

Física do Corpo Humano

(Física aplicado a Fisiologia)

Adriano M. Alencar

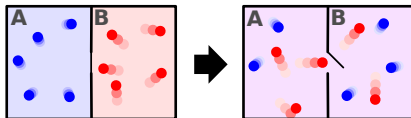
Laboratório de Microrreologia e fisiologia Molecular (LabM²)
Departamento de Física Geral
Instituto de Física
Universidade de São Paulo



11 de março de 2013

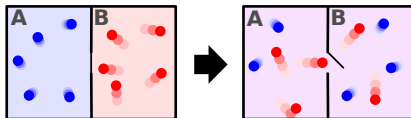
Mecânica estatística, ou termodinâmica estatística é o ramo da física que aplica probabilidades para o estudo da termodinâmica.

Microscópico (átomo/Molécula) → Macroscópico



Mecânica estatística, ou termodinâmica estatística é o ramo da física que aplica probabilidades para o estudo da termodinâmica.

Microscópico (átomo/Molécula) → Macroscópico

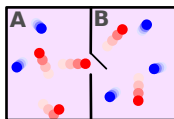
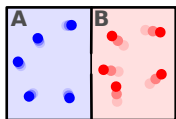


A A A A



Mecânica estatística, ou termodinâmica estatística é o ramo da física que aplica probabilidades para o estudo da termodinâmica.

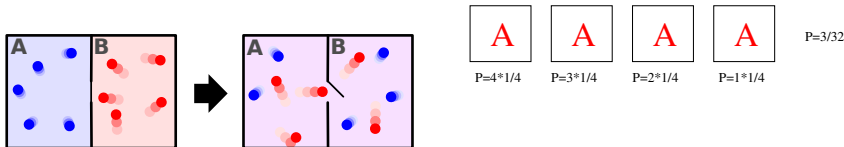
Microscópico (átomo/Molécula) $\rightarrow$ Macroscópico



$$P=4 \cdot 1/4$$

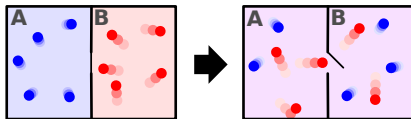


Microscópico (átomo/Molécula) → Macroscópico



Mecânica estatística, ou termodinâmica estatística é o ramo da física que aplica probabilidades para o estudo da termodinâmica.

Microscópico (átomo/Molécula) → Macroscópico



				$P=3/32$
$P=4*1/4$	$P=3*1/4$	$P=2*1/4$	$P=1*1/4$	
				$P=1/64$
$P=4*1/4*1/4*1/4$				
				$P=(4*1/4*1/4)$ $P=(2*1/4*1/4)$ $P=1/32$

Teorema do Limite Central (CLT)

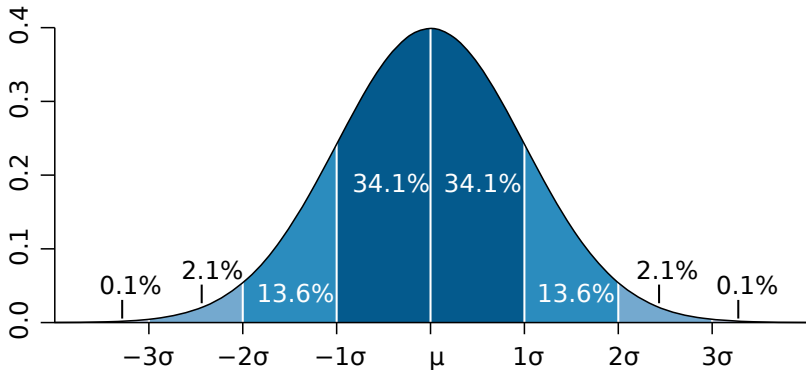
- Dado certas condições, a média de um número suficiente grande de variáveis aleatórias, cada uma com uma média e variância bem definida, será aproximadamente distribuída de acordo com uma curva normal (Gaussiana).

Teorema do Limite Central (CLT)

- Dado certas condições, a média de um número suficiente grande de variáveis aleatórias, cada uma com uma média e variância bem definida, será aproximadamente distribuída de acordo com uma curva normal (Gaussiana).
- Na forma comum do CLT: a variável aleatória deve ser identicamente distribuída.

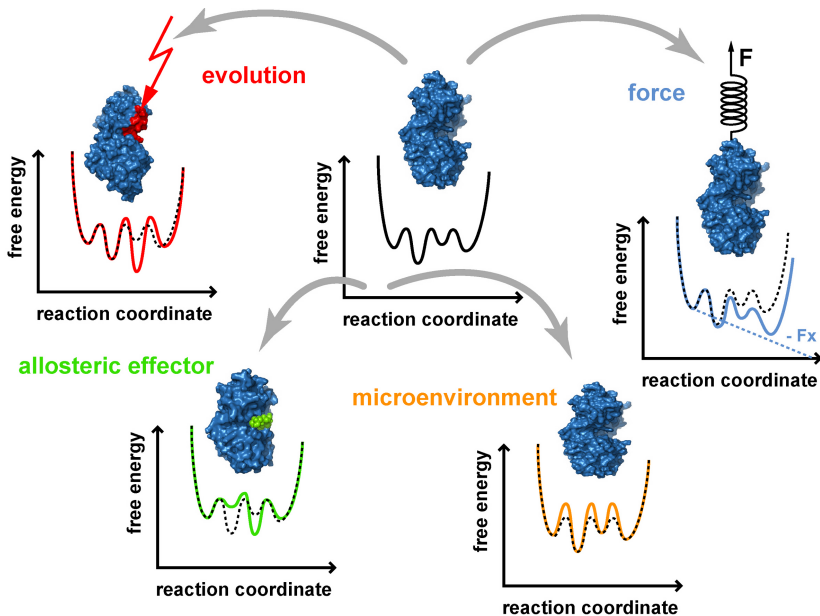
Teorema do Limite Central (CLT)

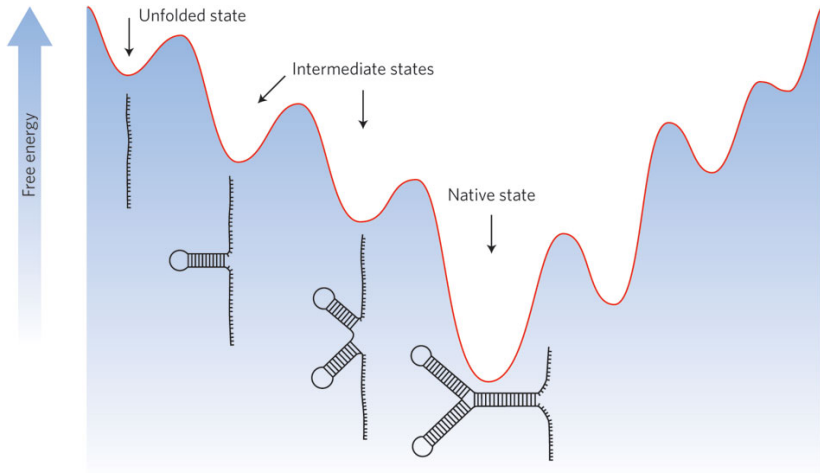
- Dado certas condições, a média de um número suficiente grande de variáveis aleatórias, cada uma com uma média e variância bem definida, será aproximadamente distribuída de acordo com uma curva normal (Gaussiana).
- Na forma comum do CLT: a variável aleatória deve ser identicamente distribuída.
- Outras formas: convergência também ocorre para distribuições não idênticas, desde que elas estejam de acordo com certas condições.



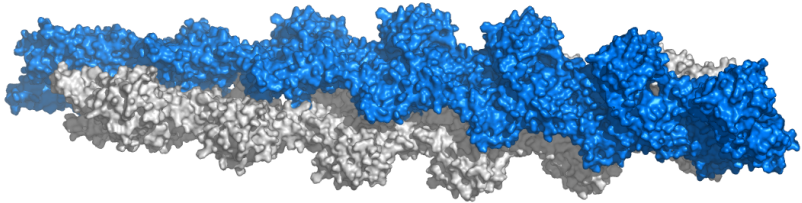
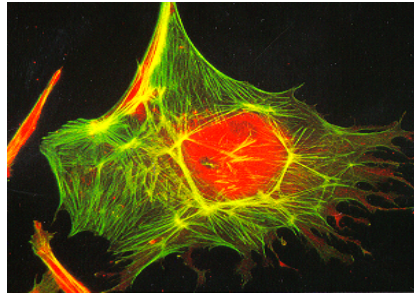
<http://www.youtube.com/watch?v=AUSK Tk9ENzg>

<http://www.youtube.com/watch?v=XAuMfxWg6eI>





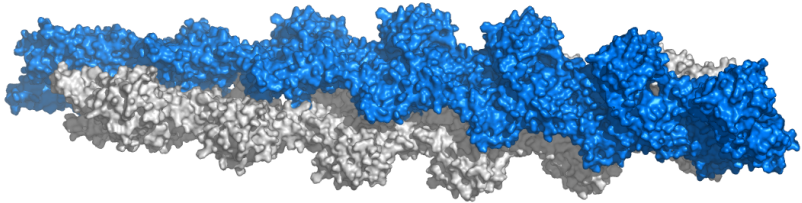
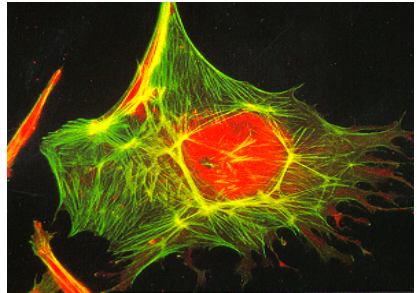
Polímeros: Somos feitos disso!



Estrutura atômica do filamento de actina (proteína/polímero)

Polímeros: Somos feitos disso!

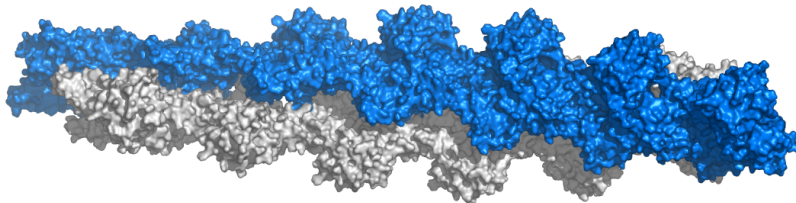
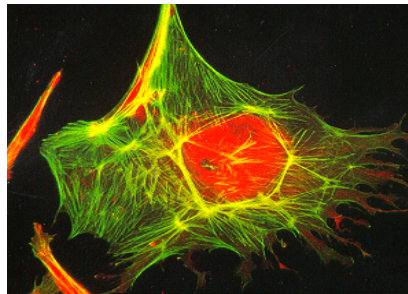
- Polímeros Orgânicos



Estrutura atômica do filamento de actina (proteína/polímero)

Polímeros: Somos feitos disso!

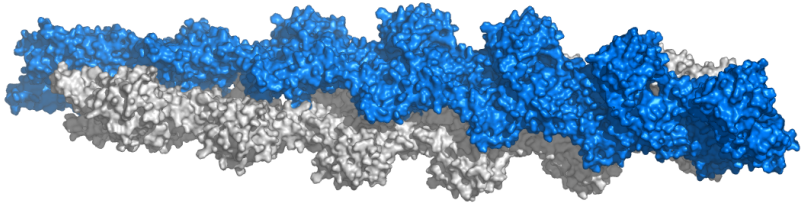
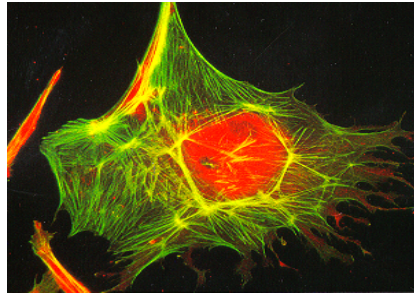
- Polímeros Orgânicos
- Tratamento:
M. Continua e M.E.



Estrutura atômica do filamento de actina (proteína/polímero)

Polímeros: Somos feitos disso!

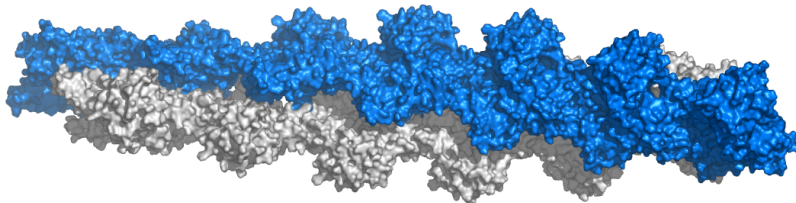
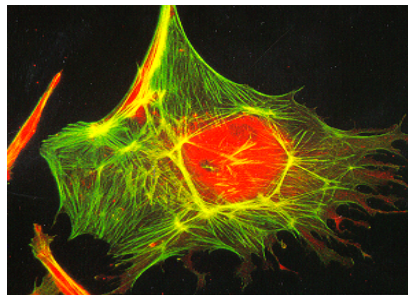
- Polímeros Orgânicos
- Tratamento:
M. Continua e M.E.
- Possibilitou a vida



Estrutura atômica do filamento de actina (proteína/polímero)

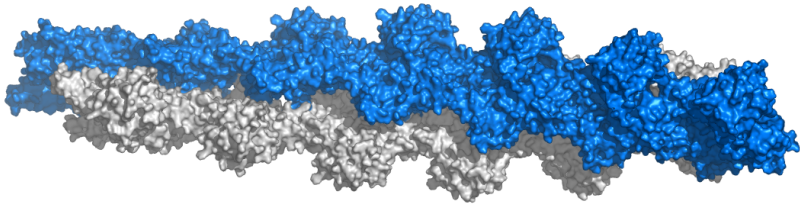
Polímeros: Somos feitos disso!

- Polímeros Orgânicos
- Tratamento:
M. Continua e M.E.
- Possibilitou a vida
- Motores Orgânicos
(90% de Eficiência)

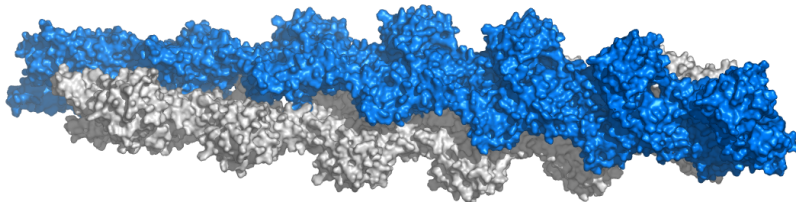


Estrutura atômica do filamento de actina (proteína/polímero)

Energia versus Comprimento (Lei de Escala)

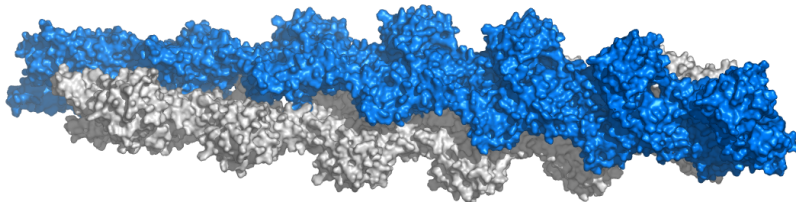


Energia versus Comprimento (Lei de Escala)



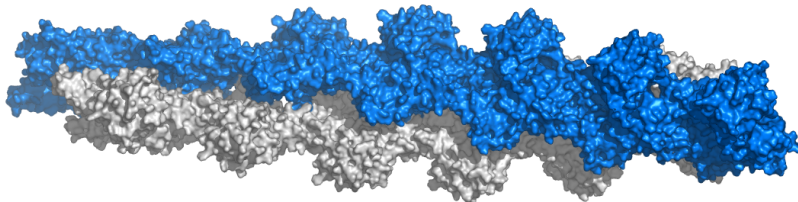
- Para um cabo de 20:1, mantendo a proporção 20:1

Energia versus Comprimento (Lei de Escala)



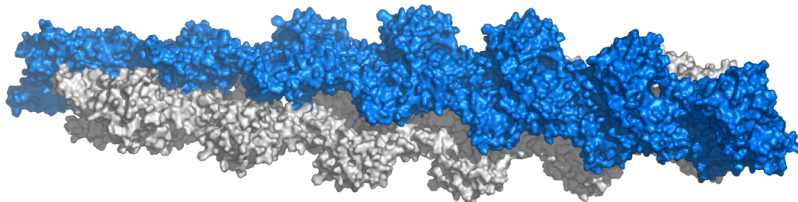
- Para um cabo de 20:1, mantendo a proporção 20:1
 - 1 Energia de torção (Lei de Potência)

Energia versus Comprimento (Lei de Escala)

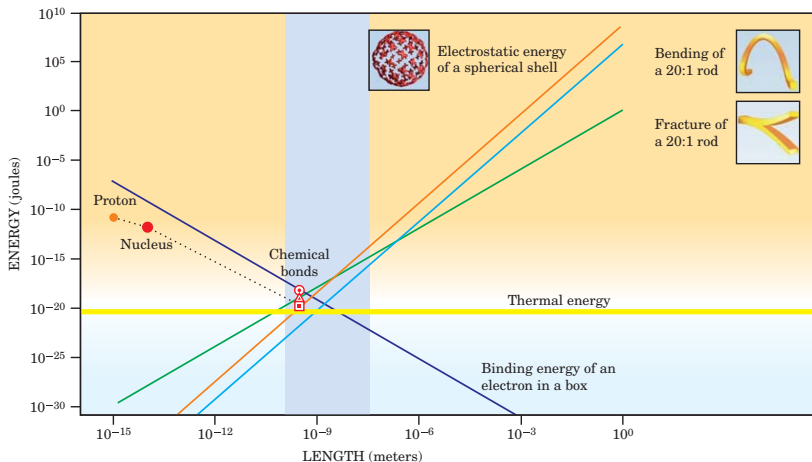


- Para um cabo de 20:1, mantendo a proporção 20:1
 - 1 Energia de torção (Lei de Potência)
 - 2 Energia de Fratura (Lei de Potência)

Energia versus Comprimento (Lei de Escala)

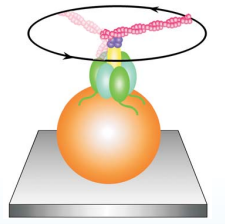


- Para um cabo de 20:1, mantendo a proporção 20:1
 - 1 Energia de torção (Lei de Potência)
 - 2 Energia de Fratura (Lei de Potência)
- Energia eletrostática de uma casca esférica



Maquinaria molecular: Ligação de Hidrogênio (quadrado), grupos de fosfato em ATP (triângulo), ligações covalentes (círculo), energia de torção (azul), energia de fratura (verde), energia eletrostática (laranja).

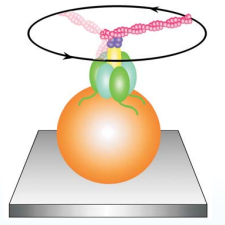
[Rob Phillips and Stephen R. Quake, Physics Today (2006)]



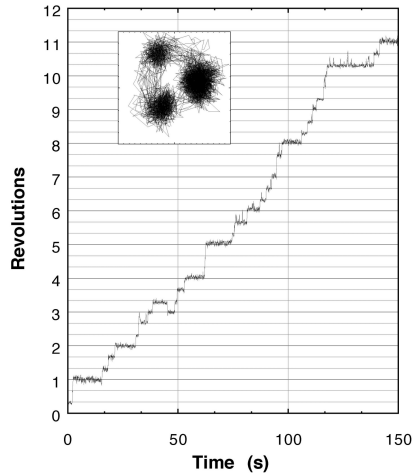
(Video)

[R. Yasuda et al., Cell 93, 1117 (1998)]

<http://www.k2.phys.waseda.ac.jp/F1movies/F1Step.htm>



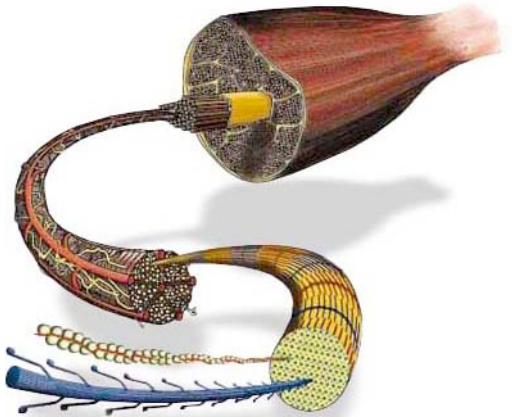
(Video)



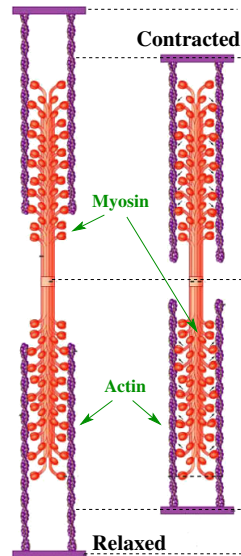
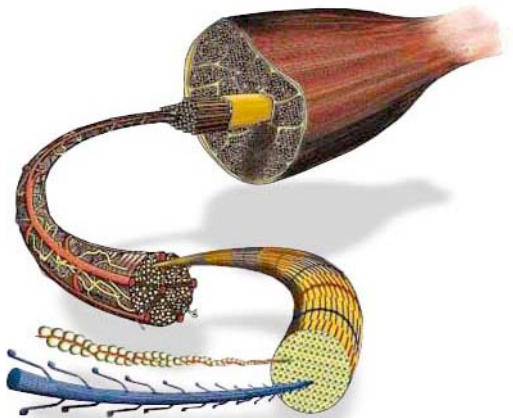
[R. Yasuda et al., Cell 93, 1117 (1998)]

<http://www.k2.phys.waseda.ac.jp/F1movies/F1Step.htm>

O Sistema Acto-Miosina é presente em praticamente todas as células eucariontes (com núcleo)



O Sistema Acto-Miosina é presente em praticamente todas as células eucariontes (com núcleo)



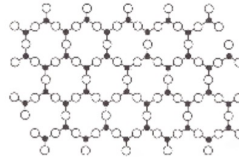
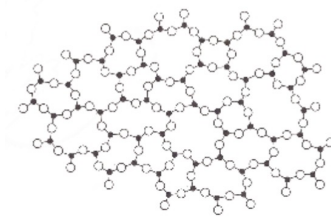
reading...

<http://www.youtube.com/watch?v=oHDRIwRZRVI>

- A maquinaria celular funciona próxima a $K_B T$ ($\approx 90\%$ de eficiência) ;
 $K_B T \rightarrow$ Energia associada a temperatura T

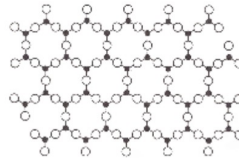
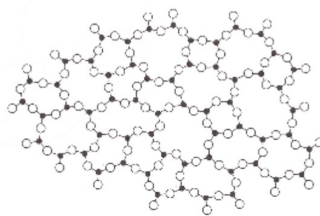
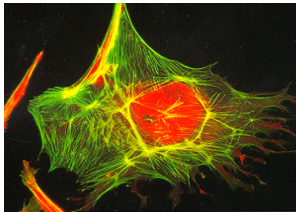
- A maquinaria celular funciona próxima a $K_B T$ ($\approx 90\%$ de eficiência) ;
 $K_B T \rightarrow$ Energia associada a temperatura T
- Como é, para as células, viver próximo de $K_B T$?

Vidros



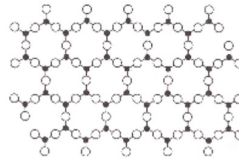
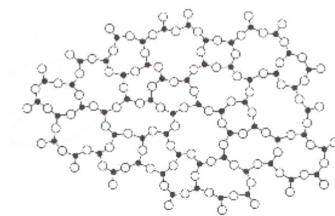
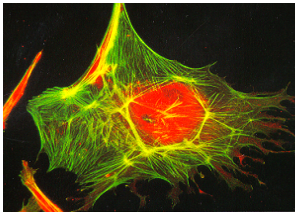
- Estado amorfo do ponto de vista molecular
- “Solido” sem cristalização significativa

Vidros



- Estado amorfo do ponto de vista molecular
- “Sólido” sem cristalização significativa
- $K_B T$ Não conduz o sistema para o equilíbrio

Vidros



- Estado amorfo do ponto de vista molecular
- “Sólido” sem cristalização significativa
- $K_B T$ Não conduz o sistema para o equilíbrio
- ATP hidrólise = $25K_B T$