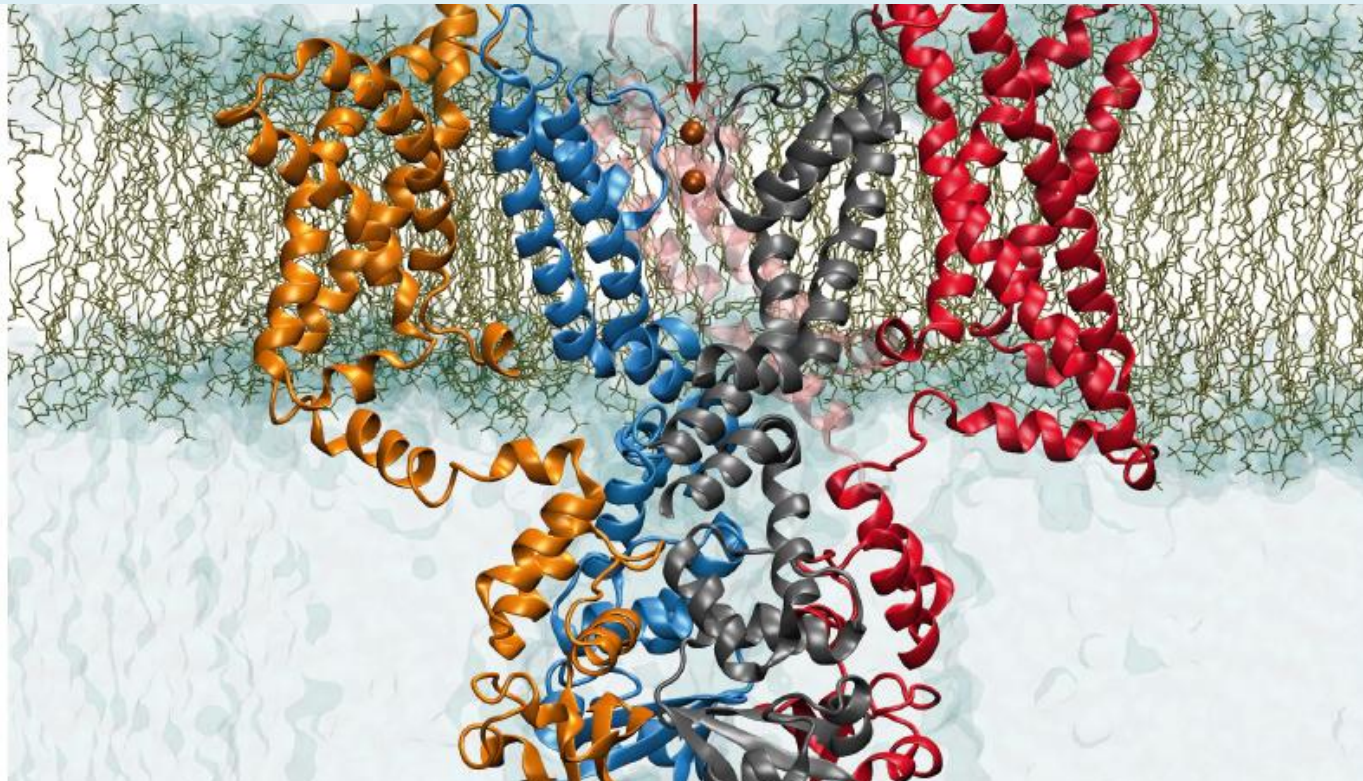


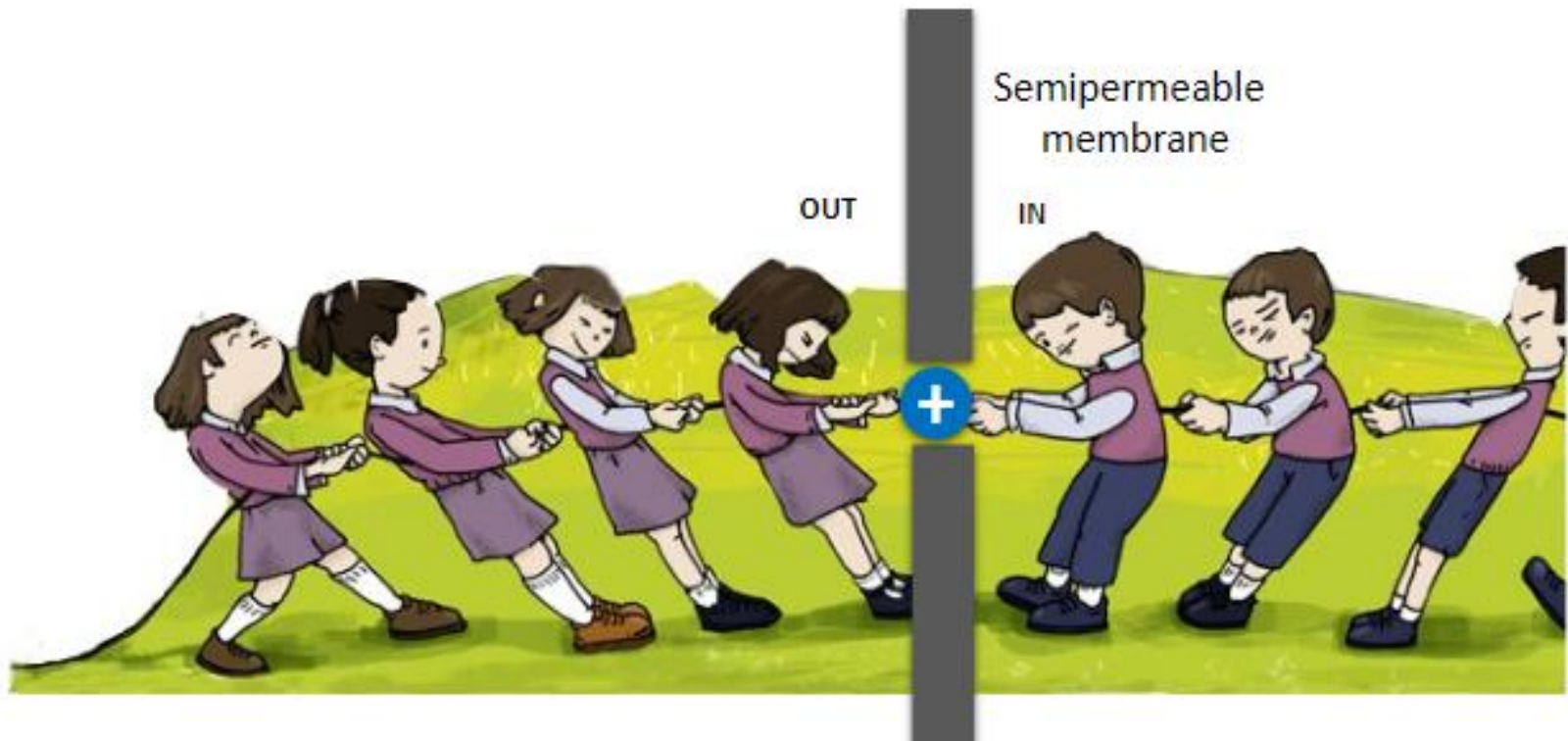
Biomembranas, difusão de solutos e transporte: lições iniciais de potenciais elétricos e bioenergética



Prof. Dr. Tiago R. Figueira

Bioquímica e Biofísica -EEFERP/USP

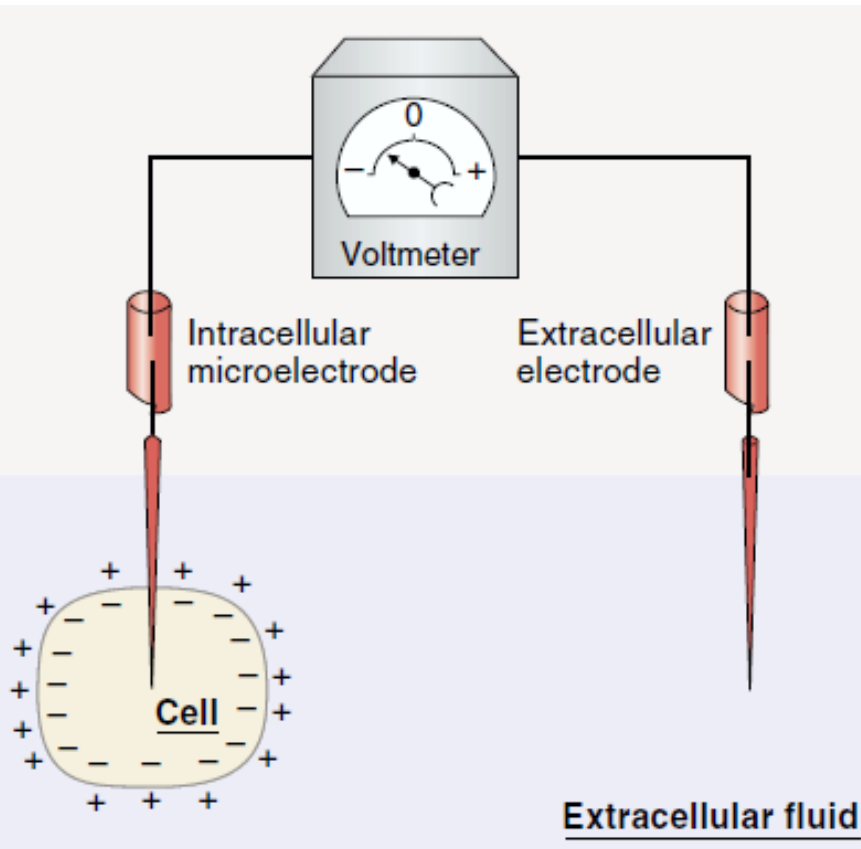
Se você fosse um íon positivo no interior de uma membrana semipermeável, para qual lado você se moveria?



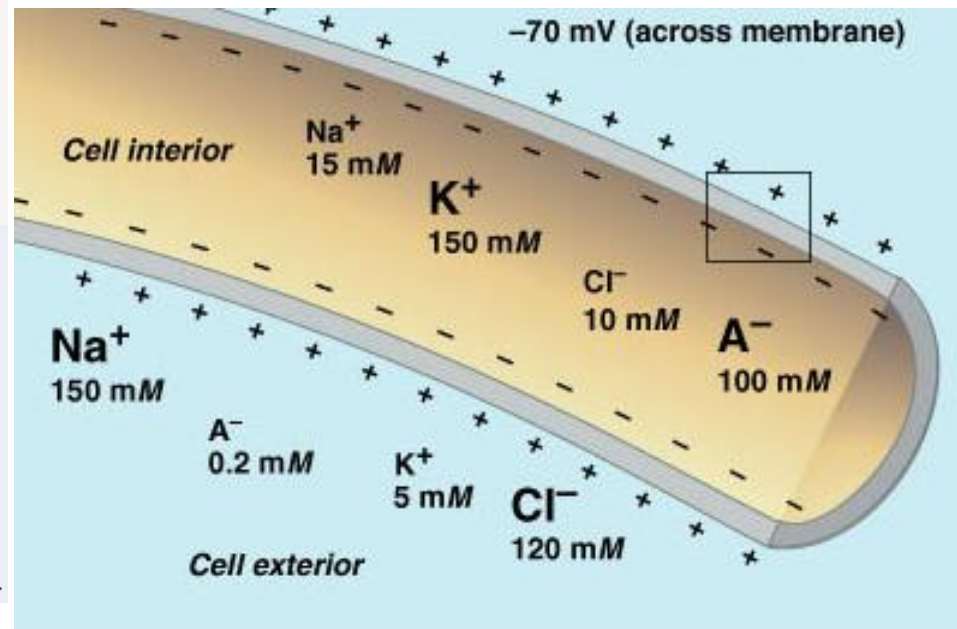
Sumário

- 1. Potenciais de membrana: como entender isso a partir da sua gênese biológica?**
- 2. Potenciais de membrana e sua influência sobre o transporte de íons**

O potencial elétrico de membrana ($\Delta\Psi$) pode ser diretamente medido

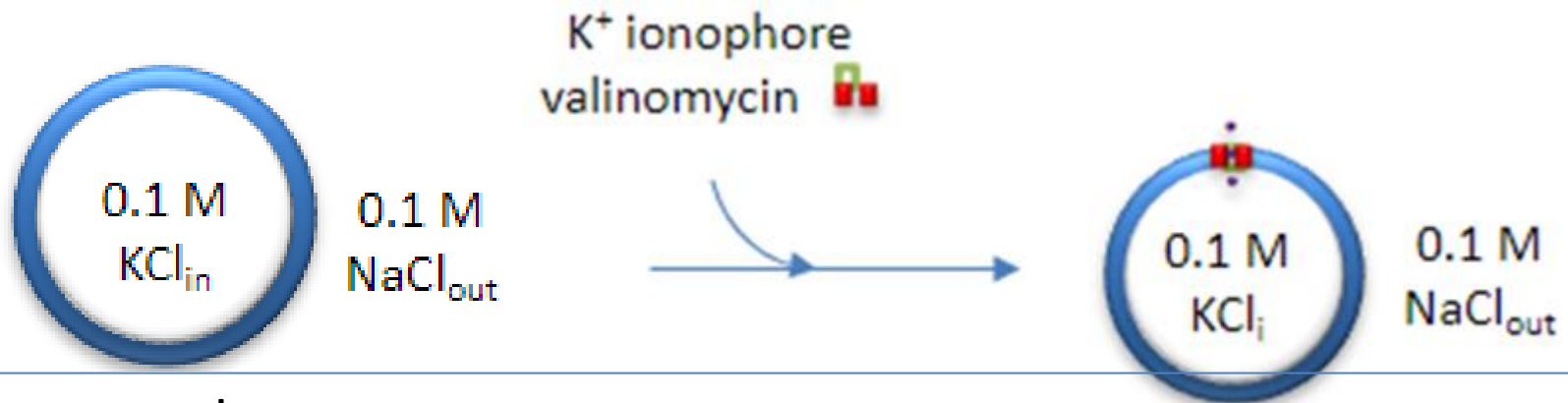


Diferenças de concentrações de
íons e de cargas elétricas ao



Pensemos em uma vesícula nas seguintes condições

1. Construída com fosfolipídios em solução de KCl 0,1 M, posteriormente lavada e colocada em solução com NaCl 0,1 M
2. Posteriormente feita permeável ao K^+ , pela adição de valinomicina



Questões norteadoras:

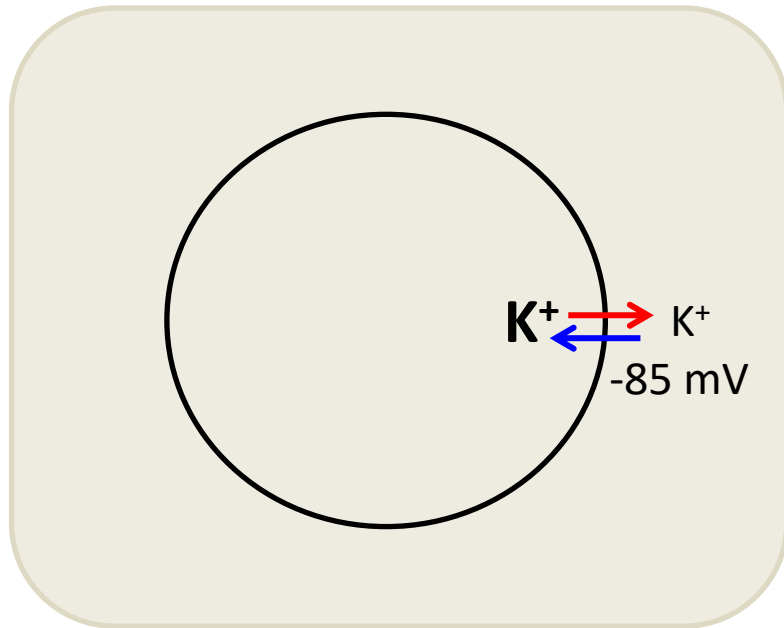
1. O que ocorrerá com os íons em solução?
2. O que surge como consequência da difusão do K^+ ?
3. O que é potencial elétrico transmembrana e até quando ocorrerá difusão do K^+ ?

O potencial de equilíbrio eletroquímico (E) é o potencial elétrico que cessa a difusão de um íon

$$E \text{ (mV)} = - \frac{60^*}{Z} \log ([C_x]_{\text{in}} : [C_x]_{\text{out}})$$

Consideremos a $[K^+]$
dentro e fora das células

Equação de Nernst (a 37° C)
(Z = carga do íon; C =
concentração)



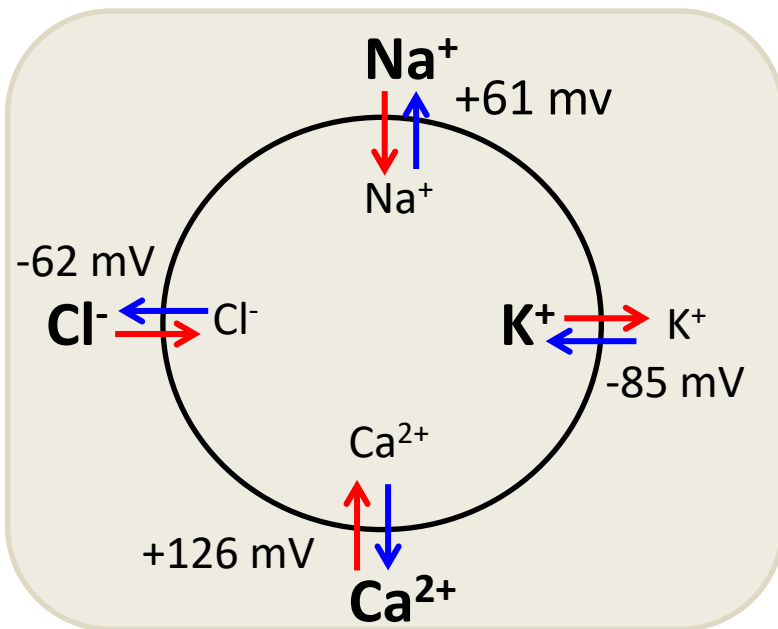
$E = -85 \text{ mV}$ é o potencial de membrana
quando somente o íon K^+ é permeável

→ = Δ concentração

← = $E_x = \Delta\psi$

Cada íon com permeabilidade seletiva tem o seu potencial de equilíbrio eletroquímico

O $\Delta\Psi$ de repouso será próximo dos E_x dos íons mais permeáveis, que são o K^+ e o Cl^- . Por isso, o **$\Delta\Psi$ de repouso é ~ -70 mV**



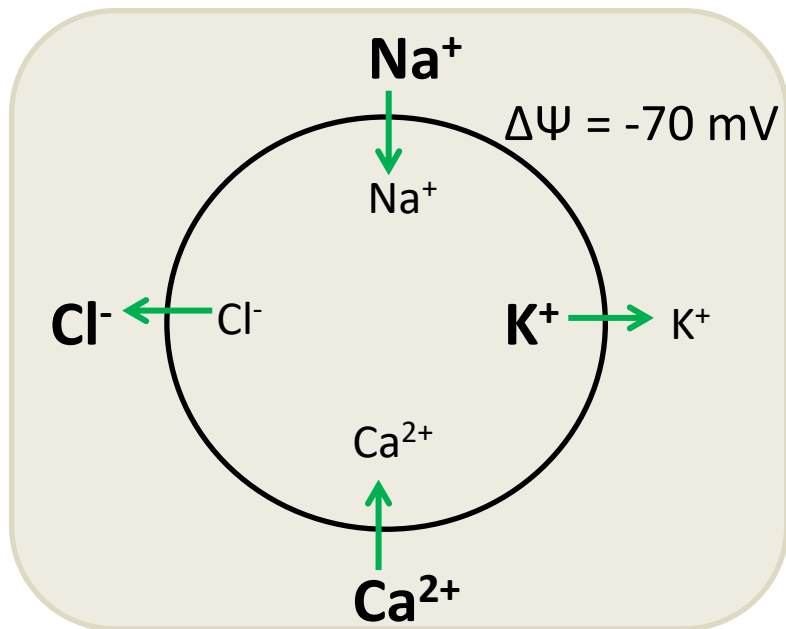
→ = Δ concentração
 → = $E_x = \Delta\Psi$

	Líquido Extracelular		Líquido Intracelular
Na^+ (mEq/L)	135-147	$\sim 11x$	10-15
K^+ (mEq/L)	3,5-5,0	$\sim 32x$	120-150
Cl^- (mEq/L)	95-105	$\sim 4x$	20-30
HCO_3^- (mEq/L)	22-28		12-16
Ca^{++} (mmol/L)*	2,1-2,8 (total) 1,1-1,4 (ionizado)	$\sim 1000x$	$\approx 10^{-7}$ (ionizado)
P_i (mmol/L)*	1,0-1,4 (total) 0,5-0,7 (ionizado)		0,5-0,7 (ionizado)

E_x seria o potencial de membrana se somente o íon x fosse permeável

Direção do transporte de alguns íons em função do $\Delta\Psi$ de repouso de -70 mV (se houver permeabilidade)

→ Direção do fluxo resultante



$$\Delta G_t (\text{Na}^+) = -13 \text{ kJ/mol}$$

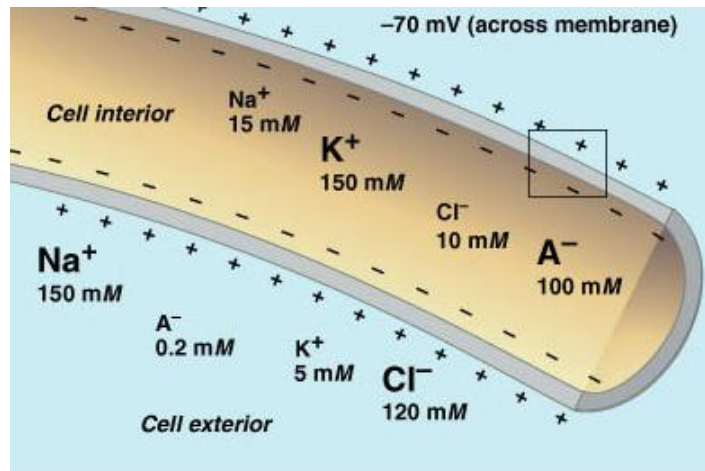
Energia que pode ser utilizada para trabalhos celulares (ex. transporte ativo indireto)

Energética do transporte de solutos *c/ carga elétrica*:

$$\Delta G_t (\text{kJ/mol}) = -6 * \log ([\text{íon}]_> : [\text{íon}]_<) + 96,5 * z * \Delta\Psi$$

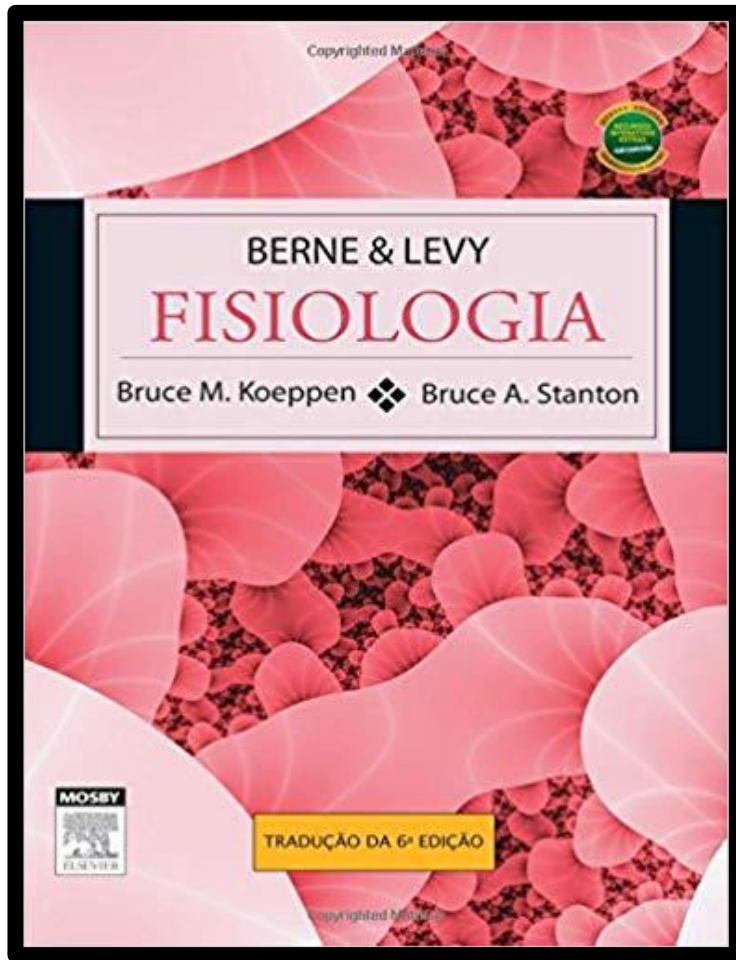
(z = carga do íon; $\Delta\Psi$ = pot. Elétrico (em volts))

Como o $\Delta\Psi$ de membrana plasmática é construído e mantido?

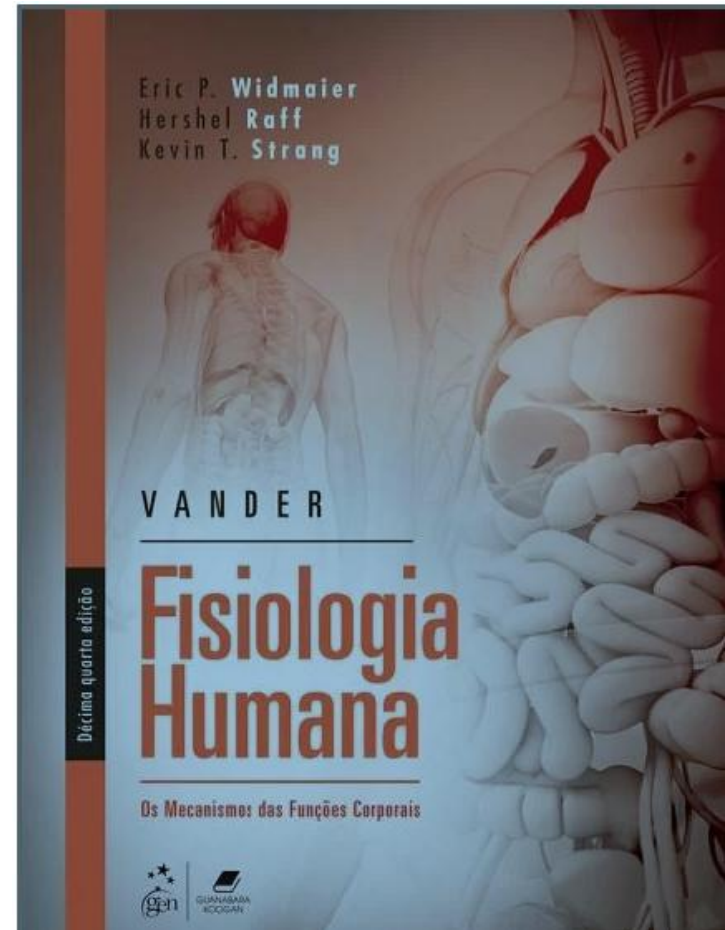


- Transporte ativo de íons (i.e., Bomba de Na^+/K^+)
- Permeabilidade (através da membrana) dos diferentes íons ativamente transportados
- *Efeito Donnan*: presença de moléculas impermeáveis e carregadas negativamente do lado interno da membrana

Referências



Koeppen BM, Stanton BA. Berne e Levy. Fisiologia. 6ª Ed., Elsevier, 2009.



Widmaier EP, Raff H, Strang KT. Human physiology: the mechanism of body function. 8ª Ed., McGraw-Hill, 2001.