

BIOFISICA

Plan de la carrera

Objetivos: Establecer las numerosas e importantes conexiones entre la Física y la Biología de los seres humanos

Contenidos:

Mecánica y su aplicación en las Ciencias Biológicas. Energía, trabajo y potencia en el cuerpo humano. Transporte, fisicoquímica de los fluidos orgánicos. Bioelectricidad. Física del sistema cardiovascular. Física del sistema respiratorio. Biofísica de los sentidos. Átomos y luz.



QUÉ ES LA
BIOFÍSICA?

MARCELINO
CEREIJIDO



Marcelino Cereijido Mattioli (Buenos Aires, 1933) es un médico, profesor, investigador, divulgador científico y escritor argentino, naturalizado mexicano en 1993.

En 1962 se recibió de Doctor en Fisiología en la Universidad de Buenos Aires (UBA).

Realizó un posdoctorado en la Universidad de Harvard (Estados Unidos)

Fue discípulo del premio Nobel argentino Bernardo Houssay, cuya experiencia con él recoge en el libro *La nuca de Houssay*.

Se desempeñó como profesor, asesor e investigador en reconocidas instituciones de su país y del extranjero, como el Instituto de Fisiología de la Universidad de Múnich, la Universidad de Nueva York, el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (Cinvestav) de México, y el Centro Latinoamericano de Biología de la UNESCO.

Profesor de Biofísica en la Universidad de La Plata (desde 1968).

DEFINICIÓN

"es la disciplina que trata de explicar los procesos fundamentales de la vida en base a leyes físicas".



El comienzo

Los sistemas biológicos

Los sistemas biológicos (un virus, una célula, una palmera, un sistema nervioso, un tumor, los niños de una escuela, un bosque, los vegetales, la humanidad, toda la biosfera) parecían constituir una violación tan flagrante de la Segunda Ley de la Termodinámica.

Violación de leyes físicas

Lord Kelvin (1852) limitó su enunciado a "entidades materiales inanimadas". En realidad, puesto que ningún sistema vivo es un sistema cerrado no se le puede aplicar así no más la Segunda Ley.



QUE ES LA VIDA?



WHAT IS LIFE?

Es un libro científico dedicado al lector general que trata sobre el aspecto físico de las células escrito en 1944 por Erwin Schrödinger.

Premio Nobel de Física en 1933 por la formulación de la ecuación que lleva su nombre, que establece la evolución temporal de la función de onda.

WHAT IS LIFE?

*The Physical Aspect of the
Living Cell*

BY

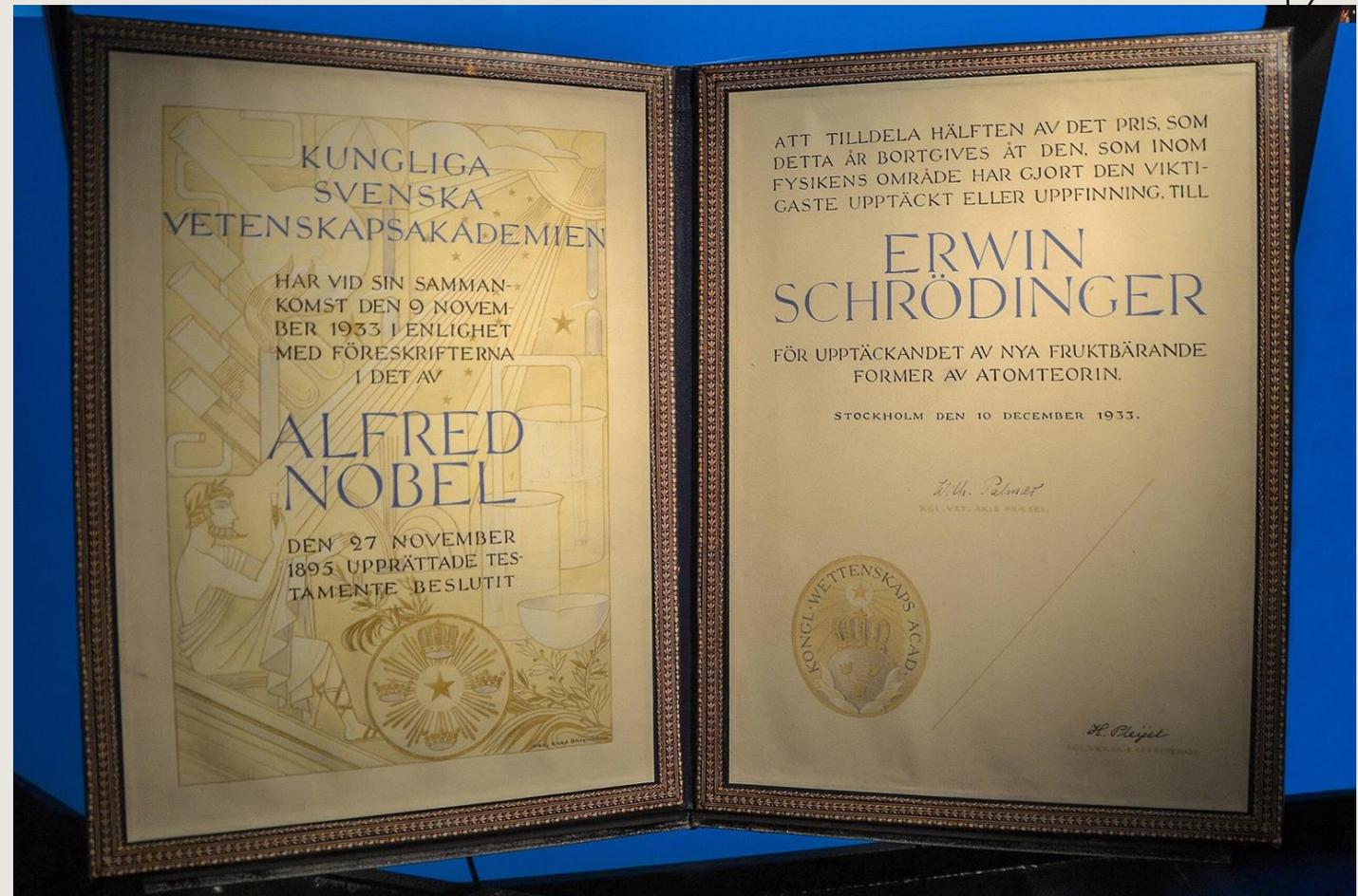
ERWIN SCHRÖDINGER

SENIOR PROFESSOR AT THE DUBLIN INSTITUTE FOR
ADVANCED STUDIES

*Based on Lectures delivered under the auspices of
the Institute at Trinity College, Dublin,
in February 1943*

CAMBRIDGE
AT THE UNIVERSITY PRESS
1944

*The Royal Society
of London*





LOS ORGANISMOS VIVOS

La idea fundamental, que oscila entre la *Biología* y la *Física*.

Un problema vasto, importante y muy discutido

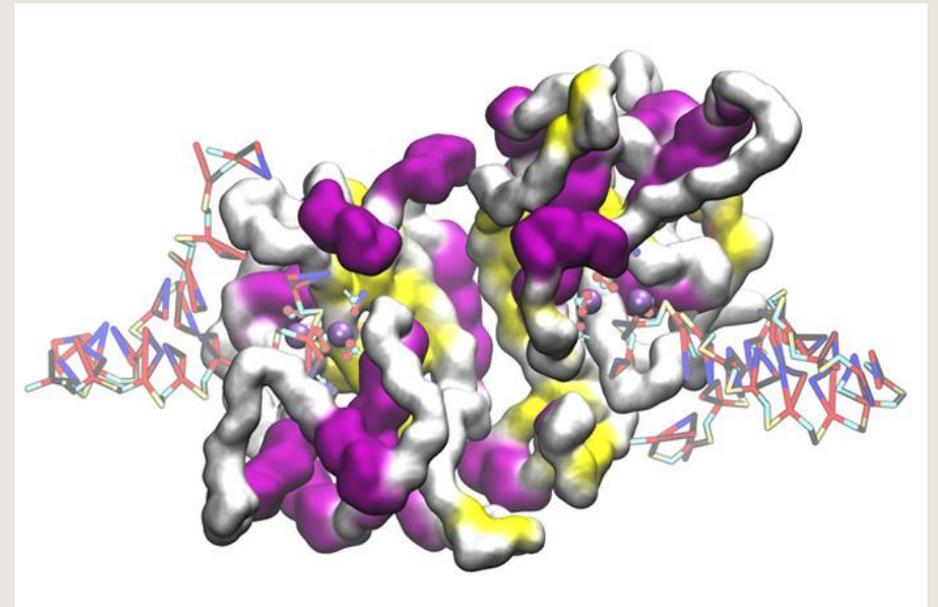
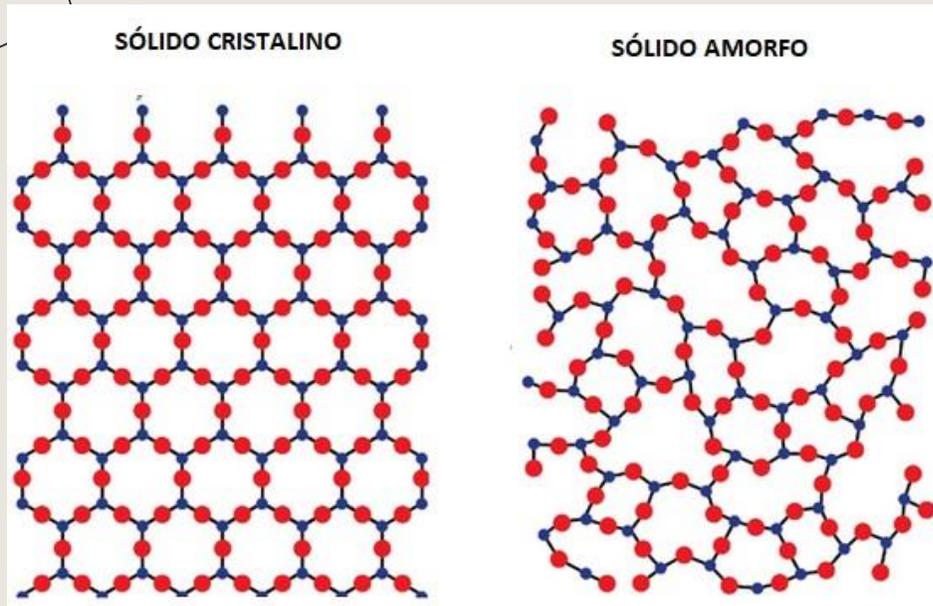
¿Cómo pueden la Física y la Química dar cuenta de los fenómenos espacio-temporales que tienen lugar dentro de los límites espaciales de un organismo vivo?

La evidente incapacidad de la Física y la Química actuales para tratar tales fenómenos no significa en absoluto que ello sea imposible.

El funcionamiento de un organismo requiere leyes físicas exactas

La Física clásica

Organismo



Diferencia esencial entre el tamaño de los átomos y nuestro cuerpo

El funcionamiento de un organismo requiere leyes físicas exactas



Una organización física, para estar en estrecha correspondencia con el pensamiento debe ser una organización muy ordenada, y esto significa que los acontecimientos que suceden en su interior deben obedecer leyes físicas estrictas, al menos hasta un grado de exactitud muy elevado.

Las interacciones físicas entre otros sistemas y el nuestro deben poseer cierto grado de ordenación física, es decir, que también ellos deben someterse con cierta exactitud a leyes físicas rigurosas

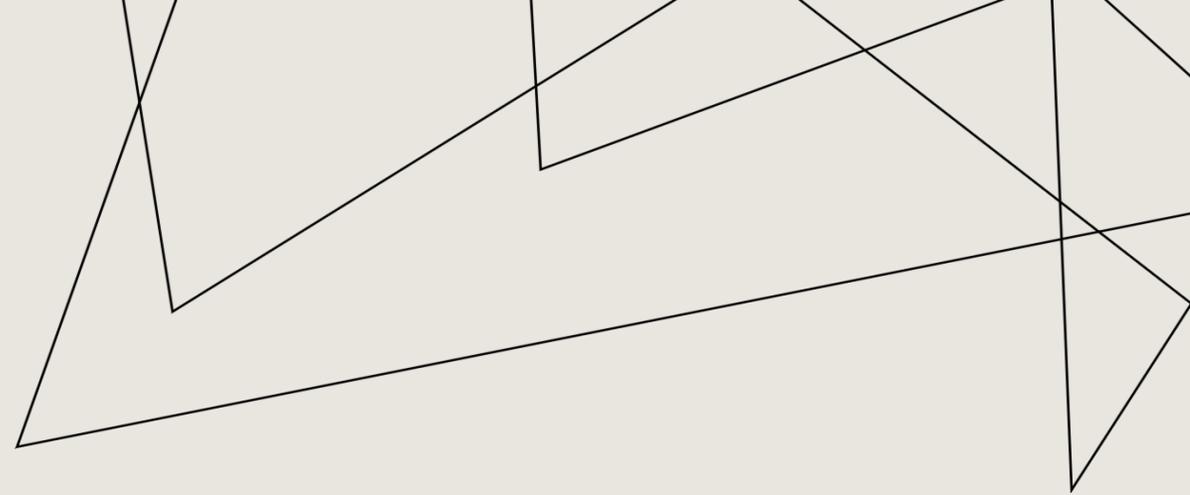
ESTADISTICA – Leyes inexactas

Número grande de átomos

Las leyes físicas se basan en la estadística atómica y, por lo tanto, son sólo aproximadas

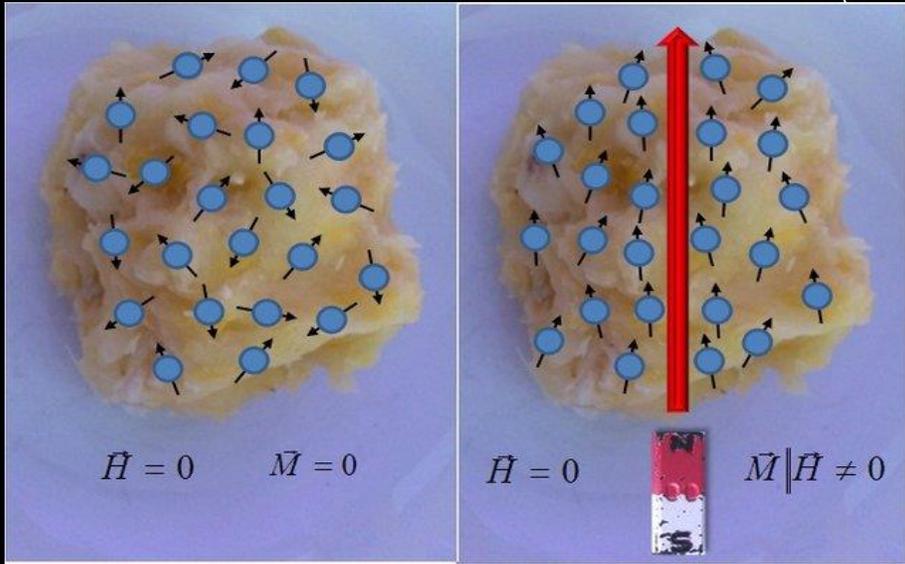
Exactitud de la medida

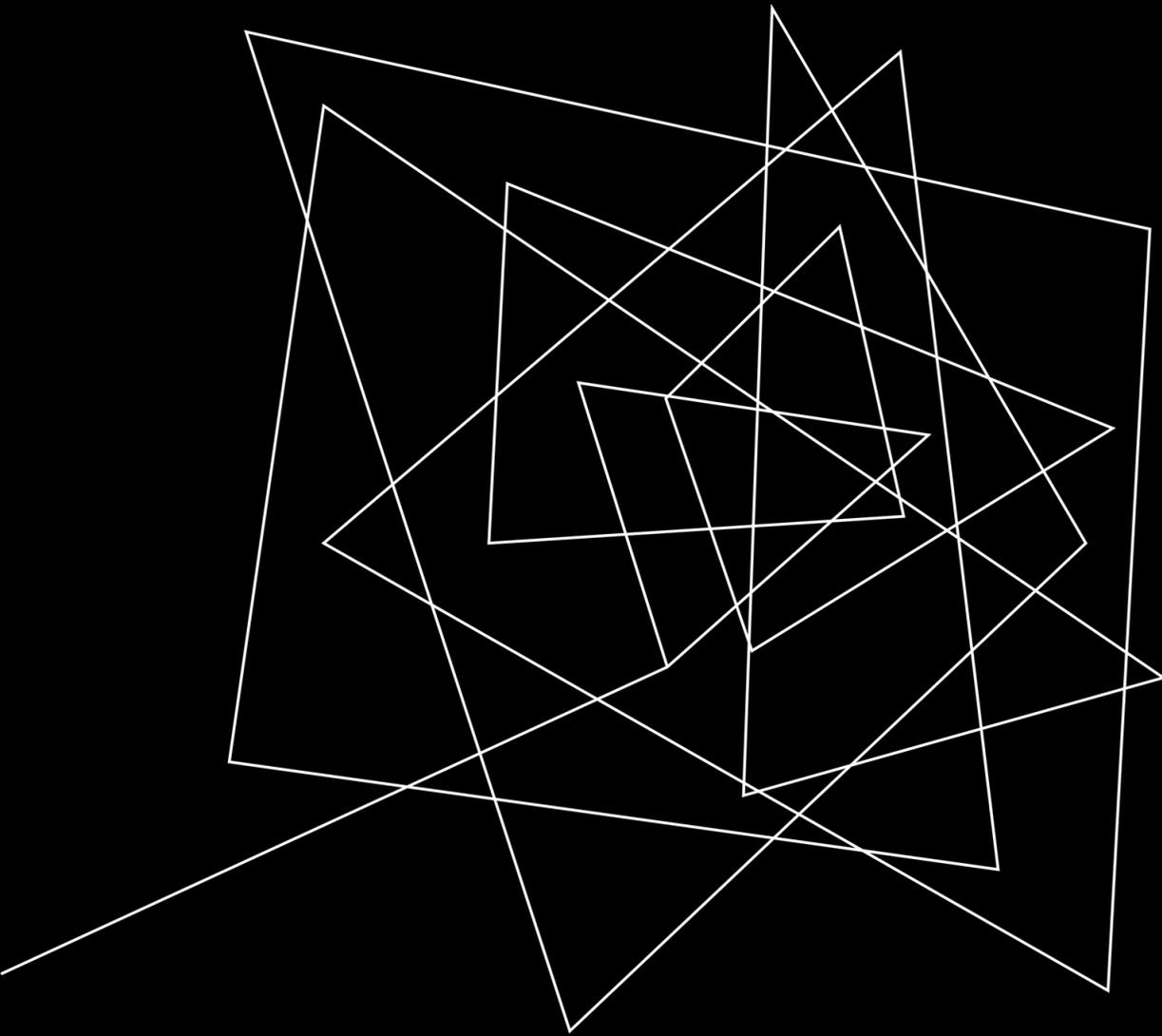
Ley de \sqrt{n}



Movimiento Browniano

Paramagnetismo





Todas las *leyes físicas y químicas* que desempeñan un papel importante en la vida de los organismos son de tipo *estadístico*:

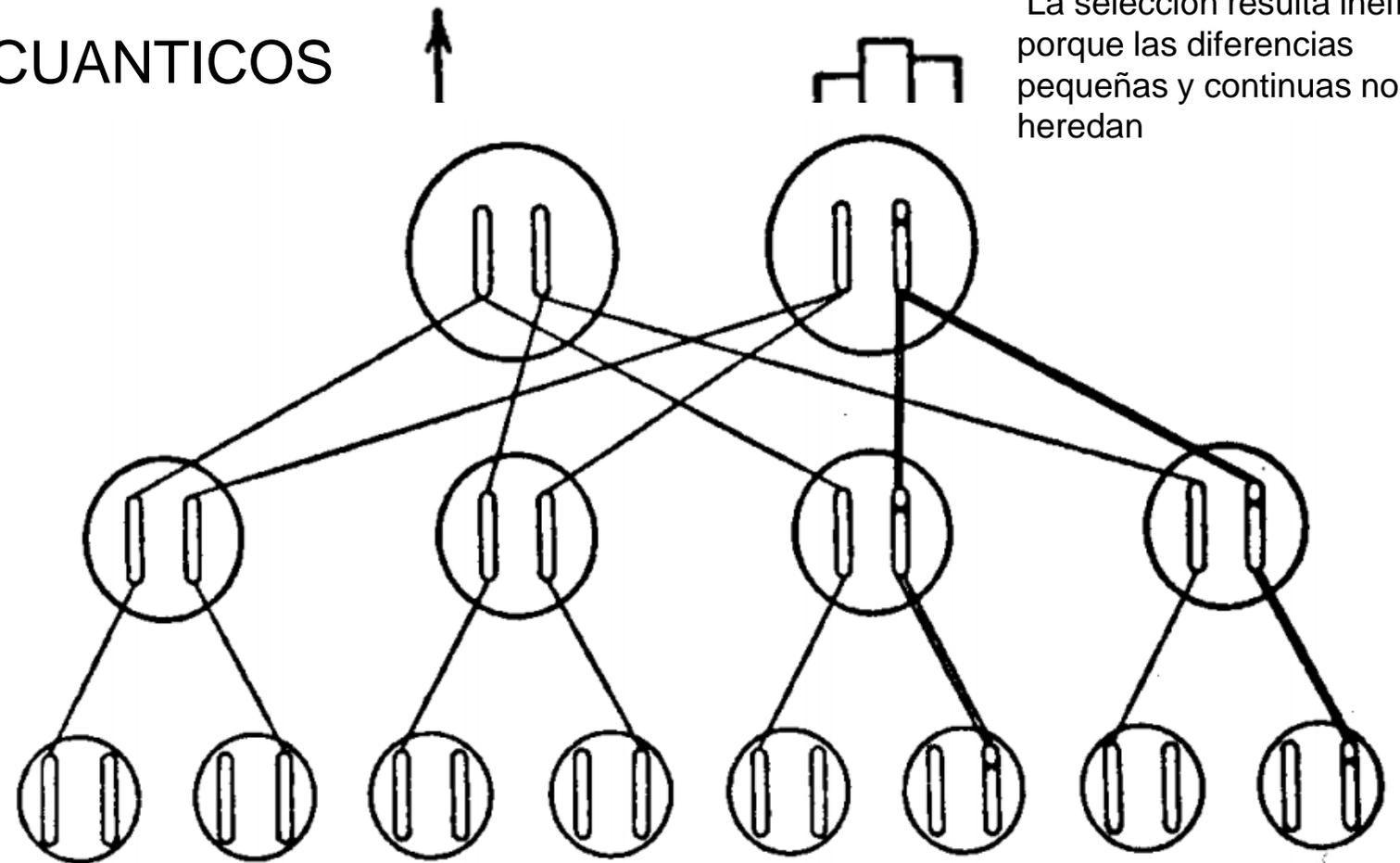
cualquier otro tipo de ordenación que pueda imaginarse está perpetuamente perturbado y hecho inoperante por el movimiento térmico incesante de los átomos.

MUTACIONES – SALTOS CUANTICOS

Darwin (1859): Teoria de la evolución - selección natural

Hugo De Vries (1902): mutaciones discontinuidades

Gregor Mendel (1866): genética

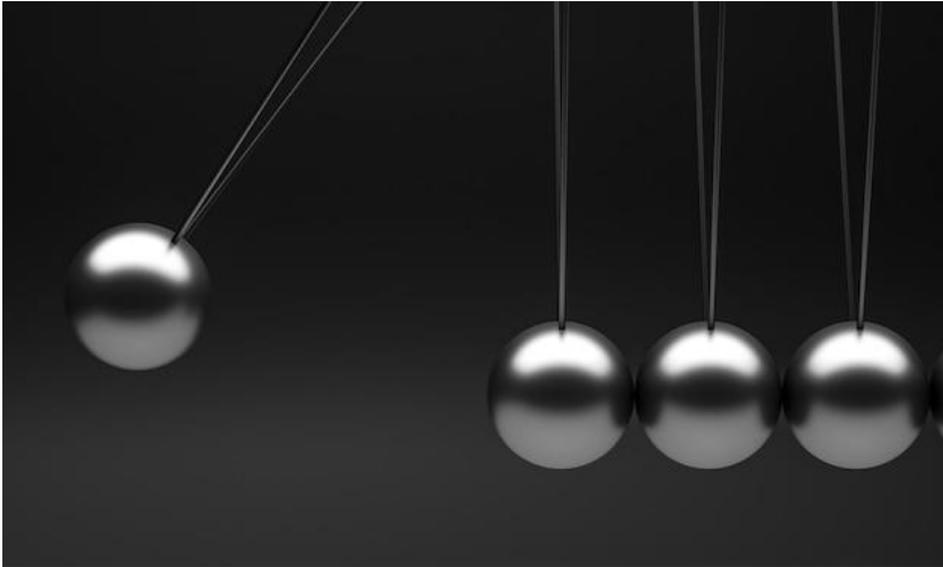


La selección resulta ineficaz porque las diferencias pequeñas y continuas no se heredan

Un alelo recesivo sólo afecta al fenotipo cuando el genotipo es homocigótico

Mecánica cuántica

Niveles continuos de energía

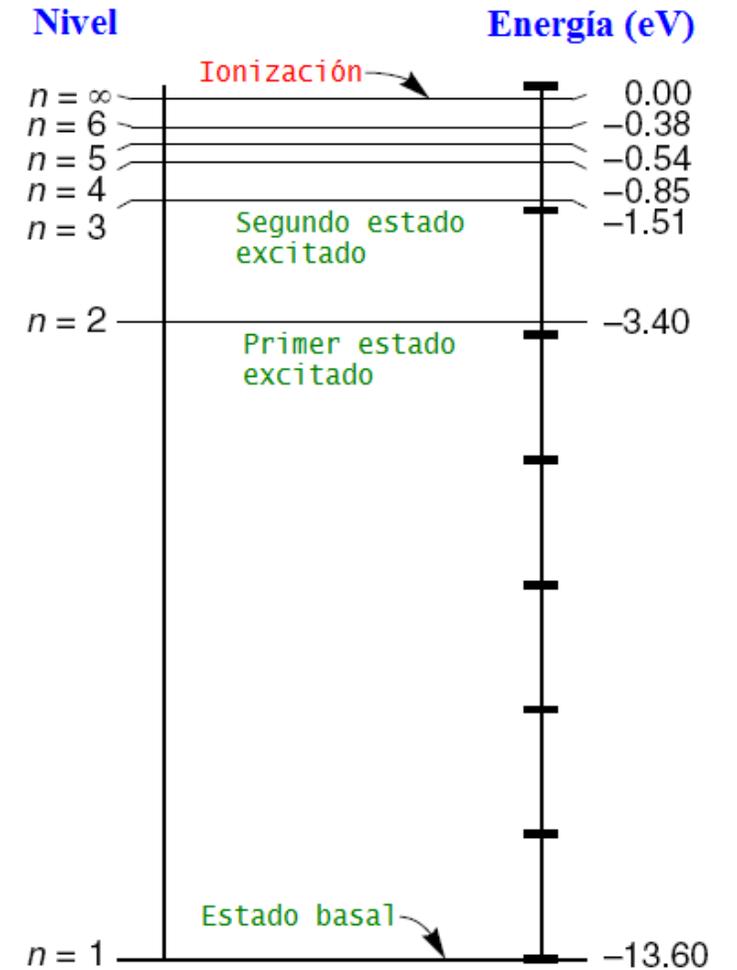


Teoría de la Mutación



Teoría Cuántica de la Biología.

Niveles discretos de energía



Orden, desorden y entropía

De la descripción general de Delbrück (1935) del material hereditario resulta que la materia viva, si bien no elude las leyes de la Física tal como están establecidas hasta la fecha, probablemente implica otras leyes físicas desconocidas por ahora, las cuales, una vez descubiertas, formarán una parte tan integral de esta ciencia como las anteriores.

El *organismo vivo* parece ser un sistema macroscópico cuyo comportamiento, en parte, se aproxima a la conducta puramente mecánica (en contraste con la termodinámica) a la que tienden todos los sistemas cuando la temperatura se aproxima al cero absoluto y se elimina el desorden molecular.

La vida parece ser el comportamiento ordenado y reglamentado de la materia, que no está asentado exclusivamente en su tendencia de pasar del orden al desorden, sino basado en parte en un orden existente que es mantenido.

La vida se alimenta de entropía negativa

Un organismo vivo evita la rápida degradación al estado inerte de equilibrio

*¿Cómo evita la degradación el organismo vivo? La contestación obvia es: comiendo, bebiendo, respirando, fotosintetizando, etc. El término técnico que engloba todo eso es *metabolismo*.*

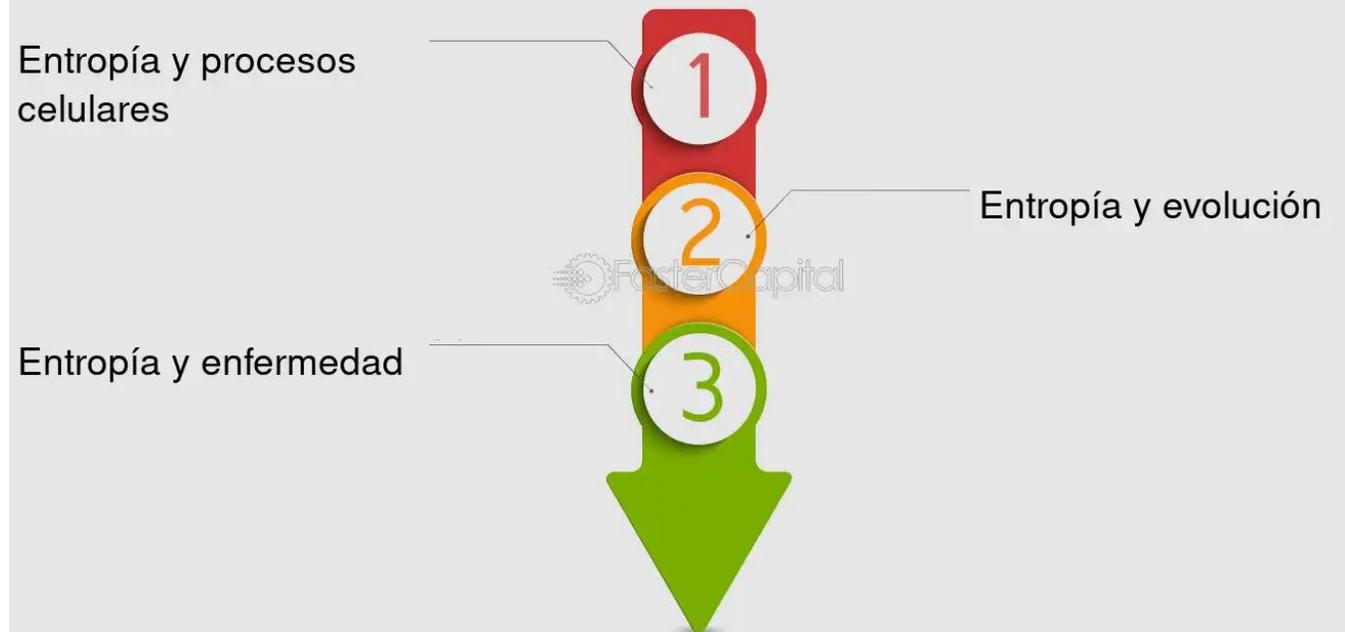
Todo lo que pasa en la *Naturaleza*, significa un aumento de la entropía de aquella parte del mundo donde ocurre. Por lo tanto, un organismo vivo aumentará continuamente su entropía o, como también puede decirse, produce entropía positiva (y por ello tiende a aproximarse al peligroso estado de *entropía máxima* que es la *muerte*)

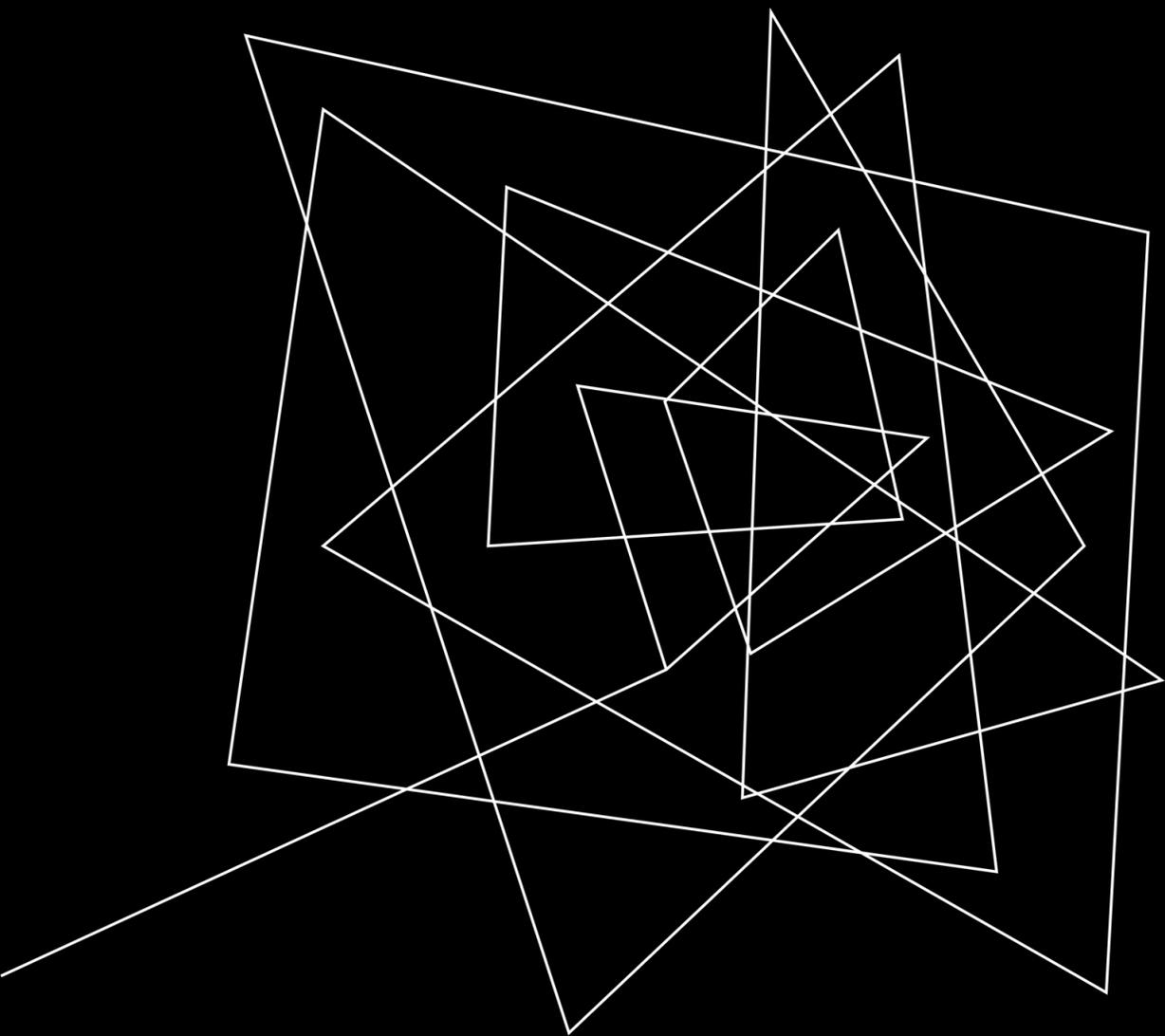
Entropía

Los organismos vivos mantienen un cierto nivel de orden y organización dentro de sus células y tejidos, a pesar de la tendencia hacia el desorden inherente al universo en su conjunto.

Ciertas enfermedades pueden interrumpir el funcionamiento normal de las células y los tejidos, lo que lleva a un *aumento en el desorden* y una descomposición de los procesos normales del cuerpo.

Entropía en biología





HISTORIA DE LA BIOFISICA

Algunos acontecimientos clave

Siglo XII:
Medicina y
Teología

Siglo XVI-XVIII:
Galileo, Newton

Siglo XIX:
Pousielle-flujo sanguíneo
Galvani, Köllicker y Müller
Músculos-electricidad

Siglo XX:
Roentgen-RX
Becquerel, Curie,
Skłodowska-
radiactividad natural

Siglo XX:
Wilkins-ADN
Plank-mec. cuántica



ANTECEDENTES

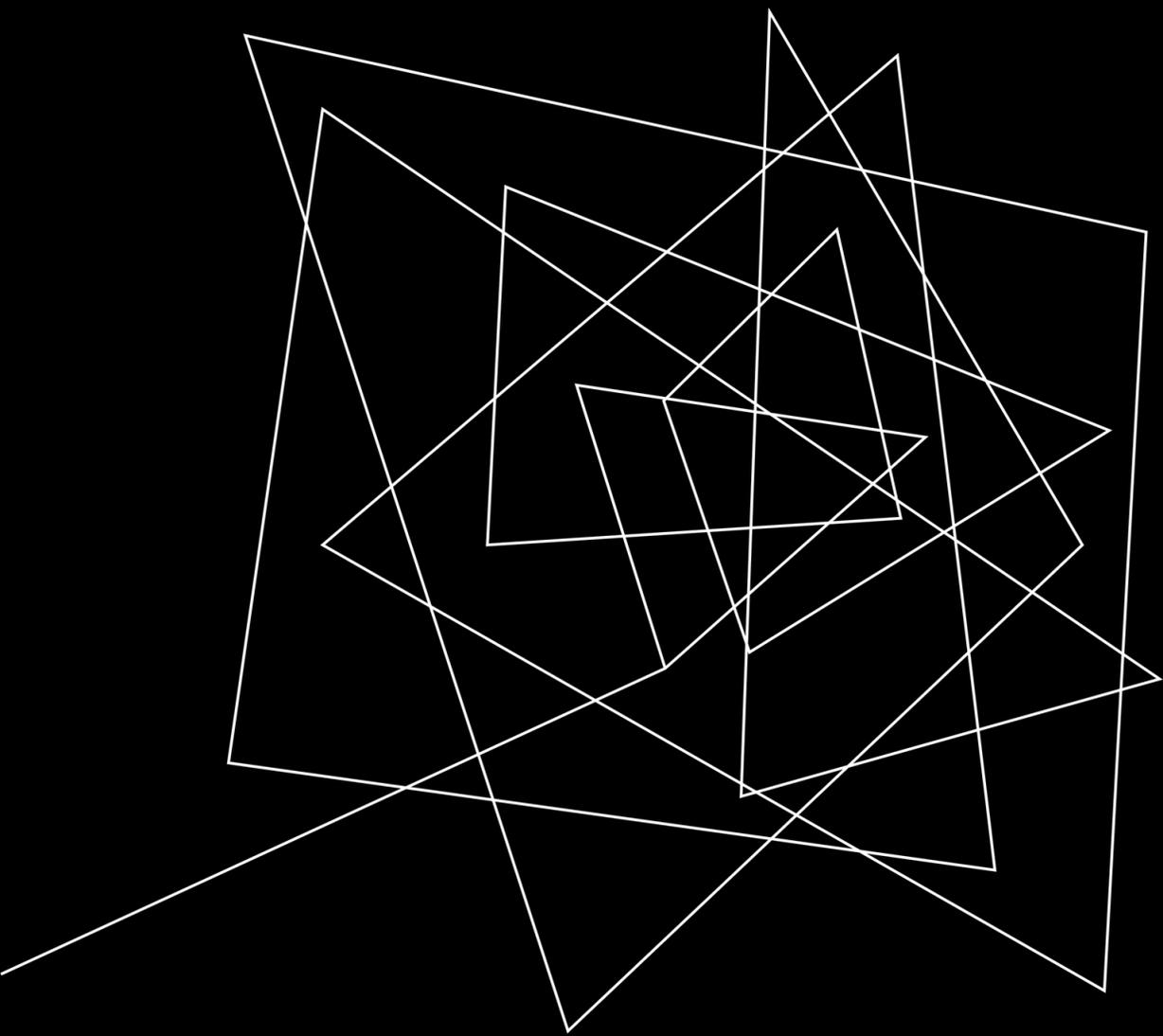
Conocimiento universal

La medicina y la física tuvieron un tronco común y a lo largo de la historia son muchos los ejemplos de interrelación entre ambas ciencias

El término *biofísica*

Principios del siglo XX, pero su desarrollo como disciplina científica se consolidó con el descubrimiento de la estructura del ADN en 1953 por Watson y Crick.

Ha evolucionado para abarcar áreas como la **biofísica molecular**, la biomecánica y la bioingeniería, todas con aplicaciones en la medicina moderna.



La biofísica actual

La biofísica es un puente entre biología y física

La biología estudia la vida en su variedad y complejidad, describe cómo los organismos se alimentan, comunican, sensan su entorno y se reproducen. Paralelamente, la física busca desentrañar las leyes matemáticas del comportamiento de la naturaleza y hace predicciones detalladas de las fuerzas que gobiernan sistemas ideales.

El desafío de la biofísica es cubrir la brecha entre la *simplicidad de la física* y la *complejidad de la vida*. Para ello la biofísica busca patrones en los sistemas vivos y los analiza con la poderosa ayuda de herramientas matemáticas y físicoquímicas.

<https://biofisica.org.ar/inicio/>

¿Qué estudian los biofísicos?

La biofísica estudia la vida en todos sus niveles, desde los átomos y moléculas hasta las células, organismos y ambiente. A medida que progresa la física y la biología, los biofísicos encuentran nuevas áreas para explorar y aplicar su experiencia, crear nuevas herramientas y sobre todo aprender. El objetivo siempre es el mismo: saber en profundidad cómo funcionan los sistemas biológicos. Algunas de las preguntas que se hacen los biofísicos son:

- *¿Cómo funcionan las proteínas?*
- *¿Qué función cumplen las membranas biológicas?*

<https://iupab.org/what-is-biophysics/>

¿Qué es la biofísica?

La **biofísica** es una disciplina interdisciplinaria que combina **principios de la física, la biología y la química para comprender los procesos biológicos a nivel molecular, celular y sistémico.**

En el campo de la medicina, la **biofísica aplicada** desempeña un papel crucial al proporcionar herramientas y modelos que explican el funcionamiento del cuerpo humano y las bases físicas de las enfermedades.

<https://iupab.org/what-is-biophysics/>

Fundamentos de la biofísica

Mecánica y dinámica molecular

La **biofísica molecular** estudia cómo las fuerzas mecánicas y los movimientos moleculares influyen en las estructuras biológicas, como proteínas, ADN y membranas celulares.

Electrofisiología

Analiza las propiedades eléctricas de las células y tejidos, particularmente en sistemas nerviosos y cardíacos.

Transferencia de energía

Permite entender procesos como la respiración celular, la fotosíntesis y las reacciones enzimáticas.

Aplicaciones de la biofísica en medicina

Diagnóstico y tratamiento de enfermedades

Imagenología médica

Resonancia magnética (RM): que utiliza campos magnéticos y ondas de radio para generar imágenes detalladas de los tejidos internos.

Tomografía por emisión de positrones (PET): que mide la actividad metabólica utilizando marcadores radiactivos.

Ultrasonografía: basada en la propagación de ondas sonoras de alta frecuencia.

Biofísica en fisioterapia

En **fisioterapia**, la **biofísica aplicada** es fundamental para el desarrollo de dispositivos terapéuticos como láseres, ultrasonidos y electroterapia, que optimizan la rehabilitación de tejidos y músculos.

Modelos matemáticos en biología

Para simular procesos biológicos complejos, como el flujo sanguíneo, la difusión de moléculas en tejidos y la dinámica de redes neuronales.

Biofísica molecular: estudio de procesos biológicos fundamentales a nivel atómico y molecular dentro de los sistemas vivos:

Interacciones proteína-ligando: esenciales para el desarrollo de fármacos.

Estudio del ADN: incluyendo su replicación, transcripción y reparación.

Propiedades de las membranas celulares: como la permeabilidad y la formación de gradientes iónicos.

Impacto clínico de la biofísica

La integración de la **biofísica** en la práctica clínica ha mejorado significativamente la atención médica.

Diagnóstico: mediante tecnologías de imagen avanzadas y análisis biofísicos.

Tratamientos personalizados: basados en modelos biofísicos adaptados a las características específicas del paciente.

Investigación en enfermedades: como el cáncer y las enfermedades cardiovasculares, donde la **biofísica molecular** identifica mecanismos clave.

Biofísica aplicada: herramientas y tecnologías

Microscopía de fuerza atómica (AFM): estructuras biológicas a nivel nanométrico.

Espectroscopía de resonancia magnética nuclear (RMN): interacciones moleculares.

Simulaciones computacionales: modelar dinámicas moleculares y redes biológicas.

Futuro de la biofísica en la medicina

Nanomedicina: utilizando nanopartículas para diagnósticos y terapias específicas.

Ómicas integradas: que combinan biofísica, genómica y proteómica para un entendimiento más profundo de las enfermedades.

Inteligencia artificial: para analizar datos biofísicos y mejorar la toma de decisiones clínicas.



Bibliografía

- Qué es la Biofísica, Marcelino Cereijido
Ciencia Nueva (14), pp. 28-33, Buenos Aires, 1972.
- What is life? The physics aspecto of the living cell, Erwin Schrödinger, Cambridge, 1944.