



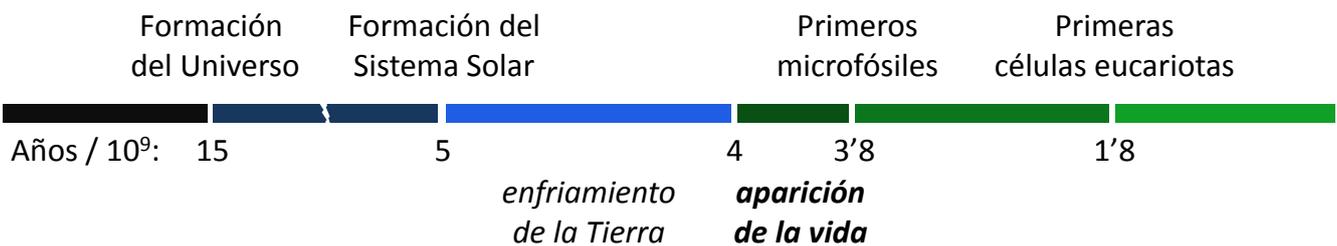
EVOLUCIÓN PREBIÓTICA Y MUNDO RNA

Elías Herrero Galán

Centro Nacional de Biotecnología (CNB-CSIC)



LA APARICIÓN DE LA VIDA



- Todos los seres vivos conocidos proceden de un mismo linaje celular ancestral.
- Todos comparten un único código genético, composición de aminoácidos, etc.
- Todos poseen una estructura de soporte de información y otra dinámica.



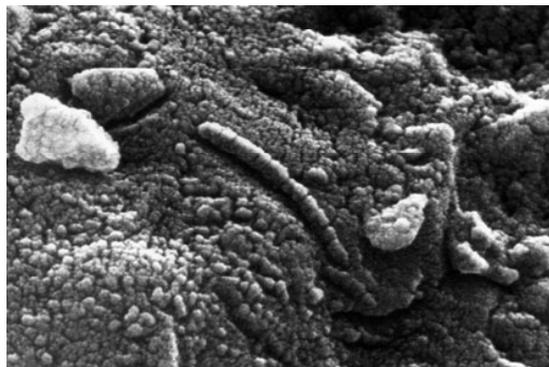
LA QUÍMICA PREBIÓTICA

- Las leyes biológicas no pueden aplicarse en un momento en que aún no existía la vida.
- Sin embargo, las leyes de la Física y la Química son universales y aplicables en todo lugar y en todo momento.
- El inconveniente radica en conocer las condiciones de la atmósfera prebiótica (Orgel y Lohrmann):
 1. Atmósfera altamente reductora (Oparin).
 2. Reactivos primarios directamente derivables de CH_4 , NH_3 , N_2 y H_2O .
 3. Síntesis con radiación UV, calor y/o descargas eléctricas.
 4. Agua a pH 7-9 como único disolvente.
 5. Condiciones de p y T próximas a las actuales ($T \leq 80^\circ\text{C}$).
 6. Reacciones en estado sólido sin excesiva pérdida de humedad.



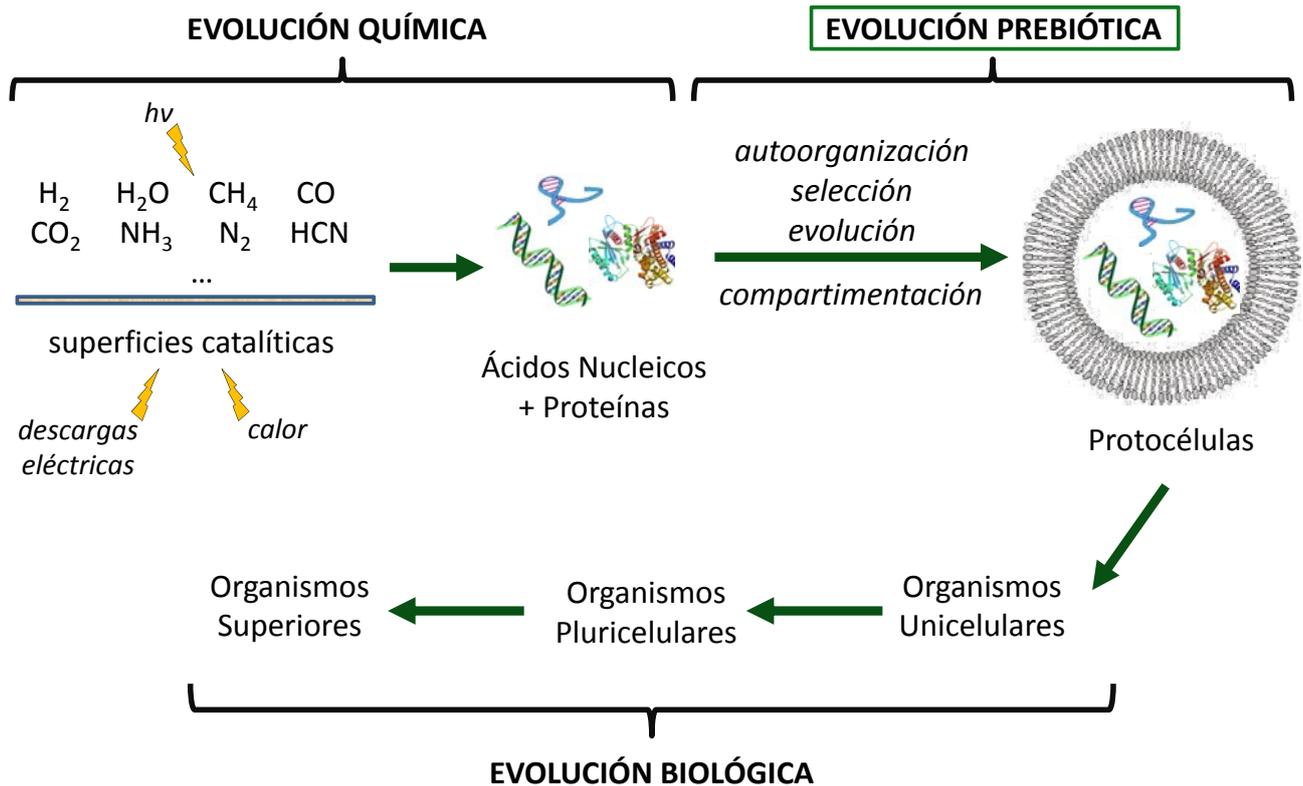
LA QUÍMICA PREBIÓTICA

- Stanley Miller (1953) demostró que es posible obtener materia orgánica (aminoácidos) a partir de materia inorgánica.
- Joan Oró obtuvo purinas (1961), ribosa y desoxirribosa (1962), componentes de DNA y RNA.
- Sleeper y Orgel (1979) obtuvieron oligonucleótidos y Lewinsoh, Weber y Orgel obtuvieron oligopéptidos.
- Gran coincidencia con los resultados de los análisis del meteorito de Murchison (¿panspermia?).





LA EVOLUCIÓN PREBIÓTICA



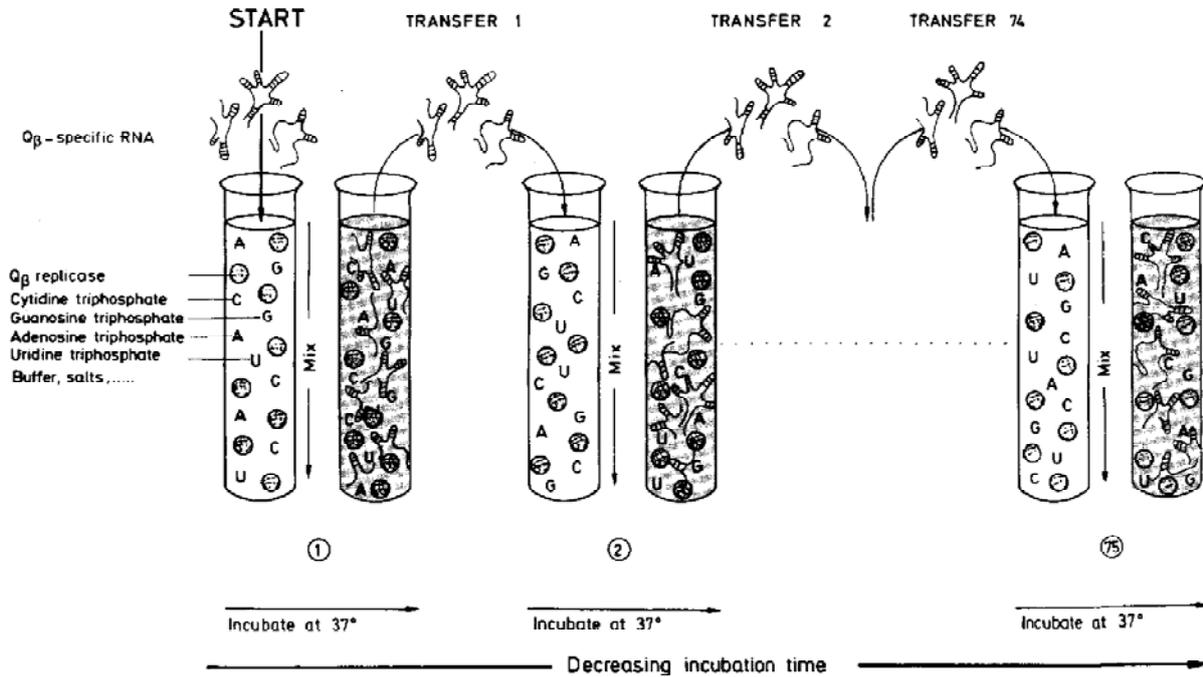
SELECCIÓN EN MOLÉCULAS PREBIÓTICAS

- Ausencia inicial de un código genético: necesidad de procesos de selección, evolución y autoorganización.
- Propiedades necesarias de las moléculas prebióticas autoorganizativas:
 1. Síntesis a partir de un molde constituido por copias ya existentes (actividad molde *per se*).
 2. Posibilidad de introducir error en la copia.
 3. Sometimiento a recambio o metabolismo, lejos del equilibrio.
 4. Competencia entre unidades autorreplicativas en función de su adaptabilidad.
- Idoneidad de los ácidos nucleicos, especialmente el RNA (ribozimas).



SELECCIÓN EN MOLÉCULAS PREBIÓTICAS

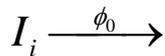
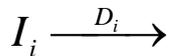
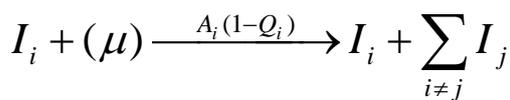
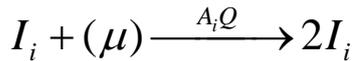
- Experimento de la replicasa del fago Q β (Spiegelman, 1971):



Küppers, B.O., *Molecular Theory Of Evolution*, Springer-Verlag, Berlin, 1983



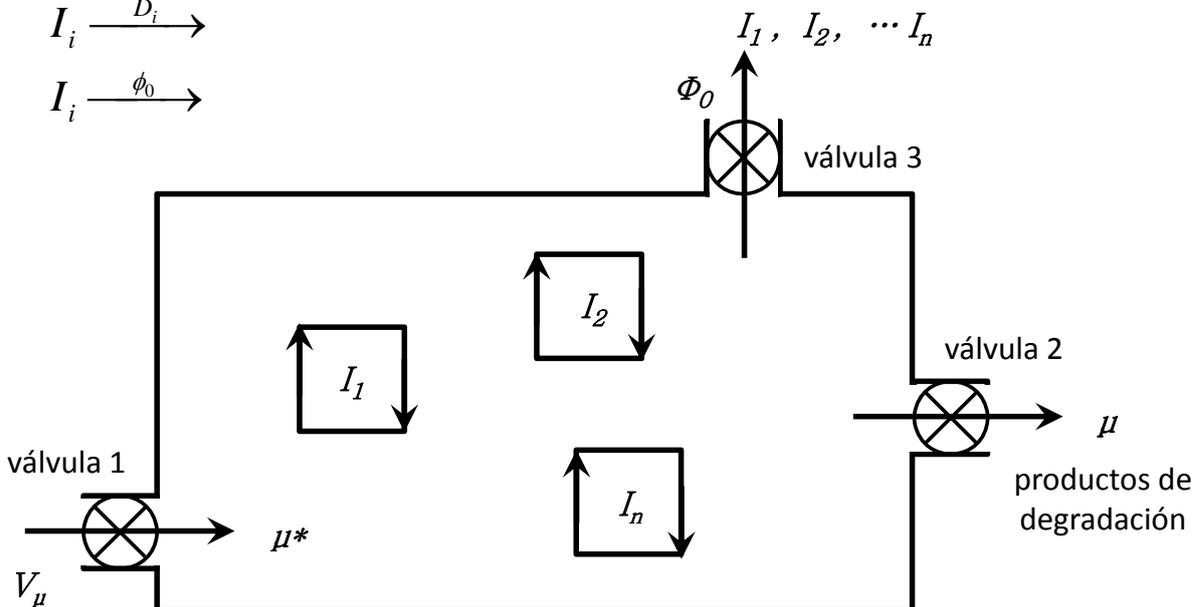
EL MODELO DEL REACTOR DE FLUJO



A_i : constante de replicación

Q_i : factor de calidad

D_i : constante de degradación



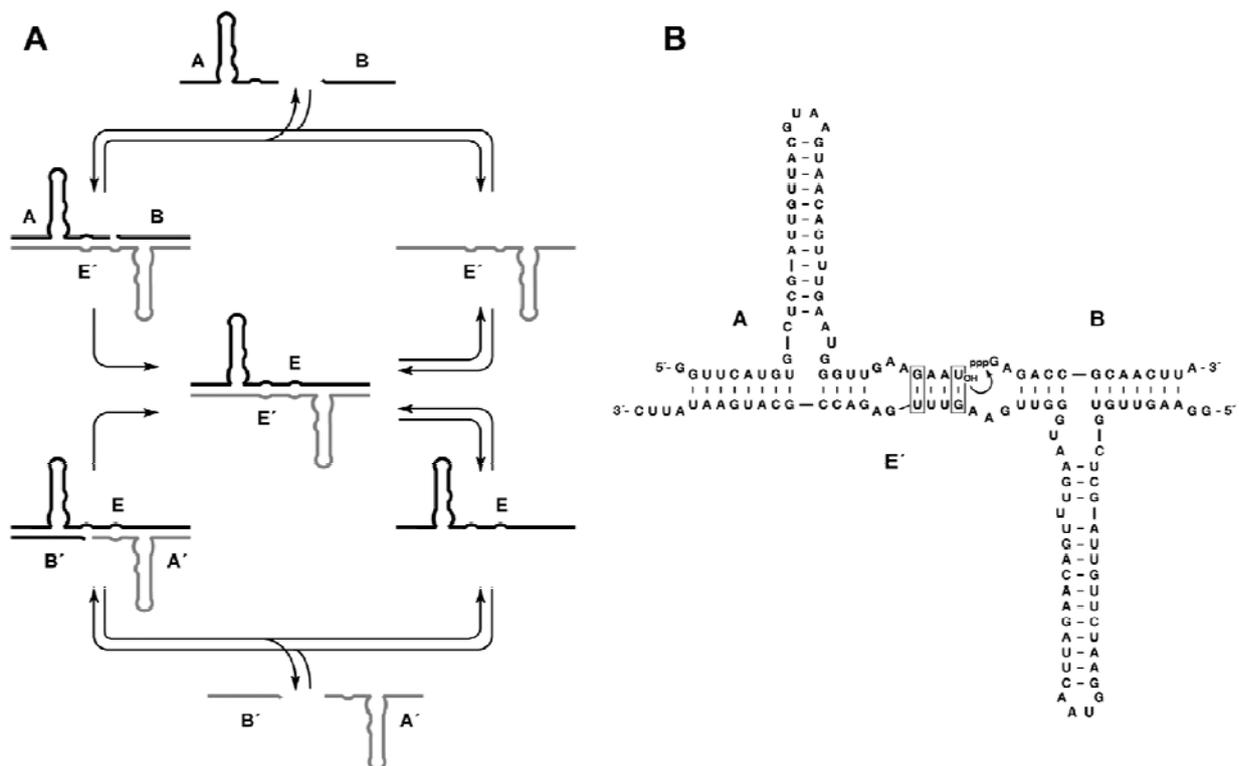


RESTRICCIONES, HIPERCICLO Y RNA

- Para que el sistema pueda evolucionar hay que imponer algún tipo de restricción: población constante.
- Copia maestra y cola de error: concepto de cuasiespecie.
- La catástrofe de error y la crisis de información.
- La coexistencia de cuasiespecies se plantea como condición indispensable. Esto sólo es posible si existe una relación funcional entre distintas unidades autorreplicativas: hiperciclo.
- Una vez que el sistema cae en una cuenca de atracción, es muy difícil que la abandone únicamente por mutaciones. Esto lleva a la *toma de decisiones de una vez para siempre*, fundamento de la *hipótesis del accidente congelado* para explicar la aparición del código genético, frente a la *hipótesis causal*. Se universalizan así propiedades aparentemente causales y sólo es posible la selección de mutaciones si existe compartimentación: mundo RNA encapsulado.

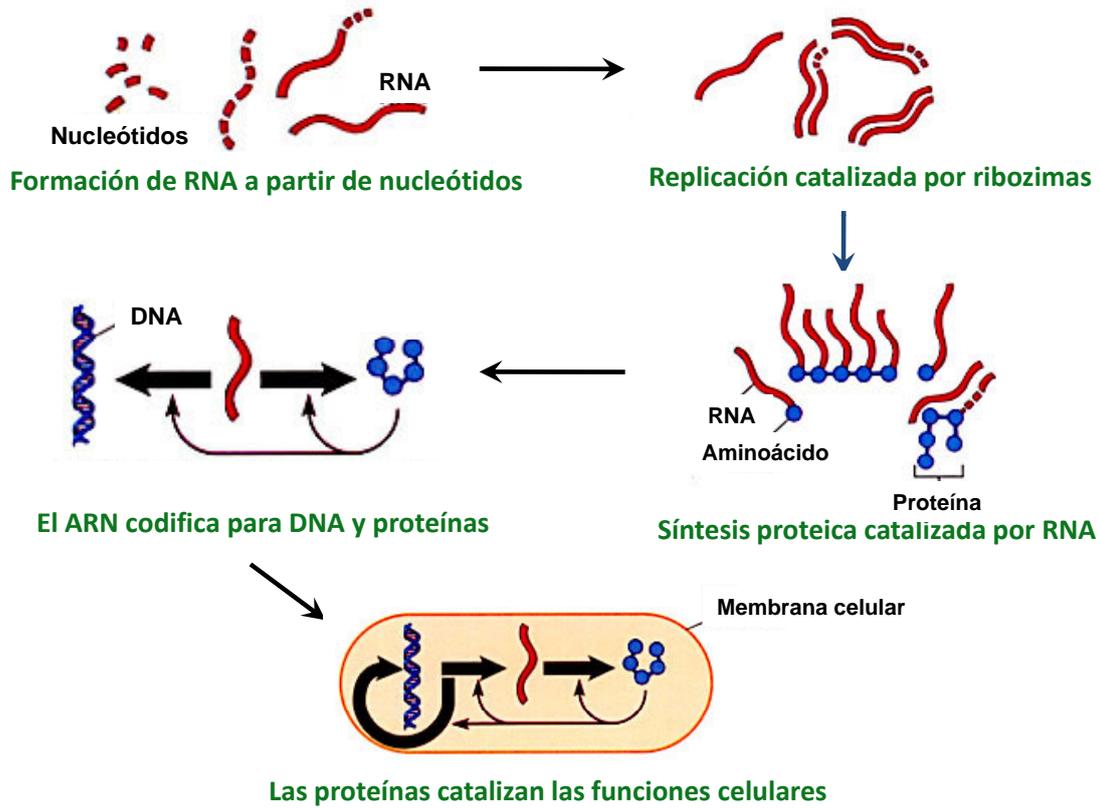


RESTRICCIONES, HIPERCICLO Y RNA



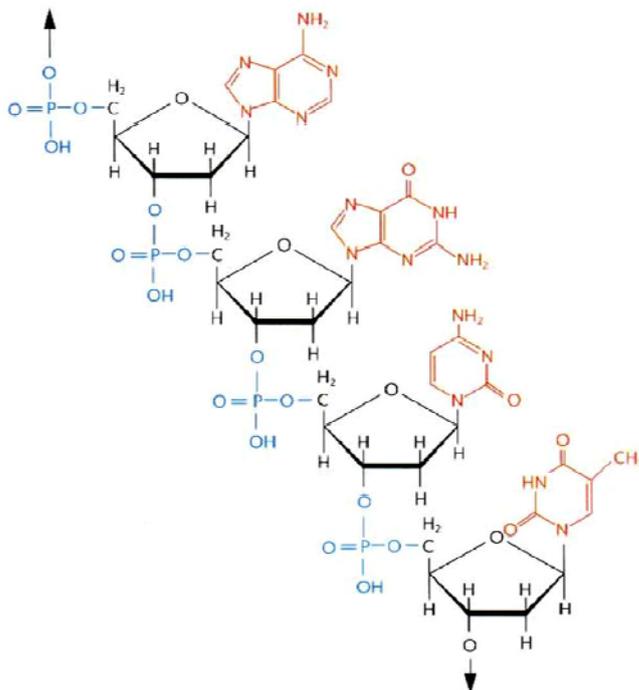


LA HIPÓTESIS DEL MUNDO RNA

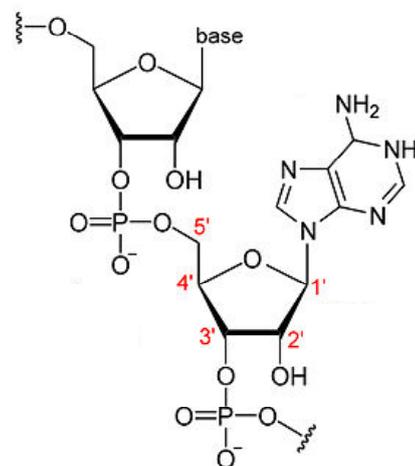


¿POR QUÉ DNA FRENTE A RNA?

DNA

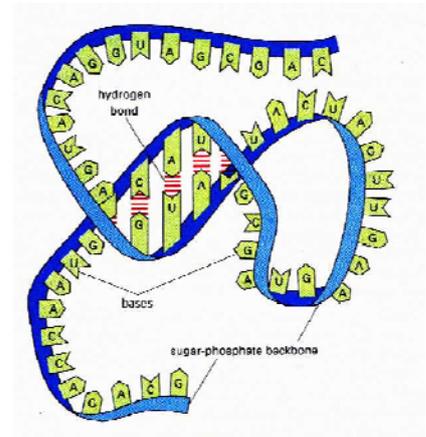
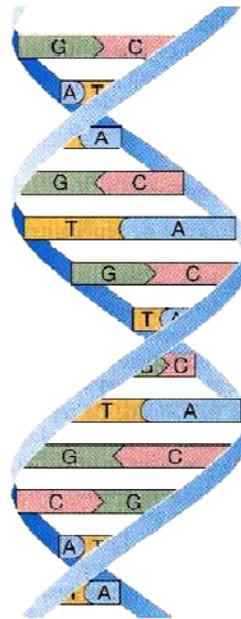
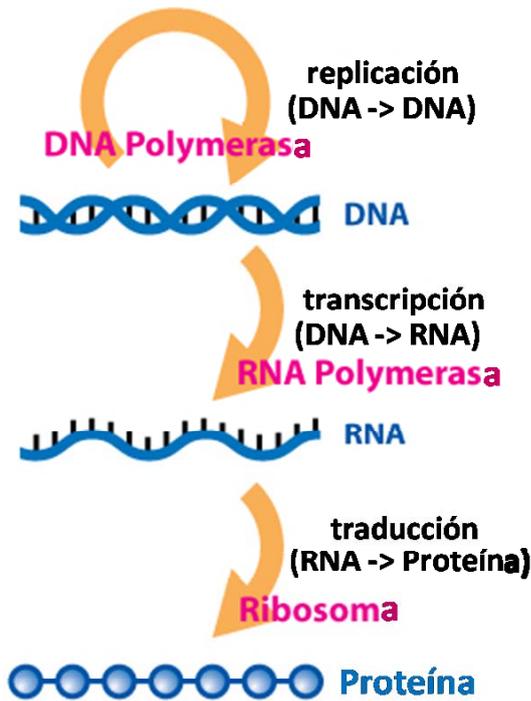


RNA

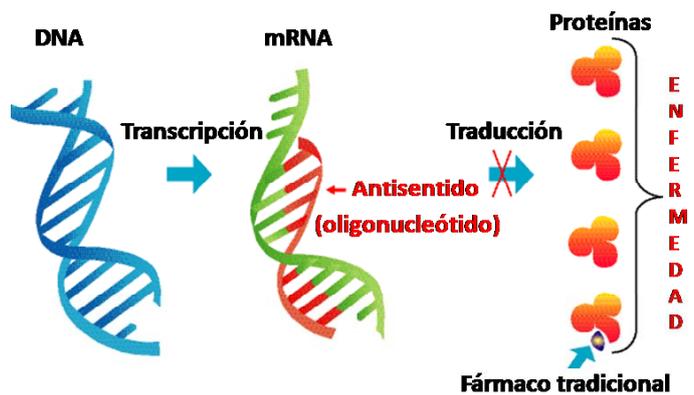
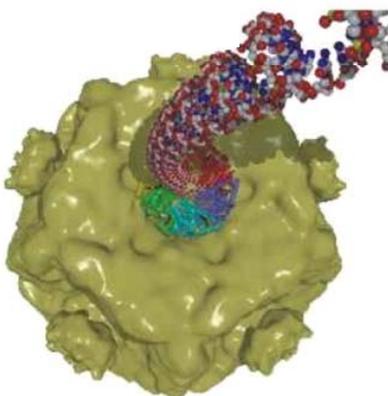
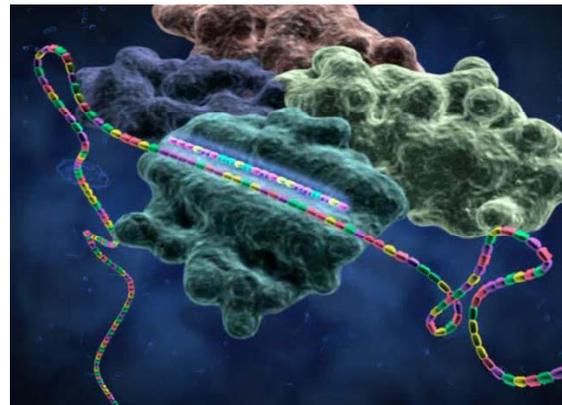
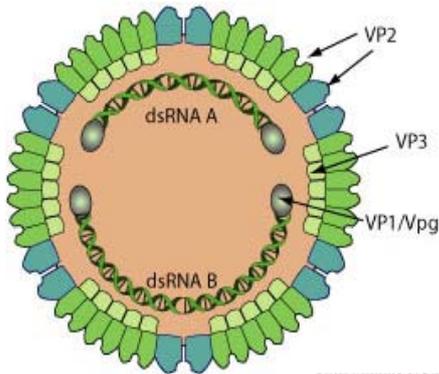




¿POR QUÉ DNA FRENTE A RNA?

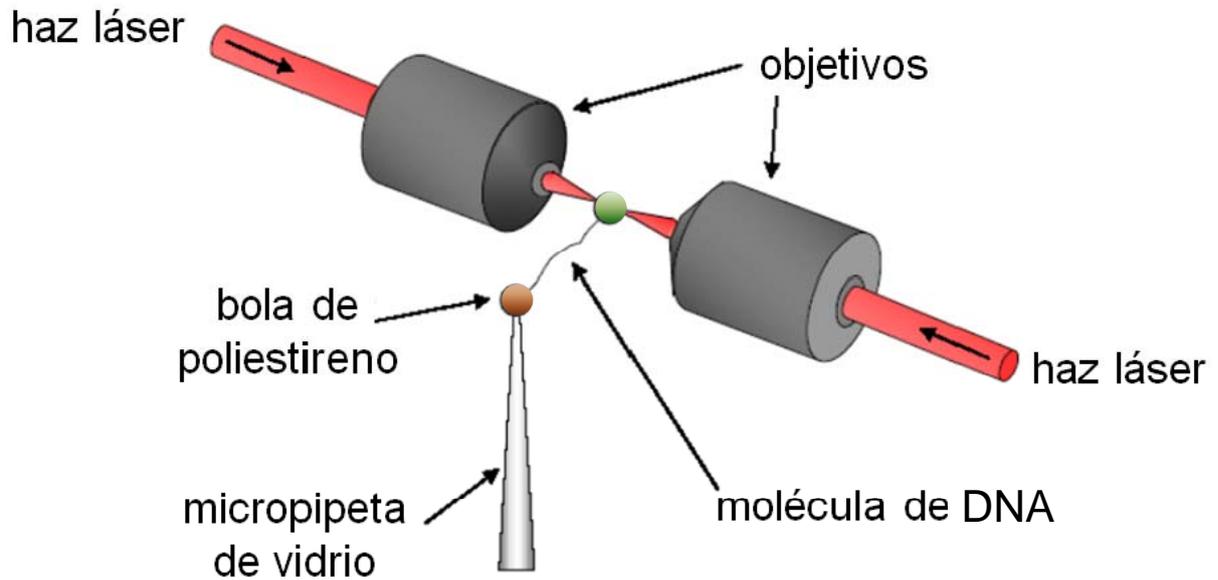


EL RNA BICATENARIO EN LA NATURALEZA





CARACTERIZACIÓN MECÁNICA DE DNA



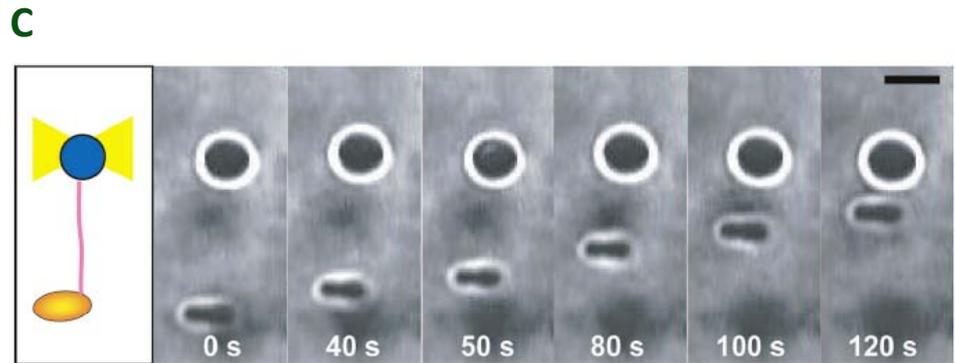
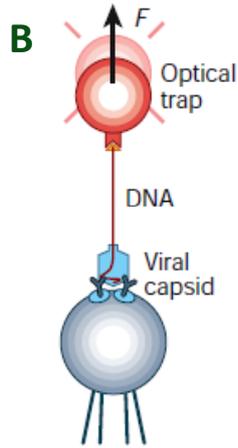
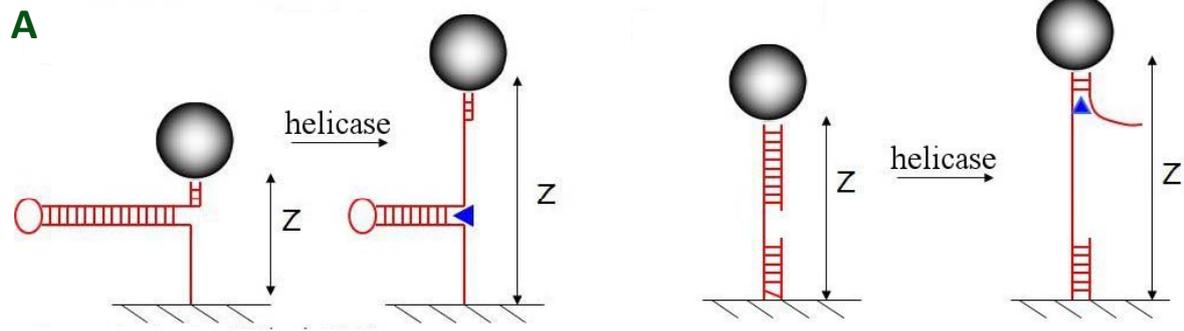
Smith, S. et al. (2003) *Methods in Enzymology* 361: 134-162



CARACTERIZACIÓN MECÁNICA DE DNA



ESTUDIO DE MOTORES MOLECULARES



CARACTERIZACIÓN MECÁNICA DE dsRNA



ESTABILIDAD TÉRMICA DE dsRNA Y DNA

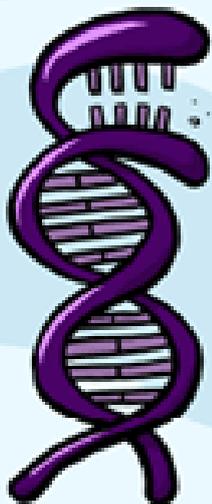


EL CAMINO HASTA UN MUNDO DNA

Oye, R, ¿podrías llevarle este mensaje a...?

¡Oh, vamos, D, dame algo más emocionante! ¡Soy multitarea! ¡Puedo hacer de todo!

¡JA! ¿Tú dónde te crees que estás? ¿En el mundo ARN?



A pesar de la universalidad de los compuestos básicos, la evolución posterior es un proceso lleno de bifurcaciones y decisiones tomadas sobre caminos alternativos. Por ello, cabe preguntarse qué sucedería de empezar de nuevo el proceso.



BIBLIOGRAFÍA

- Montero, F., Morán, F., *Biofísica: Procesos de Autoorganización En Biología*, Eudema Universidad, Madrid, 1992.
- Küppers, B. O., *Molecular Theory Of Evolution: Outline Of A Physico-Chemical Theory Of The Origin Of Life*, Springer-Verlag, Berlin, 1983.
- Egel, R., Lankenau, D. H., Mulkidjanian, A. Y., *Origins Of Life: The Primal Self-Organization*, Springer-Verlag, Berlin, 2011.
- Lincoln, T. A., Joyce, G. F., *Self-Sustained Replication of an RNA Enzyme*. *Science* 323 (5918): 1229–32, 2009.
- Smith, S. B., Cui, Y., Bustamante, C., *Optical-trap force transducer that operates by direct measurement of light momentum*, *Methods in Enzymology* 361: 134-162, 2003.
- Hormeño, S., Arias-González, J.R., *Exploring mechanochemical processes in the cell with optical tweezers*, *Biology Of The Cell* 98: 679-695, 2006.