

## TEMA 2

# ¿DE DÓNDE PROVIENE LA VIDA?

*Ariel A. Roth*

*[sciencesandscriptures.com](http://sciencesandscriptures.com)*

# ¿DE DÓNDE PROVIENE LA VIDA?

## ESQUEMA

1. El problema
2. ¿Qué es la vida?
3. La complejidad de la vida
4. La batalla sobre la generación espontánea
5. Evolución química
6. Diez problemas para la evolución química
7. Un incidente impactante
8. Conclusiones
9. Cuestionario de repaso

# 1. EL PROBLEMA

# 1. EL PROBLEMA

**La Biblia es muy clara cuando habla sobre el origen de la vida. Dios creó los diferentes tipos de organismos. En el primer capítulo de la Biblia se afirma que:**

- “Después dijo Dios: "Produzca la tierra hierba verde que dé semilla, y árboles frutales que den fruto según su género, con su semilla en ellos". Y así sucedió.
- “ Y creó Dios los grandes animales marinos, ... y toda ave alada según su especie. Y vio Dios que era bueno.
- “Y Dios hizo animales silvestres según su género, ganado según su género, y todo reptil que se arrastra según su especie. Y vio Dios que era bueno.
- “Y creó Dios al hombre a su imagen, a imagen de Dios lo creó. Hombre y mujer los creó. Y Dios los bendijo...”

# 1. EL PROBLEMA

¿De dónde proviene la vida? Algunos dicen que Dios la creó, otros dicen que fue el resultado de un largo proceso evolutivo que surgió por sí mismo.

El término **evolución** en un sentido amplio es un concepto filosófico que puede aplicarse a diferentes contextos como la evolución del universo, la evolución de una civilización, etc.

Es habitual utilizar el término evolución para referirse a la **evolución biológica**, la transformación gradual de los seres vivos a lo largo de millones de años. Este significado suele incluir el origen de la vida a partir de materia inerte y su desarrollo posterior desde organismos simples hasta organismos complejos.

En este tema trataremos específicamente la cuestión de **cómo pudo surgir la vida a partir de materia inerte**. Ésta es una pregunta importante que la evolución debe responder, y probablemente el problema más difícil al que se enfrenta actualmente la evolución biológica.

# 1. EL PROBLEMA

National Geographic, una de las revistas más populares del mundo y firme promotora de la evolución, publicó en su portada de Noviembre de 2004 una pregunta sorprendente: “**¿SE EQUIVOCÓ DARWIN ?**”

En el interior, el artículo que desarrollaba esta intrigante pregunta no dejaba lugar a dudas sobre la respuesta: “**NO. LAS EVIDENCIAS A FAVOR DE LA EVOLUCIÓN SON ABRUMADORAS**”

Sin embargo, la mayor parte de las evidencias científicas presentadas a favor de la evolución en el artículo eran sorprendentemente pobres. Hablaba sobre todo de cambios muy pequeños observados en los organismos (microevolución), asumiendo a continuación que evolucionaron unos de otros. Ese fue también el énfasis de Darwin. En ambos casos se omitía el problema más complejo al que se enfrenta la evolución: ¿cómo pudo la vida originarse por sí sola?

# 1. EL PROBLEMA

**LA RESPUESTA DE UN LECTOR de National Geographic en un número posterior de la revista refleja el dilema que muchas personas tienen frente a la evolución:**

**«No me sorprende que casi la mitad de los estadounidenses creen que sólo Dios, y no la evolución, creó a los seres humanos. Cuando miro a mis tres hermosos hijos, resulta difícil creer que sean el resultado final de la evolución de la espuma de una charca del Eoceno... Mi suegro, por otro lado, puede que sea la evidencia que han estado buscando.»**

**Toby Pitts**

***Baltimore, Maryland***

# 1. EL PROBLEMA

Muchos científicos creen que la vida surgió espontáneamente, y algunos han dedicado toda una vida de investigación a tratar de averiguar cómo pudo ocurrir algo así en una tierra estéril. Existe mucha especulación, pero muy pocas sugerencias significativas.

Otros científicos son más cautos. El bioquímico **Franklin M. Harold** en su libro **The Way of the Cell (El Camino de la Célula)**, p 251 afirma: "El origen de la vida me parece tan incomprensible como siempre, un asunto digno de asombro pero inexplicable."



## 2. ¿QUÉ ES LA VIDA?

## 2. ¿QUÉ ES LA VIDA?

La vida tiene características propias como **organización celular**, **crecimiento**, **metabolismo** (reacciones químicas) y **reproducción** (producción de nuevos organismos). Por lo general no tenemos problemas para identificarla.

Solemos identificar fácilmente si un organismo está vivo o muerto. La siguiente imagen del famoso pico Matterhorn en Suiza sirve para ilustrar la comprensión común de lo que es la vida. Al mirar este paisaje no tenemos ningún problema para diferenciar lo vivo de lo no vivo. Las plantas que crecen y tienen flores para reproducirse están vivas; las rocas y el hielo no lo están.



**Flores y árboles cerca de la base del rocoso pico helado Matterhorn en Suiza**

## 2. ¿QUÉ ES LA VIDA?

No hay duda de que el tiburón de la siguiente imagen está vivo. Por supuesto, esa era la menor de mis preocupaciones cuando le estaba fotografiando y se me acercó con presunto interés... Anécdotas aparte, los peces ilustran el problema que supone definir claramente lo que está vivo, especialmente si nos encontramos ante un pez moribundo, porque los procesos que conducen a la muerte son complicados y a menudo **progresivos**.

¿Podría la vida surgir igualmente de manera gradual? Ésta es una pregunta importante, a la que muchas personas responden afirmativamente. Sin embargo, hemos de tener en cuenta que la forma de vida **independiente** más simple que conocemos es tan compleja y requiere del funcionamiento simultáneo y coordinado de tantas partes diferentes que una evolución gradual de la primera forma de vida no parece posible.

En este tema sobre el origen de la vida nos centraremos especialmente en cuestiones relacionadas con el origen de la primera forma de vida en la tierra.



**Tiburón gris, Atolón de Enewetak, Islas Marshall**

## 2. ¿QUÉ ES LA VIDA?

Hay quien sugiere que el hecho de que podamos romper un cristal grande de sal en muchos cristales más pequeños demuestra que los materiales inertes también pueden reproducirse. Sin embargo, la estructura química de la sal **es tan simple** comparada con la de los seres vivos, que el símil carece totalmente de interés. En el interior de un ser vivo ocurren cientos de reacciones químicas diferentes, y todas ellas incluyen cambios mucho más complejos que romper un cristal de sal.

Una de las características principales de la vida es la capacidad de producir individuos similares . **La jirafa preñada** de la siguiente diapositiva ilustra la maravilla de la reproducción: ¡hay una pequeña jirafa desarrollándose en su interior! La reproducción de cualquier forma de vida requiere de procesos muy complejos.



**Jirafa preñada, cerca de Nairobi, Kenia**

## 2. ¿QUÉ ES LA VIDA?

En el conflicto entre evolución y creación, la pregunta de qué es la vida se vuelve más significativa cuando nos fijamos en los **virus**. Los virus muestran un bajo nivel de complejidad pero se encuentran asociados con los seres vivos, por lo que se ha sugerido que podrían representar los primeros pasos de la vida en evolución. Sin embargo, esta idea presenta serios problemas.

Los virus son muy pequeños y por lo general constan de dos partes. El exterior está formado por una cubierta de **moléculas de proteína** llamada cápside, en cuyo interior se encuentra el material genético, que puede ser **ADN o ARN**. La estructura geométrica de las cápsides víricas es tan constante que algunos virus se comportan como cristales, agregándose en estructuras mayores. El ADN o ARN viral contiene información para fabricar entre 4 y 200 proteínas diferentes.



## 2. ¿QUÉ ES LA VIDA?

Cuando un virus entra en una célula viva **estimula los complejos sistemas de replicación de la célula para producir copias del ADN (o ARN) del virus.** Durante las etapas tardías de la infección se reclutan los sistemas celulares para producir las proteínas víricas y se fabrican grandes cantidades de virus. Además, algunos genes (ADN) transportados por el virus se pueden insertar en el ADN de la célula, lo que a veces la convierte en una célula cancerosa.

## 2. ¿QUÉ ES LA VIDA?

Los virus no están vivos ya que **no pueden reproducirse por sí mismos; sólo pueden hacerlo a través de los complejos sistemas reproductivos de las células vivas a las que invaden.** Los virus no representan un candidato válido para el origen de la vida porque dependen de las células y por lo tanto, las células debieron de existir antes que los virus. Las formas de vida independiente (células) más simples que conocemos son mucho más versátiles y mucho más complejas que los virus.

Recordemos que la definición de vida incluye crecimiento, metabolismo y reproducción. Se requiere una gran cantidad de partes complejas para realizar esos procesos, de las que los virus carecen.

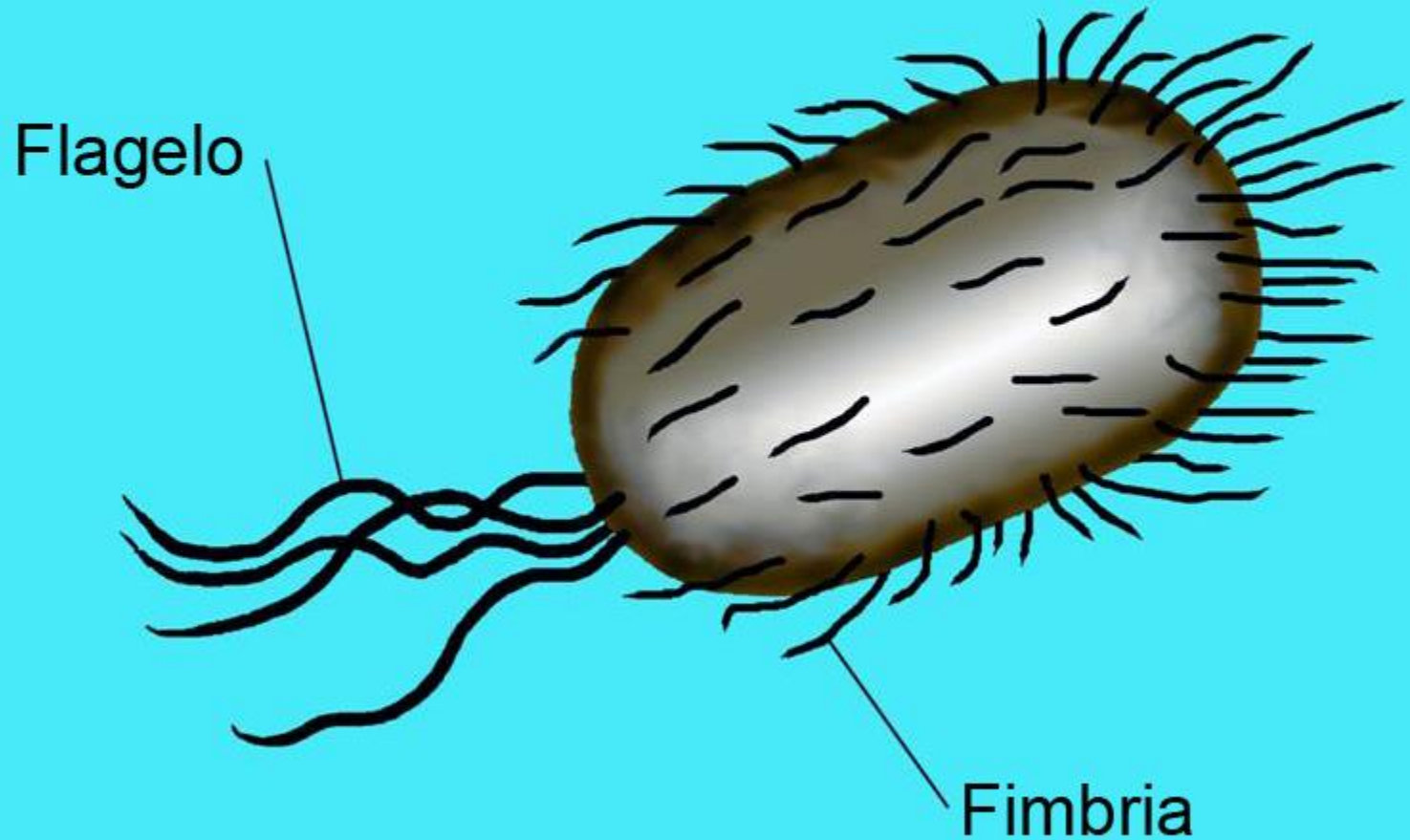
# 3. LA COMPLEJIDAD DE LA VIDA

### 3. LA COMPLEJIDAD DE LA VIDA

Uno de los organismos más simples y mejor estudiados es la diminuta bacteria *Escherichia coli*. Es un organismo unicelular alargado que se encuentra en el tracto digestivo de los animales y en el suelo. Es tan pequeño que haría falta colocar 500 de ellos para cubrir un milímetro o 12.500 para una pulgada.

*Escherichia* presenta en su parte exterior varios flagelos espirales en forma de látigo que usa para desplazarse. Estos flagelos tienen un **complejo motor** rotatorio en su base. Aproximadamente dos tercios del interior de la bacteria están formados por moléculas de agua (unas 40,000,000,000); el resto es de una **complejidad** química asombrosa. La siguiente diapositiva ilustra este microbio.

# El microbio *Escherichia coli*



### 3. LA COMPLEJIDAD DE LA VIDA

Cuando hablamos de complejidad nos referimos a partes que, como los engranajes de un reloj, **dependen unas de otras** para funcionar correctamente. Estas se diferencian de objetos como las rocas que yacen en una pila, las cuales son independientes unas de otras.

En la siguiente diapositiva se enumeran varios tipos de componentes (moléculas) que se encuentran en **una sola** bacteria *Escherichia coli*, el **número total** de moléculas de cada tipo, y **la cantidad de moléculas diferentes** dentro de cada grupo. Existen varios cientos de millones de moléculas especiales en una única célula.

# COMPOSICIÓN DE UNA SOLA CÉLULA de *Escherichia coli*

COMPONENTES	NÚMERO DE MOLÉCULAS	TIPOS DE MOLÉCULAS
Proteínas	2,400,000	4288
Ribosomas	(20,000)	(1)
ADN	2	1
ARN	255,480	663
Polisacáridos	1,400,000	3
Lípidos	22,000,000	50
Pequeños metabolitos	280,000,000	800
Agua	40,000,000,000	1

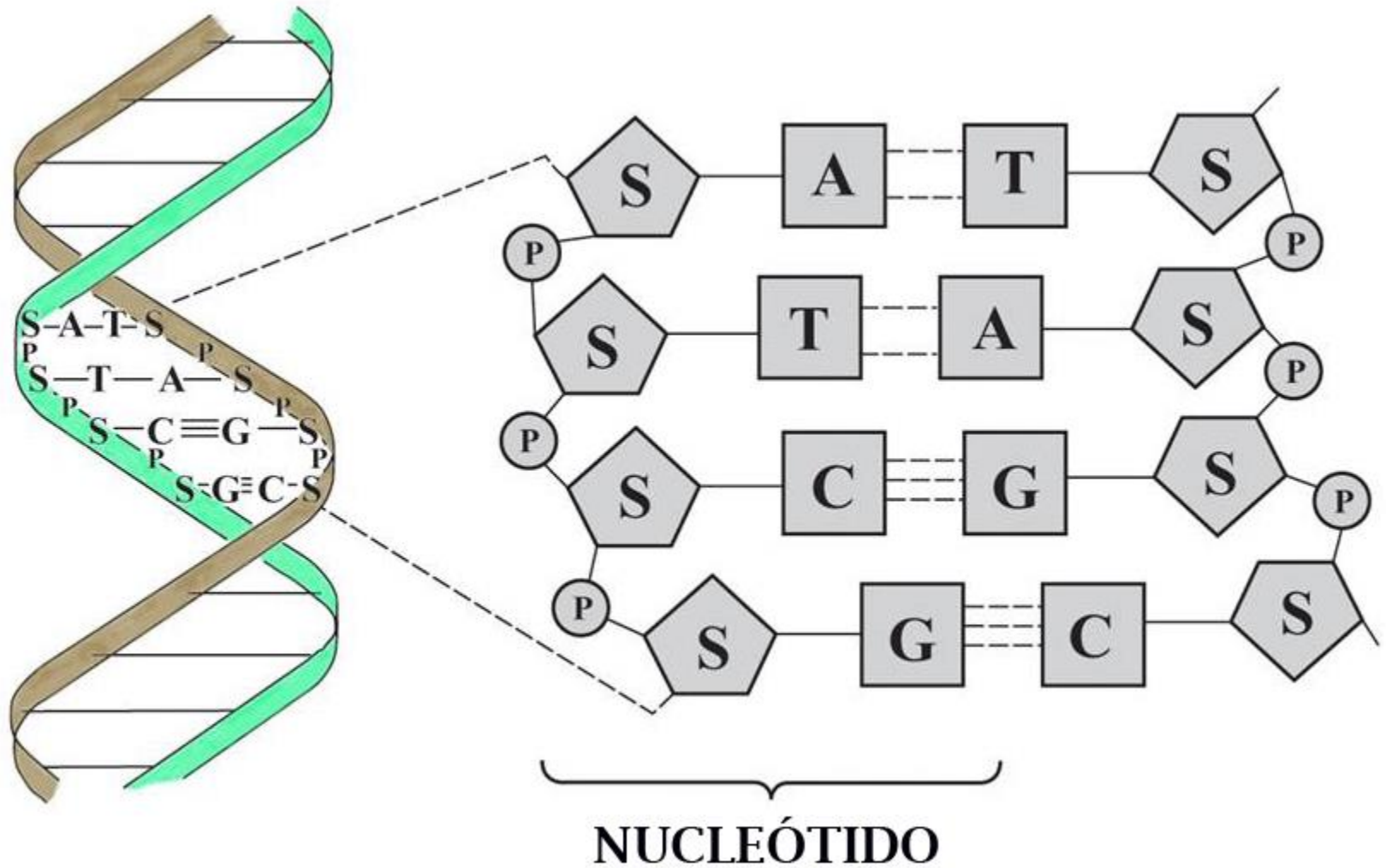
### 3. LA COMPLEJIDAD DE LA VIDA

El **ADN** (ácido desoxirribonucleico) es una molécula portadora de información que dirige muchas actividades celulares. En *Escherichia coli* el ADN codifica **más de cuatro mil tipos diferentes** de proteínas. En las bacterias como *E. coli*, el ADN es circular y está formado por una molécula filiforme muy delgada altamente comprimida, ya que su longitud es **ochocientas veces más larga que la propia bacteria**.

El ADN es una molécula muy larga formada por unidades básicas denominadas **nucleótidos**. Cada nucleótido consiste en la combinación de un **azúcar**, un **fosfato**, y una **base**. Hay cuatro tipos diferentes de bases en el ADN. Se trata de moléculas orgánicas designadas como A, T, G y C. Las bases del ADN codifican la información genética. El ARN (ácido ribonucleico) se ocupa del transporte de información y es ligeramente diferente del ADN. Tiene bases muy similares, designadas como A, U, G y C. El ADN de *Escherichia coli* tiene una longitud de **4,639,221 bases**.

La molécula de ADN tienen una estructura similar a una escalera de caracol muy larga. En la parte izquierda de la siguiente diapositiva se ilustra una pequeña porción del ADN, con una vista ampliada en la parte derecha.





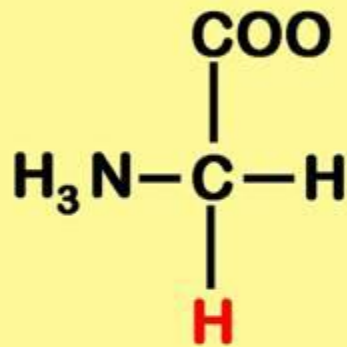
**Doble espiral de ADN en la izquierda. Detalles en la derecha: bases cuyo orden codifica la información genética (T, A, G, C) en el interior; fosfatos (P) y azúcares (S) formando la estructura exterior de la cadena.**

### **3. LA COMPLEJIDAD DE LA VIDA**

Las **proteínas** son también moléculas complejas que realizan multitud de funciones celulares, desde catalizar una gran variedad de reacciones químicas respondiendo a las necesidades específicas de la célula en cada momento, hasta formar parte de la mayoría de las estructuras celulares.

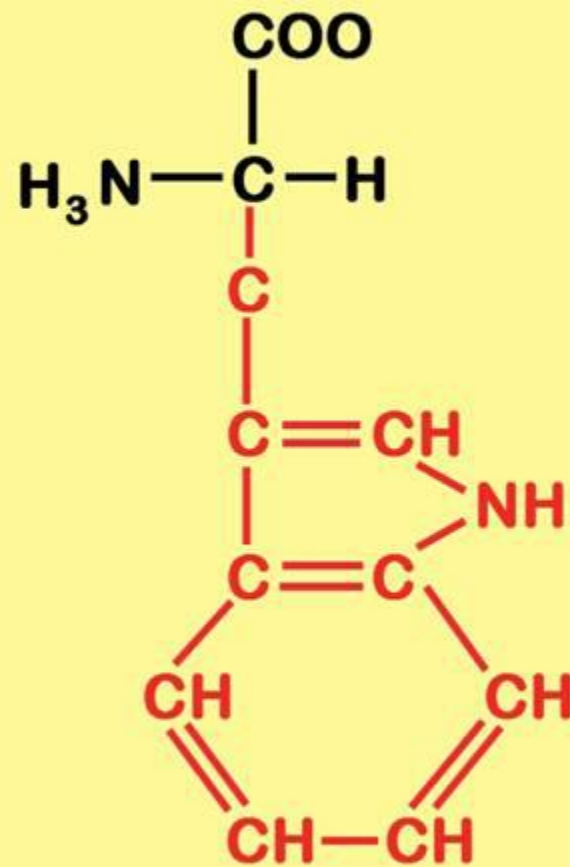
Las proteínas están formadas por decenas o cientos de moléculas orgánicas más simples llamadas **aminoácidos**. Hay 20 tipos diferentes de aminoácidos en los organismos vivos. La estructura química de dos de ellos se presenta en la siguiente diapositiva.

# ESTRUCTURA DE DOS AMINOÁCIDOS



*Glicina*

El aminoácido más simple



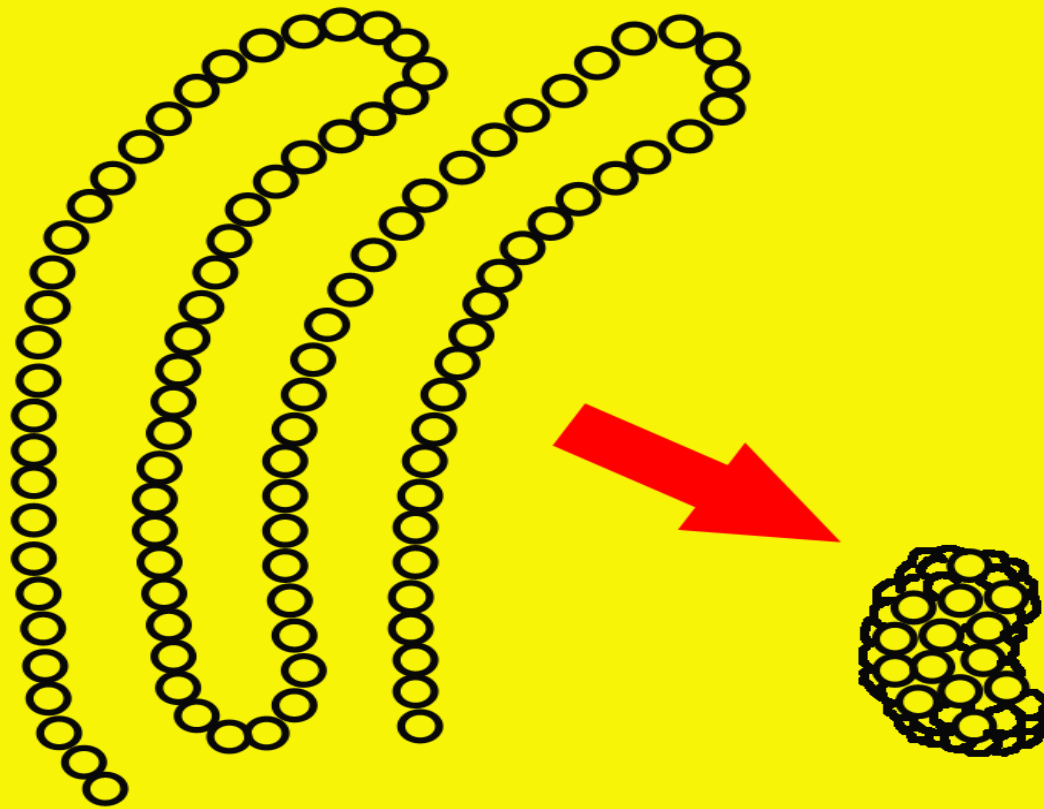
*Triptófano*

La parte negra es la parte constante, mientras que la parte roja varía con cada tipo de aminoácido

### **3. LA COMPLEJIDAD DE LA VIDA**

La **forma final** de una molécula de proteína viene determinada por la posición de los aminoácidos que forman la proteína y que se unen entre sí como los eslabones de una cadena. La forma de una proteína es extremadamente importante para su función, por lo que incluso pequeñas variaciones en el orden de los aminoácidos pueden provocar un funcionamiento incorrecto.

Durante la formación de una proteína, la larga cadena de aminoácidos se pliega muchas veces, normalmente ayudada por grandes proteínas especiales llamadas chaperones (o chaperonas). En la siguiente diapositiva se ilustra el proceso de pliegue de una cadena de aminoácidos.



**Cadena de aminoácidos**

**Proteína**

**Plegado de una cadena de aminoácidos para formar una molécula de proteína. Cada círculo representa un aminoácido.**

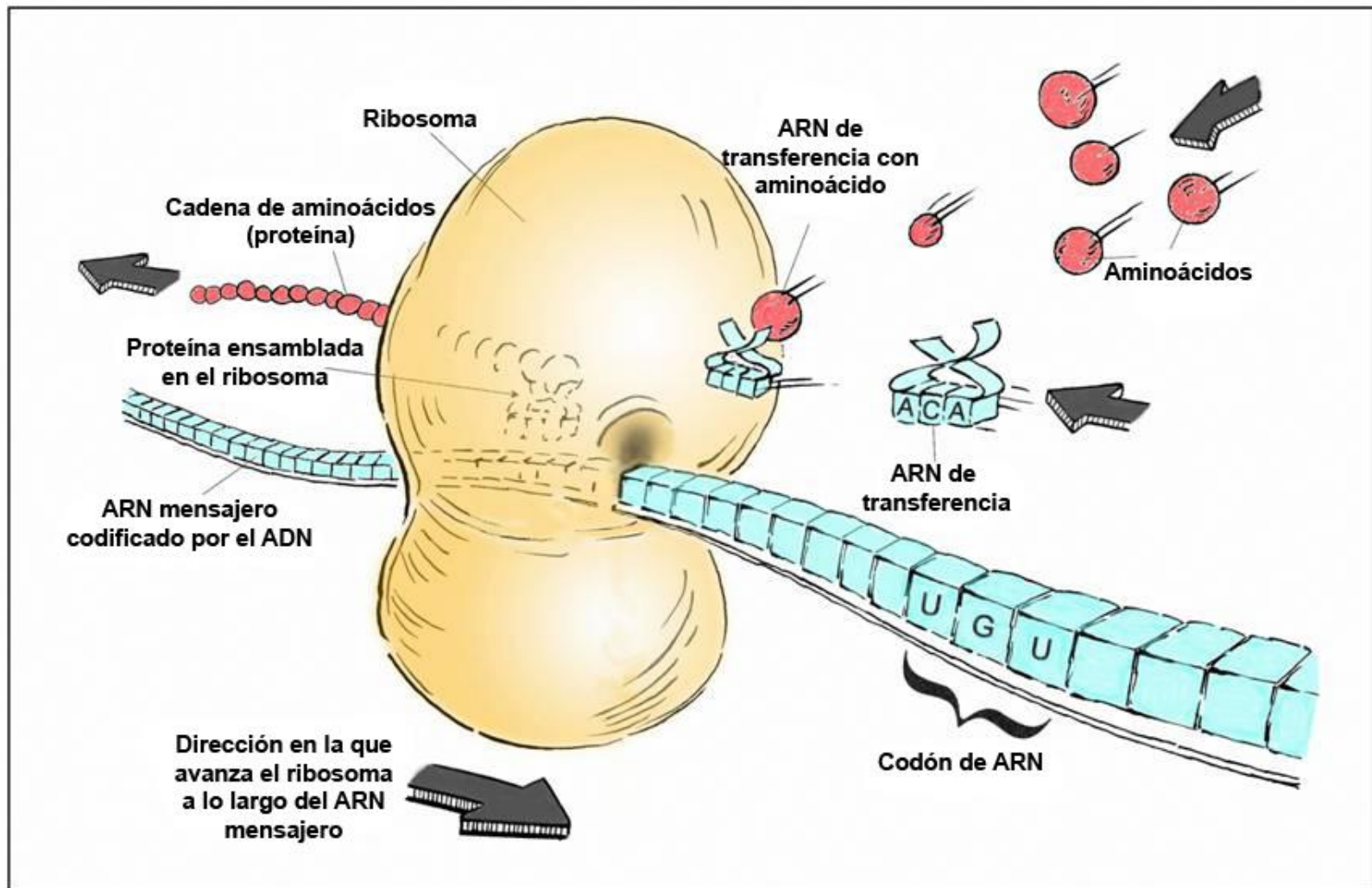
### 3. LA COMPLEJIDAD DE LA VIDA

Cuando una célula necesita una proteína en particular, la porción del ADN correspondiente a esa proteína **se copia en forma de moléculas de ARN mensajero**. Éstas son leídas por moléculas de **ARN de transferencia**, las cuales colocan el aminoácido correcto en el lugar preciso de la proteína que está siendo ensamblada con la ayuda de una molécula especial (**aminoacil-tRNA sintetasa**) que es específica para cada aminoácido. En la siguiente diapositiva se muestra una ilustración de este proceso.

La síntesis de proteínas se produce en estructuras altamente especializadas llamadas **ribosomas**. Allí se añaden aminoácidos a la cadena a un ritmo de entre **tres y cinco por segundo**. Los ribosomas son estructuras complejas formadas por unas cincuenta moléculas de ARN y una gran cantidad de proteínas diferentes. Una sola bacteria *Escherichia coli* puede contener **veinte mil** ribosomas.

En la siguiente diapositiva, el ribosoma se mueve hacia la derecha a medida que el mensaje genético del ARN mensajero (cadena azul) se aparea con el ARN de transferencia (tres bloques de color azul) que transporta el aminoácido correspondiente a esa secuencia (puntos rojos). Los aminoácidos se unen entre sí en el orden correcto en el interior del ribosoma formando la cadena de color rojo que aparece en la izquierda.

# RIBOSOMA



Basada en la figura 4.6 en Harold, FM, 2001. The Way of the Cell (El Camino de la Célula).

### 3. LA COMPLEJIDAD DE LA VIDA

De la misma manera que los **dispositivos informáticos** utilizan sólo dos tipos de símbolos básicos (1 y 0), los organismos vivos utilizan sólo **cuatro tipos de bases** para codificar la mayoría de su información. Sin embargo, recientes investigaciones indican que las células cuentan con mecanismos mucho más complejos que el sistema ADN-ARN-proteínas. Parece que el ARN desempeña un papel crucial en muchas otras actividades de las que aún tenemos mucho que aprender.

¿Cómo se selecciona el aminoácido apropiado durante la fabricación de una proteína? Gracias al **código genético**, una correspondencia entre bases y aminoácidos que designa el aminoácido que debe ser añadido a la cadena en formación.

Son necesarias tres bases para codificar un aminoácido. Por ejemplo, la secuencia GAU en el ARN codifica para el aminoácido Aspartato, y la secuencia CGC para el aminoácido Arginina.

El conjunto de tres bases que codifica un aminoácido se denomina **codón**. Varios codones diferentes pueden corresponder con el mismo aminoácido. Los seres vivos utilizan todas las combinaciones posibles de codones (64).

La tabla de la siguiente diapositiva muestra los codones correspondientes a los 20 aminoácidos utilizados por los seres vivos, así como los códigos de inicio y fin de síntesis.



# EL CÓDIGO GENÉTICO

PRIMERA LETRA	SEGUNDA LETRA				TERCERA LETRA
	U	C	A	G	
U	Fenilalanina Fenilalanina Leucina Leucina	Serina Serina Serina Serina	Tirosina Tirosina Fin Fin	Cisteína Cisteína Fin Triptófano	U C A G
C	Leucina Leucina Leucina Leucina	Prolina Prolina Prolina Prolina	Histidina Histidina Glutamina Glutamina	Arginina Arginina Arginina Arginina	U C A G
A	Isoleucina Isoleucina Isoleucina Inicio, metionina	Treonina Treonina Treonina Treonina	Asparagina Asparagina Lisina Lisina	Serina Serina Arginina Arginina	U C A G
G	Valina Valina Valina Valina	Alanina Alanina Alanina Alanina	Aspartato Aspartato Glutamato Glutamato	Glicina Glicina Glicina Glicina	U C A G

Para encontrar el código (codón) de un aminoácido, buscar su nombre en la tabla y seguir las respectivas columnas y filas para la primera, segunda y tercera letras. Por ejemplo, los códigos para la glutamina son CAA y CAG.

# **4. LA BATALLA SOBRE LA GENERACIÓN ESPONTÁNEA**

## 4. LA BATALLA SOBRE LA GENERACIÓN ESPONTÁNEA

El químico pionero van Helmont (1579-1644) propuso la siguiente fórmula para fabricar ratones: escondemos trapos sucios con un poco de grano y queso, y pronto aparecerán los ratones. La fórmula sigue funcionando hoy en día, pero ya no creemos que los ratones surjan de esos materiales. Desde la antigüedad hasta hace relativamente poco se creía que los organismos surgían de la materia inerte. En aquel entonces se pensaba que el proceso, llamado **generación espontánea**, podía demostrarse mediante simple observación científica. Negar la generación espontánea era considerado como negar la realidad. Después de todo, los gusanos aparecían en las manzanas y las ranas brotaban de las charcas de barro en primavera.

Sin embargo, había quien dudaba de esta idea, y la batalla sobre la generación espontánea resultó una de las más largas y polémicas en la historia de la ciencia. Se prolongó durante más de dos siglos.

## 4. GENERACIÓN ESPONTÁNEA

Era bien sabido que las larvas de mosca aparecían en la carne en descomposición. ¿De dónde provenían? **Francisco Redi** (1626-1697) probó diferentes tipos de carne para ver si producían diferentes tipos de larvas. Probó con carne de serpiente, paloma, pescado, oveja, rana, ciervo, perro, cordero, conejo, cabra, pato, ganso, gallina, golondrina, león, tigre y búfalo, ¡pero siempre obtenía el mismo tipo de larva!

Redi observó también que si la carne se protegía de las moscas, las larvas no aparecían. ¿Sería que las larvas procedían de las moscas y no de la generación espontánea?

Varios científicos destacados se involucraron en la batalla. Se realizaron numerosos experimentos que consistían en calentar caldos (que se consideraban generadores de organismos espumosos) pero los resultados fueron contradictorios y engendraron opiniones antagónicas.

## 4. GENERACIÓN ESPONTÁNEA

Lo que muchos consideran el golpe mortal a la generación espontánea llegó de la mano del francés **Louis Pasteur** (1822-1895), uno de los mejores científicos de todos los tiempos. Usando matraces de diseño altamente ingenioso, Pasteur rebatió todas las objeciones planteadas por los defensores de la generación espontánea. Pasteur mismo proclamó «**La doctrina de la generación espontánea nunca se recuperará del golpe mortal de este sencillo experimento.**»

**Pasteur estaba equivocado.** En esa misma época en Inglaterra, Charles Darwin estaba promocionando la variación y evolución de los organismos por selección natural. Para algunos, la implicación era que si los organismos podían evolucionar unos de otros ¿no podía la vida evolucionar a partir de materia inerte? En ese momento los científicos no tenían ni idea de lo compleja que era la vida y la idea de la generación espontánea consiguió apoyo de nuevo gracias al surgimiento de los conceptos evolutivos.

## 4. GENERACIÓN ESPONTÁNEA

Los datos científicos parecen claros. **Sólo la vida engendra vida.**

Sin embargo, para explicar el origen de la vida **sin la intervención de Dios**, es necesario que ésta surgiera espontáneamente.

La comunidad científica terminó llegando a una extraña conclusión: se rechaza la generación espontánea de organismos actuales, pero se acepta para el caso del primer organismo que apareció en la Tierra hace miles de millones de años. El proceso que supuestamente generó este primer organismo se denomina **evolución química**. Hablaremos de esto en el siguiente apartado.

# 5. EVOLUCIÓN QUÍMICA

## 5. EVOLUCIÓN QUÍMICA

Mucha investigación científica se ha dedicado a tratar de determinar cómo pudo la vida surgir por sí sola. Se ha sugerido que en algún momento, en algún lugar, en algún tipo de **sopa orgánica cálida**, las condiciones eran tales que la vida surgió espontáneamente. Algunos experimentos han conseguido producir unas pocas moléculas orgánicas simples que animaron a los científicos evolucionistas, pero los recientes hallazgos acerca de la complejidad de la vida han creado graves problemas para la evolución química.

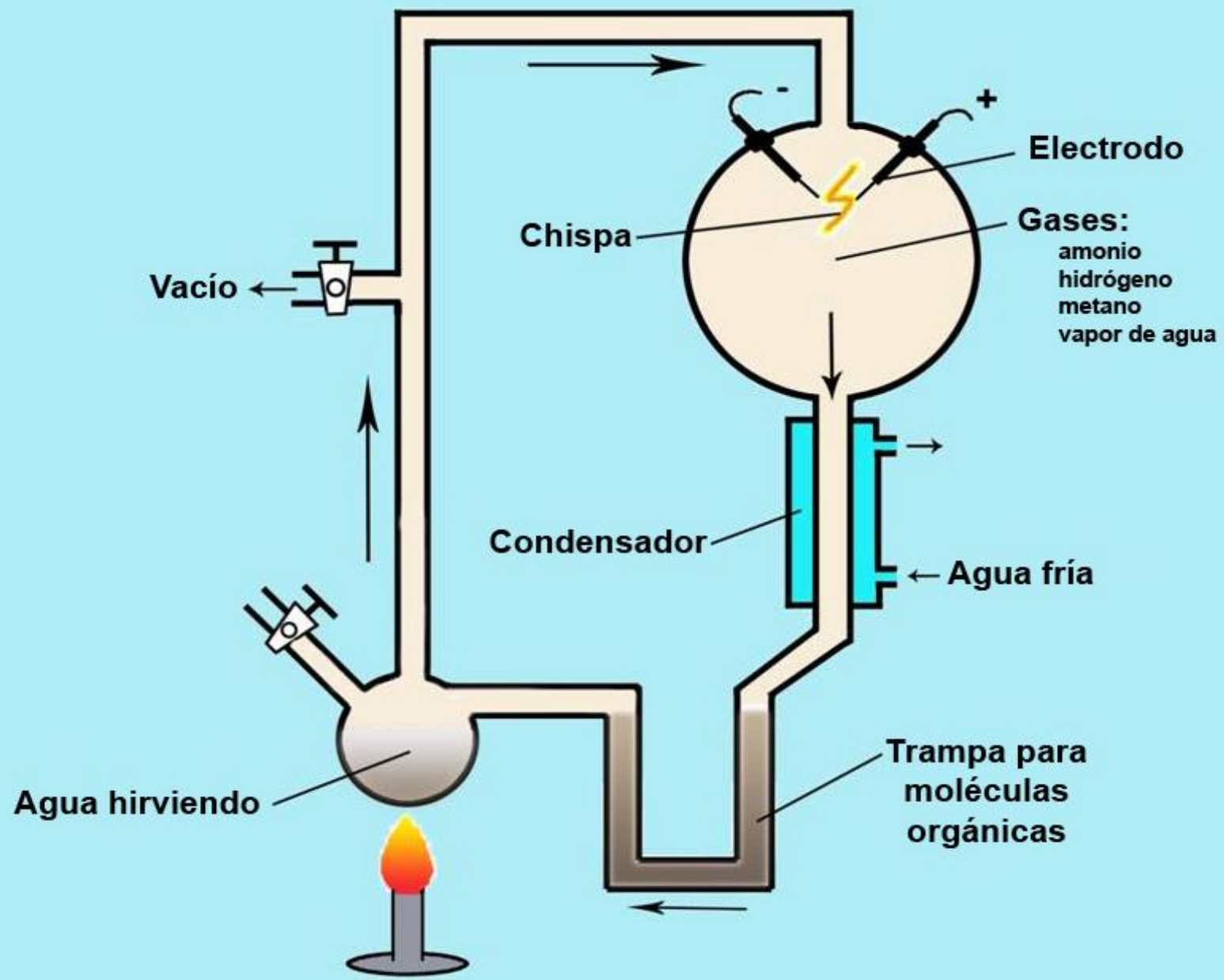
Por ejemplo, la producción de proteínas parece implicar mucho más que la clásica idea: un gen-una proteína. Un único gen puede dar lugar a diferentes proteínas utilizando información procedente de otras partes del ADN, gracias a la participación del ARN, o por medio de la división posterior de la proteína sintetizada originalmente. Cuanto más aprendemos, más complicada parece ser la vida.



## 5. EVOLUCIÓN QUÍMICA

En la siguiente diapositiva se ilustra el famoso experimento (Miller-Urey) que a menudo se presenta en los libros de texto de biología para explicar cómo la vida pudo surgir por sí sola. Realizado en 1953 por **Stanley Miller** en la Universidad de Chicago, intentaba simular las condiciones de la Tierra primitiva. Al exponer a descargas eléctricas una mezcla de gases (metano, hidrógeno, amoníaco y vapor de agua) se produjeron numerosos **aminoácidos**. Después de repetir y mejorar el experimento se consiguió producir otras moléculas orgánicas simples que se encuentran en los seres vivos, simultáneamente con otras muchas moléculas que no tienen nada que ver con la vida, **o que son incluso perjudiciales para ella**.

# EXPERIMENTO MILLER-UREY



## 5. EVOLUCIÓN QUÍMICA

Este éxito menor consistente en la producción de algunas moléculas orgánicas simples **es el resultado más importante de la investigación sobre la evolución química.** La ilustración de la diapositiva anterior se encuentra en muchos libros de texto de biología y se ha presentado a millones de estudiantes como evidencia del origen espontáneo de la vida. Sin embargo, la producción de unas pocas moléculas orgánicas es de escasa ayuda para explicar cómo la vida, con su extraordinaria complejidad, pudo surgir por sí sola. El hecho de que los evolucionistas sigan apoyándose principalmente en estos resultados iniciales para explicar el origen de la vida, refleja cuan escasa es la evidencia científica para la evolución química.

## 5. EVOLUCIÓN QUÍMICA

Una objeción importante al supuesto éxito del experimento es que muchas moléculas imprescindibles para la vida aparecieron en una **concentración muy baja** o estaban completamente ausentes. Además, las condiciones del experimento (como el uso de una **trampa** especial que se utilizó para concentrar las moléculas) difícilmente se pueden considerar un reflejo realista de las condiciones de una Tierra primitiva, una Tierra **sin vida, sin laboratorios, sin equipamiento y sin científicos**.

Si lo pensamos bien, cuando un **científico** entra en su laboratorio y diseña experimentos usando su inteligencia, información previa y equipos obtenidos tras siglos de experiencia, **lo que hace es similar a lo que esperaríamos de un Dios creador inteligente**. No es para nada equivalente a lo que se espera que suceda de forma espontánea, en una Tierra vacía y sin ningún tipo de inteligencia presente, tal como exige el escenario evolutivo.

# 5. EVOLUCIÓN QUÍMICA

Debido a que el escenario anterior no resultaba satisfactorio, los evolucionistas han propuesto otras ideas para el origen de la vida:

- La vida se originó a partir de información especial encontrada en los átomos.  
**No existe ninguna evidencia de la existencia dicha información.**
- Al principio había un tipo de vida más simple en la tierra.  
**Tampoco hay evidencias que respalden esta idea.**
- La vida surgió de un ciclo autogenerador de proteínas y ARN  
**Las moléculas implicadas son delicadas y muy difíciles de producir, incluso en las condiciones controladas de un laboratorio. ¿Cómo podrían surgir y perdurar por sí solas?**
- La vida se originó en las chimeneas submarinas de las profundidades del océano.  
**Este es un ambiente hostil y limitado. Además, no explica de donde salió la información genética necesaria para la vida compleja.**
- La vida se originó usando mineral de arcilla como molde.  
**Los minerales de arcilla son simples y no poseen la información compleja necesaria para la vida.**

# 5. EVOLUCIÓN QUÍMICA

- La vida comenzó como moléculas de ARN con capacidad catalítica y de autoreplicación .

**El ARN es muy difícil de sintetizar, y no posee la compleja información necesaria para la vida.**

- La vida se desarrolló en otro lugar en el universo y posteriormente se trasladó a la tierra sobre un cometa o una partícula de polvo.

**Esto no es de mucha ayuda, ya que los problemas enumerados anteriormente para el origen de la vida en la Tierra son aplicables a cualquier otro lugar donde la vida tuviera que surgir espontáneamente.**

**La evolución química no ha proporcionado ningún modelo realista plausible para aclarar el origen de la vida. Todos los modelos fallan a la hora de explicar el origen de la gran cantidad de **información integrada** que encontramos en el ADN, que resulta esencial para el funcionamiento y la reproducción incluso del organismo más simple. Las siguientes diapositivas describen algunos de los principales problemas.**

**6. DIEZ  
PROBLEMAS  
PARA LA  
EVOLUCIÓN  
QUÍMICA**

## 6. PROBLEMAS PARA LA EVOLUCIÓN QUÍMICA

### a. ¿DÓNDE ESTABA LA SOPA PRIMORDIAL?

La evolución necesita una gran cantidad de "sopa primordial" para hacer frente a la inmensa improbabilidad de la evolución química. **Cuanta más sopa, mayores serían las probabilidades de eventos tan improbables.** Sin embargo, cuando examinamos las rocas primitivas de las profundidades de la tierra, donde un evolucionista esperaría que se hubiera desarrollado la vida primitiva, no encontramos ninguna evidencia de esa sopa orgánica rica en carbono. Si dicha sopa existió, las rocas deberían mostrar evidencias físicas y químicas.



## **6. PROBLEMAS PARA LA EVOLUCIÓN QUÍMICA**

### **b. SELECCIÓN DE LAS MOLÉCULAS NECESARIAS.**

**De entre todas las moléculas disponibles, era necesario seleccionar de alguna manera las correctas para la primera forma de vida. Por ejemplo, en el experimento de Miller-Urey mencionado anteriormente, se produjeron aminoácidos distintos de los 20 que encontramos en los organismos vivos, que no son útiles en el proceso de fabricación de proteínas. Cuando la vida se formó en la tierra sin intervención inteligente, ¿cómo se seleccionaron únicamente los aminoácidos correctos para formar parte de las proteínas, dejando los otros de lado?**

## **6. PROBLEMAS PARA LA EVOLUCIÓN QUÍMICA**

### **c. SELECCIÓN DE LOS ISÓMEROS ÓPTICOS CORRECTOS.**

**Nuestras dos manos son imágenes especulares entre sí. Los aminoácidos, al igual que las manos, pueden ser imágenes especulares entre sí (isómeros ópticos). A los dos isómeros ópticos de cada aminoácido los denominamos **L** y **D**. En el experimento de Miller se produjeron la misma cantidad de isómeros D y L de cada aminoácido pero en los seres vivos los aminoácidos que forman parte de las proteínas son casi exclusivamente del tipo L. Si en la sopa primordial (representada por el experimento) aparecieron ambos tipos de aminoácidos ¿cómo lo hizo la primera forma de vida para seleccionar sólo los de tipo L? Esta es una pregunta desconcertante para la evolución.**

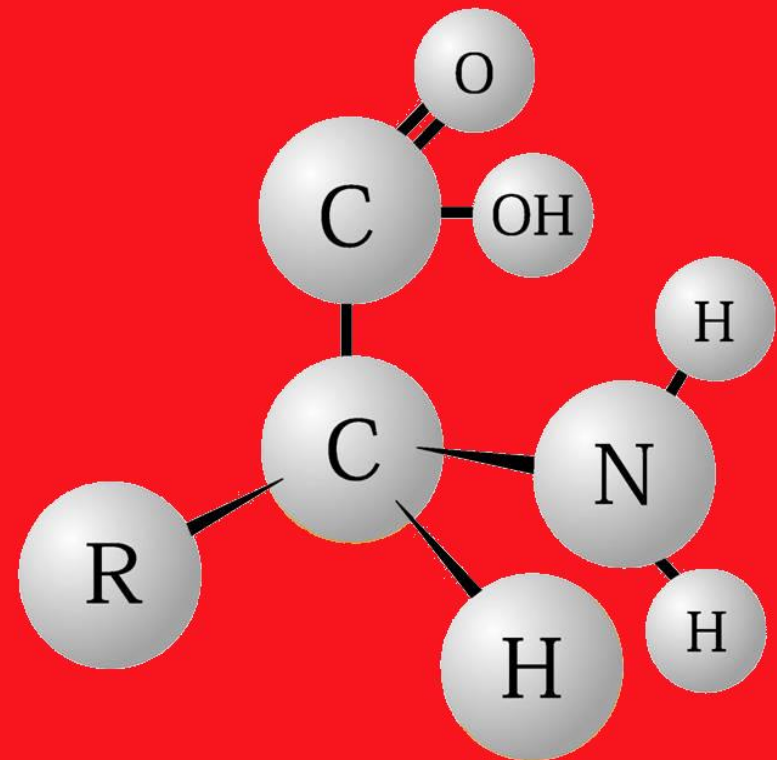
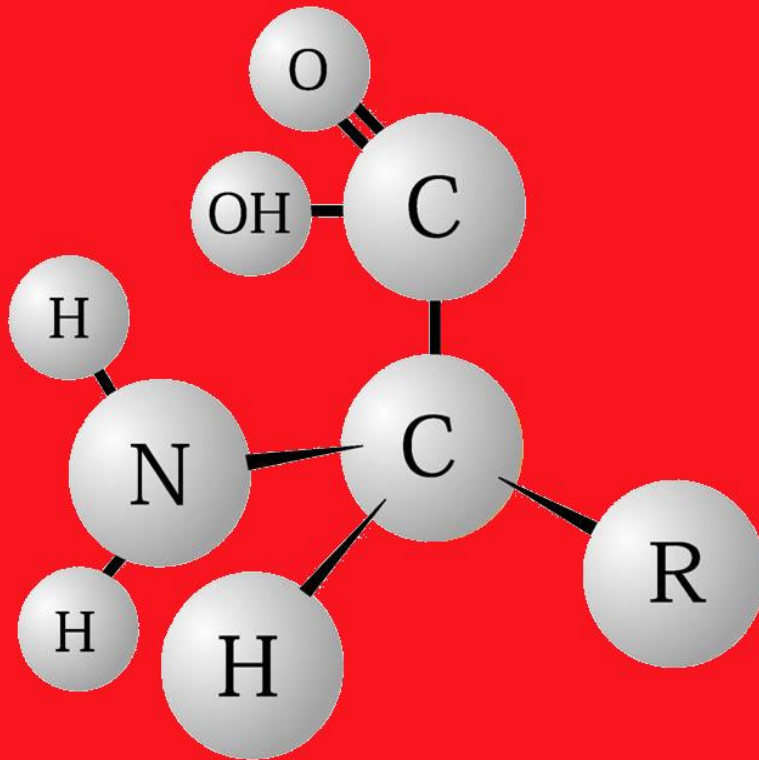
## **6. PROBLEMAS PARA LA EVOLUCIÓN QUÍMICA**

### **c. SELECCIÓN DE LOS ISÓMEROS ÓPTICOS CORRECTOS.**

**La figura de la siguiente diapositiva ilustra un modelo de los isómeros ópticos L y D de los aminoácidos. Se observa que los dos tipos son imágenes especulares entre sí. La "R" representa la parte compleja del aminoácido, mencionada anteriormente, la cual es diferente para cada tipo de aminoácido.**

L

D



**Aminoácidos de tipo L y D. Obsérvese que ambas moléculas son imágenes especulares entre sí. Los círculos con la letra R representan las cadenas laterales que varían según el tipo de aminoácido.**

## 6. PROBLEMAS PARA LA EVOLUCIÓN QUÍMICA

### d. LAS MOLÉCULAS ORGÁNICAS NO HABRÍAN SOBREVIVIDO.

Las moléculas orgánicas son delicadas, y pocas habrían sobrevivido en la atmósfera primitiva. El oxígeno las habría destruido, así que se asume que no había oxígeno. Aunque hubieran sobrevivido en la atmósfera, lo más probable es que se hubieran destruido en el océano.

Por otra parte, habría sido necesaria una concentración muy elevada de las moléculas correctas, todas ellas en el **mismo lugar** y **al mismo tiempo** para que surgiera la primera forma de vida, lo que es extremadamente improbable.

## 6. PROBLEMAS PARA LA EVOLUCIÓN QUÍMICA

### e. LA FORMACIÓN DE MOLÉCULAS GRANDES.

Los aminoácidos, bases de nucleótidos, azúcares, etc. de los seres vivos son moléculas relativamente simples si las comparamos con las enormes moléculas que se forman cuando se combinan para crear **proteínas, ADN, o ARN**. Podemos fabricar una serie de moléculas simples en el laboratorio, pero ¿cómo lo hicieron las moléculas grandes, que requieren una organización altamente específica, para organizarse por sí mismas en un momento determinado? Se requiere la información específica que se encuentra en el ADN para que exista la vida.

El ser vivo más pequeño que conocemos (un organismo unicelular llamado **micoplasma**), tiene unas dimensiones (longitud, anchura, altura) de aproximadamente la mitad que *Escherichia coli*, y cuenta con más de medio millón de bases en su ADN que codifican para casi **quinientos** tipos de proteínas diferentes.

## 6. PROBLEMAS PARA LA EVOLUCIÓN QUÍMICA

### e. LA FORMACIÓN DE MOLÉCULAS GRANDES.

Los organismos necesitan proteínas para formar ADN y ADN para formar proteínas. Ambos tipos de moléculas son necesarias al mismo tiempo. ¿Podría esto ocurrir por casualidad? Según un estudio la probabilidad de formar una sola molécula de proteína conteniendo **100 aminoácidos en un orden específico** es increíblemente pequeña, de **menos de 1 entre  $10^{190}$** . La siguiente diapositiva nos muestra el número completo. Recordemos que cada cero aumenta 10 veces la improbabilidad.

La formación casual del ADN específico de un organismo es mucho, mucho más improbable que la formación de una proteína. Parece más razonable creer en los milagros que creer en tales improbabilidades.



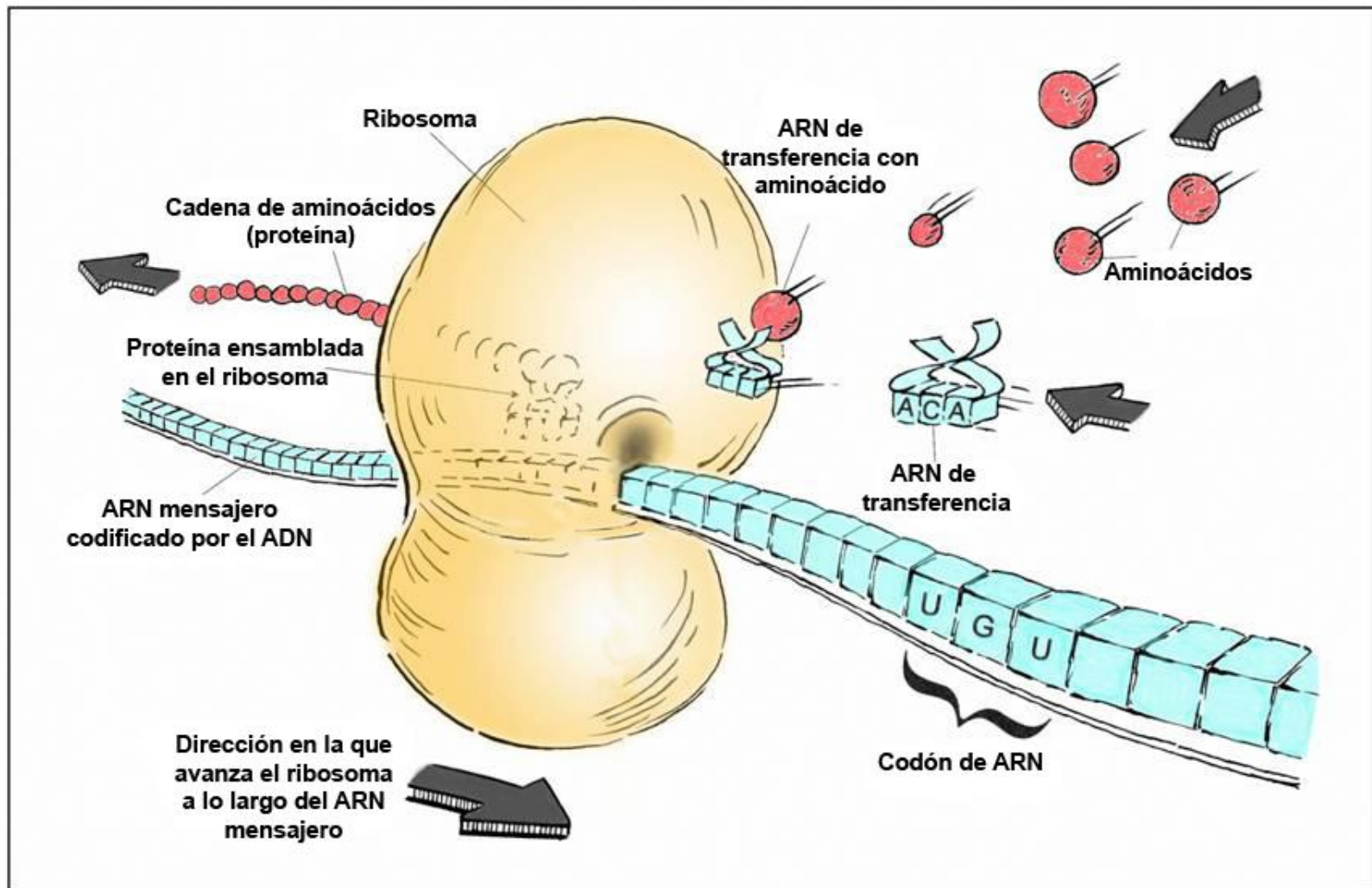


## **6. PROBLEMAS PARA LA EVOLUCIÓN QUÍMICA**

### **f. EL ORIGEN DEL CÓDIGO GENÉTICO.**

Anteriormente mencionamos que tres bases de la secuencia de ADN o ARN codifican un tipo de aminoácido; pero ¿cómo sabe un aminoácido cual es su código? Hay 20 moléculas especiales (aminoacil-ARNt sintetasas), una para cada aminoácido, que reconocen un tipo específico de aminoácido y simultáneamente reconocen el tipo correcto de ARN de transferencia que contiene la secuencia de 3 bases (codón) correspondiente a ese aminoácido. En la ilustración del ribosoma repetida en la siguiente diapositiva, estas moléculas especiales conectan cada tipo de aminoácido (esferas rosas) con el tipo correcto de ARN de transferencia (3 bloques azules). El ARN de transferencia se empareja entonces con la zona correspondiente del ARN mensajero (varilla larga azul) que se encuentra en el ribosoma, y que originalmente se copió del ADN de la célula.

# RIBOSOMA



Basada en la figura 4.6 en Harold, FM, 2001. The Way of the Cell (El Camino de la Célula).

## 6. PROBLEMAS PARA LA EVOLUCIÓN QUÍMICA

### f. EL ORIGEN DEL CÓDIGO GENÉTICO

Es un problema para la evolución explicar cómo se originó el código genético que relaciona los diferentes aminoácidos con las secuencias de ADN correspondientes, por medio de cambios aleatorios. De la misma manera, ¿cómo evolucionaron las moléculas especiales capaces de leer el ARN y hacer coincidir cada secuencia con el aminoácido adecuado? Como en cualquier acto de comunicación, **el emisor** (ADN) y **el receptor** (moléculas especiales junto con el ARN de transferencia) deben utilizar el mismo idioma (código genético). La existencia previa del código es imprescindible para la producción correcta de moléculas de proteína. Todas las secuencias tenían que estar preestablecidas y funcionar correctamente para que la vida pudiera existir.

## 6. PROBLEMAS PARA LA EVOLUCIÓN QUÍMICA

### g. RUTAS BIOQUÍMICAS

Una célula viva necesita muchas clases de moléculas orgánicas específicas. Normalmente, se requiere una serie de pasos para producir estas moléculas ya que los intermediarios se transforman gradualmente en lo que la célula necesita. Esta serie de pasos se denomina **ruta bioquímica**. Las rutas bioquímicas abundan en los organismos vivos. Cada paso a lo largo de la línea de montaje se facilita por medio de una **enzima** (proteína) específica para ese paso.

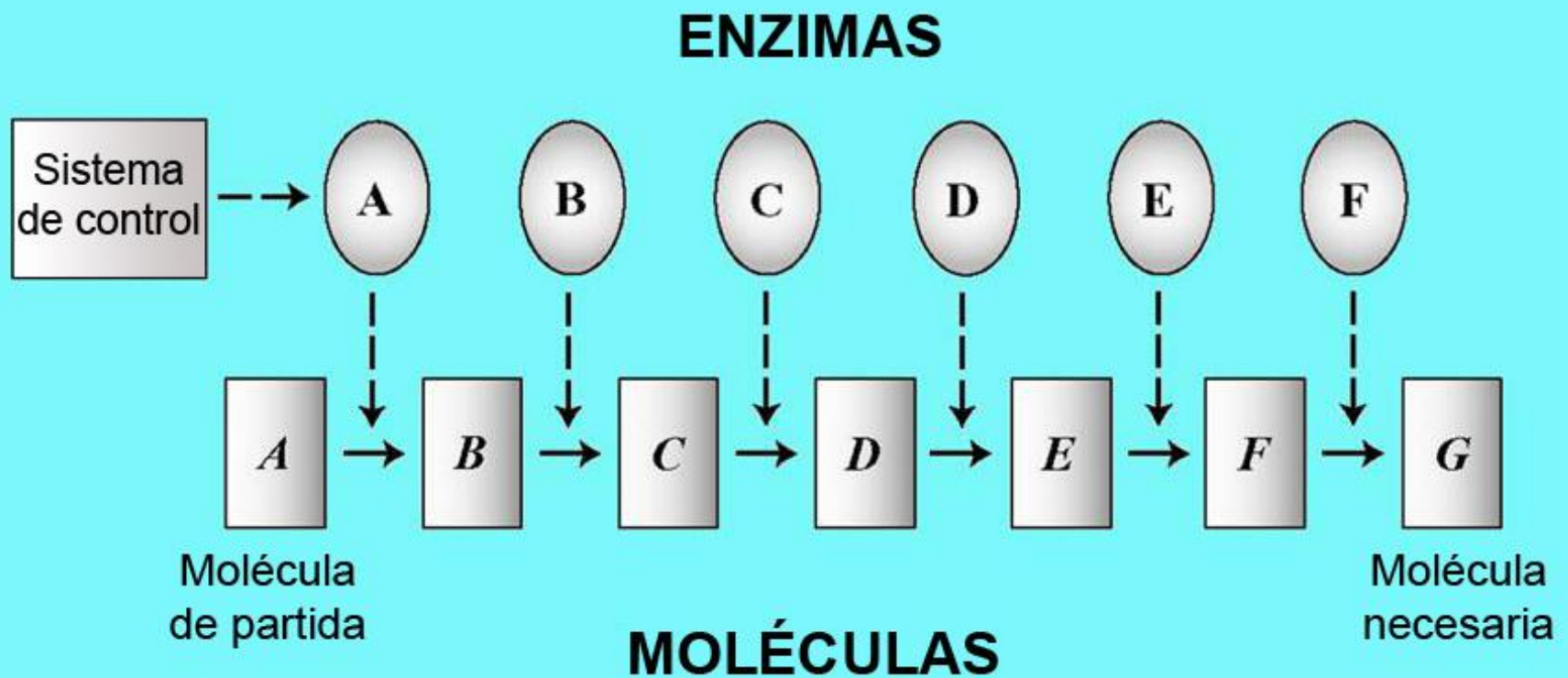
No es plausible que una ruta bioquímica compleja entera aparezca de repente por casualidad. ¿Cómo podrían estos sistemas complejos evolucionar gradualmente cuando lo más probable es que no proporcionarían ninguna ventaja evolutiva hasta que todos los pasos para producir la molécula estuvieran presentes?

## 6. PROBLEMAS PARA LA EVOLUCIÓN QUÍMICA

### g. RUTAS BIOQUÍMICAS

En la siguiente diapositiva, se ilustra una ruta bioquímica con sus enzimas. Para evitar que los cambios químicos de la célula se descontroren, las rutas bioquímicas de los seres vivos poseen complejos **sistemas de regulación**. Así, un problema adicional para un proceso evolutivo lento no guiado es el siguiente: ¿Qué se desarrolló en primer lugar, la ruta bioquímica o su sistema de control? Ambas cosas parecen esenciales para proporcionar una ventaja evolutiva. Los seres vivos requieren de muchos sistemas complejos que debieron aparecer todos al mismo tiempo.

# RUTAS BIOQUÍMICAS



## 6. PROBLEMAS PARA LA EVOLUCIÓN QUÍMICA

### h. ¿CÓMO SE FORMARON LAS CÉLULAS?

Hay un **abismo** entre las moléculas simples y desorganizadas obtenidas en el experimento de Miller-Urey y una célula viva "simple". Además, los organismos multicelulares poseen células mucho más complejas que los microorganismos y la evolución tiene que considerar el origen de todas las partes, incluyendo membranas, fibras, cromosomas, mitocondrias, ribosomas, etc.

Por otro lado, **la vida no es un montón de productos químicos en una bolsa**; éstos alcanzarían rápidamente el equilibrio químico en el que serían esencialmente inactivos, nada que ver con los rápidos cambios metabólicos y las rutas bioquímicas altamente controladas de los seres vivos. Si se alcanza el equilibrio químico estamos muertos. La vida necesita mucha actividad, incluyendo rutas bioquímicas en marcha y funcionando.

## 6. PROBLEMAS PARA LA EVOLUCIÓN QUÍMICA

### h. ¿CÓMO SE FORMARON LAS CÉLULAS?

¿Cuál es la **probabilidad** de que el organismo independiente más pequeño que conocemos (micoplasma) pudiera aparecer de forma espontánea? Utilizando la termodinámica (las relaciones de energía de los átomos y moléculas) el bioquímico evolucionista Harold Morowitz calcula que la probabilidad es sólo una de cada  **$10^{5,000,000,000}$** . Esto es una posibilidad entre un 1 seguido de 5 mil millones de "0", cada "0" aumentando diez veces la improbabilidad.

[REFERENCIA: Morowitz HJ. 1968. *Energy Flow in Biology: Biological organization as a problem in thermal physics* (El flujo de energía en Biología: La organización biológica como un problema de física térmica). New York, London: Academic Press, p 67.]

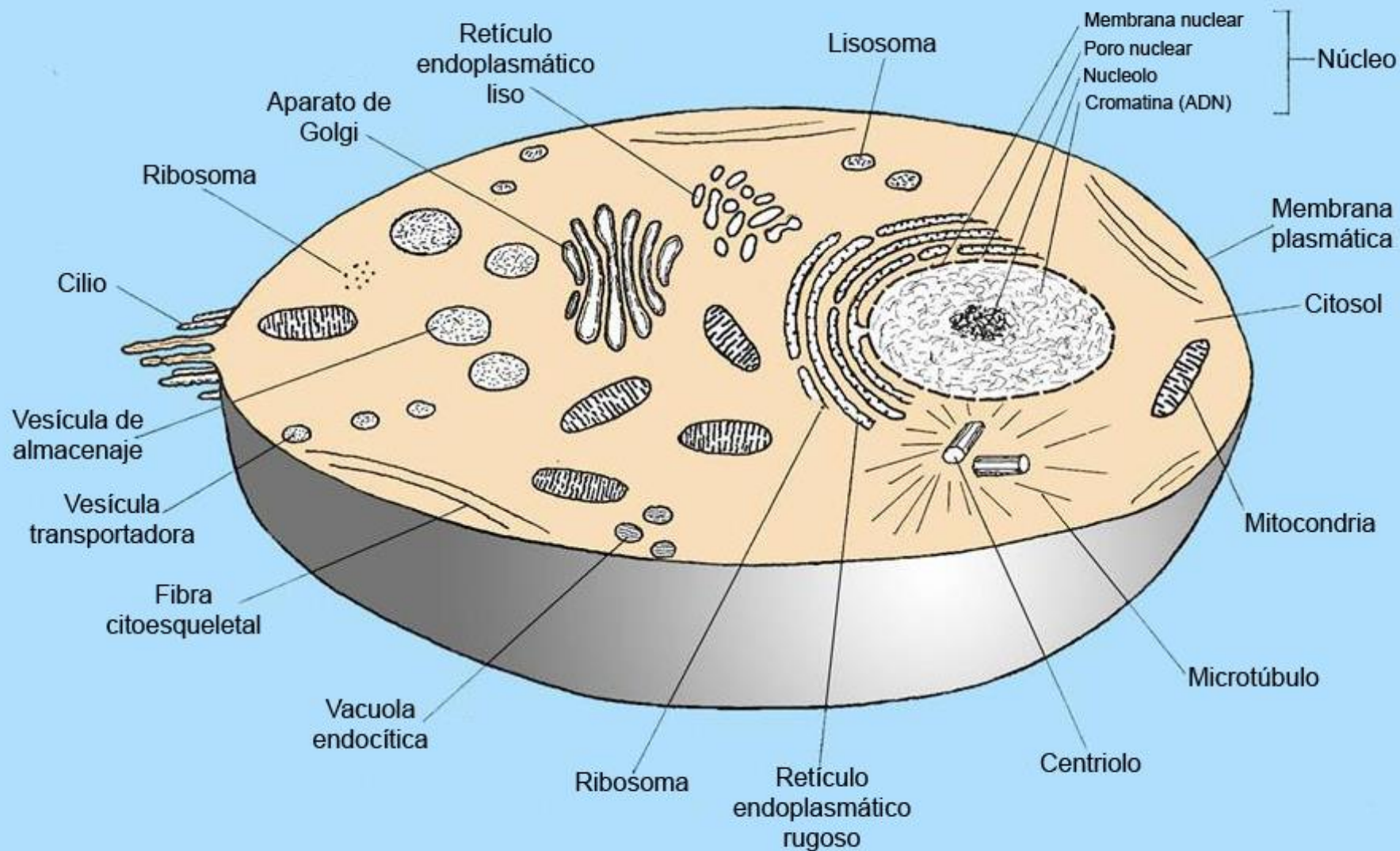


## **6. PROBLEMAS PARA LA EVOLUCIÓN QUÍMICA**

### **h. ¿CÓMO SE FORMARON LAS CÉLULAS?**

**La siguiente diapositiva ilustra algunas de las partes de una célula animal típica, abierta mediante un corte para exponer los detalles internos. La mayoría de estas piezas son esenciales para la vida y deberían formar parte del ser vivo más simple que podemos imaginar.**

# CÉLULA ANIMAL



## **6. PROBLEMAS PARA LA EVOLUCIÓN QUÍMICA**

### **i. ¿CÓMO COMENZÓ LA REPRODUCCIÓN?**

**Simplemente teniendo una primera célula evolucionada no se establece la vida en la Tierra. Antes de morir, esa célula tiene que duplicarse. Todas las piezas necesarias, incluyendo el ADN, deben ser replicadas y distribuidas entre las nuevas células. La reproducción es un proceso complejo y altamente coordinado. La siguiente diapositiva, ilustra un ejemplo simplificado de la reproducción de las células animales. La reproducción sexual es mucho más complicada. La evolución no tiene ninguna sugerencia realista para explicar como se originó la reproducción.**

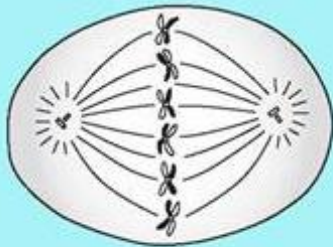
# REPRESENTACIÓN SIMPLE DEL PROCESO DE DIVISIÓN CELULAR



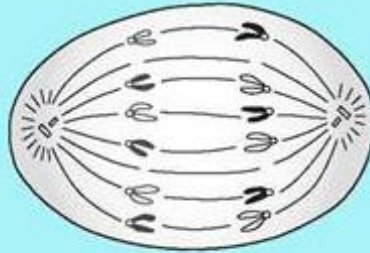
A. INTERFASE



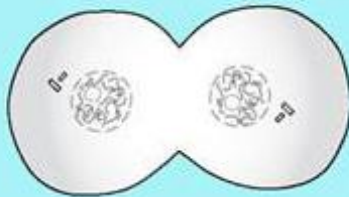
B. PROFASE



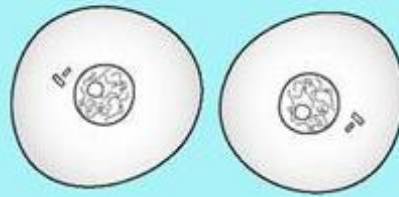
C. METAFASE



D. ANAFASE



E. TELOFASE



F. INTERFASE

**A. INTERFASE:** Célula en reposo.

**B. PROFASE:** La membrana del núcleo se rompe y el ADN se condensa en cromosomas dobles con forma de bastón.

**C. METAFASE:** Los cromosomas se alinean en un plano entre las futuras células y los centriolos emparejados migran hacia los polos opuestos.

**D. ANAFASE:** Las parejas de cromosomas se separan y son atraídos por los polos opuestos.

**E. TELOFASE:** La membrana celular se constriñe, separando las células. La membrana del núcleo se restaura y continúa la organización en dos células.

**F. INTERFASE:** Dos células en reposo.

## **6. PROBLEMAS PARA LA EVOLUCIÓN QUÍMICA**

### **j. EL ORIGEN DEL ADN Y EL SISTEMA DE CORRECCIÓN Y EDICIÓN**

**Cuando el ADN se replica, ocasionalmente se producen errores de copia. Algunos de estos errores son inofensivos, muy rara vez alguno puede resultar beneficioso y la mayoría son perjudiciales o fatales. Afortunadamente, existen en las células sistemas complejos especiales formados por numerosas proteínas que revisan en material genético recién copiado, eliminan los errores y los reemplazan con las bases correctas. Sin estos sistemas de corrección, la vida tal como la conocemos no sería posible.**

**El problema que esto plantea para la evolución es: en un escenario en el que la vida evolucionó poco a poco ¿cómo pudo subsistir ningún tipo de vida antes de que se desarrollara el sistema de corrección y edición del ADN? Para la vida son necesarios tanto la replicación del ADN como el sistema de corrección.**

# **7. UN INCIDENTE IMPACTANTE**

## 7. UN INCIDENTE IMPACTANTE

El 9 de diciembre de 2004, la Asociación de Prensa difundió la noticia de que el legendario ateo **Antony Flew** había cambiado de opinión y decidido que debía de haber un Dios. La impactante noticia se extendió por todo el mundo.

Flew era famoso por haber liderado la causa del ateísmo durante medio siglo. Fue un académico muy respetado y escribió alrededor de dos docenas de libros de filosofía. Se le ha llamado el ateo más influyente del mundo. La comunidad académica que promulga una postura secular no podía creer la noticia de este cambio en la cosmovisión básica de Flew. La drástica transformación de Flew, que se produjo como un año antes, no hizo que se uniera a ninguna religión formal. Tan solo decidió que tenía que haber un Dios.

## 7. UN INCIDENTE IMPACTANTE

¿Por qué cambió Flew de esa forma? La respuesta es sencilla. Lo hizo **a causa de los datos científicos**. Según sus propias palabras, "tenía que ir hacia donde conducen las evidencias." Los datos que más le impresionaron incluyen la puesta a punto del universo, la complejidad de la información del ADN, y la capacidad de los organismos vivos para reproducirse. Señaló que los líderes evolucionistas como Charles Darwin, autor de **El Origen de las Especies**, y Richard Dawkins, de la Universidad de Oxford, han ignorado de manera especial el problema del origen de la reproducción biológica.



# 8. CONCLUSIONES

## 8. CONCLUSIONES

Los científicos han tenido **cierto éxito en la creación de moléculas orgánicas simples**, tales como aminoácidos, en las supuestas condiciones de la Tierra primitiva. Más allá de eso la evolución química se enfrenta a **una enorme cantidad de problemas insuperables**. Las moléculas de ADN deben contener una gran cantidad de información específica que se transmite al resto de la célula a través del **código genético**, y todo ello tiene que ser capaz de **replicarse por sí mismo**. Para explicar como se formó incluso la forma de vida más simple con sus intrincadas complejidades, parece necesaria la figura de un Dios creador. **El origen de la vida es el problema más desconcertante para la evolución.**

## 8. CONCLUSIONES

**Según indican todos los cálculos matemáticos**, las probabilidades de que la vida surgiera por sí sola son tan bajas que resulta prácticamente imposible que eso ocurriera de verdad. Uno puede elegir creer que la vida surgió espontáneamente, pero tal creencia está basada en meras suposiciones y **no en evidencias científicas o validez matemática.**

El fracaso de la evolución química para proporcionar un modelo viable y la insistencia de la ciencia en intentar que funcione, plantean una seria cuestión. La práctica actual de la ciencia ¿es una búsqueda abierta de la verdad sobre la naturaleza, o persigue una agenda secular que intenta excluir a Dios de cualquier explicación? Hay algo en este asunto que **parece un poco tendencioso.**

# **9. CUESTIONARIO DE REPASO**

**(La respuestas se ofrecen a  
continuación del cuestionario)**

## **9. CUESTIONARIO DE REPASO– 1**

**(Las respuestas se ofrecen a continuación del cuestionario)**

- 1. ¿Por qué un virus no se considera un organismo vivo? ¿Qué relevancia tiene esto para el origen de la vida por generación espontánea?**
- 2. En un solo organismo de *Escherichia coli* existen más de 2 millones de moléculas de proteínas de más de 4 mil tipos diferentes además de muchos otros tipos de moléculas como las grasas (lípidos), el ARN y el ADN. ¿Qué problemas plantea tal complejidad para la evolución?**
- 3. ¿Cuál es la importancia del hecho de que el experimento de Miller-Urey haya sido divulgado por todo el mundo como el icono del origen espontáneo de la vida?**
- 4. ¿Qué evidencia en favor de la creación obtenemos cuando consideramos como los ribosomas ensamblan las proteínas?**
- 5. Hemos hablado de otras 7 sugerencias de los evolucionistas para el origen espontáneo de la vida, además del experimento de Miller-Urey. ¿Cuál es la importancia de que haya tantas teorías distintas para explicar cómo la vida pudo surgir por sí misma?**

# CUESTIONARIO DE REPASO - 2

6. A continuación se muestra la lista de los 10 problemas para la evolución química presentados anteriormente. Explica brevemente por qué cada uno de ellos es un desafío para la evolución. Ten en cuenta que algunos pueden implicar varios problemas.
- a. ¿Dónde estaba la sopa primordial?
  - b. La selección de las moléculas necesarias
  - c. La selección de los isómeros ópticos correctos
  - d. Las moléculas orgánicas no habrían sobrevivido
  - e. La formación de las moléculas grandes
  - f. El origen del código genético
  - g. Las rutas bioquímicas
  - h. ¿Cómo se formaron las células?
  - i. ¿Cómo empezó la reproducción?
  - j. El origen del ADN y del sistema de corrección y edición
7. ¿Qué relevancia tienen los datos que convencieron al filósofo ateo Antony Flew de que debe haber un Dios?

# CUESTIONARIO DE REPASO Y RESPUESTAS- 1

1. 1. ¿Por qué un virus no se considera un organismo vivo? ¿Qué relevancia tiene esto para el origen de la vida por generación espontánea?

*Los virus no pueden reproducirse y la reproducción es una característica primordial de los seres vivos. Los virus se reproducen a través de los mecanismos de reproducción de la célula que invaden. Ya que no pueden reproducirse no pueden ser un intermediario viable en el origen espontáneo de la vida.*

2. En un solo organismo de *Escherichia coli* existen más de 2 millones de moléculas de proteínas de más de 4 mil tipos diferentes además de muchos otros tipos de moléculas como las grasas (lípidos), el ARN y el ADN. ¿Qué problemas plantea tal complejidad para la evolución?

*La bacteria *Escherichia coli* contiene muchos tipos diferentes de moléculas e ilustra perfectamente lo complejo que puede ser incluso un pequeño microbio. ¿Cómo pudo surgir tal complejidad por sí misma al mismo tiempo y en el mismo lugar? A pesar de que *Escherichia coli* no es el organismo vivo más pequeño, lo usamos aquí porque es muy conocido.*

## CUESTIONARIO DE REPASO Y RESPUESTAS - 2

3. ¿Cuál es la importancia del hecho de que el experimento de Miller-Urey haya sido divulgado por todo el mundo como el icono del origen espontáneo de la vida?

*El experimento de Miller-Urey produjo bloques de construcción simples, como los aminoácidos, necesarios para fabricar moléculas más grandes. Hay una gran abismo entre estos bloques de construcción básicos y las formas más simples de vida independiente que conocemos. Los evolucionistas tendrían que presentar muchos más experimentos de mayor complejidad que acabaran produciendo vida para demostrar que sus modelos son plausibles.*

4. ¿Qué evidencia en favor de la creación obtenemos cuando consideramos como los ribosomas ensamblan las proteínas?

*El proceso de fabricación de proteínas en los ribosomas implica una gran variedad de partes especializadas, como el ARNt y las molécula de aminoacil-ARNt, diferentes para cada tipo de aminoácido. Todos ellos tienen que trabajar de manera coordinada para producir la proteína correcta. Que todas las partes de ese complejo mecanismo aparezcan simultáneamente parece imposible sin un creador inteligente que las diseñe y organice.*



## CUESTIONARIO DE REPASO Y RESPUESTAS - 3

5. Hemos hablado de otras 7 sugerencias de los evolucionistas para el origen espontáneo de la vida, además del experimento de Miller-Urey. ¿Cuál es la importancia de que haya tantas teorías distintas para explicar cómo la vida pudo surgir por sí misma?

*El experimento de Miller-Urey no ha proporcionado un escenario convincente de cómo la vida pudo originarse por sí misma, por lo tanto, se están considerando otros modelos . En parte, el motivo de que haya tantos modelos diferentes es que ninguno de ellos ha proporcionado una opción realista y plausible para explicar el origen de la vida. Todos los modelos fallan en la explicación del origen de la vasta información integrada que encontramos en el ADN y que es esencial para la formación de proteínas y para el funcionamiento y la reproducción de incluso el organismo más simple.*

## CUESTIONARIO DE REPASO Y RESPUESTAS - 4

6. A continuación se muestra la lista de los 10 problemas para la evolución química presentados anteriormente. Explica brevemente por qué cada uno de ellos es un desafío para la evolución. Ten en cuenta que algunos pueden implicar varios problemas.
- a. ¿Dónde estaba la sopa?
  - b. La selección de las moléculas necesarias
  - c. La selección de los isómeros ópticos correctos
  - d. Las moléculas orgánicas no habrían sobrevivido
  - e. La formación de las moléculas grandes
  - f. El origen del código genético
  - g. Las rutas bioquímicas
  - h. ¿Cómo se formaron las células?
  - i. ¿Cómo empezó la reproducción?
  - j. El origen del ADN y el sistema de corrección y edición

*Para obtener las respuestas regrese a las diapositivas 47-69, donde se desarrollan estos puntos en el mismo orden en el que se enumeran aquí.*

## CUESTIONARIO DE REPASO Y RESPUESTAS - 5

7. ¿Qué relevancia tienen los datos que convencieron al filósofo ateo Antony Flew de que debe de haber un Dios?

*Fueron los datos científicos los que lo convencieron, aunque la ciencia tal como se practica actualmente no acepta a Dios como una explicación posible para sus descubrimientos. A Flew le impresionaron especialmente la puesta a punto del universo, la complejidad del ADN y la reproducción biológica. Esto autentifica la afirmación bíblica de Romanos 1:20, ya mencionada en un tema anterior, que indica que observando el mundo y la creación no hay excusa para no creer en Dios. Hay abundantes datos científicos que confirman la creación divina.*

# OTRAS REFERENCIAS

Para un desarrollo más detallado y referencias adicionales, consultar los libros del autor (Ariel A. Roth) titulados:

1. **LOS ORÍGENES. ESLABONES ENTRE LA CIENCIA Y LAS ESCRITURAS.** (1999) Buenos Aires, Argentina. Editorial ACES.
2. **LA CIENCIA DESCUBRE A DIOS: Siete argumentos a favor del diseño inteligente.** (2009) Madrid, España. Editorial Safeliz

Información adicional disponible en la página web del autor (en inglés):

[www.sciencesandscriptures.com](http://www.sciencesandscriptures.com). Ver también numerosos artículos publicados por el autor y otros en la revista **ORIGINS**, de la que fue editor durante 23 años. Para acceder a *Origins*, visitar la página web del Geoscience Research Institute: [www.grisda.org](http://www.grisda.org).

Recursos web recomendados (en inglés):

Earth History Research Center <http://origins.swau.edu>

Theological Crossroads [www.theox.org](http://www.theox.org)

Sean Pitman [www.detectingdesign.com](http://www.detectingdesign.com)

Scientific Theology [www.scientifictheology.com](http://www.scientifictheology.com)

Geoscience Research Institute [www.grisda.org](http://www.grisda.org)

Sciences and Scriptures [www.sciencesandscriptures.com](http://www.sciencesandscriptures.com)

Otras páginas web que ofrecen variedad de respuestas relacionadas son : Creation-Evolution Headlines, Creation Ministries International, Institute for Creation Research, and Answers in Genesis. (En inglés)

# PERMISO DE USO

**Se concede y se anima al libre uso de este material, en su formato y medio de publicación original para fines personales y distribución no comercial. También se concede gratuitamente permiso para la impresión múltiple y su uso en aulas o en reuniones públicas con fines no lucrativos. Debe reconocerse apropiadamente al autor.**

**Al usar este material en este formato, debe mantenerse la atribución exacta de las ilustraciones. Muchas ilustraciones pertenecen al autor y se concede uso libre y gratuito. Sin embargo, para ilustraciones de otras fuentes puede ser necesario solicitar permiso a dichas fuentes para su uso en medios distintos del presente.**