

# **Objetivos:**

- Conocer las distintas teorías sobre evolución.
- Interpretar el origen y diversificación de los seres vivos desde el punto de vista de la teoría evolutiva, destacando sus lineamientos fundamentales y el estado actual del debate.
- Reconocer el impacto de las fuerzas evolutivas primarias sobre la diversidad biológica.
- Manejar el concepto de adaptación y sus aplicaciones prácticas desde la perspectiva evolutiva.
  - Conocer los procesos de especiación y de evolución transespecífica.
  - Identificar el proceso de origen y evolución del ser humano, enfatizando su impacto actual sobre la biosfera y las perspectivas de su futuro.
- Realizar actividades prácticas sobre los conceptos teóricos tratados.
- Estimular el desarrollo del pensamiento reflexivo sobre la base de la metodología científica.

# ¿Por qué es importante la Biología Evolutiva?

*La BE nos ayuda a entender el mundo que nos rodea, nuestro lugar y a nosotros mismos*

1. Ciencias de la salud
2. Agricultura
3. Productos naturales
4. Manejo ambiental y conservación
5. Evolución humana

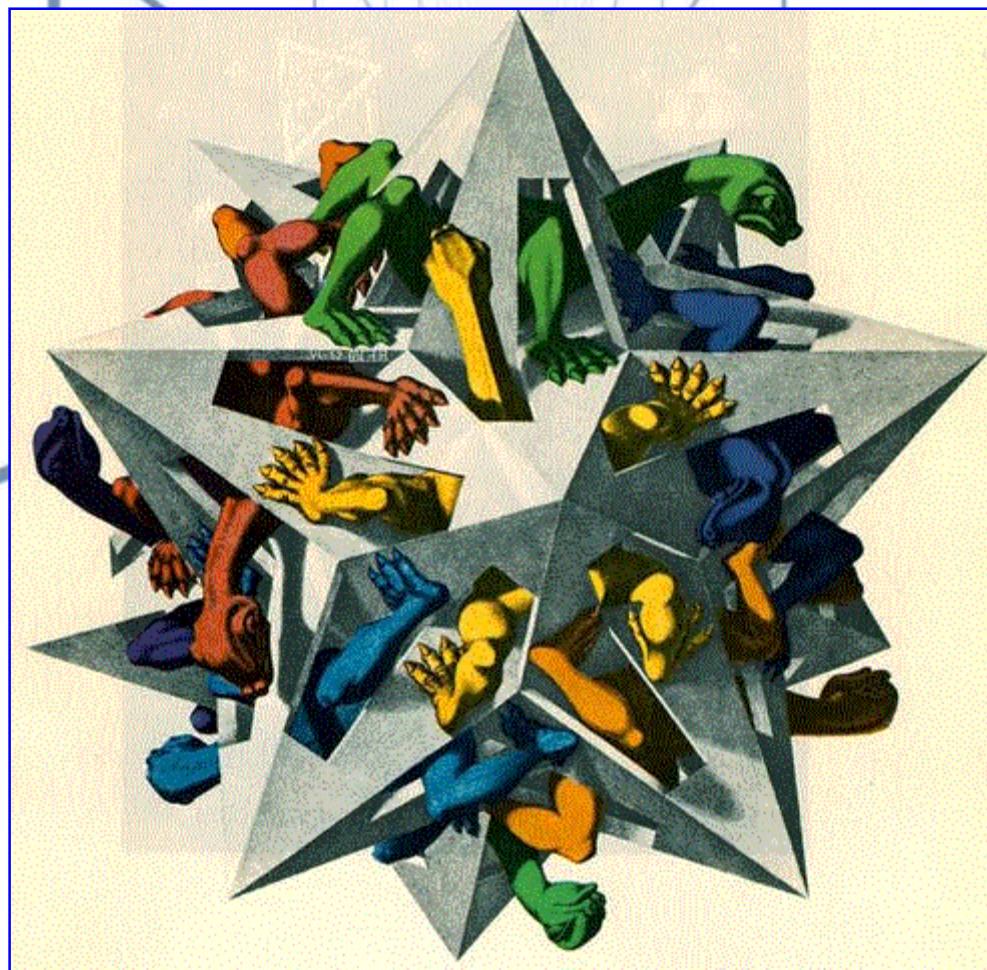
**El curso tiene**

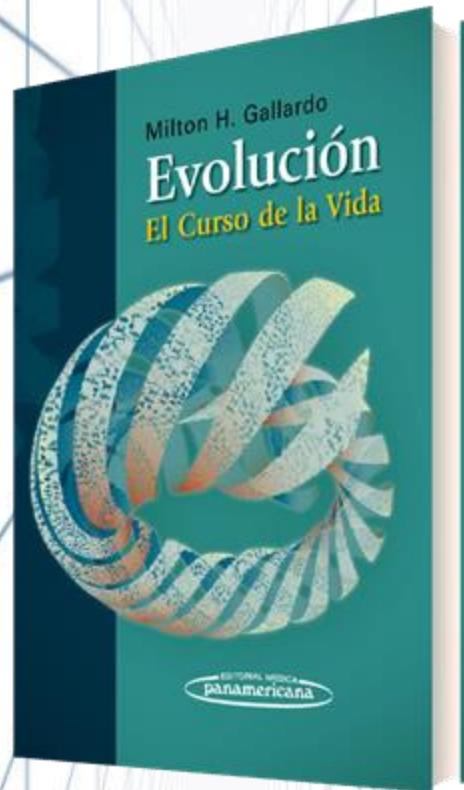
**ESTRUCTURA**

**Y**

**FLEXIBILIDAD**

**Hablar seriamente, sin seriedad...**





82

Stephen Jay Gould LA ESTRUCTURA DE LA TEORÍA DE LA EVOLUCIÓN

# Stephen Jay Gould

## LA ESTRUCTURA DE LA TEORÍA DE LA EVOLUCIÓN

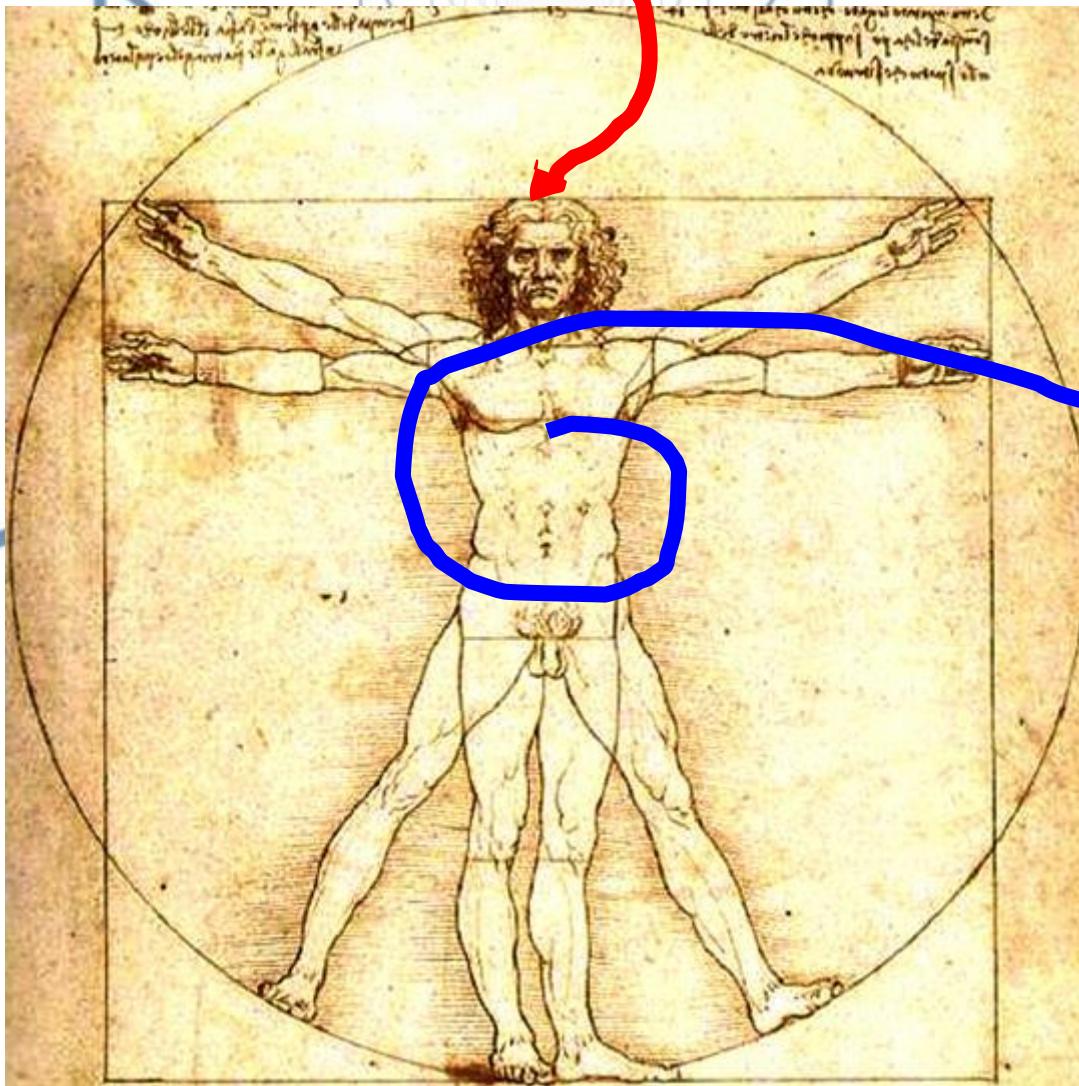
El gran debate de las ciencias de la vida.  
La obra definitiva de un pensador crucial



METATEMAS



[www.todocolección.net](http://www.todocolección.net)



**Maestro no es el que enseña cosas, o el que se aplica  
a la tarea de enseñar cosas, porque una  
encyclopedia, en tal caso sería mejor maestro que el  
hombre.**

**Maestro es quien enseña una manera de tratar con  
las cosas; cada maestro es nada menos que un  
estado vital, una manera de enfrentarse con el  
incesante universo.**

**Jorge Luis Borges**

**Aprender era un placer intenso. Aprender equivalía a nacer. Se tenga la edad que se tenga, el cuerpo experimenta entonces una especie de expansión.**

**El universo se dilata: de pronto se abre una puerta donde no había puerta alguna y el cuerpo se abre con esa misma puerta.**

**El cuerpo antiguo se convierte en otro cuerpo. Un país desconocido se extiende o avanza a toda velocidad y crecemos con lo que crece. Todo lo conocido cobra un nuevo sentido, atrae una nueva luz, y todo lo que hemos abandonado regresa de repente a la nueva tierra con un nuevo relieve todavía inexpresable, porque no era posible preverlo.**

**No hay que enseñar a quien no siente alegría al aprender.**

**Apasionarse por lo que es otro, amar, aprender, es lo mismo.**

**Pascal Quignard**

*El valor de mi trabajo es proporcional al placer que me ha producido. Lo que queda e impresiona no es lo que se ha querido, pensado y construido, sino la actitud, la inspiración, la pequeña y fugaz magia.*

*En una ópera de Mozart, por ejemplo, lo que vale no es la fábula o moraleja, sino el donaire, la frescura y la elegancia con que discurren y se combinan los distintos temas musicales.*

Hermann Hesse



# **El lugar de la Biología en la Ciencia. Características que hacen única a la Biología.**

**La Biología es una ciencia.**

**Ciencia es el intento humano de lograr una mejor comprensión del mundo mediante la observación, la comparación, el experimento, el análisis, la síntesis y la conceptualización.**

**Ciencia es un cuerpo de hechos y los conceptos que permiten explicar esos hechos.**

**Ciencias Sociales - Ciencia política - Ciencia militar - Ciencias ocultas - Ciencia cristiana...**

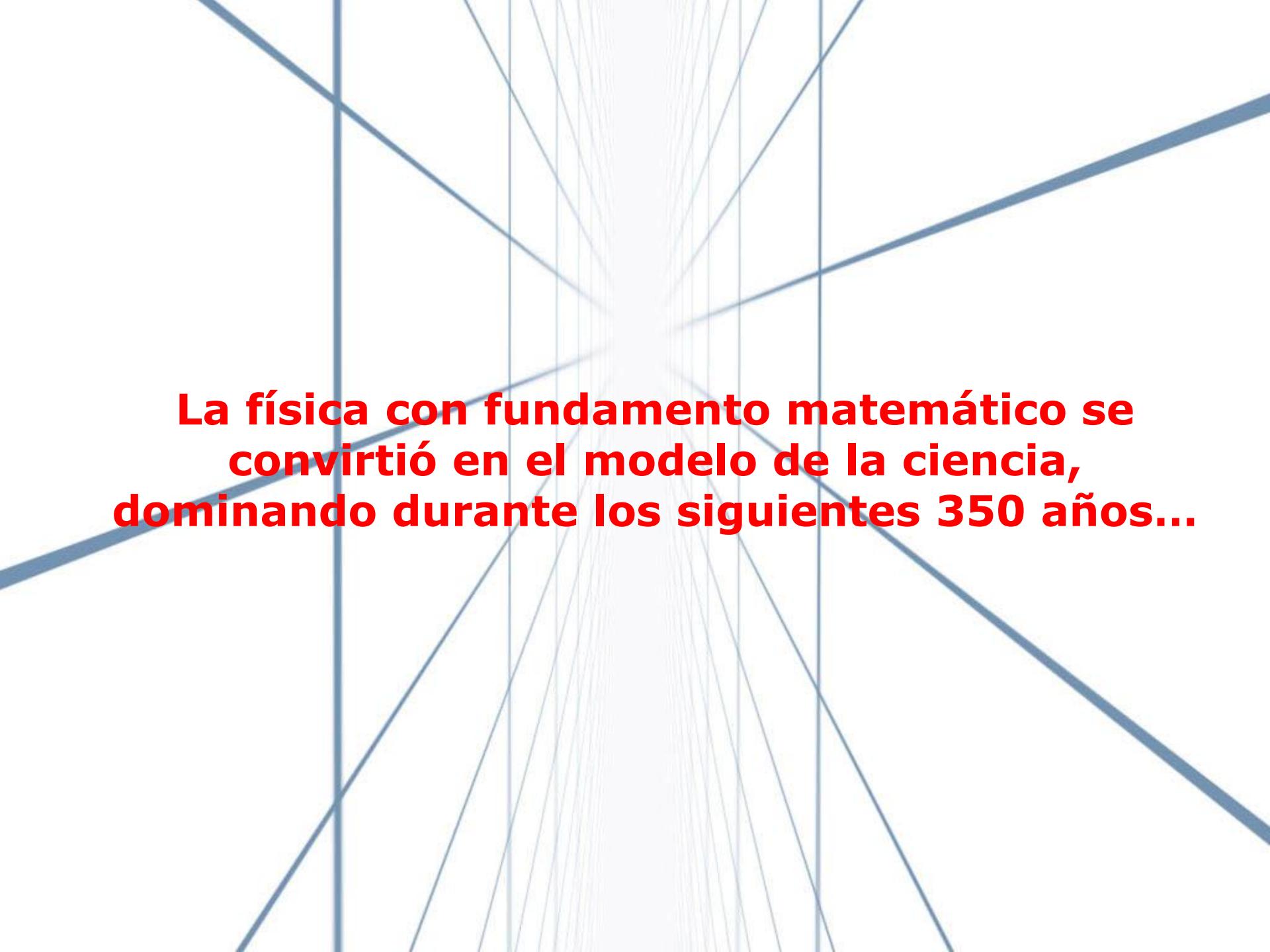
**La ciencia se originó en tiempos anteriores a la escritura cuando la gente empezó a preguntar cómo y por qué acerca del mundo.**

**El “verdadero” comienzo de la ciencia se acepta que fue en la revolución científica de los siglos XVI y XVII caracterizada por Galileo, Descartes y Newton.**

***El libro de la naturaleza no puede entenderse si no se aprende primero a comprender el lenguaje y leer las letras en que está escrito.***

***Está escrito en el lenguaje de la matemática, y sus letras son triángulos, círculos y otras figuras geométricas sin las cuales es sumamente imposible entender ni una sola palabra del mismo; sin ellas, se deambula sin rumbo por un oscuro laberinto.***

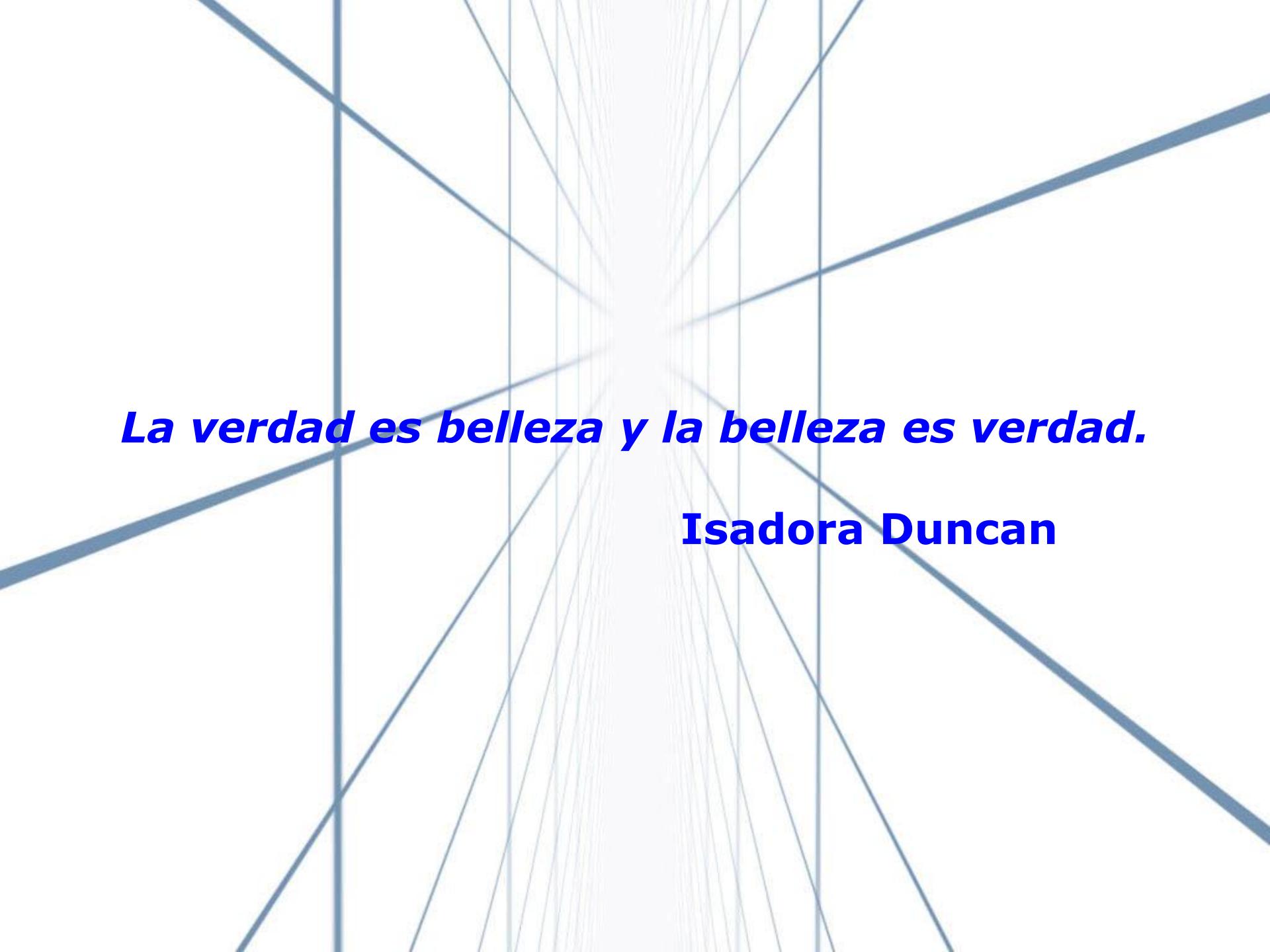
**Galileo Galilei, 1632.**



**La física con fundamento matemático se  
convirtió en el modelo de la ciencia,  
dominando durante los siguientes 350 años...**



**Por poco que uno haya reflexionado sobre la relación que los descubrimientos tienen entre ellos, es fácil percibir que las Ciencias y las Artes se prestan ayuda mutuamente, y que, por consecuencia, hay una cadena que las une.**



***La verdad es belleza y la belleza es verdad.***

**Isadora Duncan**

*La mente humana se manifiesta en su máximo esplendor cuando crea y resuelve; la mente creativa manifiesta el espíritu humano, el ser humano. La inteligencia no sólo favorece el razonamiento lineal, sino también integra las intuiciones, emociones/afectos, y codificación físico-sensorial.*

*La asociación entre las Artes y las Ciencias conlleva a productos y actitudes donde el rigor no es rigidez.*

**Emil Awad**

## **"Consiliencia":**

**Edward O. Wilson (1998) la propone como una forma de articular las grandes ramas del conocimiento, especialmente entre la Biología y las Humanidades y Ciencias Sociales. Así, se vuelven “consilientes”, es decir coherentes e interconectadas a través de explicaciones causa-efecto.**

**Esto requiere un nivel de cooperación y *unidad de conocimiento* basado no sólo en tecnologías, sino también en valores humanos y cultura social.**

**Toma la palabra de William Whewell (1840), fundador de la moderna filosofía de la ciencia.**

## **Manejo de Bosques**

**Economía**

**Política ambiental**

**Ciencia Social**

**Etica**

**Etica ambiental**

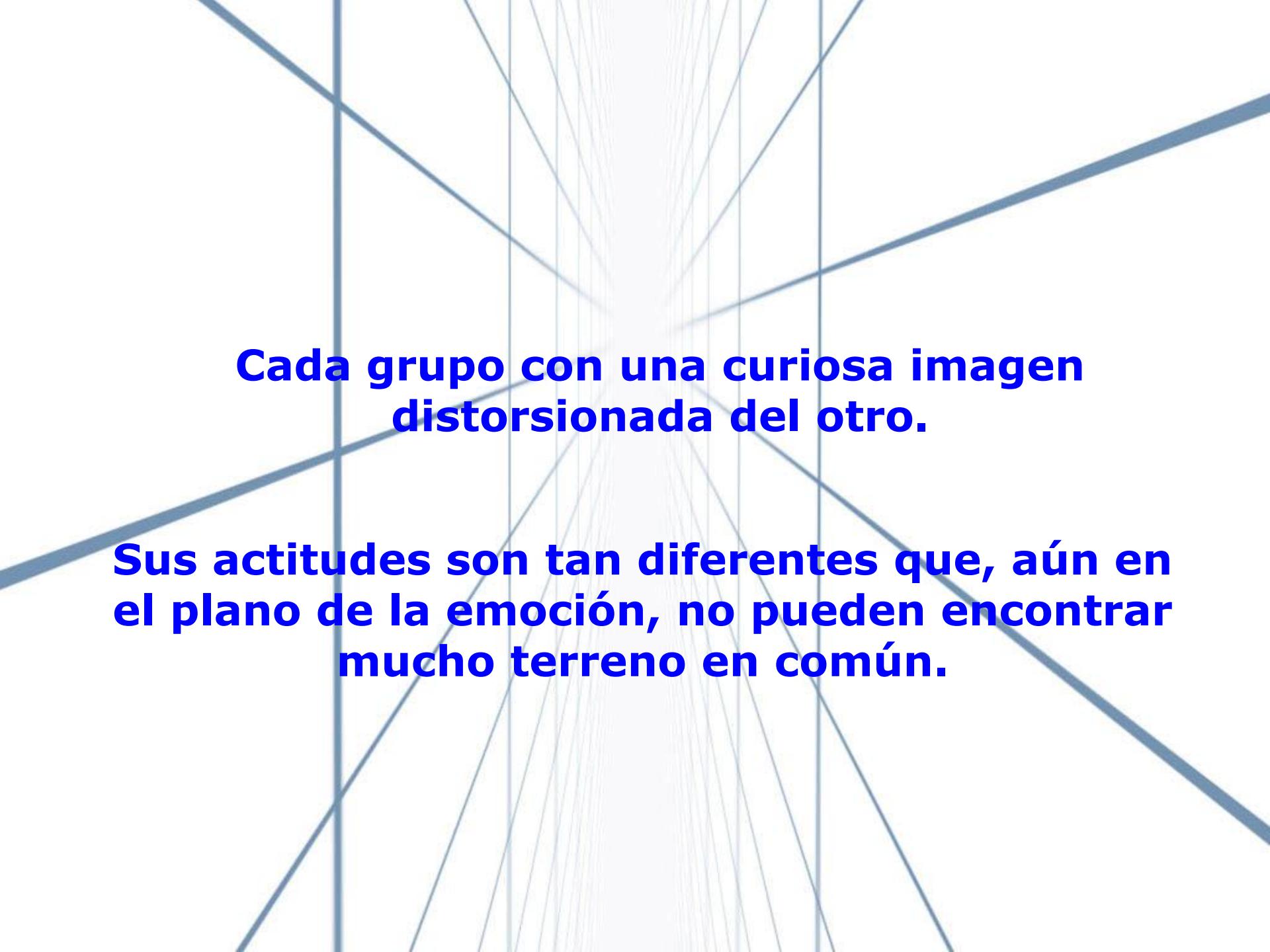
**Biología**

**Ecología**

## **Las dos culturas.**

**La noción de que nuestra sociedad, su sistema educativo y su vida intelectual se caracterizan por una escisión entre dos culturas (las artes o humanidades por un lado y las ciencias por el otro) tiene una larga historia.**

**Entre ambas culturas hay un abismo de incomprendión mutua, a veces hostilidad y desagrado, pero sobre todo falta de entendimiento.**



**Cada grupo con una curiosa imagen  
distorsionada del otro.**

**Sus actitudes son tan diferentes que, aún en  
el plano de la emoción, no pueden encontrar  
mucho terreno en común.**

**Los cambios educacionales no van a producir milagros. La división de nuestra cultura nos hace más obtusos de lo necesario; podemos reparar las comunicaciones hasta cierto punto, pero, no vamos a producir hombres y mujeres que entiendan nuestro mundo tanto como Piero della Francesca, Pascal o Goethe entendían el suyo. Con buena suerte, sin embargo, podemos educar una gran proporción de nuestras mejores mentes a fin de que no ignoren la experiencia imaginativa, tanto en las artes como en la ciencia, y tampoco las dotes de la ciencia aplicada, el sufrimiento remediable de la mayoría de nuestros semejantes y las responsabilidades que, una vez conocidas, no pueden rechazarse.**

**C. P. Snow, 1959**

**La Ciencia no constituye un mundo aparte que escapa a las influencias de la sociedad.**

**Los sociólogos analizan el trabajo de los científicos, la organización de las instituciones que han construido, las funciones y las eventuales especificidades de su actividad.**

**Asimismo, observan y estudian el funcionamiento cotidiano de los laboratorios de investigación o los efectos del contexto social y cultural sobre los conocimientos.**

**Las cuatro normas que guían el comportamiento de los científicos y estructura la ciencia en tanto actividad social.**

**1) el universalismo permite asegurar que los conocimientos surgidos de la actividad científica son universales, objetivos.**

**Los criterios de evaluación de los trabajos científicos deben ser conocidos por todos y no depender de circunstancias o personas: el rechazo o la aceptación de un enunciado científico no depende de la raza, del sexo, de la nacionalidad o incluso de la religión de quien lo enuncia.**

**2) el comunalismo (o comunismo) asegura que todos los productos de la investigación científica son bienes colectivos: la ciencia es el resultado de una colaboración, de un esfuerzo cooperativo y constituye un patrimonio público.**

**El derecho de propiedad es muy limitado. Una ley o teoría no pertenecen a quien la enunció, sino a toda la comunidad científica. El secreto es incompatible con esta exigencia: la actividad científica debe ser transparente.**

**3) El desinterés asegura que el científico trabaja olvidando sus intereses personales, sus motivaciones extracientíficas, y que está enteramente dedicado a la búsqueda de la verdad.**

**La integridad de los hombres de ciencia resulta ampliamente del carácter público y comprobable de los resultados: idealmente, nadie tiene interés en hacer trampas o en mentir, pues éstas serán rápidamente descubiertas y su autor denunciado.**

**4) El escepticismo organizado (o duda sistemática) impide que los resultados sean prematuramente aceptados: garantiza que los enunciados científicos sean sometidos a profundos exámenes críticos antes de ser validados como conocimientos adquiridos.**

**Esta norma supone que los científicos tienen una disponibilidad permanente y sistemática para la crítica y la revisión de sus conocimientos. Cancela la distinción entre lo “profano” y lo “sagrado”, entre lo que puede ser sometido a análisis crítico y lo que debe ser admitido sin crítica.**



## **La biología es diferente. ¿Por qué es diferente?**

**A pesar de espectaculares avances tales como la genética, la evolución y la biología molecular, se siguió tratando a la Biología como una rama de la ciencia física. Y las mismas pautas fueron empleadas para todas las ciencias: antropología, psicología, sociología, etc.**

**Se precisa un análisis cuidadoso de cada ciencia a fin de determinar si sus principios y componentes básicos pueden ser cubiertos de modo adecuado por las explicaciones de la mecánica y, en forma más amplia, por las de la física.**

## **La autonomía de la biología. La refutación de ciertos supuestos básicos erróneos.**

**La biología no podía ser reconocida como una ciencia del mismo rango que la física, mientras la mayoría de los biólogos aceptase algunos principios explicativos básicos no convalidados por las leyes de las ciencias físicas y que finalmente resultasen ser no válidos.**

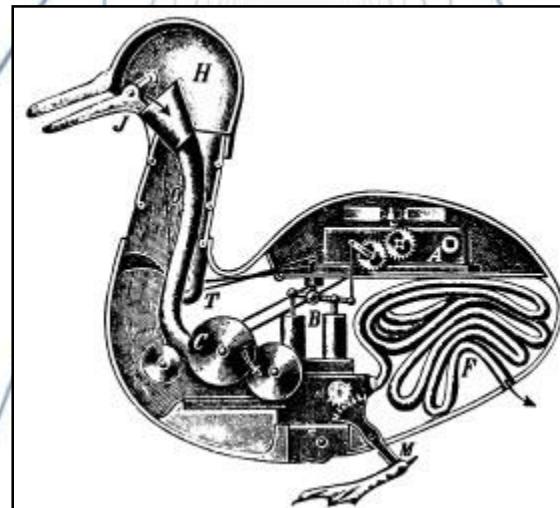
**Esos principios son el vitalismo y la teleología cósmica.**

## Vitalismo

**La naturaleza de la vida, la propiedad de ser viviente siempre ha resultado enigmática para los filósofos.**

**Descartes:**

***"un organismo no es en realidad nada más que una máquina".***



**Los naturalistas creían que en un organismo viviente hay en actividad fuerzas que no existen en la materia inanimada. Así como los movimientos de los planetas y las estrellas son controlados por una fuerza oculta, invisible, denominada gravedad, los movimientos y otras manifestaciones de la vida de los organismos son controlados por la fuerza invisible la *lebenskraft* o *vis vitalis*.**

**El vitalismo tuvo muchos adherentes desde principios del siglo XVII hasta principios del siglo XX (Bergson, Driesch).**

## **El final del vitalismo obedece a dos causas:**

- **el fracaso de miles de experimentos llevados a cabo para demostrarlo.**
- **la toma de conciencia de que la nueva biología, con los métodos de genética y biología molecular, estaba en condiciones de resolver todos los problemas para los cuales los científicos habían invocado la *vis vitalis*.**

## **Teleología**

**Tiene que ver con la explicación de los procesos naturales que parecen llevar automáticamente a un fin o meta definidos.**

**Se acabó apelando a esta causa para todos los fenómenos del cosmos que llevan a un fin.**

**Aquí se ubican la teoría de la transformación de Lamarck y la ortogénesis.**

## **¿Que es la biología?**

**Consta de dos campos más bien diferentes:**

- **la biología mecanicista (funcional).**
- **la biología histórica.**

**La biología funcional trata de la fisiología de todas las actividades de los organismos vivos. Estos procesos funcionales pueden explicarse, en última instancia, en forma puramente mecánica por la química y la física.**

**La biología histórica resulta indispensable para la explicación de todos los aspectos del mundo vivo que impliquen la dimensión del tiempo histórico; en otras palabras, todos los aspectos tienen que ver con la evolución.**

**En ambos campos se hacen preguntas ¿qué?**

**La pregunta más frecuente en biología  
funcional es ¿cómo? y en biología evolutiva  
¿por qué?**

# **¿Qué fue necesario para la autonomía de la Biología?**

- 1. Emprender un análisis crítico del marco conceptual de las ciencias físicas, lo cual reveló que algunos de sus principios básicos simplemente no eran aplicables a la Biología.**
- 2. Investigar si la Biología está basada sobre ciertos principios adicionales que no son aplicables a la materia inanimada, lo cual requirió una profunda reestructuración del marco conceptual de la ciencia, iniciada en 1859 con la publicación de *El origen de las especies* de Darwin.**

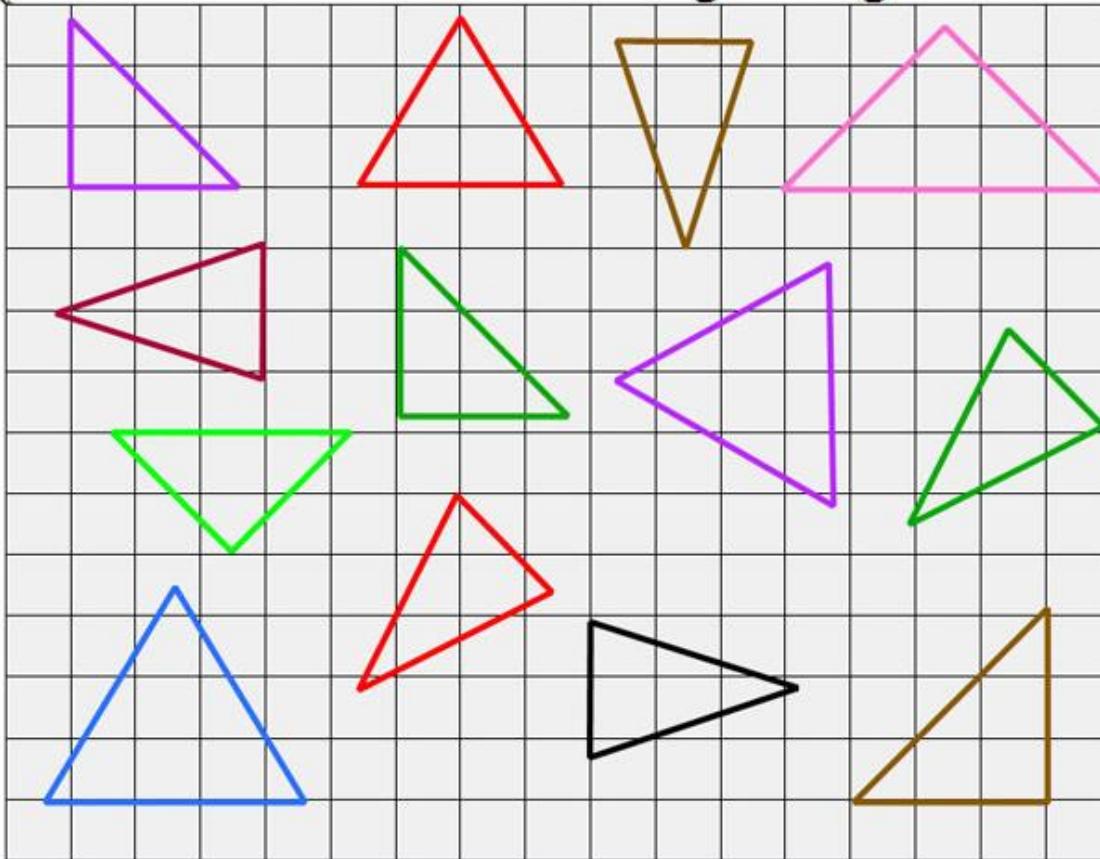
## **Ideas fisicalistas no aplicables a la biología**

### **1. Esencialismo (tipología).**

**Pitágoras y Platón: el concepto tradicional de la diversidad del mundo era que consistía en una cantidad limitada de esencias (*eide*) netamente delimitadas e invariables.**

**Los miembros de cada clase eran idénticos, constantes y separados con precisión de los miembros de cualquier otra esencia.**

**La variación era no esencial y accidental.**



**Todos los triángulos poseen las mismas características fundamentales y se distinguen netamente de los cuadrados o de cualquier otra figura geométrica. Algo intermedio entre un triángulo y un cuadrado es inconcebible.**



**Darwin rechazó el pensamiento tipológico y empleó un concepto completamente diferente, el actualmente denominado *pensamiento poblacional*.**

## **2. Determinismo**

**La aceptación de las leyes deterministas de Newton no dejaba espacio para la variación o los hechos fortuitos.**

**La refutación del determinismo estricto y de la posibilidad de la predicción absoluta despejó el campo para el estudio de la variación y de los fenómenos aleatorios, tan importantes en Biología.**

### **3. Reducccionismo.**

**El problema de la explicación de un sistema se resolvía, en principio, tan pronto como el sistema había sido reducido a sus componentes más pequeños.**

**Apenas se completara el inventario de estos componentes y se determinara la función de cada uno, sería una tarea fácil explicar todo lo observado en los más altos niveles de organización.**

#### **4. La ausencia de leyes naturales universales en biología.**

**Los filósofos del positivismo lógico basan sus teorías en leyes naturales estrictamente deterministas.**

**En biología hay también regularidades, pero sin la severidad de las leyes de las ciencias físicas.**

**Debido a la naturaleza probabilística de la mayor parte de las generalizaciones en biología evolutiva, resulta imposible aplicar el método falsacionista para poner a prueba las teorías, ya que el caso particular de una aparente refutación de una determinada ley, puede resultar ser nada más que una excepción ...**

**La mayor parte de las teorías biológicas no se basan en leyes, sino en conceptos como:**

**la selección, la especiación, la filogenia, la competencia, la población, la adaptación, la biodiversidad, el desarrollo, el ecosistema, la función, etc.**



# **Características autónomas de la Biología**

## **1. La complejidad de los sistemas vivientes.**

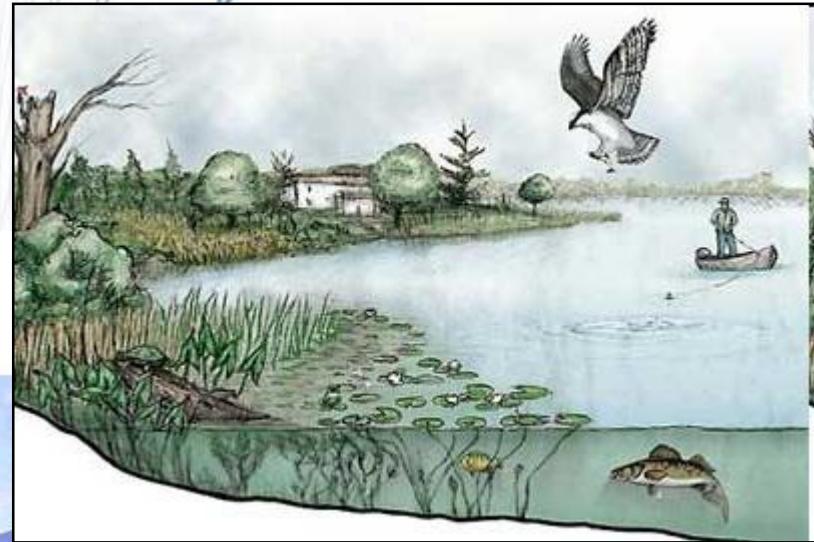
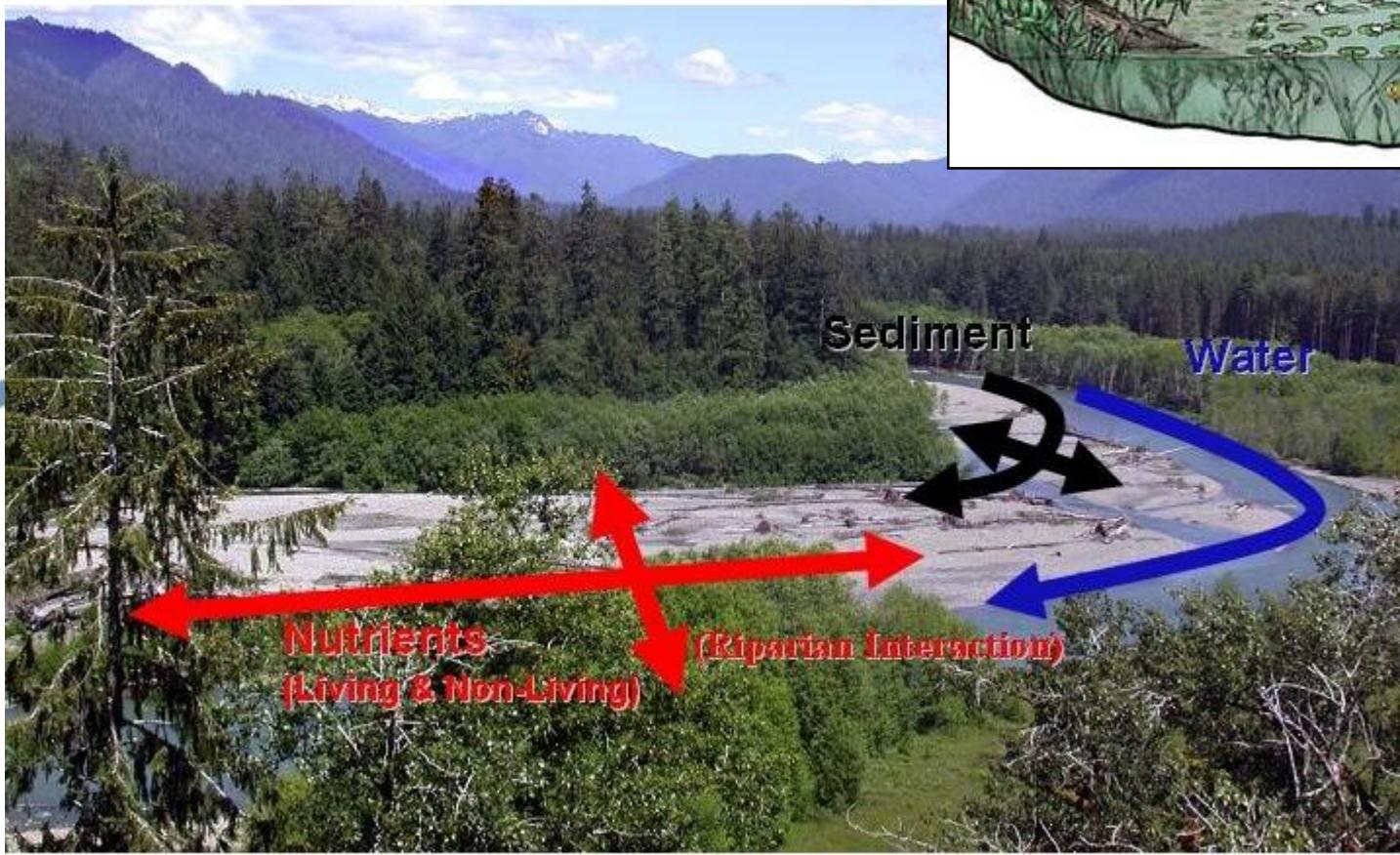
**No existen en el mesocosmos sistemas inanimados que sean tan complejos como los sistemas biológicos de las macromoléculas y las células.**

**Estos sistemas son ricos en propiedades emergentes, porque constantemente aparecen nuevos grupos de propiedades en cada nivel de integración.**

**Los sistemas biológicos son siempre abiertos. Los principios de entropía no son aplicables.**

**A causa de la complejidad de los sistemas biológicos se encuentran ricamente dotados con capacidades tales como:**

**la reproducción, el metabolismo, la replicación, la regulación, la adaptación, el crecimiento, la organización jerárquica, la evolución.**



**La adopción del concepto de biopoblación  
fue el responsable de lo que parece ser la  
diferencia más fundamental entre el mundo  
inanimado y el viviente.**

**En el mundo inanimado, los miembros de  
cada “tipo” son idénticos entre sí.**

**La variación es accidental e irrelevante. Hay  
leyes inalterables.**

## Población biológica

**Cada individuo es único y el valor medio estadístico de una población constituye una abstracción.**

**Las propiedades de las poblaciones varían de una generación a otra de modo gradual.**

**Pensar en el mundo viviente como un conjunto de poblaciones siempre variables que se convierten gradualmente unas en otras de una generación a otra, da como resultado una concepción del mundo por completo diferente a la de un tipólogo.**



**Los procesos biológicos difieren en un aspecto fundamental de todos los procesos de mundo animado**

**están sometidos a una causación dual:**

**No sólo están controlados por leyes naturales, sino también por programas genéticos.**

## **2. La biología evolutiva es una ciencia histórica.**

**Es muy diferente de las ciencias exactas en su marco conceptual y metodología.**

**Trata con fenómenos singulares:**

**La extinción de los dinosaurios, el origen de los seres humanos, el origen de las novedades evolutivas, la explicación de las tendencias y las tasas evolutivas, la explicación de la diversidad orgánica.**

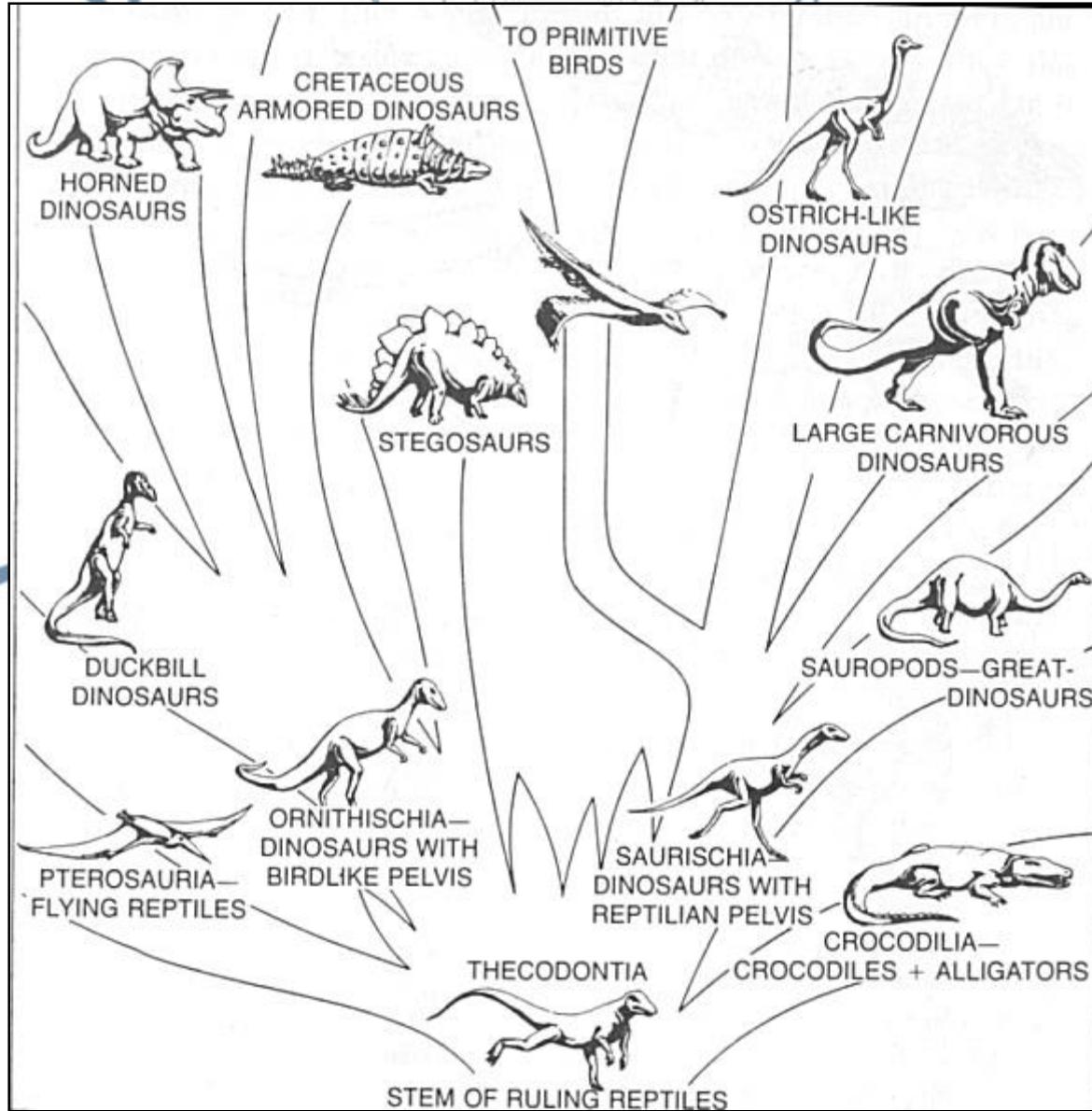
**No hay manera de explicar estos fenómenos por medio de leyes.**

**Los experimentos son habitualmente inadecuados para obtener respuestas a cuestiones evolutivas.**

**El biólogo construye una narrativa histórica a la cual es posteriormente puesta a prueba en cuanto a su valor explicativo.**

**Ejemplo:**

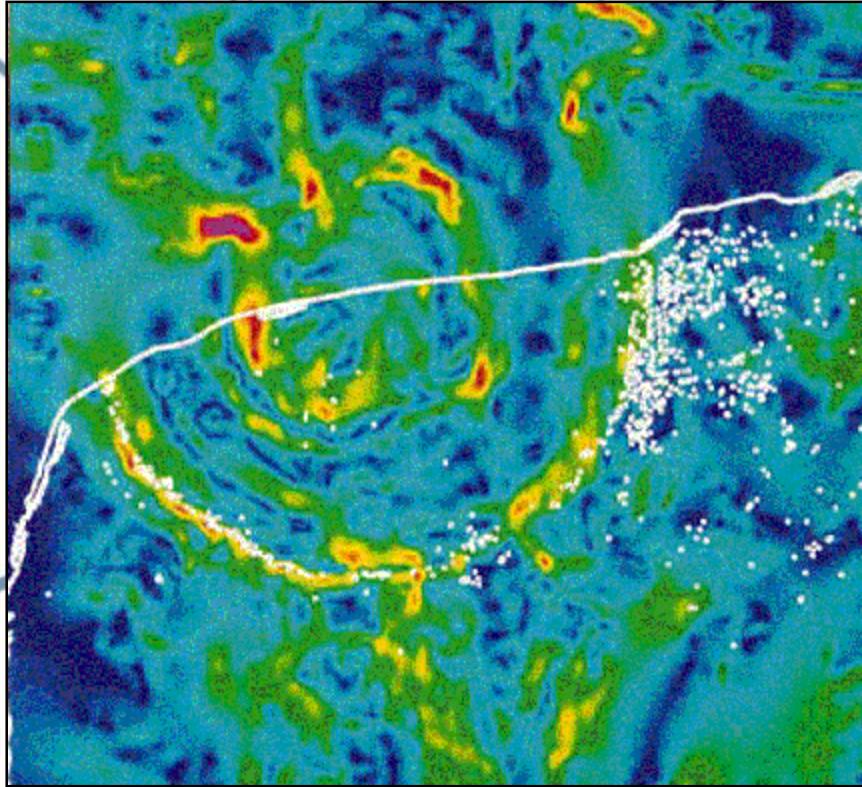
**Extinción de los dinosaurios, fines del cretáceo, hace unos 75 millones de años.**



- Lejos de ser súbita, la extinción fue progresiva. Empezó según las especies desde 10 millones hasta 3 millones de años antes del fin del cretácico.
- Esta baja gradual del número de especies vivas es correlativa con una bajada general de la temperatura y una importante regresión marina: el nivel de las aguas bajó entre 100 y 200 metros.
- Durante los 2 millones de años que precedieron el fin del cretácico, hubo una actividad sísmica excepcional en el subcontinente indio.



- **Se descubrió en 1973 una fina capa de arcilla roja, llamada el límite K/T que contiene iridio. Se encuentra en todas partes del globo y sería la prueba de un impacto de asteroide de gran tamaño. Por debajo de esta capa, se encuentran gran número de fósiles, y prácticamente ninguno por encima...**



- En el año 1990 se encontró un cráter de 200 km de diámetro en el golfo de México. El cráter de Chixulub, cerca de la península de Yucatán, se debe a un meteorito de 10 km de diámetro que chocó contra el planeta a unos 90 000 km/h.



**Posteriores descubrimientos de cráteres de 30 y 25 km de diámetro, respectivamente, en Ucrania (1999) y el mar del Norte (2002), fechados también con 65 millones de años, dejan pensar que la Tierra sufrió probablemente un verdadero bombardeo cósmico.**

## **El impacto de esos asteroides provocó:**

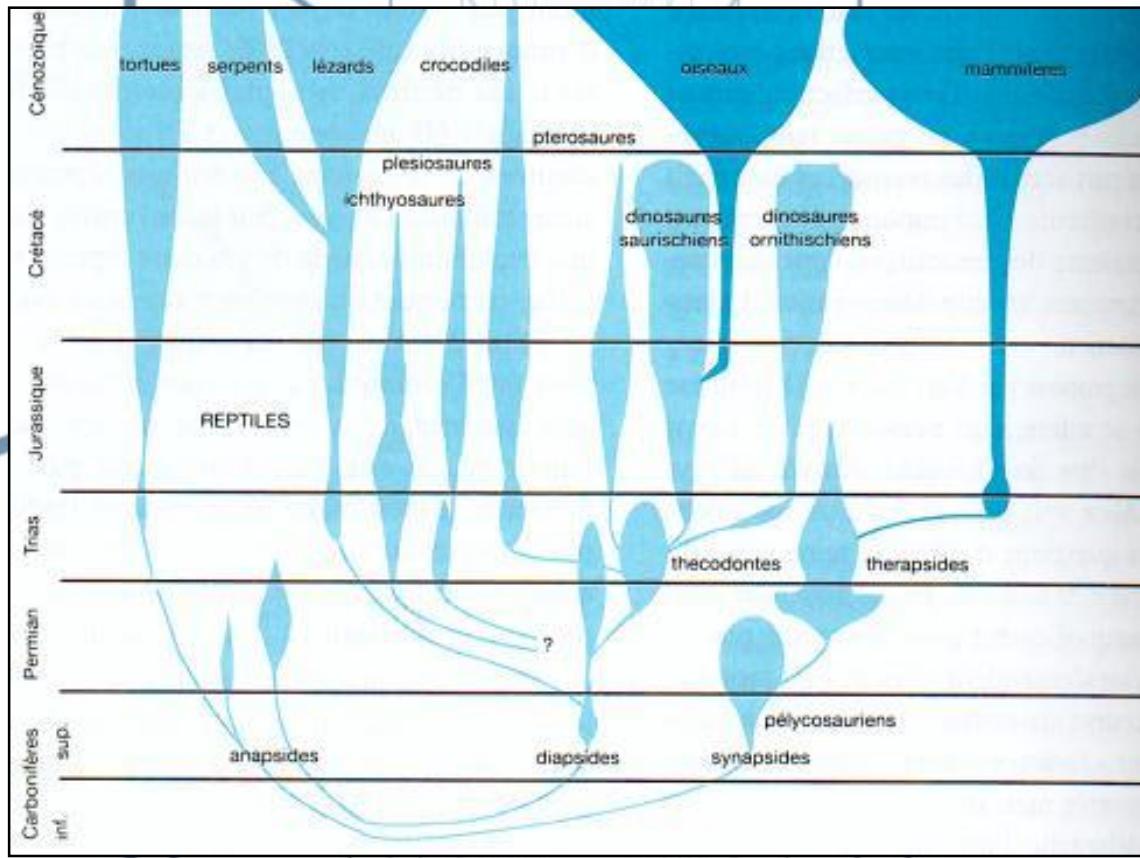
- **violentos terremotos**
- **erupciones volcánicas devastadoras**
- **la combustión de 6 hasta 13 mil millones de toneladas de carbono convirtiendo la atmósfera 5 veces más rica en dióxido de carbono durante más de 10 000 años, haciendo subir brutalmente la temperatura global más de 7°C.**

**Las consecuencias fueron un "invierno nuclear" devastador que desordenó la cadena alimenticia.**

**De este período sombrío, solo los animales de menos de 25 kg parecen haber podido salir adelante y reanudar con el curso de la evolución.**

**Así, los dinosaurios habrían dejado paso a los mamíferos...**

**Sin embargo, existían numerosos dinosaurios de tamaño reducido... Y por qué sobrevivió el linaje de los cocodrilos?**





**Así la biología está a mitad camino entre las ciencias exactas y las históricas.**

### **3. El azar.**

**Las leyes naturales producen un resultado más bien determinista en las ciencias físicas.**

**Ni la selección natural ni la sexual avalan ese determinismo. Tampoco la mutación, la deriva génica, el principio del fundador, etc.**

**El resultado de un proceso evolutivo es habitualmente producto de la interacción entre numerosos factores fortuitos.**

**Invocar el azar en cualquier explicación no era científico ...**

## **4. Pensamiento holístico.**

**En un sistema biológico hay tantas interacciones entre las partes, que un conocimiento completo de la propiedad de las partes más pequeñas brinda apenas una explicación parcial.**

**Nada es tan característico de los procesos biológicos como las interacciones en todos los niveles, entre los genes y el genotipo, entre los genes y los tejidos, entre las células y otros componentes del organismo, entre el organismo y su ambiente, entre los organismos entre sí.**

**Es precisamente esta interacción de las partes lo que confiere a la naturaleza como un todo, o al ecosistema, o a la población local, o al grupo social, o a los órganos de un mismo organismo, o a las células de un órgano, sus características más pronunciadas.**

**Las interacciones de los componentes deben considerarse tanto como las propiedades de los componentes aislados.**

## **5. Limitación al mesocosmos.**

**De acuerdo los órganos sensoriales humanos se pueden distinguir:**

**MICROCOSMOS o mundo subatómico de las partículas elementales y sus combinaciones.**

**MESOCOSMOS desde los átomos hasta las galaxias. Este es relevante para la Biología.**

**MACROCOSMOS o mundo de las dimensiones cósmicas.**

## "El Azar y la Necesidad" (1970) Jacques Monod

**La Biología ocupa, entre las ciencias, un lugar a la vez marginal y central. Marginal en cuanto que el mundo viviente no constituye más que una parte ínfima y muy 'especial' del universo conocido, de suerte que el estudio de los seres vivos no parece poder lograr jamás la revelación de unas leyes generales, aplicables fuera de la biosfera.**

**Pero si la ambición última de la ciencia entera es fundamentalmente, como creo, dilucidar la relación del hombre con el universo, entonces es justo reconocer a la Biología un lugar central puesto que es, entre todas las disciplinas, la que intenta ir más directamente al centro de los problemas que se deben haber resuelto antes de poder proponer el de la «naturaleza humana», en unos términos que no sean metafísicos.**

## "El Azar y la Necesidad" (1970) Jacques Monod

Así, la Biología es, para el hombre, la más significativa de todas las ciencias; es la que ha contribuido ya, sin duda, más que ninguna otra, a la formación del pensamiento moderno, profundamente cambiado y definitivamente marcado en todos los terrenos: filosófico, religioso y político, por el advenimiento de la teoría de la Evolución.

