

Física

Elementos de la Biología Biofísica

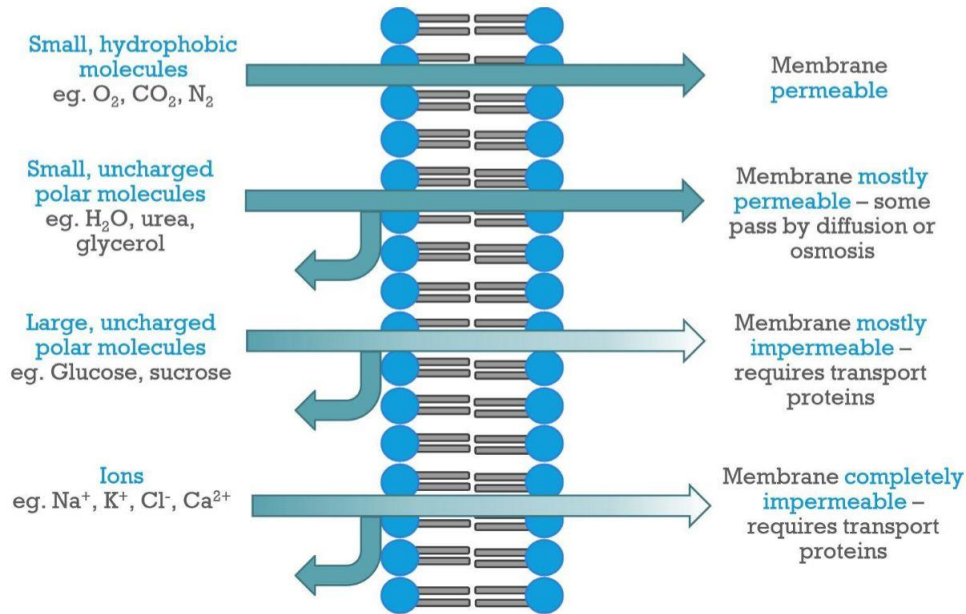
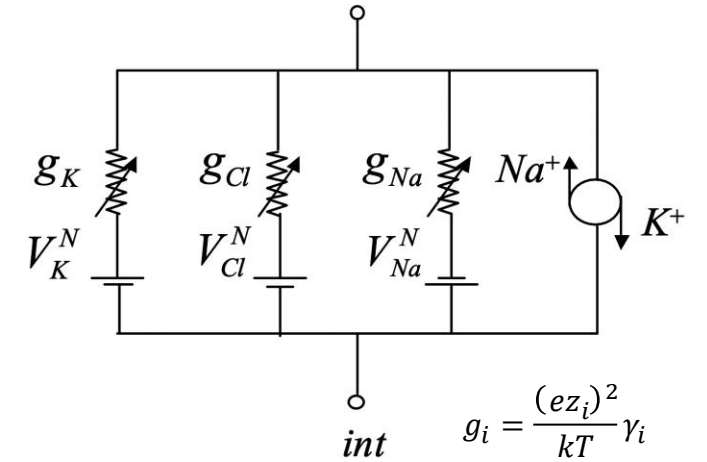
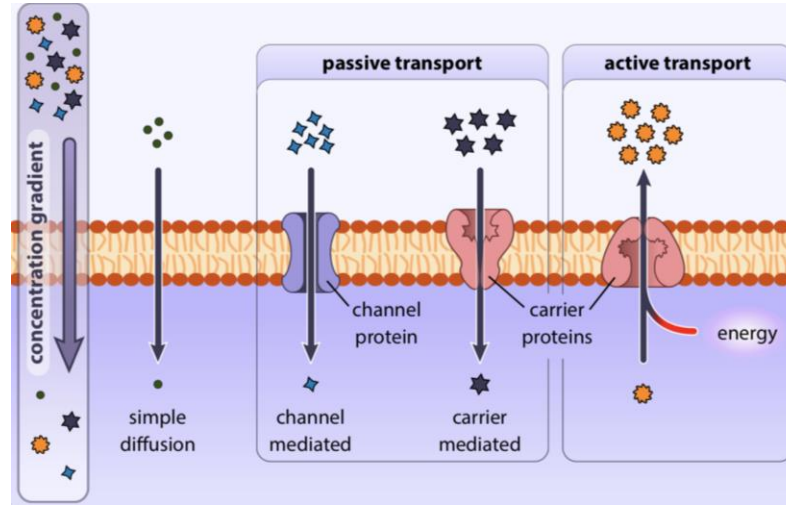
Membrana. Transporte. Permeabilidad selectiva

$$J_i = \sum_{j=1}^n L_{ij} X_j \quad \Phi = \sum_{i=1}^n J_i X_i$$

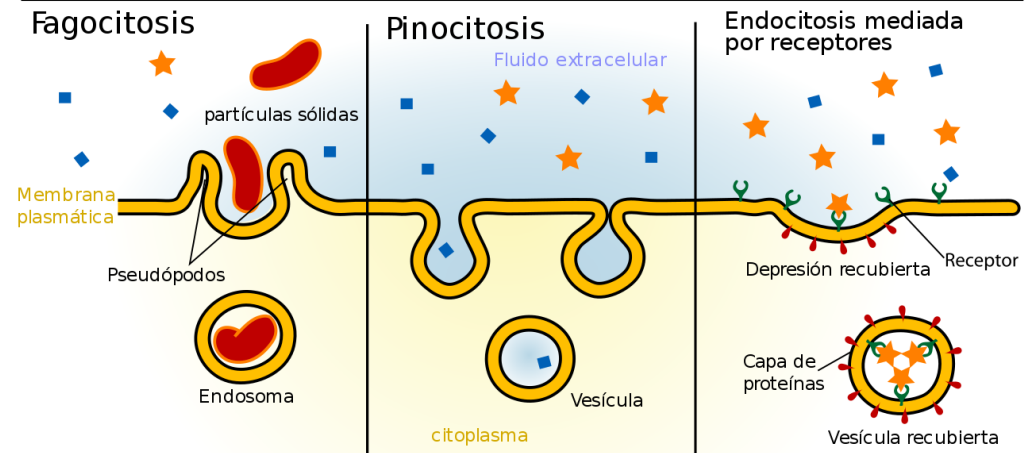
$$D \nabla^2 C = - \frac{\partial C}{\partial t}$$

$$J_i = -D_i \left[\frac{\partial c_i}{\partial x} + \frac{e z_i}{kT} \frac{\partial \phi}{\partial x} \right]$$

$$J_i = J_i^B - D_i \left[\frac{\partial c_i}{\partial x} + \frac{e z_i}{kT} \frac{\partial \phi}{\partial x} \right]_{ext}$$



Endocytosis



$$J_i = \sum_{j=1}^n L_{ij} X_j \begin{cases} \vec{J}_Q = -k \overrightarrow{\text{grad}} T & \text{Transición de calor} \\ \vec{J}_m = -D \overrightarrow{\text{grad}} C & \text{Ecuación de difusión} \\ \vec{J}_e = -\sigma \overrightarrow{\text{grad}} \phi & \text{Corriente eléctrica} \end{cases}$$

J_i son diferentes flujos de calor, partículas o corriente eléctrica. El término L_{ij} (coeficientes fenomenológicos) refleja los fenómenos de acoplamiento entre diferentes flujos puesto que no son independientes.

$$\Phi = \sum_{i=1}^n J_i X_i$$

Ecuación de disipación. J_i son los flujos correspondientes y X_i son las fuerzas generalizadas correspondientes (Ej: temperatura, concentración o potencial).

$$D\nabla^2 C = -\frac{\partial C}{\partial t}$$

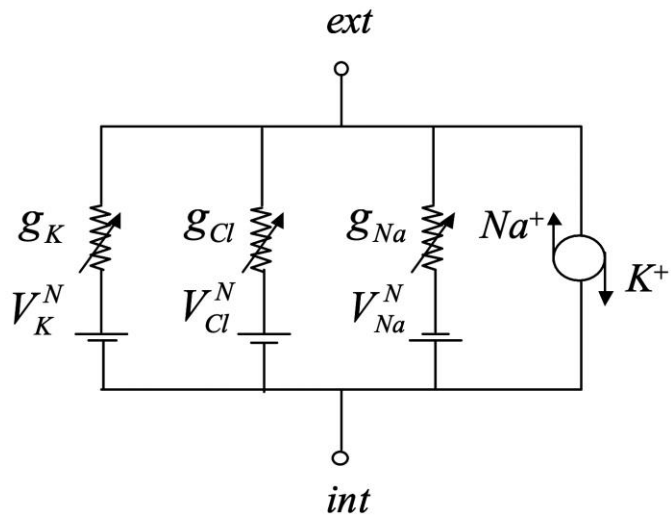
Ecuación de difusión en el régimen estacionario.

$$J_i = -D_i \left[\frac{\partial c_i}{\partial x} + \frac{e z_i}{kT} \frac{\partial \phi}{\partial x} \right]$$

Ecuación de Nernst-Planck para la difusión de partículas con carga.

$$J_i = J_i^B - D_i \left[\frac{\partial c_i}{\partial x} + \frac{e z_i}{kT} \frac{\partial \phi}{\partial x} \right]$$

Ecuación para la difusión de partículas con carga con el término que refleja el efecto de la bomba iónica potasio-sodio.



Circuito equivalente de Hodgkin y Huxley para la membrana celular.

$$g_i = \frac{(ez_i)^2}{kT} \gamma_i$$

Conductancia de la membrana para el ión i – *ésimo*.
 Son variables porque dependen del potencial de membrana.

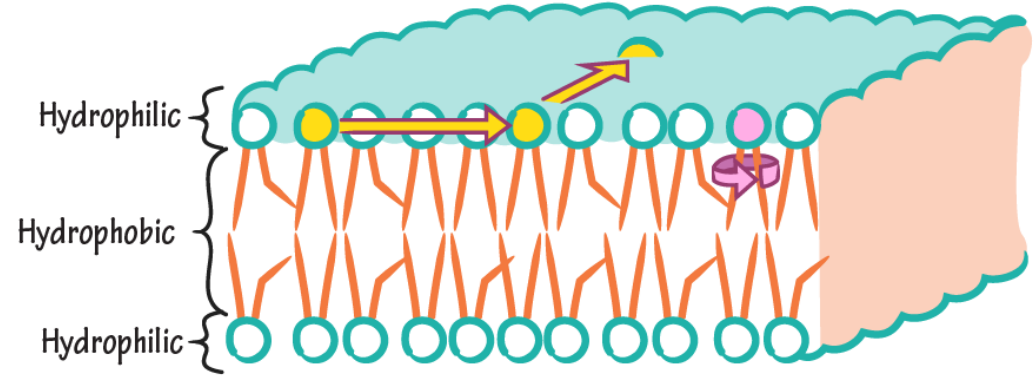
Física

Elementos de la Biología Biofísica

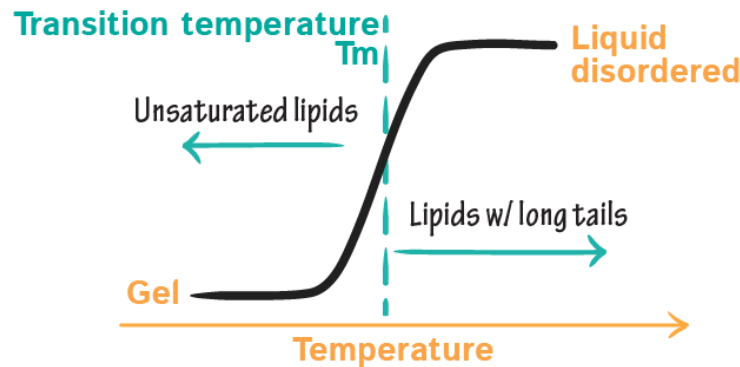
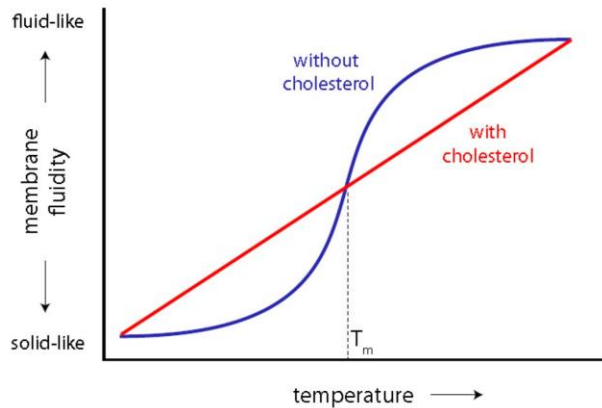
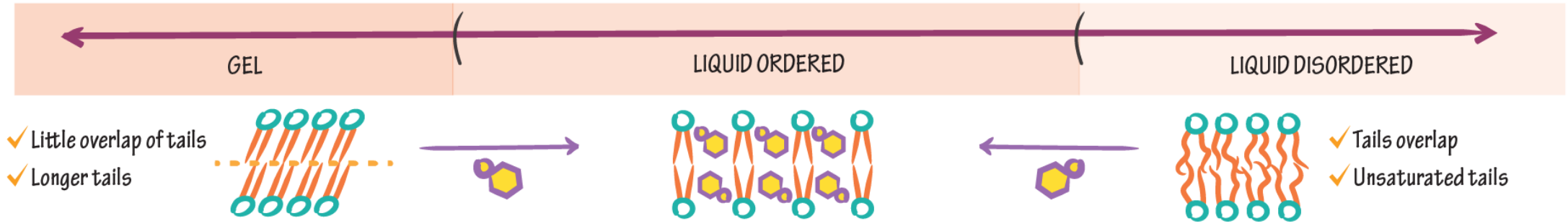
Membrana. Transporte.
Permeabilidad selectiva

MEMBRANE LIPID MOVEMENT

1. ROTATE
2. DRIFT LATERALLY



MEMBRANE PHASES



Cholesterol

✓ Temperature buffer: stabilizes membrane by resisting changes in fluidity

MODERATE TEMP. ↓ fluidity

LOW TEMP. ↑ fluidity

Sistemas Complejos (UNED)

Introducción a la ciencia no lineal

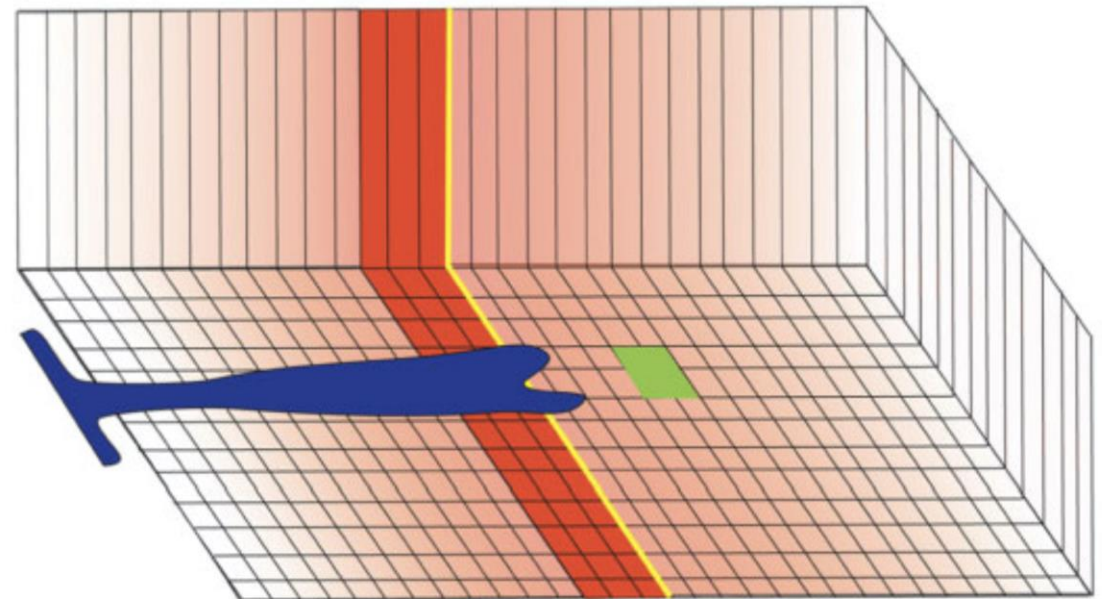
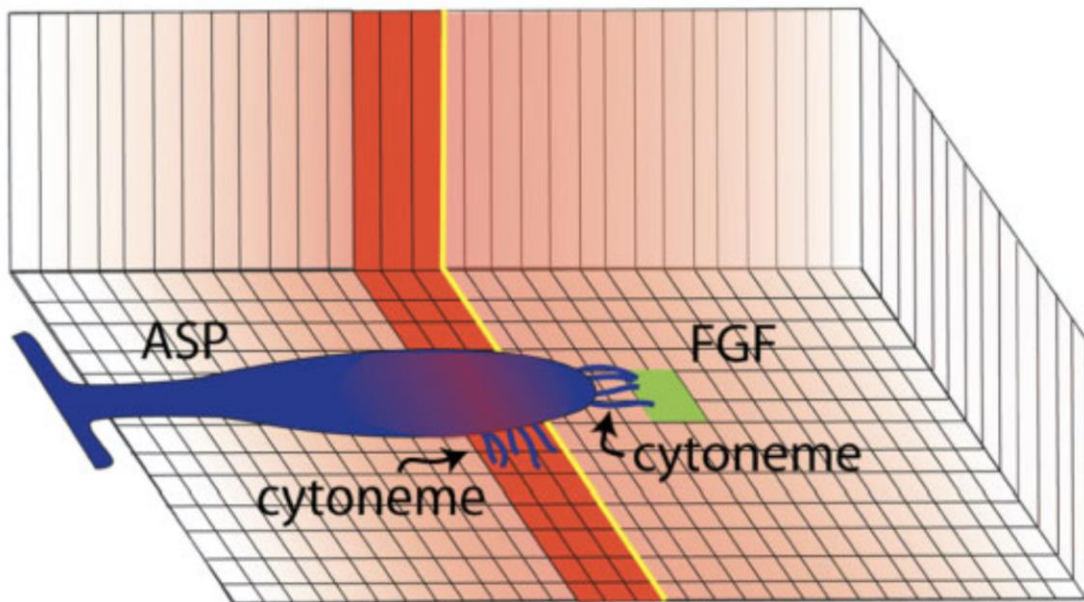
Fluctuaciones en Sistemas Dinámicos

FISYMAT

Movilidad y dinámica celular: introducción a la dinámica y crecimiento tumoral (chemosensing).

Sistemas dinámicos y oscilaciones no lineales (oscilador de Duffing).

Invarianza de escala y fenómenos críticos.



Sistemas Complejos (UNED)

Introducción a la ciencia no lineal

Fluctuaciones en Sistemas Dinámicos

FISYMAT

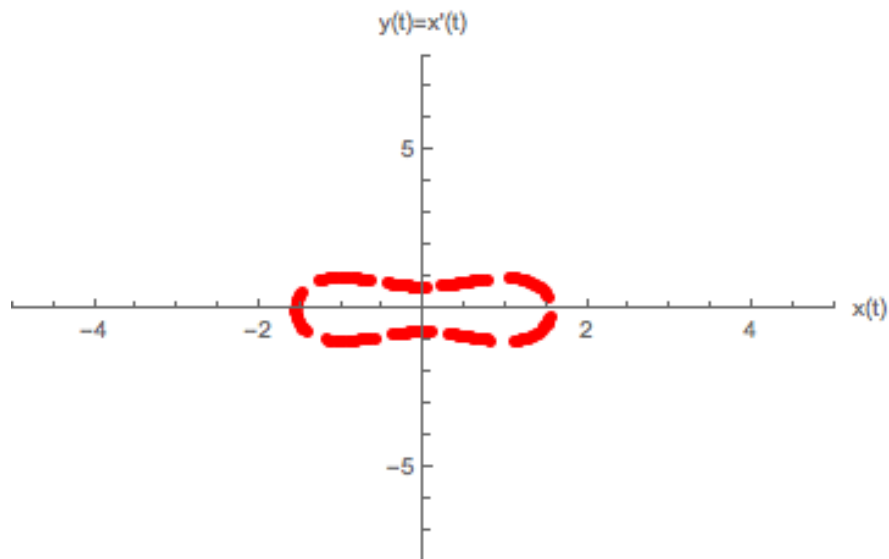
Movilidad y dinámica celular: introducción a la dinámica y crecimiento tumoral (chemosensing).

Sistemas dinámicos y oscilaciones no lineales (oscilador de Duffing).

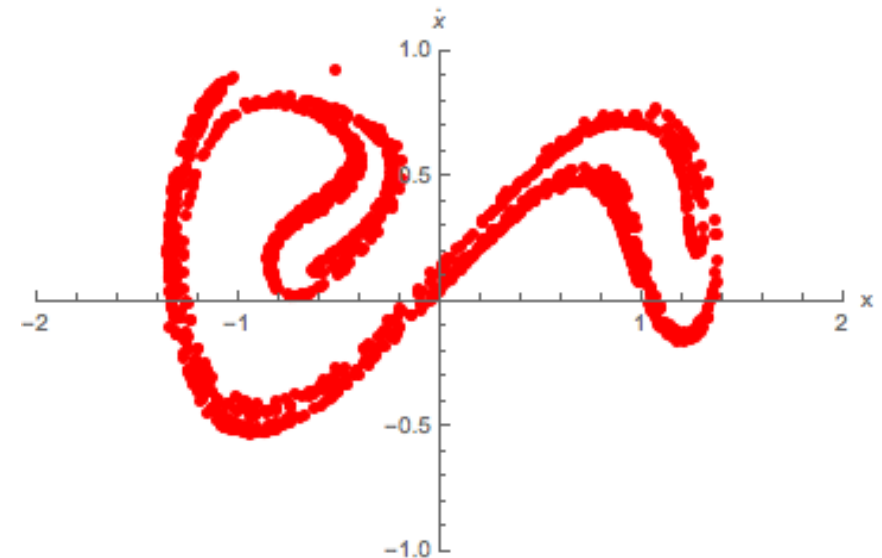
Invarianza de escala y fenómenos críticos.

$$\ddot{x} + \beta x + \varepsilon x^3 + \mu x = \alpha \cos \Omega t$$

$$\mu = 0, \beta = -1, \varepsilon = 1, \Omega = 1, \alpha = (0,10]$$



$$\mu = 0.2, \beta = -1, \varepsilon = 1, \alpha = 0.3, \Omega = (0,2\pi]$$

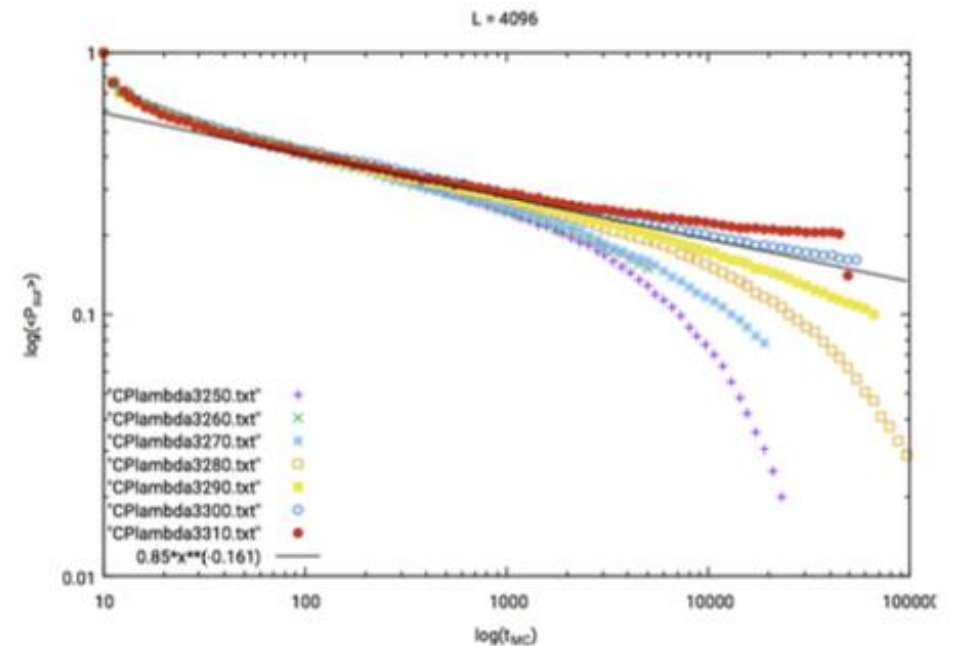
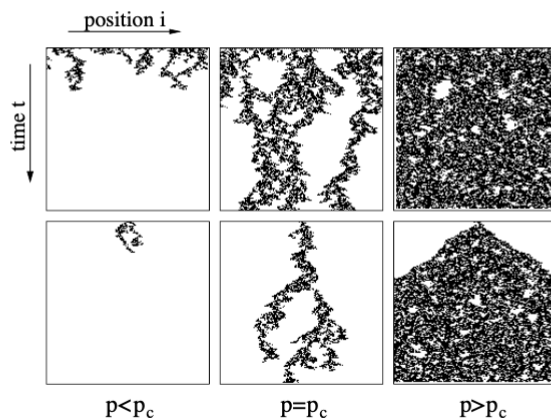
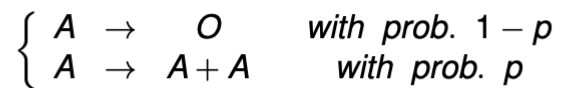


Sistemas Complejos (UNED)
 Introducción a la ciencia no lineal
 Fluctuaciones en Sistemas Dinámicos

FISYMAT

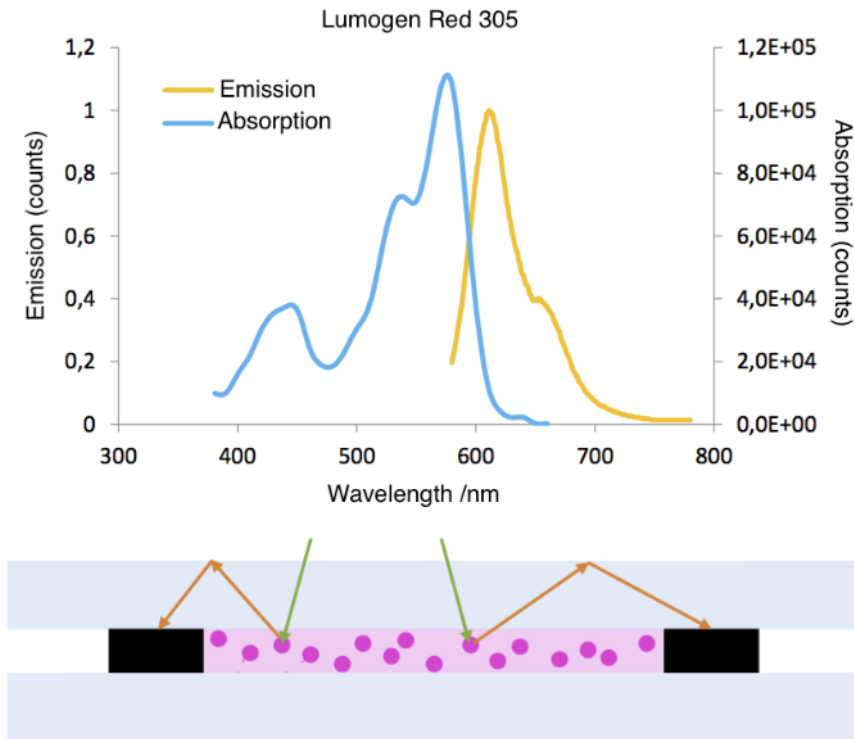
Movilidad y dinámica celular: introducción a la dinámica y crecimiento tumoral (chemosensing).
 Sistemas dinámicos y oscilaciones no lineales (oscilador de Duffing).
 Invarianza de escala y fenómenos críticos.

Directed percolation and the Contact process are simple examples of (non-equilibrium) phase transitions

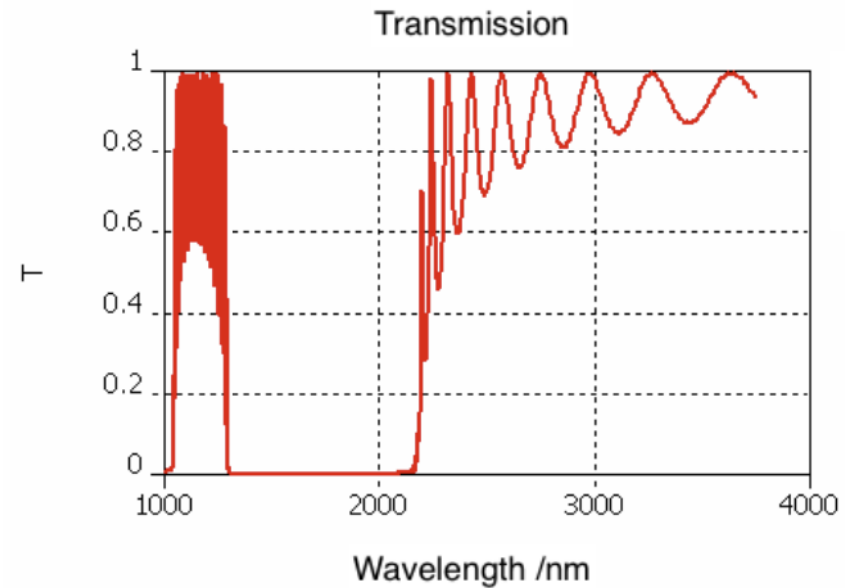


Phase transition at $p_c = 0.767322\dots$ in $d = 1$, 0.62247 in $d = 2$, etc.

Caracterización óptica de láminas luminiscentes para mejorar la eficiencia de las células solares.



Luminescent +
Photosynthetically Active
Radiation

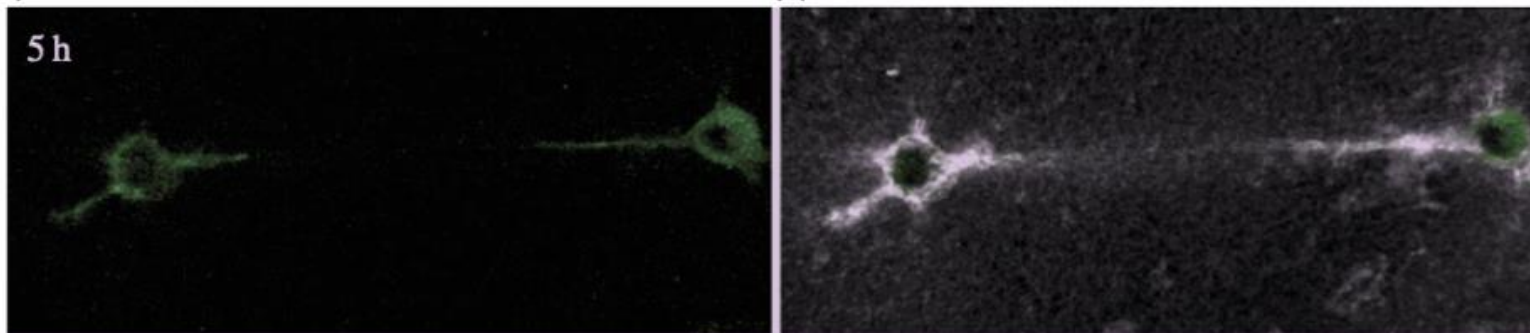


Photonic Crystals

Marie Curie- MosCompShock

- ↪ Las células perciben el estado mecánico de la matriz extracelular que las rodea (rigidez, deformaciones, estrés...).
- ↪ Las células se contraen activamente, generando tensión en la matriz extracelular y deformándola. El campo de estrés que se genera puede ser percibido como señales por otras células vecinas.

Es decir, las células pueden detectarse entre sí gracias al mecanismo de mechanosensing.

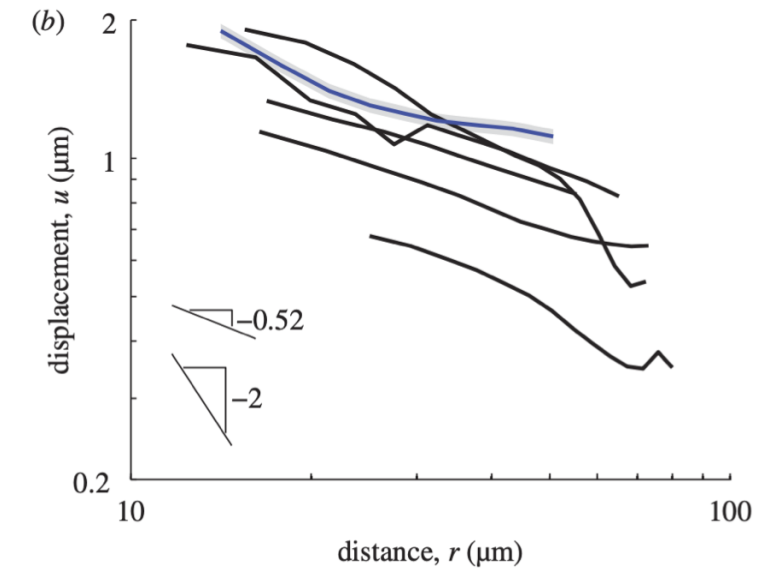


Marie Curie- MosCompShock

- ↪ Se han medido experimentalmente los desplazamientos de una matriz extracelular fruto de fibroblastos contráctiles alojados en ella.
- ↪ El desplazamiento sigue una ley tipo $u \sim r^{-n}$. La elasticidad lineal predice que $n = 2$ en 3D. Experimentalmente se encuentra $n = 0.52$.
- ↪ Formación de *tethers* intercelulares debido a una alta densificación de la matriz extracelular.
- ↪ Fenómeno de *microbuckling*: una pérdida de rigidez cuando la fibra de la matriz se comprime.

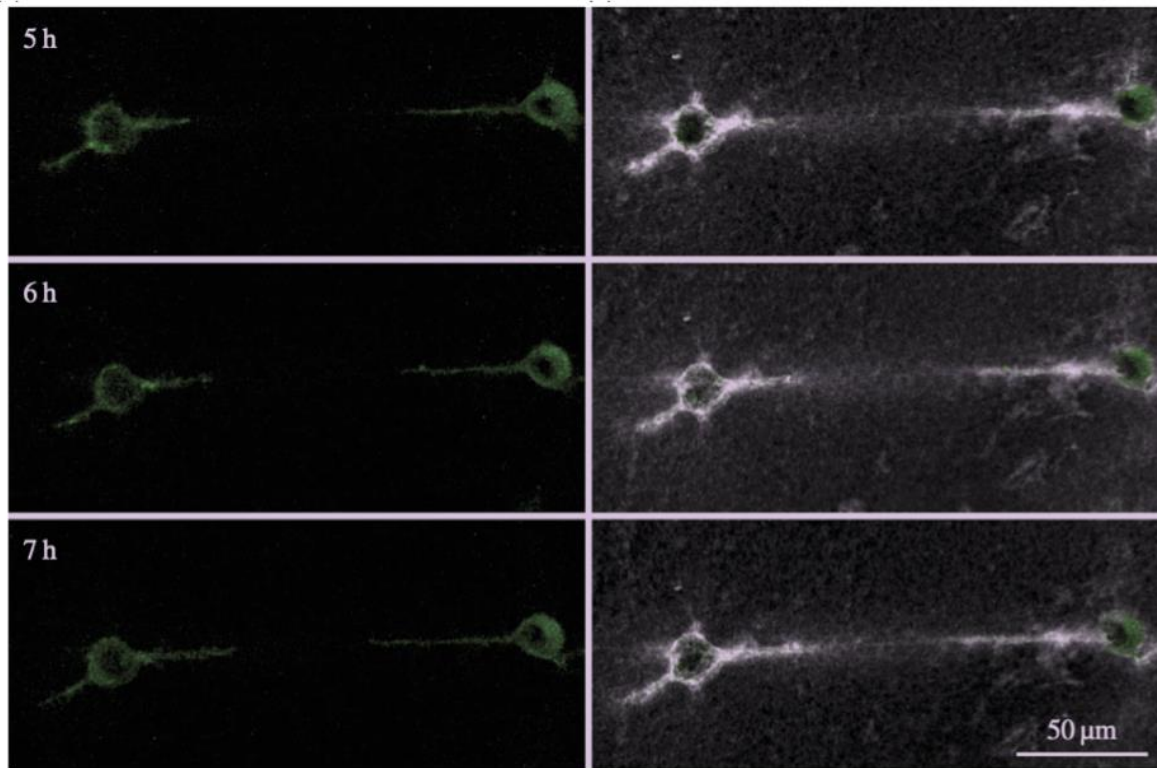
A model for compression-weakening materials and the elastic fields due to contractile cells

Microbuckling of fibrin provides a mechanism for cell mechanosensing

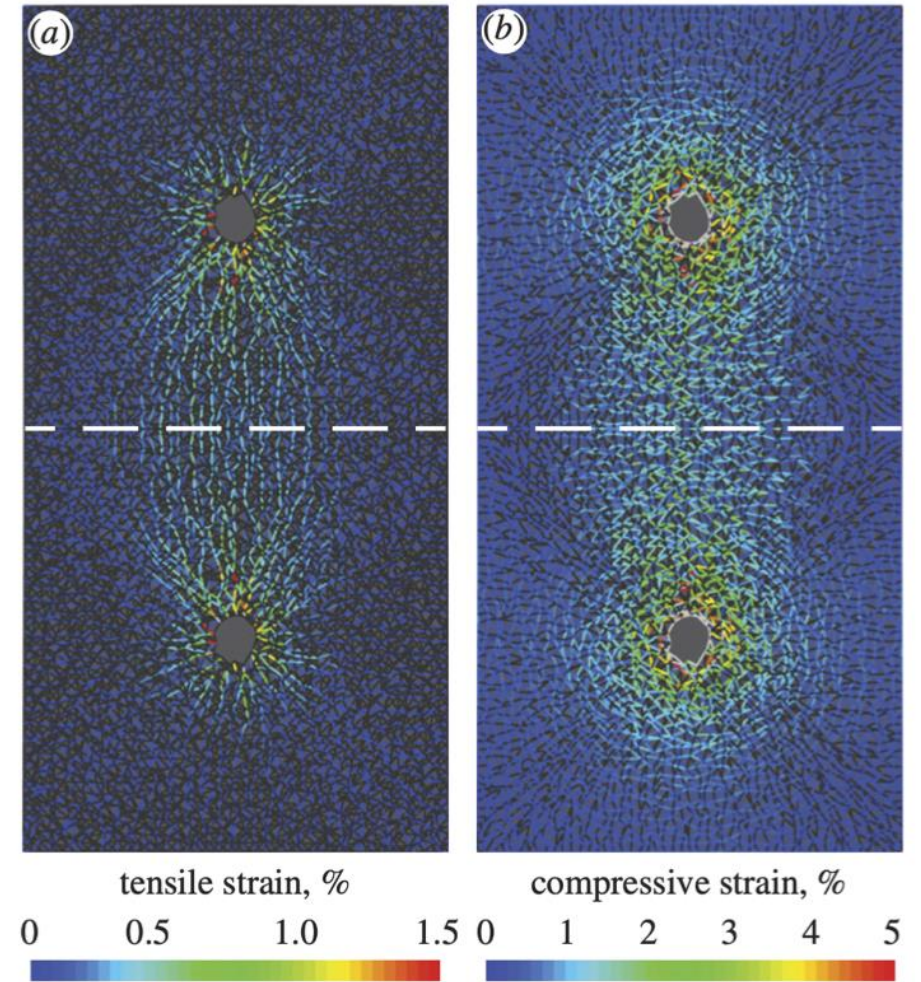


Microbuckling of fibrin provides a mechanism for cell mechanosensing

Marie Curie- MosCompShock

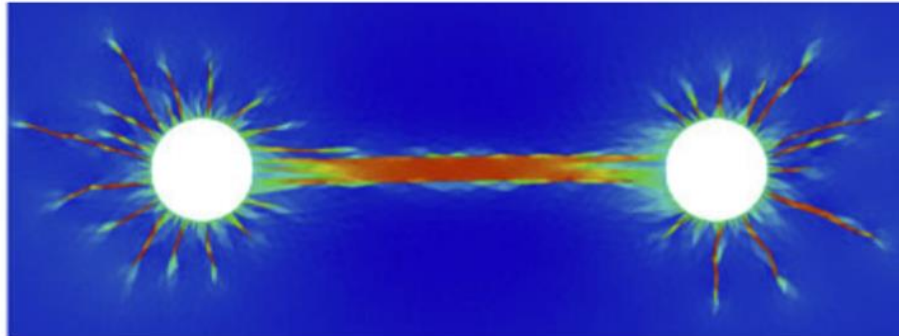


Microbuckling of fibrin provides a mechanism for cell mechanosensing



Marie Curie- MosCompShock

- ↪ Tensile stretch +40%
 - Thickness compression $\sim \frac{1}{4} < \bullet < \frac{1}{2}$
 - $\rho_{tehter} / \rho_0 \sim 10$ Virtually discontinuous
- ↪ Unexpected compression and localization.
- ↪ Low-high density phase transition.

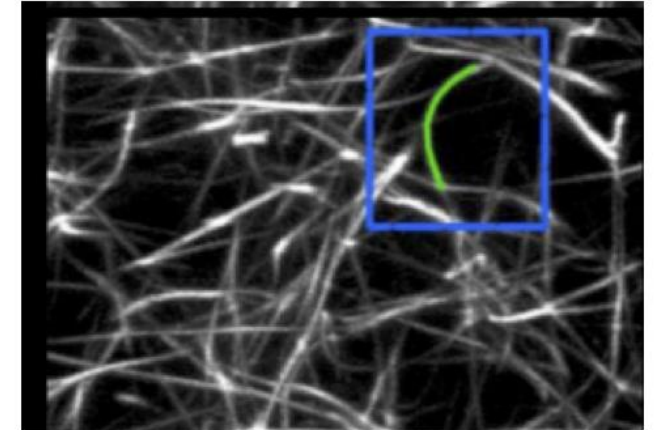
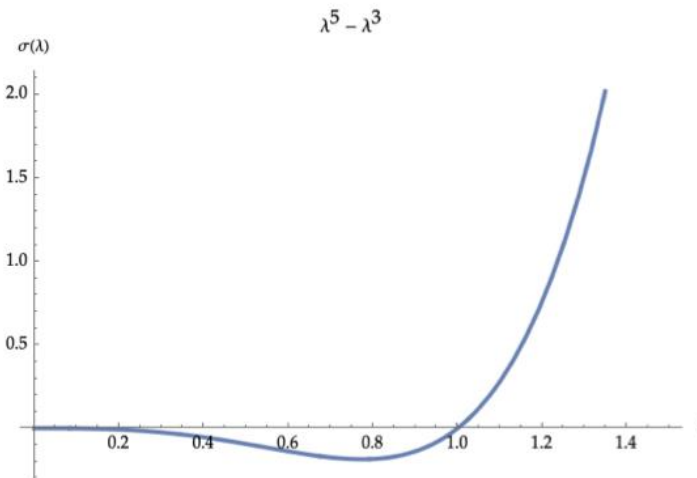
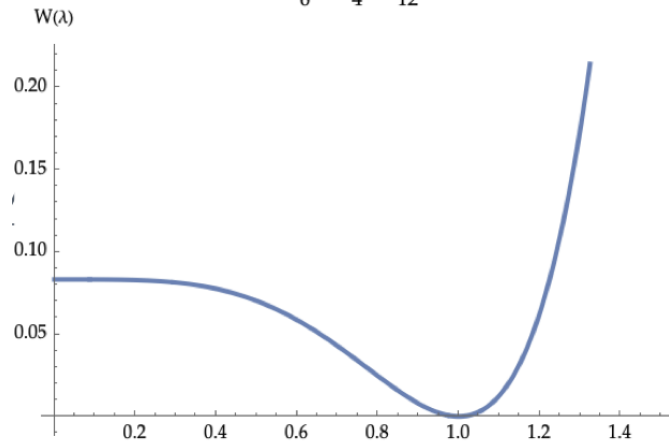


Cells exploit a phase transition to mechanically remodel the fibrous extracellular matrix

Marie Curie- MosCompShock

$$S(\lambda) = \frac{dW(\lambda)}{d\lambda}$$

$$\frac{\lambda^6}{6} - \frac{\lambda^4}{4} + \frac{1}{12}$$



Stress–stretch curve of a single fibre that loses stiffness in compression and stiffens in tension.

Marie Curie- MosCompShock

$$\begin{aligned}\nabla^2 \sigma &= 0 \\ c_{\alpha\beta\gamma\delta}(\mathbf{F}) u_{\gamma,\delta\beta} &= 0 \quad \text{on } \mathbb{R} \\ c_{\alpha\beta\gamma\delta} &= \frac{\partial^2 W}{\partial F_{\gamma\delta} \partial F_{\alpha\beta}}\end{aligned}$$

Gracias a las ecuaciones de Baker – Ericksen sobre las derivadas de $W(\lambda_1, \lambda_2)$ se delimitan las zonas donde la elipticidad se pierde

