

to de materia orgánica, antes de aparecer formas vivientes.

Los cuatro grupos principales de compuestos orgánicos que constituyen el protoplasma son: *carbohidratos, grasas, proteínas y ácidos nucleicos*. Los resultados obtenidos en el laboratorio demuestran que carbohidratos y grasas son fuentes energéticas muy importantes y materiales básicos para las cosas vivientes, así como también las piedras constructoras de proteínas y ácidos nucleicos. Estos materiales fundamentales pueden haberse originado espontáneamente en los océanos por medio de reacciones químicas ocurridas mucho tiempo antes de aparecer la primera forma viviente.

Se considera improbable que proteínas y ácidos nucleicos se hayan producido de manera similar, puesto que la sola formación de aminoácidos y su combinación en cadena para formar polipéptidos, se efectúa por medio de reacciones químicas fortuitas entre moléculas. Sin embargo, la formación de proteínas, quizás a partir de estos polipéptidos pudo haberse efectuado de un modo directo, más tarde en sistemas organizados superiores, como indicaremos más adelante. La formación de ácidos nucleicos se explica como sigue: primero, formación de grandes cadenas conocidas como *polinucleótidos*, los cuales más tarde, con la presencia de sistemas organizados más complejos, originaron ácidos nucleicos. En los organismos actuales, ácidos nucleicos y proteínas no se consideran "moléculas vivientes" en sí, sino componentes esenciales de la materia viva conocida con el nombre de *protoplasma*.

#### TRANSICIÓN DE LOS SISTEMAS NO VIVIENTES A LOS SISTEMAS VIVIENTES.

Aunque se han efectuado ciertas investigaciones encaminadas a determinar la evolución química de varias moléculas de significación biológica, existe una brecha muy seria; no sabemos cómo se efectuó la transición de las mezclas moleculares orgánicas e inorgánicas tan complejas hasta formar la primera unidad de vida primitiva. El concepto de evolución orgánica está aceptado ampliamente, no así las teorías referentes a la

transición de sustancias inanimadas hasta un estado viviente, ya que todavía están sujetas a controversias y especulaciones. Las autoridades en este asunto creen erróneo imaginar que la combinación casual de proteínas, ácidos nucleicos, carbohidratos y otras sustancias formadas previamente por medio de reacciones químicas originaron la primera forma de vida.

Desde hace 15 ó 20 años se dice que el origen de la vida se debe a la repentina aparición de un conjunto de partículas, es decir, moléculas grandes y complejas dotadas de categoría vital. Los dos primeros candidatos postulados en esa época como primeras partículas orgánicas fueron los virus y los genes, los cuales sabemos que están constituidos de nucleoproteínas. Estos elementos se consideraron originados simplemente por medio de una combinación química casual. Probablemente fueron moléculas con ciertas características imprecisas y desusadas, cuya única propiedad fue la autoduplicación o reproducción, que caracteriza a la vida. Más adelante se propuso que las reacciones moleculares acumulativas, formaron compuestos más complicados, hasta constituir una mezcla de materiales cuyas propiedades se identifican con las de materia viva o protoplasma.

Otros biólogos sugieren que la primera forma de vida se originó casualmente en los mares primitivos en forma de una simple unidad autocatalítica, o sea una proteína conocida como *enzima*, la cual tiene la propiedad de acelerar ciertas reacciones químicas específicas. Estas enzimas simples evolucionaron hasta formar otras capaces de reproducirse, sirviendo finalmente como base a la constitución de organismos. La mayoría de estas teorías, según el criterio actual, se consideran improbables e inverosímiles.

#### TEORÍA DE OPARIN ACERCA DEL ORIGEN DE LA VIDA.

1.- Evolución de un sistema complejo inanimado. El biólogo ruso I. A. Oparin ha presentado una de las hipótesis más razonables y bien elaboradas del origen de la vida. Ha colocado en el mismo panorama la organización probable del material in-

orgánico y orgánico, así como las combinaciones efectuadas, la evolución y toda la historia de sucesos físicos y químicos que precedieron a la aparición de la primera forma de vida. Además, ha intentado describir la transición de estos sistemas complejos físicos y químicos hasta la primera forma viviente, basándose en pruebas palpables.

Oparin sostiene que el precursor inanimado de las primeras formas vivientes debe haber estado constituido por polipéptidos, polinucleótidos, carbohidratos y otras sustancias, formando un sistema con límites definidos, estructuras y configuración espacial. Este sistema, que ha sido creado en el laboratorio en forma muy simplificada, tendería a remover y concentrar varias sustancias del medio en que se efectúa el experimento. Por consiguiente, estas sustancias pueden sufrir reacciones químicas originadas en parte por características distintivas del sistema organizado con algunos de los productos de estas reacciones los que son liberados hacia el medio externo. A este respecto, Oparin considera que este tipo de sistema inanimado es análogo a un ser vivo, pues ambos son sistemas esencialmente dinámicos que están formando y desprendiendo materia y energía continuamente.

Oparin supone que dentro de los sistemas no vivientes se efectuó en las cadenas de reacciones químicas un perfeccionamiento progresivo por medio de un proceso evolutivo de selección. Aquellas diferencias físicas y químicas, favorables a la existencia de un sistema en particular, tales como gran estabilidad o gran capacidad química en el medio ambiente que le rodeaba, dotaron posiblemente a este sistema de mejores oportunidades para sobrevivir más tiempo. Esto puede considerarse simplemente como una extensión de la teoría de Darwin que supone que las formas vivientes superiores evolucionaron de las inferiores por un proceso de selección natural. Los organismos tienden a desarrollar ciertas características para enfrentarse al medio y adquirir ciertas ventajas para sobrevivir, constituyendo la población predominante. Oparin cree que este mismo mecanismo de selección natural puede aplicarse a los sistemas multimoleculares inanimados más complejos.

Este tipo de selección podríamos imaginarlo como una influencia directriz en la evolución de estos sistemas inanimados cada vez más complicados, los cuales también tendrían posibilidades de renovarse y autopreservarse en sus diferentes partes por medio de procesos selectivos físicos y químicos. Además, el aumento en masa o crecimiento de los sistemas, sería el resultado de los materiales desprendidos del medio ambiente y de procesos químicos y físicos cada vez más intensos. Estas reacciones serían cada vez más rápidas y tendrían la ventaja de provocar una corriente constante de sustancia a través del sistema.

Los sistemas con catalizadores tuvieron la ventaja de acelerar las reacciones químicas. Ciertos polipéptidos formados al azar pudieron actuar como catalizadores. Mientras los sistemas con catalizadores eficaces se preservaron por un proceso de selección natural, otros se eliminaron por ausencia (o no efectividad) de catalizadores. Los polipéptidos catalizadores evolucionaron siguiendo una dirección definida dentro de estos sistemas cada vez más complejos. Por el proceso de selección natural antedicho, se clasificaron y evolucionaron finalmente dentro del primer sistema viviente para formar *enzimas* primitivas-catalizadores proteínicos de gran especificidad, para cada tipo de reacción química a la cual aceleran.

Sabemos que el protoplasma posee diferentes clases de enzimas, las cuales son responsables de todas y cada una de las reacciones químicas celulares (metabolismo). Estas reacciones químicas de los organismos, están gobernadas por los mismos principios que gobiernan a los que suceden en los tubos de ensayo, aunque en los seres vivos estas reacciones enzimocatalíticas obran siguiendo un método predeterminado y coordinado que se repite constantemente. Estos métodos son los que caracterizan las propiedades metabólicas del protoplasma, incluyendo la síntesis proteínica de ácidos nucleicos, respiración y otros procesos.

2.- Transición de sistemas no vivientes a sistemas vivientes. Actualmente sólo podemos imaginar el curso de los sucesos que originaron la primera forma de vida sobre la

1020115146

Tierra a partir de sistemas inanimados complejos. Oparin considera el estado evolutivo por el cual los sistemas complejos no vivos adquirieron estas cadenas cíclicas de reacciones químicas, como parte de la transición del estado no vivo hasta primera forma viviente. La oportuna formación de catalizadores y su evolución hasta proteínas catalizadoras de gran especificidad y actividad, indudablemente desempeñó un papel muy importante en esta transición. Oparin cree que la repetición constante de estas reacciones químicas cíclicas fueron en cierta forma las responsables de la aparición de ese carácter único entre todos, que es el de la reproducción. No se ha aclarado cómo ocurrió esto; aunque desde este momento el sistema fue considerado como vivo. Se cree que esto sucedió alrededor de hace dos mil millones de años.

De acuerdo con esta teoría evolucionista, las formas vivientes se originaron gradualmente de sistemas inanimados altamente organizados en el seno de los mares primitivos. Dichos sistemas fueron capaces de tomar ciertas sustancias, especialmente compuestos orgánicos, del medio ambiente. Todos los organismos vivos efectúan esencialmente el mismo tipo de actividad-producto de las sustancias orgánicas e inorgánicas necesarias en el metabolismo, o sea la clase de energía y material constitutivo para ese proceso único llamado reproducción, así como para el crecimiento y reparación del protoplasma. La subsecuente evolución de los sistemas no vivos, estuvo determinada por selección natural de aquellos tipos relativamente estables que pudieron metabolizar estos materiales eficientemente y rápidamente. La transición ocurrió cuando los sistemas adquirieron el carácter de reproducción (crecimiento, incluyendo autorreparación), en virtud de sus reacciones químicas cíclicas catalizadas. En un análisis final, los sistemas vivientes representan uno de los estados organizados más complejos que han tenido la materia y la energía en el universo.

## EVOLUCIÓN SUBSECUENTE DE LOS ORGANISMOS,

### GENERALIDADES.

Un hecho biológico fundamental del metabolismo, es la liberación progresiva de energía almacenada en ligaduras químicas de compuestos orgánicos, tales como carbohidratos, y su aplicación posterior en los procesos vitales primarios, así como en el crecimiento y regeneración del protoplasma. Esto se realiza finalmente en la célula viva por medio de reacciones químicas cíclicas, catalizándose cada paso por medio de una enzima específica. El mecanismo detallado del crecimiento y reproducción, así como de su control, se desconoce en gran parte y constituye en la actualidad un problema irresoluto de la biología.

De manera por demás extraordinaria, se ha llegado a establecer que el primer estado en el metabolismo energético de casi todos los organismos vivos, está formado en esencia por la misma secuencia de reacciones químicas catalizadas por medio de enzimas similares. Esta similitud de procesos químicos sugiere la reminiscencia de un metabolismo primitivo legado por las primeras formas vivientes a las actuales. La capacidad que poseen todos los organismos para utilizar en los procesos metabólicos la sustancia orgánica elaborada, nos demuestra su antigüedad en los sistemas y constituye el indicio básico natural de los procesos biológicos.

Las primeras formas vivientes evolucionaron a través de millones de años hasta constituir organismos tan especializados como los actuales. La organización tan compleja que presentan las formas vivas contemporáneas, se atribuye a una combinación de factores que incluyen reacciones enzimocatalíticas interrelacionadas espacial y cuantitativamente con las diversas estructuras físicas y químicas de la célula. Estas reacciones son el resultado de un proceso evolutivo dirigido desde hace millones de años y que sigue produciéndose en los organismos actuales.

## LAS PRIMERAS FORMAS DE VIDA.

Es lógico (según la hipótesis anterior acerca del origen de la vida) que los primeros organismos que aparecieron sobre la Tierra necesitaran para sobrevivir compuestos orgánicos elaborados del medio ambiente. Debido al abastecimiento limitado de sustancias orgánicas se suscitó una competencia entre organismos, surgiendo una selección natural a favor de aquellos que fueron más eficaces en el aprovechamiento de las fuentes energéticas existentes. Aquellos organismos predispuestos a utilizar como fuente energética las sustancias orgánicas más simples (convertidas por ellos mismos en sustancias más complejas) deben haber adquirido una ventaja definitiva en la lucha por la existencia.

## EVOLUCIÓN DE LOS ORGANISMOS FOTOSINTÉTICOS.

Puesto que al principio el oxígeno molecular existía, o bien lo había en pequeñísimas cantidades, es de suponer que las primeras formas de vida existieron en ausencia de este gas. Se considera que casi todo el oxígeno gaseoso de la atmósfera terrestre se debe principalmente al proceso de *fotosíntesis*, llevado a cabo por vegetales verdes terrestres y marinos. La fotosíntesis es el proceso biológico mediante el cual las sustancias orgánicas se sintetizan a partir de bióxido de carbono y agua, utilizando energía luminosa absorbida por pigmentos especiales verdes llamados clorofilas. Este proceso que produce oxígeno libre en forma gaseosa como subproducto, se considera como una adquisición evolutiva en el desarrollo consecuente de las formas vivientes. Algunos de estos organismos primitivos, al poseer este pigmento específico, probablemente fueron capaces de absorber parte de la luz solar y utilizar esta energía luminosa para realizar un metabolismo más eficaz. La evolución progresiva de estas formas fotosintéticas primitivas dio origen a los organismos fotosintéticos contemporáneos: los vegetales verdes, incluyendo algas y ciertas bacterias.

Estos organismos fotosintéticos comenzaron a tener predominancia hace cerca de 700 u 800 millones de años, en el tiempo

po en que las aguas de los mares constituían una fuente pobre de energía debido al tipo de sustancias que contenían, muchas de las cuales fueron posiblemente productos de desecho del metabolismo imperante en esa era, o sea en ausencia de oxígeno libre o con muy poca cantidad de este gas. Debido a esa circunstancia, únicamente proliferaron los organismos fotosintéticos, evolucionaron muy rápidamente y en muy poco tiempo enriquecieron la atmósfera con uno de los productos de desecho en la fotosíntesis, el oxígeno molecular. Se ha calculado que la actual población de vegetales verdes, especialmente en los océanos, se llevaría 3,000 años aproximadamente en reemplazar totalmente el oxígeno atmosférico.

## INFLUENCIA DEL OXÍGENO MOLECULAR EN LA EVOLUCIÓN BIOLÓGICA.

El aumento en la concentración de oxígeno libre atmosférico como resultado del proceso fotosintético efectuado en el seno de las aguas, alteró el curso de la evolución biológica. Este oxígeno molecular constituyó un medio energético obtenido de los productos orgánicos del metabolismo, el cual hasta entonces había sido producido únicamente como un producto de desecho. Los organismos vivos que tuvieron la capacidad de utilizar la energía almacenada en productos de desecho del metabolismo orgánico y que los desintegraron por medio del oxígeno, adquirieron grandes ventajas en el sentido de que evolucionaron más rápidamente y llegaron a constituir uno de los grupos vivientes que predominaron sobre la Tierra. La mayoría de los organismos contemporáneos, incluyendo al hombre, pertenecen a este grupo y se caracterizan por la absoluta necesidad del oxígeno gaseoso.

Sabemos por múltiples experiencias en bioquímica que en la mayoría de los seres vivos, el primer paso para la liberación de energía en el metabolismo incluye un conjunto de reacciones que se efectúan en ausencia de oxígeno libre; a este proceso se le conoce como *respiración anaerobia*. Los productos orgánicos de estas cadenas de reacciones se metabolizan por una serie de pasos dependientes, en última instancia, del oxígeno libre (*respiración aerobia*). Esto significa que

estas reacciones que requieren oxígeno, dejan en libertad más energía, constituyendo un porcentaje mayor de aprovechamiento y utilización en los procesos vitales que en los que se efectúan en ausencia de oxígeno.

El desarrollo de la fotosíntesis constituyó un cambio importante en la evolución posterior de la vida. Además de tener gran influencia en el desenvolvimiento de cadenas metabólicas, también fue el medio de reabastecimiento de sustancias orgánicas al medio biológico. Virtualmente todos los organismos del planeta obtienen su energía del Sol por medio de la fotosíntesis. Todos, animales, plantas y la mayoría de los microorganismos dependen de la energía contenida en los enlaces químicos de los compuestos orgánicos. La gran cantidad de compuestos orgánicos del medio ambiente actual, se derivan, en última instancia, directa o indirectamente (en casi todos los casos), del proceso biológico fotosintético, que es la conversión de la energía solar a energía química almacenada en los enlaces de ciertos compuestos orgánicos.

#### EVOLUCIÓN PROGRESIVA DE LAS DIFERENTES FORMAS DE VIDA MARINA.

El protoplasma o materia viva de prácticamente todos los organismos, se organiza en unidades básicas llamadas *células*. Las primeras formas vitales, estuvieron organizadas en su mayoría como células aisladas. Al parecer, las formas fotosintéticas surgieron de dos clases principales de organismos, los que contenían clorofila y los que carecían de este pigmento fotosensible. Al paso de millones de años, estas formas de vida crecieron y se hicieron más complejas. Probablemente los organismos unicelulares formaron conjuntos de células y éstos posiblemente, a su vez, evolucionaron hasta constituir formas pluricelulares; algunos de éstos desarrollaron grupos especializados de células con funciones también específicas tales como reproducción, digestión, respiración y excreción. Animales como esponjas y corales aparecieron y proliferaron en los fondos del océano, estos últimos en los mares cálidos. Las formas cada vez más avanzadas de vida animal primitiva,

tales como las semejantes a las medusas, gusanos y criaturas encerradas en conchas duras como las actuales, evolucionaron en los océanos. Las algas unicelulares originaron formas multicelulares parecidas a las algas marinas primitivas.

Los continentes rocosos continuaron bajo cambio en ese período primitivo como erosión y formación de montañas; mientras tanto los océanos en ese período primitivo y ancestral siguieron sirviendo como medio para la evolución de la vida. Hace cerca de 500 millones de años ya se habían desarrollado en los mares los ancestros de los grupos principales de *invertebrados*. A esta época pertenecen los primeros restos fósiles localizados en las rocas de los continentes. El mar invadió repetidamente la Tierra, como resultado de los cambios y levantamientos de la corteza terrestre.

#### PRIMEROS ORGANISMOS TERRESTRES.

Se cree que la primera aventura exitosa emprendida por los organismos en la Tierra se efectuó hace aproximadamente 350 millones de años por invertebrados con caparazones duros parecidos al alacrán; dicho invertebrado es un miembro de un grupo de organismos que más tarde originaron a las langostas, cangrejos e insectos. Los primeros *vertebrados* (animales con espina dorsal) hicieron su aparición en el mar, casi al mismo tiempo, en forma de peces primitivos ahora extintos. Por ese tiempo hicieron su aparición las primeras plantas terrestres, derivándose de las plantas verdes acuáticas sencillas y fueron afirmándose y proliferando en la Tierra. Se dispersaron y destruyeron la roca pulverizándola para convertirla en suelo propicio.

Por lo inestable de la corteza terrestre, grandes porciones de los continentes fueron invadidos por las aguas inundándose, seguido esto por períodos de sequía. Durante el proceso de emergencia e inmersión continua de los continentes, se formaron masas de agua dentro de ellos, tales como las ciénagas y pantanos, sitios donde quedaron confinadas diversas formas vivientes, de las cuales la mayoría debe haber fenecido, so-

viviendo únicamente las dotadas de ciertas estructuras que les permitieron resistir las nuevas condiciones del medio. Algunos peces desarrollaron vejigas natatorias para almacenar al aire; otras formas poseyeron una especie de pulmón para vivir sumergidos en el lodo en períodos relativamente cortos. Al paso del tiempo, evolucionaron sobre la tierra, siguiendo un mecanismo de selección, hasta que se adaptaron perfectamente a una vida terrestre. Los animales provistos de aletas fueron reemplazados por organismos con miembros caminadores; las branquias de otros seres se transformaron en pulmones, asumiendo éstos la principal función respiratoria. Los primeros anfibios hicieron su aparición probablemente hace 300 millones de años, esparciéndose ampliamente durante (más o menos) los 75 millones de años siguientes.

#### EVOLUCIÓN PROGRESIVA DE LOS ORGANISMOS TERRESTRES.

Hicieron su aparición en la Tierra insectos primitivos, musgos, helechos y vegetales con semillas. Nuevas formas de vida continuaron su evolución a medida que el medio ambiente cambiaba. Otras formas tanto primitivas como nuevas, al quedar situadas en condiciones desventajosas, declinaron y se extinguieron. Por el mismo tiempo se sucedieron grandes y gigantescas catástrofes (diluvios, terremotos, erupciones volcánicas, glaciaciones y formación rápida de montañas) que destruyeron enormes masas de población viviente, de los que actualmente conocemos sólo una cantidad infinitamente pequeña preservada en rocas y en formaciones carboníferas de la corteza, siendo esto la única prueba de su existencia. Los actuales mantos carboníferos, representan los densos y extensos bosques pantanosos de hace 250 a 300 millones de años. Los reptiles primitivos se derivan probablemente de ciertos anfibios ancestrales, hace 200 millones de años, aproximadamente, período durante el cual se desarrollaron las plantas con flores. Los reptiles llegaron a predominar sobre otros animales en los 75 millones de años que les siguieron; mientras que las plantas con flores (espermafitos), continuaron extendiéndose y diversificándose. Los primeros mamíferos primitivos deben haber tenido su origen alrededor de este período, probablemente provenientes de ciertos reptiles primitivos ahora

extintos, así como las aves que se originaron aproximadamente 30 millones de años después.

Algunos animales terrestres tales como los reptiles y mamíferos regresaron al mar. Los descendientes de los enormes reptiles que regresaron al mar hace 150 millones de años, actualmente están representados por las tortugas marinas, y los delfines. Los mamíferos marinos contemporáneos (focas y ballenas) son los descendientes de aquellos mamíferos que retornaron al mar hace 50 millones de años.

#### EVOLUCIÓN DEL HOMBRE.

Muchos mamíferos y plantas superiores se desarrollaron en los últimos 60 millones de años. Finalmente, en los últimos millones de años evolucionó el animal más avanzado, el hombre.

El hombre desciende de un grupo de mamíferos arborícolas terrestres, que pasaban de rama en rama por medio de sus manos. Su aguda visión estereoscópica y su gran habilidad y destreza manual constituyeron la ventaja que les permitió sobrevivir. Más tarde, siguiendo su evolución, estos animales descendieron al suelo y originaron eventualmente formas con cerebro excepcionalmente desarrollado, el ancestro del hombre.

El hombre moderno evolucionó hasta su forma actual hace cerca de 20 a 50 mil años, culminando así un gran proceso biológico evolutivo, que se inició con las primeras formas vivientes hace dos mil millones de años. Sus atributos biológicos distintivos son dos: un cerebro sumamente desarrollado y su inusitada habilidad manual, la cual es la responsable de la manipulación que realiza el hombre con todo aquello que lo rodea. Todo esto ha hecho del hombre el organismo terrestre más próspero de todos los seres vivientes que habitan sobre el planeta.

En sentido amplio, el hombre representa uno de los estados más avanzados y complejos de esa larga sucesión de procesos evolutivos que sufrieron la materia y la energía; cadena de acontecimientos que se inició con los comienzos de un universo creciente, que evolucionó de sistemas sin vida: los organismos vivos contemporáneos.

ESTUDIO DE LA CÉLULA.

OBJETIVOS.

- 1.- Explicará con sus propios conceptos, los postulados de la teoría celular.
- 2.- Describirá la estructura y función de la membrana celular.
- 3.- Distinguirá las principales partes del núcleo y la importancia de sus funciones en la vida celular.
- 4.- Explicará el concepto anátomo-fisiológico del citoplasma y sus organelos.

PROCEDIMIENTO DE APRENDIZAJE.

- 1.- Observa y estudia cuidadosamente cada dibujo, tabla o figura, pues son representaciones gráficas de un conocimiento.
- 2.- Las dudas que surjan resuélvelas inmediatamente con tu maestro o con tu coordinador.
- 3.- Como autoevaluación contestarás lo que se te pregunta al final de cada párrafo. Si no logras contestar satisfactoriamente, deberás repasar de nuevo tu unidad.