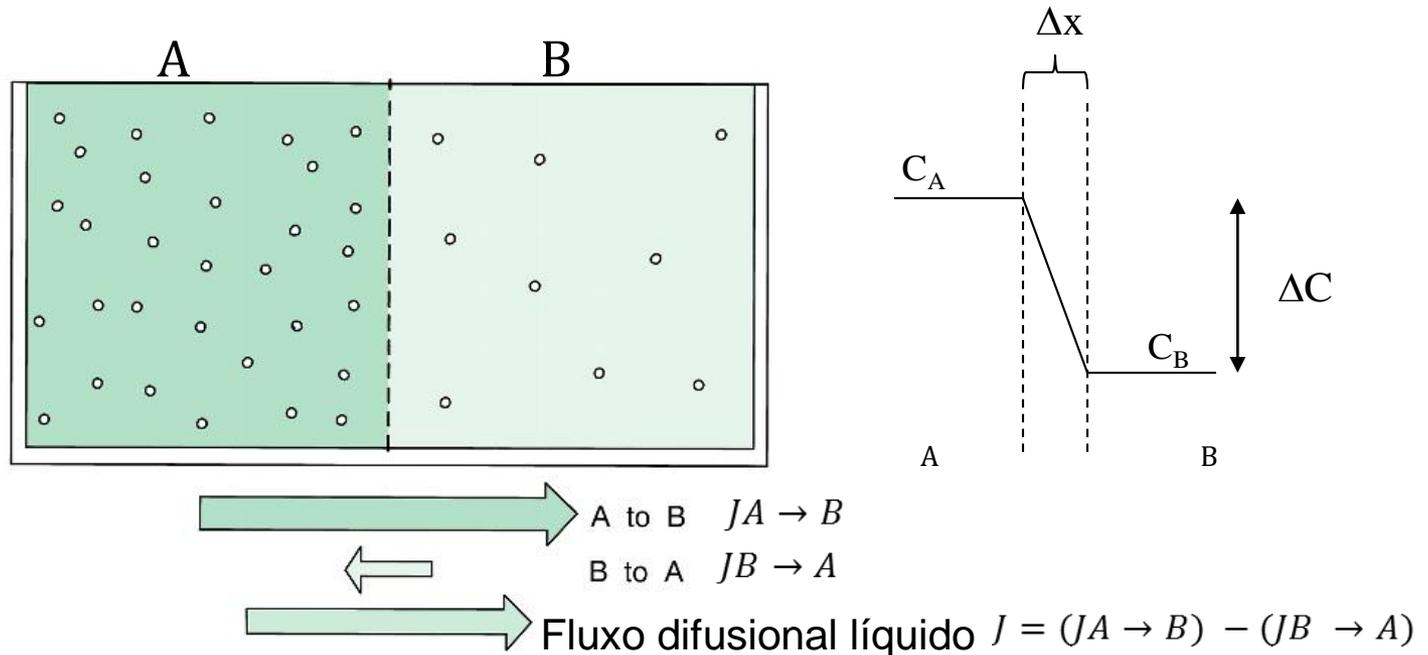
Relação distância – tempo de difusão (90%)
para a acetilcolina com D de $1.10^{-5} \text{ cm}^2/\text{s}$

distância (um)	tempo (ms)
0.1	0.01
1.0	1.00
10.0	100.00
100.0	10000.00
1000.0	1000000.00



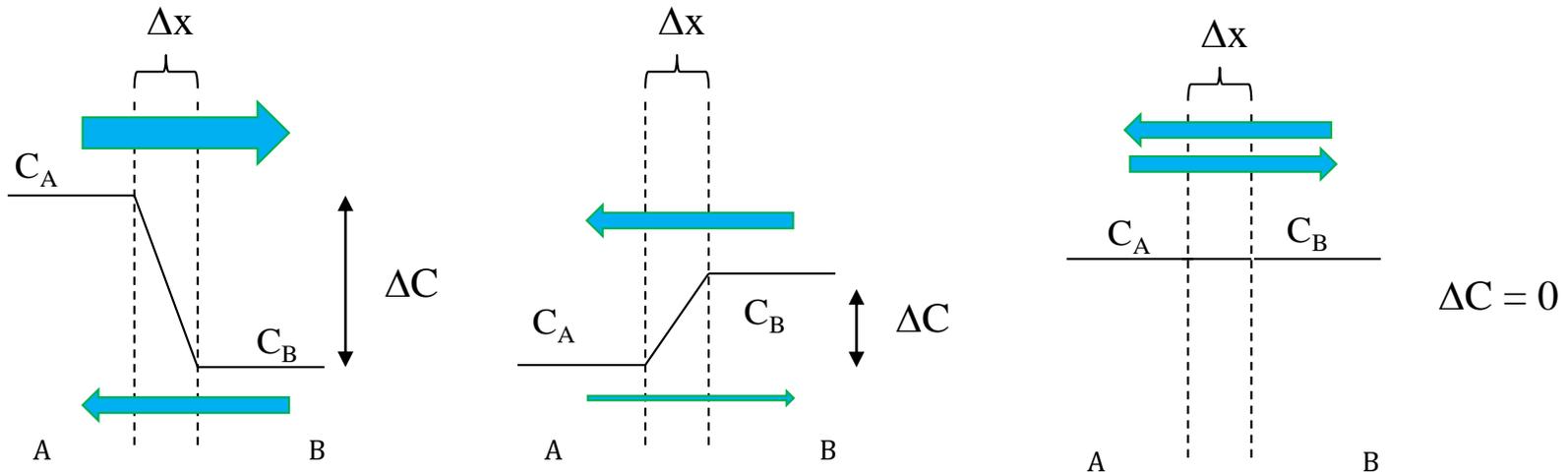
A velocidade de difusão (J) ou **fluxo** de uma substância através de dois compartimentos é proporcional a diferença de concentração dessa substância (ΔC), e inversamente proporcional a espessura da barreira entre os dois compartimentos (Δx) (**lei de Fick**)

$$J = -D \frac{\Delta C}{\Delta x} \quad \frac{\text{mol}}{\text{sec. cm}^2}$$

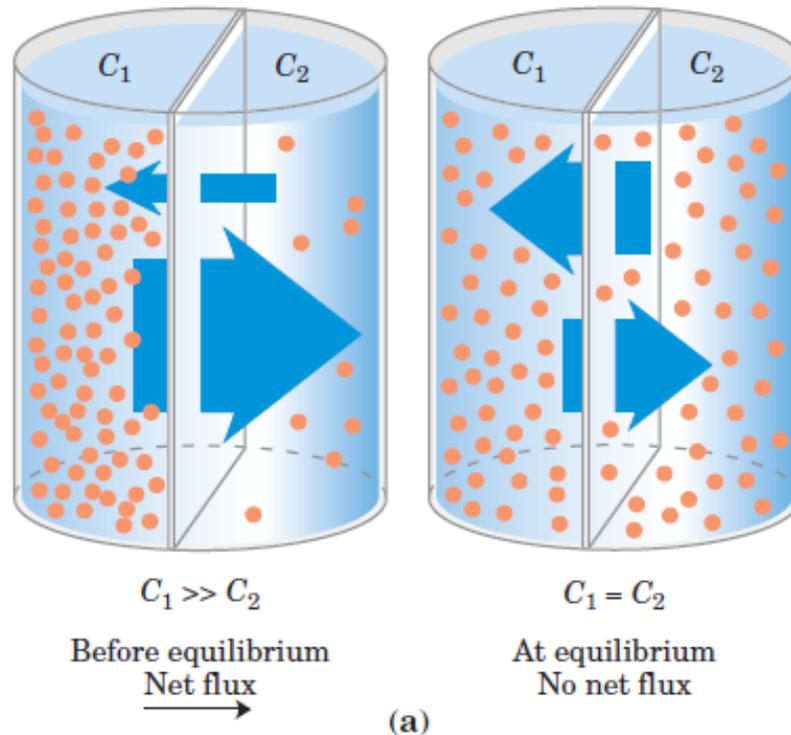


Simplificando

- Sendo D uma constante.
- Assumindo que Δx é constante (p. ex. a espessura da membrana biológica).
- A variável passa a ser apenas ΔC .



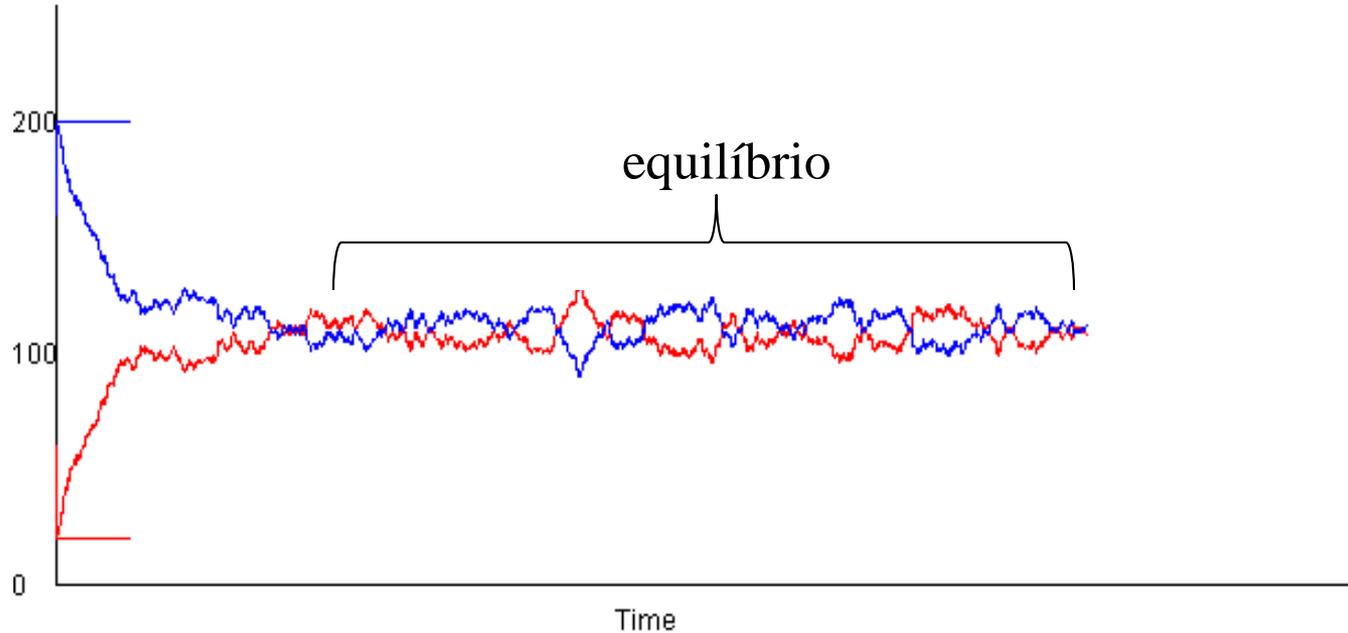
No **equilíbrio** as concentrações se igualam e o fluxo líquido (resultante) é zero



Simulação computacional da difusão

C1 = concentração no lado 1; Inicial = 200

C2 = concentração no lado 2; Inicial = 0



Atenção!!!!!!!

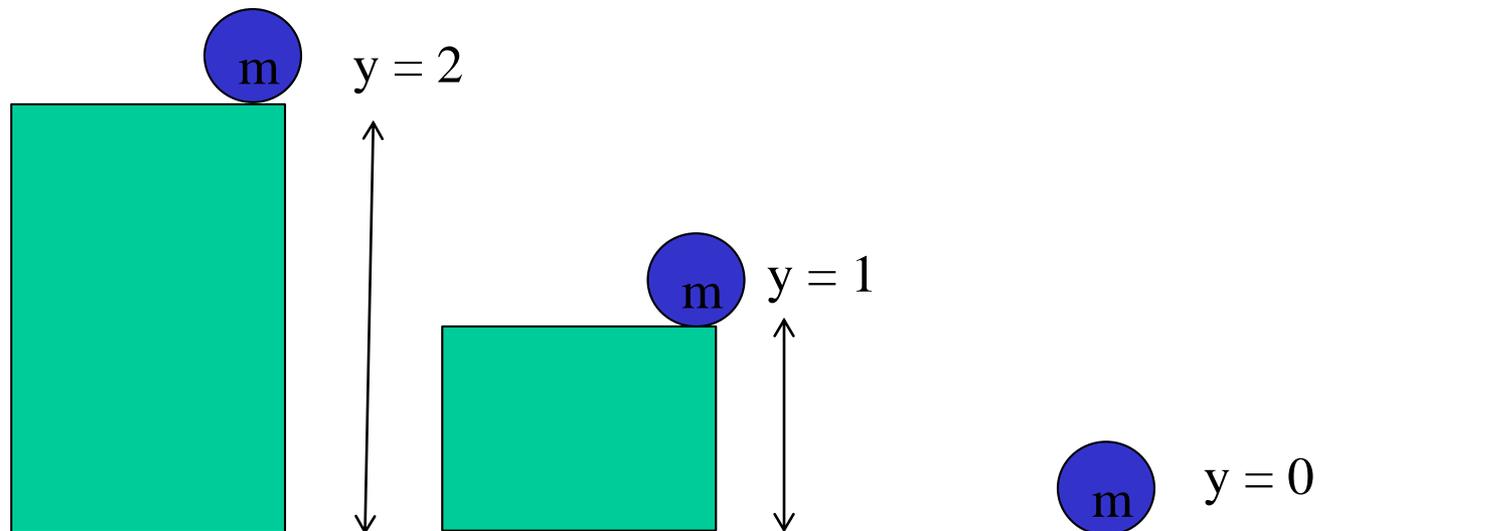
- Nem toda situação onde não existe alterações (ESTADO ESTACIONÁRIO) é um equilíbrio!
- O equilíbrio é alcançado espontaneamente **sem gasto de energia!**
- **Uma vez alcançado o equilíbrio ele não se altera de forma**

Entendendo a energética da difusão.

A energia potencial gravitacional (EP_G) depende da massa do objeto e da sua altura relativa a superfície

O gradiente de energia potencial origina a força gravitacional que move o objeto para baixo do gradiente energético

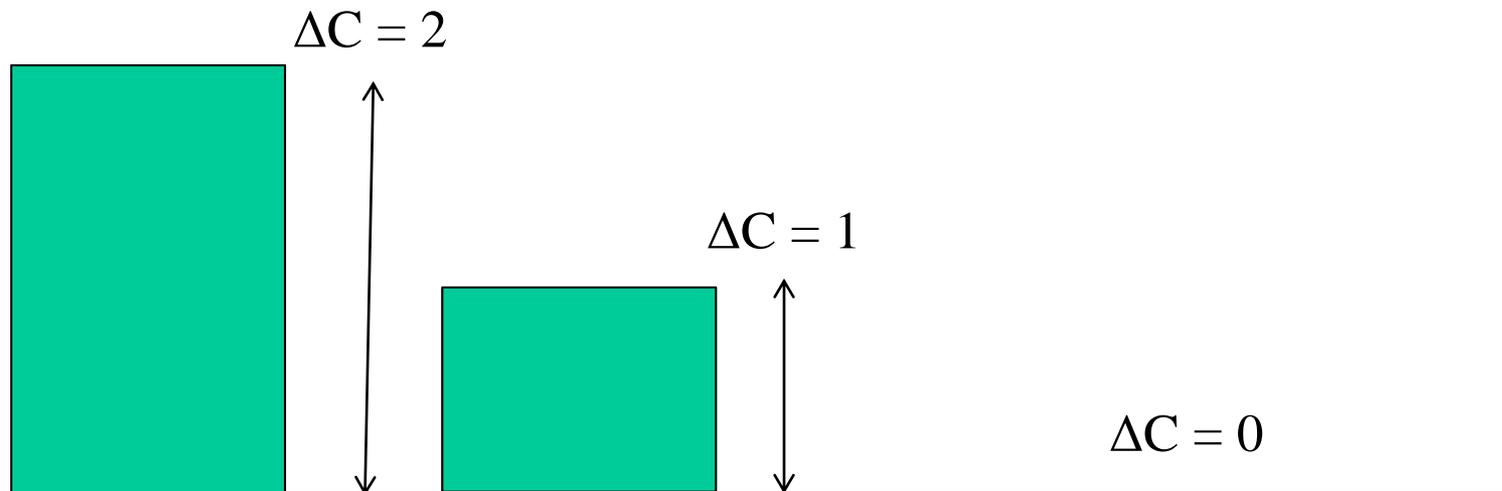
$$\Delta EP_G = \Delta y \cdot (-F_G)$$



Um gradiente de concentração cria uma força química que impulsiona o movimento difusional das moléculas

O gradiente de concentração (ΔC) origina a força química que gera o fluxo (J) de moléculas

$$J = \frac{\Delta C}{\Delta x} \cdot (-D)$$



*Podemos entender concentração como **Energia Potencial Química** (μ)*

O gradiente de energia potencial química ($\Delta\mu$) origina a força química que gera o fluxo (J) de moléculas S

Energia potencial química = μ

$$\mu_S = \mu_S^0 + RT \ln[S]$$

μ_S^0 = energia potencial química de um soluto S a 1 M

$$\mu_S = \mu_S^0 + RT \ln[S]$$

- Potencial químico de um soluto

$$\mu_S = \mu_S^0 + RT \ln[S]$$

- E se o soluto tiver carga? (ión)

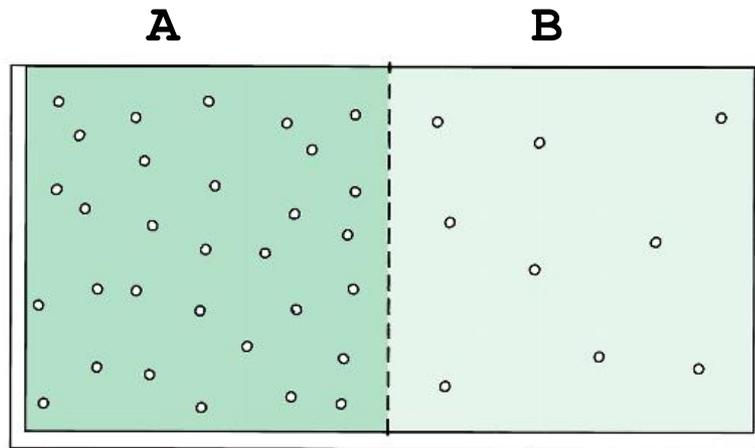
$$\bar{\mu} = \mu_s + \mu_e$$

- Temos o potencial químico do soluto, com valência z , composto da soma dos potenciais químico e elétrico

$$\overline{\mu_{S^z}} = \underbrace{(\mu_{S^z}^0 + RT \ln[S^z])}_{\text{químico}} + \underbrace{zFV_m}_{\text{elétrico}}$$

Energia potencial química para se mover um soluto de A para B

$$\Delta\mu (S) = \mu_A(S) - \mu_B(S) = RT \ln [S]_B / [S]_A$$



Energia potencial química para se mover um íon de A para B

$$\Delta\mu (S^+) = \mu_A(S^+) - \mu_B(S^+) =$$

- $RT \ln [S^+]_B / [S^+]_A + zF (E_B - E_A)$

Potencial químico

Potencial elétrico

