

ASTROBIOLOGIA
FIZ 1409
Ayudantía 10
27 de Octubre, 2008

Profesor: Jorge Alfaro
Ayudante: Pablo González

Pregunta 1 Describa la secuencia que habría llevado a la formación de la vida celular.

Pregunta 2 Describa los dos tipos de metabolismo existentes en los seres vivos. De ejemplos y destaque las diferencias y las relaciones existentes.

Pregunta 3 Explique como fue la evolución de los sistemas metabólicos

Pregunta 1

Sabemos que, para que los seres vivos puedan evolucionar necesitan reproducirse. La reproducción está relacionada con la capacidad de duplicar su material genético para transmitirlo a la descendencia. En la actualidad, los encargados de hacer esto son las polimerasas (enzimas especializadas) pero, a su vez, la información para la síntesis de estas enzimas se encuentra en el material genético. Es por esto que en un principio debió existir una fuente de material genético, como el ARN, que tuviera la capacidad de reproducirse a sí mismo, o sea que actúe como las enzimas. Esto llevó al descubrimiento de los ribozimas que, a pesar de que no pueden reproducirse, puede cortar secciones de sí mismo y moverlas a otra sección, lo que podrían ser los restos de una capacidad de reproducción de versiones más primitivas.

A medida que la complejidad aumentaba, fue necesario crear un método de aislamiento para la protección. El método del que se formó es similar a lo que ocurre con el agua, el aceite y el jabón. Cuando uno mezcla agua con aceite, obtiene pequeñas acumulaciones de ambos compuestos ya que la estructura iónica del agua y la neutra del aceite hace que sientan afinidad consigo mismo. Al introducir el jabón, tendremos un enlace entre ellos. Esto se debe a que el jabón tiene una zona hidrofóbica similar al aceite en estructura y una zona hidrofílica que tiene átomos cargados. Algo similar se produjo en el caldo primordial, formándose una burbuja donde la zona hidrofoba se acumula en el interior. Luego una segunda capa se formó quedando la zona hidrofílica en medio. Esto daría origen a la membrana celular primitiva.

Luego esta doble membrana se robusteció con la adición de proteínas que permitían el intercambio de material entre el interior y el exterior como una versión primitiva de metabolismo.

Pregunta 2

Para mantener la vida son necesarias dos cosas fundamentales: *CHON* y energía que se almacena en los enlaces del *CHON*. Estos son elementos necesarios para la reproducción, por lo tanto para la evolución. El método para obtener estos recursos se conoce como metabolismo. Existen dos tipos de metabolismo:

Metabolismo Autótrofo: Este mecanismo consiste en obtener su "alimento" a través de la absorción de nutrientes simples como el CO_2 , H_2O , etc. Este alimento es el que lo sustentará durante su vida. El ejemplo más común son las plantas que utilizan la luz solar para generar su alimento.

Metabolismo Heterótrofo: A diferencia del anterior, los seres vivos que utilizan este método obtienen su alimento de otros seres vivos. Estos pueden ser autotrofos u otros heterótrofos. De esta forma, los seres heterótrofos solo se encargan de procesar el *CHON* para obtener la energía y el material necesario para la reproducción.

Por lo que se puede ver, el tipo de metabolismo más complejo es el autótrofo ya que obtienen su alimento de ellos mismos, en cambio los heterótrofos necesitan obtenerlo de otros seres. Esto los distingue entre los cazadores (heterótrofos) y los cazados (autótrofos).

Además, cada tipo de metabolismo se subdividen entre **primitivo** y **avanzado**. La distinción entre ambos, además de que el segundo es más complejo que el primero, es la participación del oxígeno molecular en el proceso.

Pregunta 3

Como ya dijimos antes, la heterotrofia primitiva es la más primitiva de todas las formas de metabolismo. Las formas de vida más primitivas utilizaban la **glucólisis**. Consiste en la fermentación de glucosa ($C_6H_{12}O_6$), produciendo energía. En un principio, la glucosa era muy abundante, pero a medida que los organismos primitivos se reproducían aumentando en número, la glucosa se agotaba. Debido a esto, aparecieron los organismos autótrofos primitivos que se encargaban de producir glucosa tanto para ellos como para los heterótrofos (consumidores de los autótrofos). El primer mecanismo que surgió fue un pequeño cambio enzimático del mecanismo de la glucólisis, formando una glucólisis inversa. De esta forma se producía la glucosa necesaria para la vida. Claro que este método solo serviría por un tiempo ya que requería de mucha energía. Por esto pronto aparecería un nuevo mecanismo de producción de glucosa. Pero además de que la glucosa se hacía escasa, también se reducía otro compuesto necesario para la vida, el

amoniaco. La glucosa es una fuente importante de C , H y O , pero el amoniaco proporcionaba el N . En un principio, al igual que la glucosa, era abundante, pero pronto se haría escaso por los rayos UV que llegaban a la tierra. Esto se debía a la falta de Ozono en la atmosfera. También por la falta de oxígeno en la atmósfera, no había nitrato (NO_3) que es otra fuente posible de N . Solo quedaba una fuente de Nitrógeno posible, el N_2 de la atmósfera, pero por su enlace triple era necesaria una gran cantidad de energía para obtenerlo. Esto forzó el surgimiento de un nuevo sistema enzimático encargado de hacerlo. Hay que hacer notar que, de no haber sido estrictamente necesario obtener el Nitrógeno del N_2 , este proceso jamás se habría realizado y además se frena en presencia de O_2 .

A medida que la glucólisis inversa ya no fue suficiente, surgieron organismos autótrofos que desarrollaron la **fotosíntesis**. Como ya mencionamos antes, existen dos tipos. Primero se desarrolló la **fotosíntesis primitiva**, que producía glucosa a través de la energía del Sol y usaba el H_2 y el H_2S para adquirir el hidrógeno. Luego surgiría la **fotosíntesis avanzada** que, a diferencia de la primitiva, obtenía su hidrógeno del agua (H_2O), liberando oxígeno molecular. La avanzada, a pesar de ser más eficiente, es más compleja y requiere de más energía. A pesar de eso, es el mecanismo autótrofo dominante en la actualidad. La forma de explicar esto es la siguiente:

En primer lugar, el agua era muy abundante, lo que le daba un mayor terreno a los sintetizadores avanzados. Y en segundo lugar, la producción de oxígeno molecular de los avanzados inactivaba la enzima que les permitía fijar Nitrógeno a las primitivas, o sea el O_2 era tóxico para las primitivas y no para las avanzadas. Algunos de los sintetizadores primitivos que tenían la capacidad de desplazarse lograron sobrevivir ocultándose en zonas libres de Oxígeno.

En la actualidad ambos sintetizadores viven en armonía en comunidades laminares de estromatolitos ya que captan la luz en longitudes de onda distinta, o sea no compiten por ella. Ahora, los fotosintetizadores avanzados son conocidos como **cianobacterias** que aparecieron hace 3,500 millones de años aproximadamente. 1,500 millones de años después, un organismo unicelular eucariota se tragó una de estas cianobacterias formándose una simbiosis (endosimbiosis) donde la cianobacteria se encargaba de producir la energía y la célula le daba protección. A medida que pasaba el tiempo, la simbiosis se hizo más fuerte, formándose un solo organismo conocido hoy como **cloroplasto**, que son los encargados de la fotosíntesis de las plantas.

Algo similar ocurrió con los organismos Heterótrofos avanzados, a través de las **bacterias purpúreas** que, en las células actuales, se conocen como **mitocondrias**.