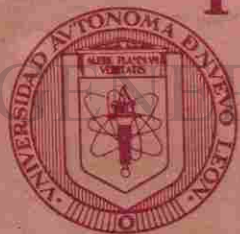


# Biología

1er. Semestre

Preparatoria

Num.  
15

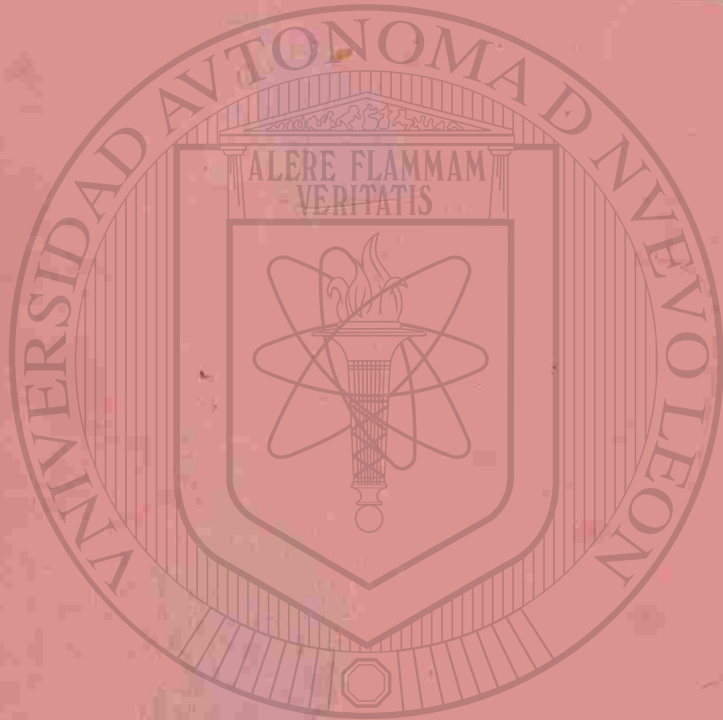




0112-90760



1020115146



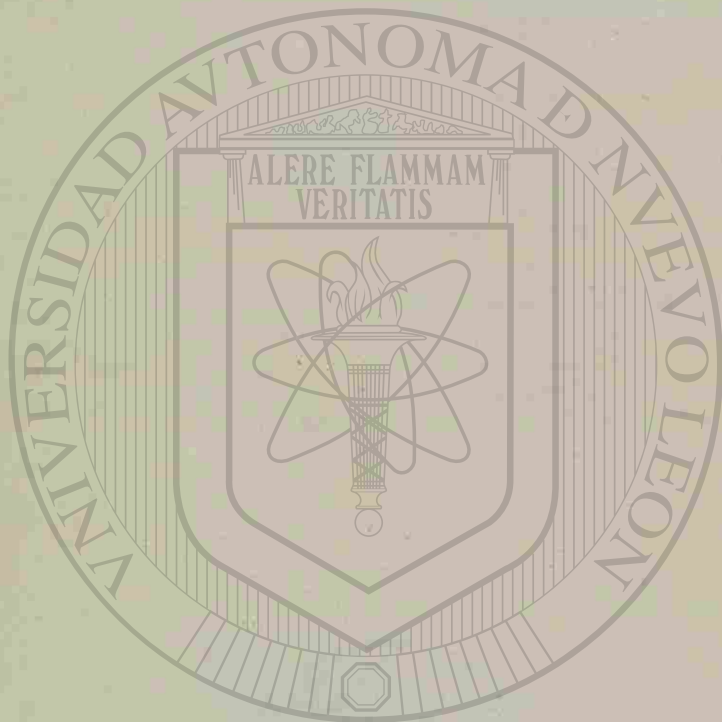
*Uwe*

# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS





LIBRO No. 2859

FECHA Octubre 5/83

B I O L O G Í A I.

*Subrayador Pagón*  
30-35

**A D V E R T E N C I A S :**

Cumple con el plazo, otros necesitarán el mismo libro  
Cuida los libros, son tuyos y de la Universidad. Si **DA-  
ÑAS UN LIBRO** tienes que sustituirlo.

Biól. José Angel Salazar Guajardo.

Biól. Héctor A. Medina Pedraza.

Biól. Sergio Montoya Pedraza.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



FONDO UNIVERSITARIO

088879



QH 315

S2



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## ÍNDICE.

UNIDAD.	PÁG.
I ¿QUÉ ES LA BIOLOGÍA?	
Ciencias de la biología.-----	1
Método científico.-----	5
II EVOLUCIÓN DE LA MATERIA.	
Átomos y moléculas.-----	7
Compuestos orgánicos -productos de los orga-- nismos vivos-.-----	10
Proteínas.-----	17
III ORIGEN DE LA VIDA.	
El universo en expansión, su origen y evolu-- ción.-----	27
Teorías acerca del origen de la vida.-----	38
Teoría evolucionista moderna acerca del ori-- gen de la vida.-----	43
Evolución de materiales sencillos hasta sus-- tancias orgánicas complejas.-----	46
Transición de los sistemas no vivientes a los sistemas vivientes.-----	48
Teoría de Oparin acerca del origen de la vida.-----	49
Evolución subsecuente de los organismos.-----	53

UNIDAD.

PÁG.

IV ESTUDIO DE LA CÉLULA.

Las células pueden ser organismos individuales.-----

61

Morfología celular.-----

64

Fisiología celular.-----

67

V REPRODUCCIÓN CELULAR.

Mitosis.-----

69

Meiosis.-----

73

Espermatogénesis.-----

75

Oogénesis.-----

77

BIBLIOGRAFÍA.

81

1er. SEMESTRE.

BIOLOGÍA.

UNIDAD I.

LA BIOLOGÍA COMO CIENCIA.

INTRODUCCIÓN.

La biología es la ciencia que estudia la vida en todas sus formas. Para comprenderla es necesario establecer un método de trabajo de investigación que aclare y demuestre las formas del proceder de la vida en la naturaleza.

OBJETIVOS.

- 1.- Interpretará el concepto de ciencia y ubicará la biología dentro de la misma.
- 2.- Enunciará algunas de las ramas de la biología.
- 3.- Explicará los pasos del método científico y su aplicación en la biología.
- 4.- Explicará la interrelación entre la biología y otras ciencias.
- 5.- Enunciará la importancia de la biología por sus aplicaciones en la vida diaria.

PROCEDIMIENTO DE APRENDIZAJE.

- 1.- Observa y estudia cuidadosamente cada dibujo, tabla o figura, pues son representaciones gráficas de un conocimiento.

UNIDAD.

PÁG.

IV ESTUDIO DE LA CÉLULA.

Las células pueden ser organismos individuales.-----

61

Morfología celular.-----

64

Fisiología celular.-----

67

V REPRODUCCIÓN CELULAR.

Mitosis.-----

69

Meiosis.-----

73

Espermatogénesis.-----

75

Oogénesis.-----

77

BIBLIOGRAFÍA.

81

1er. SEMESTRE.

BIOLOGÍA.

UNIDAD I.

LA BIOLOGÍA COMO CIENCIA.

INTRODUCCIÓN.

La biología es la ciencia que estudia la vida en todas sus formas. Para comprenderla es necesario establecer un método de trabajo de investigación que aclare y demuestre las formas del proceder de la vida en la naturaleza.

OBJETIVOS.

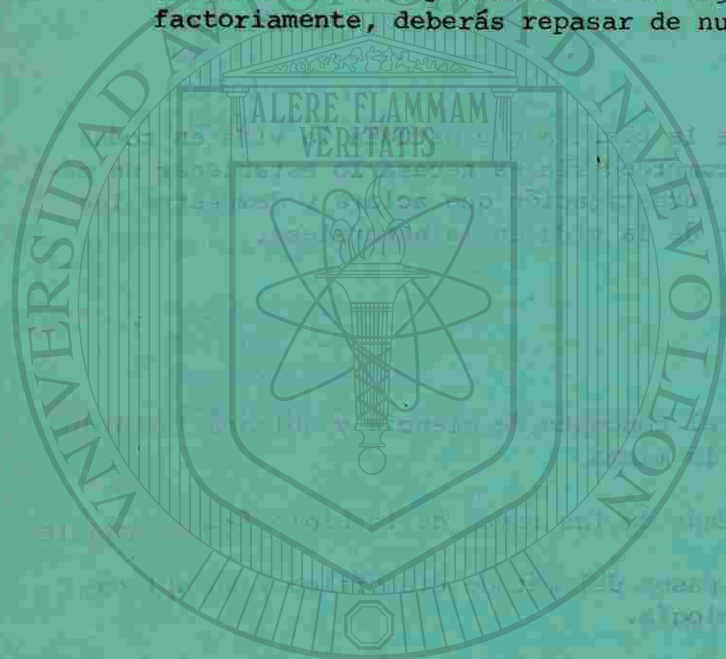
- 1.- Interpretará el concepto de ciencia y ubicará la biología dentro de la misma.
- 2.- Enunciará algunas de las ramas de la biología.
- 3.- Explicará los pasos del método científico y su aplicación en la biología.
- 4.- Explicará la interrelación entre la biología y otras ciencias.
- 5.- Enunciará la importancia de la biología por sus aplicaciones en la vida diaria.

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 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.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## UNIDAD I. ¿QUÉ ES LA BIOLOGÍA?

La biología, conceptuada como la ciencia de la vida, es de las ciencias más antiguas puesto que nació junto con el hombre cuando éste sólo podría sobrevivir en base a sus conocimientos del medio ambiente que les rodeaba. Posteriormente, ya seguro de su superioridad sobre los otros seres del planeta, el hombre establecido en sociedad comienza a desarrollar en otras ramas de la ciencia (física, química, etc.) y el arte. La ciencia que tiene una antigüedad de alrededor de 100 mil años toma cauces insospechados hasta hace unos 300 años iniciándose con Galileo. En este último período, descubrimiento tras invento nos colocó en situaciones de comodidad y ambición que casi nos hace olvidarnos de la biología y si no, al menos desdeñarla. Ahora, en la segunda mitad del siglo XX cuando el hombre ha puesto sus plantas en otros cuerpos celestes, empieza a darnos cuenta de que algunos aspectos biológicos en este planeta se nos habían olvidado; factores tan importantes como son producir alimento suficiente para la humanidad, la explosión demográfica y la contaminación ambiental, factores que empeñan y deslucen nuestra civilización y deterioran nuestra calidad de vida.

### CIENCIAS DE LA BIOLOGÍA.

Los nuevos descubrimientos y las nuevas técnicas para el estudio de la biología dan lugar a la ampliación de la definición de biología, a modo que si antes se definía como la ciencia que estudia los seres vivos, ahora la consideramos como la ciencia de la vida. Es difícil realmente definir la vida, las características de los seres vivos son más sencillas de explicar y éstas las estudiaremos posteriormente.





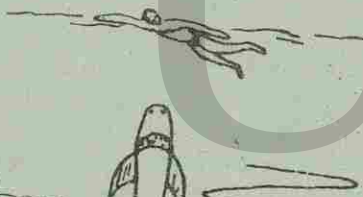
Ornitología.



Entomología.



Parasitología.



Ictiología.

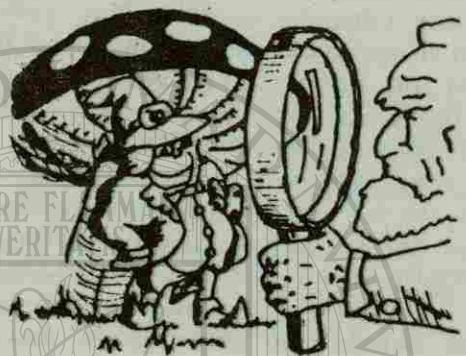


El crecimiento y desarrollo de esta ciencia imposibilitan a que una sola persona pueda ser erudita en toda su extensión, tampoco caben en un solo libro todos los conocimientos biológicos. Esto hace que casi todos los biólogos estén especializados en una rama de la biología; así tenemos Zoólogos que estudian estructuras y funciones de todos los animales, botánicos que estudian lo referente a plantas. La zoología y la botánica siguen siendo todavía muy amplias y de éstas se desglosan los mastozólogos, que trabajan con mamíferos, ictiólogos, con peces, ornitólogos, con aves, micólogos con hongos, etc. Otras ramas diferentes son la Anatomía, que se ocupa de la organización y estructura de los cuerpos, la fisiología de su funcionamiento, la embriología de su desarrollo, la patología de sus enfermedades; según la especialidad que se estudie se dividen en: Anatomía Humana, Anatomía Animal y Anatomía Vegetal; y así también puede ser con la fisiología y la embriología. Otras ramas importantes de la biología son: la parasitología, que estudia toda clase de parásitos, Histología las propiedades de los tejidos, Citología la estructura y función de las células vegetales y animales, la Genética estudia la transmisión de los caracteres de padres a hijos, la Evolución que investiga la historia de las especies y los mecanismos en que éstas se formaron, la Taxonomía que clasifica a las especies de acuerdo a su origen evolutivo y la relativamente nueva ciencia de la Ecología que estudia las relaciones recíprocas entre los seres vivos y su medio ambiente.

A continuación hacemos un ejercicio para comprender mejor el campo que abarca cada ciencia:

TRABAJO	CIENCIA
Alimentación de búhos y lechuzas.	.....
Los peces del río San Juan.....	.....
Las plagas de ratas que dañan las cosechas.....	.....
El efecto de diversos venenos en coyotes.....	.....





Mycología.



Mastozoología.

TRABAJO

CIENCIA

Inseminación artificial del ganado vacuno. ....

Nuevas especies híbridas de maíz. ....

Insectos nocivos e insectos perjudiciales. ....

Cultivo de hongos comestibles. ....

Período de gestación del conejo y perro de la pradera. ....

Control de plagas por medio de parásitos. ....

MÉTODO CIENTÍFICO.

Por principio todas las ciencias tratan de establecer leyes y teorías y no simples generalizadores, por tanto, una preocupación que data desde Galileo (1564-1642) es encontrar el método a seguir para la determinación de esas leyes o teorías que rigen los fenómenos de la naturaleza. De hecho, el método científico establecido por Galileo es íntegramente el mismo que se utiliza en la actualidad; la diferencia es por tanto, la cantidad de conocimientos de las épocas.

El método científico es realmente sencillo y podemos explicarlo en 4 fases o puntos, siendo la primera la observación, debiendo ésta reforzarse con preguntas que deban irse resolviendo en el transcurso del método. Con esto queda establecido que debemos tener la idea concreta de lo que queremos investigar para lo cual habrán de hacerse todas las observaciones posibles que tiendan a especificar el problema. El

siguiente paso del método es fabricar o establecer una hipótesis la cual intentará dar una solución o resultado temprano de la investigación. Le sigue a la hipótesis la experimentación, la cual deberá ser con experimentos repetidos y testigos.

Con los pasos anteriores se obtienen datos suficientes que pueden ser comprobados por cualquier otro científico con idénticos resultados, y finalmente llegar a la declaración de una teoría o ley valedera para el caso investigado.

Imagínate al hombre primitivo que utilizó el método científico para determinar que el fuego quemaba.

¿Qué observó? \_\_\_\_\_

¿Qué se preguntó? \_\_\_\_\_

¿Cómo experimentó? \_\_\_\_\_

Ahora compáralo con el invento científico moderno que recuerdes.

¿Qué diferencia existe? \_\_\_\_\_

EVOLUCIÓN DE LA MATERIA.

OBJETIVOS.

- 1.- Definirá los conceptos de átomo, molécula, elementos y compuesto.
- 2.- Definirá entre los compuestos inorgánicos y los orgánicos que forman la base de la materia viva.
- 3.- Explicará la importancia de los compuestos inorgánicos que integran los seres vivos.
- 4.- Identificará por su composición y función los principales compuestos orgánicos de la materia viva.

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.



siguiente paso del método es fabricar o establecer una hipótesis la cual intentará dar una solución o resultado temprano de la investigación. Le sigue a la hipótesis la experimentación, la cual deberá ser con experimentos repetidos y testigos.

Con los pasos anteriores se obtienen datos suficientes que pueden ser comprobados por cualquier otro científico con idénticos resultados, y finalmente llegar a la declaración de una teoría o ley valedera para el caso investigado.

Imagínate al hombre primitivo que utilizó el método científico para determinar que el fuego quemaba.

¿Qué observó? \_\_\_\_\_

¿Qué se preguntó? \_\_\_\_\_

¿Cómo experimentó? \_\_\_\_\_

Ahora compáralo con el invento científico moderno que recuerdes.

¿Qué diferencia existe? \_\_\_\_\_

EVOLUCIÓN DE LA MATERIA.

OBJETIVOS.

- 1.- Definirá los conceptos de átomo, molécula, elementos y compuesto.
- 2.- Definirá entre los compuestos inorgánicos y los orgánicos que forman la base de la materia viva.
- 3.- Explicará la importancia de los compuestos inorgánicos que integran los seres vivos.
- 4.- Identificará por su composición y función los principales compuestos orgánicos de la materia viva.

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.



## UNIDAD II. EVOLUCIÓN DE LA MATERIA.

### ÁTOMOS Y MOLÉCULAS.

Para definir átomo y molécula es necesario hacer uso de algunos ejemplos. Supongamos que tenemos un vaso de agua ( $H_2O$ ) y que tratáramos de dividir la cantidad de agua en mitades sucesivamente hasta límites más lejanos de lo que nuestra capacidad de visión lo permite, lógicamente que surgiría un límite a este proceso y con toda seguridad restaría una porción de agua que ya no podríamos dividir en 2 partes iguales. Pero si pudiéramos seguir dividiéndola, llegaríamos hasta una pequeña partícula, la cual ya no podríamos dividir físicamente hablando, puesto que al dividirla dejaría de ser agua. Pues bien, esta última partícula es la que conocemos como molécula y se define como la partícula más pequeña que puede existir como compuesto.

En el vaso de agua que supuestamente estábamos dividiendo existen  $10^{26}$  moléculas de agua, aproximadamente (1000000000000000000000000000000). Esto nos demuestra que una molécula entonces, es lo suficientemente pequeña para no apreciarla visualmente.

Con lo anterior queda demostrado que obtuvimos una molécula de agua, ( $H_2O$ ) y el agua es un compuesto formado de hidrógeno y oxígeno. Ahora, si intentáramos dividir (por métodos químicos) una sola molécula de agua obtendríamos 3 porciones pequeñas, pero éstas ya no serían agua puesto que tendrían propiedades físicas y químicas diferentes. A estas porciones más pequeñas que las moléculas se llamarían átomos y si se divide una molécula de agua, se obtendrán 2 átomos de hidrógeno y 1 átomo de oxígeno. Queda entonces entendido que un átomo será



la partícula más pequeña que puede existir como elemento.

Entonces, la diferencia entre molécula y átomo será que una molécula provendrá de un compuesto, mientras que un átomo, de un elemento.

### COMPUESTOS INORGÁNICOS -MATERIA PRIMA DE LA VIDA-

Si no hubiese vida sobre la Tierra, de todos modos existirían los elementos naturales y muchos de sus compuestos. Habría oxígeno, nitrógeno, bióxido de carbono y otros gases en el aire.

#### ELEMENTOS ESENCIALES PARA LOS HUMANOS.

ELEMENTO.	CANTIDAD EN EL CUERPO. (persona de 154 libras).
Oxígeno	100.1 libras
Carbono	27.72
Hidrógeno	15.4
Nitrógeno	4.62
Calcio	2.31
Fósforo	1.54
Potasio	0.54
Azufre	0.35
Sodio	0.23
Cloro	0.23
Magnesio	0.077
Hierro	0.006
Manganeso	0.0045
Yodo	0.00006
Silicio	Vestigios mínimos
Flúor	
Cobre	
Cinc	

También existiría el agua en lagos, ríos y océanos, en el aire y en las grandes capas de hielo, y los minerales estarían en el suelo y en el agua salada del mar. En resumen, de no haber vida, los elementos y los compuestos orgánicos de la Tierra se conservarían. Los compuestos inorgánicos son muy diferentes de los formados por los organismos vivos. Sin embargo, los elementos naturales y los compuestos inorgánicos de la Tierra son la materia prima con la cual la vida produce más vida.

El oxígeno, en forma molecular, constituye casi el 21 por 100 de la mezcla de gases que llamamos aire. Este gas es necesario para la respiración de la mayoría de los seres vivos.

El agua es el compuesto inorgánico más abundante en la Tierra y también el que los organismos tienen en mayor cantidad, pues forma el 65 al 95 por 100 de la sustancia de todo ser vivo. Una y otra vez, en la biología se verá la importancia que tiene el agua para el mundo vivo.

El protoplasma mismo está formado por materiales disueltos o suspendidos en este líquido y, además, es el medio en el que se toman los materiales disueltos del medio ambiente. Es el medio de transporte para alimentos, minerales y otras sustancias de los sistemas vivos. En realidad, muchos organismos viven en el agua.

El bióxido de carbono es un compuesto inorgánico del que se obtienen carbono y oxígeno. Todos los productos químicos de los organismos contienen carbono, razón por la cual directa o indirectamente, el bióxido de carbono es necesario para toda clase de vida.

Los compuestos minerales suministran los demás elementos necesarios para la vida. Los minerales pueden provenir del suelo, estar disueltos en el agua o encontrarse como sales en el agua salada.

Los seres humanos no pueden utilizar directamente el bióxido de carbono y los minerales como tales. Como casi todos los animales, la humanidad depende de las plantas verdes



como vínculo con estos compuestos inorgánicos. Las plantas organizan tales compuestos en alimentos complejos que empleamos como fuentes de energía y materiales de construcción.

## COMPUESTOS ORGÁNICOS - PRODUCTOS DE LOS ORGANISMOS VIVOS -

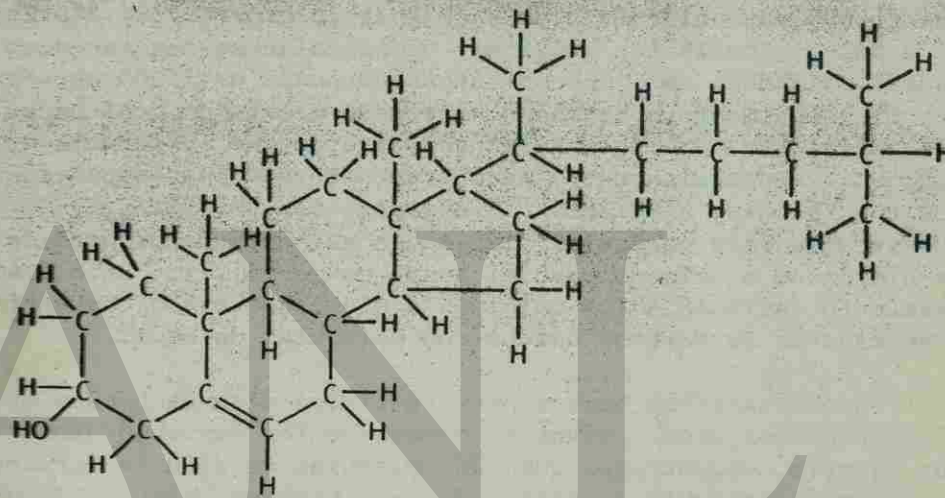
Todos los organismos vivos producen *compuestos orgánicos* distintos de las sustancias inorgánicas de la Tierra. Alguna vez, los científicos pensaron que sólo los organismos producían compuestos orgánicos, lo cual explica el término *orgánico*. Ahora se sabe que esto no es así. De hecho, muchos compuestos orgánicos usados hoy día, son productos obtenidos sintéticamente en la industria.

Ya sean sintéticos o fabricados por los organismos vivos, todos los compuestos orgánicos tienen algo en común: todos contienen carbono. Son varios los aspectos que hacen del carbono el elemento clave en los compuestos orgánicos. En primer lugar, la estructura electrónica del átomo de carbono le permite formar hasta cuatro enlaces covalentes con otros átomos. Los átomos de carbono también tienden a unirse entre sí formando anillos o cadenas largas. Estos grupos de carbono forman una "columna vertebral" a la cual se unen átomos de otros elementos. El resultado es una molécula orgánica compleja y grande.

Los especialistas en química orgánica han descubierto cuál es la disposición exacta de los átomos y cómo se ligan en miles de moléculas orgánicas. Una *forma estructural* es una especie de mapa de los átomos y enlaces de una molécula. Un *vis*tazo a la fórmula estructural da una buena idea de cómo se agrupan las moléculas orgánicas. Los átomos de carbono pueden formar anillos en una parte de la molécula y una cadena ramificada o arborescente en otra parte. Las líneas representan los enlaces.

Los átomos de carbono forman enlaces entre sí y también forman con átomos de hidrógeno o con moléculas OH. Cada átomo de carbono puede formar cuatro enlaces sencillos o dos enlaces sencillos y uno doble

También es posible representar una molécula mediante una *fórmula empírica*; por ejemplo, la del colesterol es  $C_{27}H_{45}OH$ . Comparémosla con la fórmula estructural.



La fórmula estructural del colesterol muestra cómo se enlazan entre sí los átomos de carbono para formar anillos y cadenas ramificadas o carborescentes en la misma molécula.

Al proceso por el que los organismos vivos forman moléculas orgánicas se le da el nombre de *biosíntesis*. Los bioquímicos están muy interesados en saber cómo se desarrolla la biosíntesis. En alguna parte de este complejo proceso puede encontrarse la clave de cómo se continúa la vida.

Una definición moderna de *materia orgánica*. En la actualidad, los químicos continúan usando los términos "orgánicos" e "inorgánicos", pero no con el significado original. Ahora,

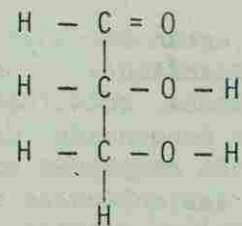


no se considera la materia orgánica como producto exclusivo de los organismos, sino que se define en forma más precisa, como "cualquier sustancia que contiene varios átomos de carbono unidos entre sí o unidos al hidrógeno". Son miles las moléculas orgánicas sintetizadas por el hombre. La materia inorgánica es simplemente cualquier materia que no sea orgánica.

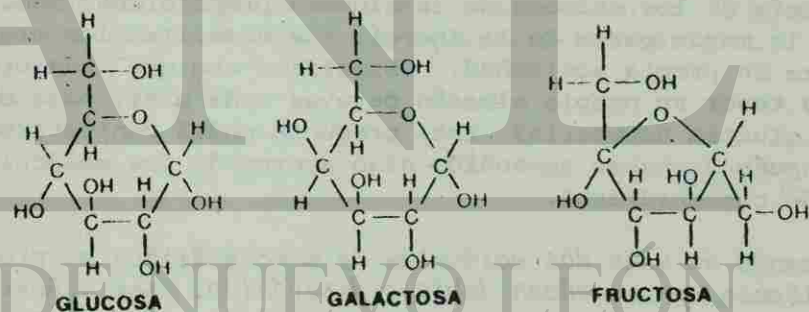
El término *carbohidratos* se aplicó como nombre descriptivo, puesto que carbohidrato significa "carbón hidratado". A principios del siglo XIX los químicos, al estudiar sustancias como madera, almidón, etc., encontraron que todas estaban compuestas principalmente de carbón, hidrógeno y oxígeno. Al hacer el análisis de esas sustancias encontraron que su fórmula era  $C_6H_{12}O_6$ . Posteriormente, encontraron otros compuestos orgánicos con fórmulas similares por ejemplo,  $C_5H_{10}O_5$  y  $C_{12}H_{22}O_{11}$ . Observe que esas moléculas tienen una relación de proporción de hidrógeno a oxígeno como el agua, es decir 2:1. Este descubrimiento estimuló a los químicos a creer que estos compuestos eran cadenas de carbono unidas con moléculas de agua.

Investigaciones posteriores revelaron algunos hechos que hicieron menos descriptivos el nombre de los carbohidratos. Por ejemplo, encontraron que las moléculas de agua *no* formaban parte de la molécula de carbohidrato. Como se ve en la figura, el hidrógeno y el oxígeno están unidos al carbono *separadamente*. También se descubrió que la relación hidrógeno-oxígeno 2:1, *no* se presenta siempre en los carbohidratos.

Los carbohidratos son los compuestos orgánicos que más abundan en la naturaleza y que se encuentran en las plantas en mayor cantidad que en los animales. Estos dos hechos tan importantes, son fáciles de explicar. La mayoría de los carbohidratos son sintetizados por las plantas verdes, durante el proceso de la fotosíntesis. La inmensa variedad de plantas verdes que hay en la Tierra, explica la abundancia de los carbohidratos. A pesar de su cantidad, no hay en los organismos vivos una gran variedad de carbohidratos. Muchos son exactamente iguales, lo mismo si se trata de un roble, de una jirafa o de uno mismo.



El nombre químico de este carbohidrato es *grice-raldehído*. Note que aunque su fórmula es  $C_3H_6O_3$ , no hay agrupamiento  $H_2O$ , debido a que este carbohidrato tiene una cadena de tres carbonos llamada *triosa*. Las *tetrosas* tienen cuatro carbonos, las *pentosas* cinco y las *hexosas* seis. Principalmente nos interesan las hexosas y pentosas, por ser los azúcares más simples.



Tres monosacáridos.



Los carbohidratos están formados por moléculas llamadas *azúcares simples o monosacáridos*. Los tres azúcares simples más importantes son *glucosa, galactosa y fructosa*. Los tres tienen la misma fórmula condensada  $C_6H_{12}O_6$ , aunque son diferentes. Esto es fácil de comprobar con sus fórmulas estructurales de los átomos de las moléculas es diferente y les da a cada una sus características propias.

¿En cuáles organismos vivos se pueden encontrar los azúcares simples? La mayor parte de ellos se encuentran en las plantas y productos vegetales. La glucosa, se encuentra en las uvas y en la miel. En efecto, este azúcar se llama, con frecuencia, "azúcar de uva". La fructosa, como se presume, si se conoce algo de etimologías, se encuentra en diversas frutas y también en la miel. En cambio, la galactosa rara vez se encuentra sola como monosacárido; que casi siempre está combinado con otros monosacáridos y forma parte de una molécula grande.

De los tres monosacáridos, la glucosa es la que desempeña un papel más importante en la mayoría de los organismos vivos. La energía de los enlaces de la glucosa proporciona, indirectamente, la mayor parte de la energía que necesitan los organismos para su propia actividad. ¿Significa eso que cada organismo debe tener su propio almacén de uvas o de miel, para obtener la glucosa necesaria? Esta pregunta podrá contestarse mejor después de haber aprendido algo acerca de las moléculas mayores de carbohidratos.

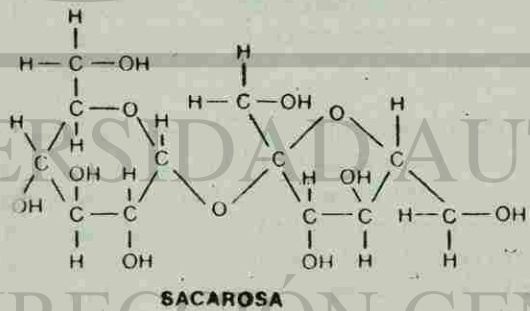
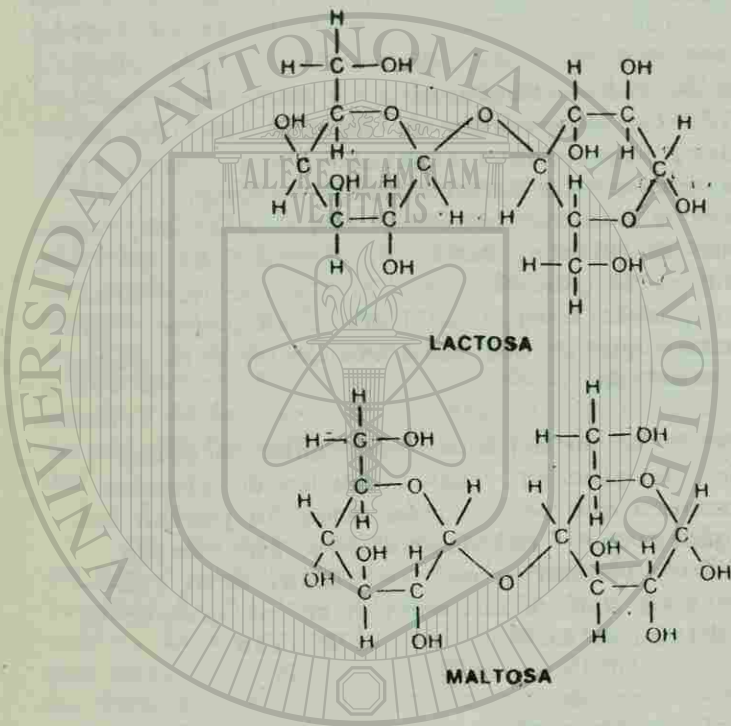
Cuando se unen dos moléculas de monosacáridos se produce una molécula de un *azúcar doble o disacárido*. Los azúcares dobles son un poco más complejos. La *sacarosa* es una molécula de disacárido formado por una molécula de fructosa y otra de glucosa. En la figura se muestran las fórmulas estructurales de los tres disacáridos más importantes. De los disacáridos, el más importante es la *sacarosa*. Si aún no lo ha intuido, le diremos que la *sacarosa* es el azúcar común que usamos en la casa. Aunque la *sacarosa* se obtiene de muchas plantas, la de mejor calidad es de caña de azúcar, de remolacha y de arce.

Todos los disacáridos que comemos, para que puedan ser absorbidos por la sangre es necesario que se rompan en sus respectivos monosacáridos.

La celulosa es un carbohidrato formado por muchas unidades. La mayor parte de los carbohidratos se encuentran en forma de grandes moléculas compuestas de una o de muchas unidades de monosacáridos, ligeramente cambiados en azúcares simples. Las moléculas grandes de carbohidratos se llaman *polisacáridos*, que significa "muchos azúcares". La *celulosa*, que es el polisacárido más abundante, está constituido por un gran número de moléculas de glucosa. Es de suponer que algo de lo que usted lleva puesto o algo de donde está sentado sea de celulosa. Debe saber que lo que está viendo en este momento -el papel- es de celulosa.

La celulosa difiere en un aspecto importante de otros polisacáridos formados de glucosa. Las unidades de glucosa están muy unidas de manera que pocos organismos la pueden separar con sus jugos gástricos. Herbívoros como las ovejas, caballos, ganado cabrío y vacuno, comen celulosa, pero gracias a los microorganismos que se encuentran en su aparato digestivo, pueden desdoblar sus moléculas y digerirla.





¿Cuáles son los monosacáridos en cada uno de estos disacáridos?

El almidón de las plantas y el glucógeno también son carbohidratos. Estos dos polisacáridos de glucosa representan un importante almacén para la glucosa. Lo importante de este tipo de almacenamiento está en que el enlace, que une las moléculas de glucosa, se rompe fácilmente. En general, la glucosa se almacena en las plantas en forma de almidón y los animales lo almacenan como glucógeno.

Las plantas almacenan el almidón en las semillas, tallos y raíces, de donde lo toman como fuente de energía para el desarrollo de nuevas plantas. A diferencia de la celulosa, el almidón puede ser digerido por la mayoría de los animales. Así, el hombre procesa el almidón en alimentos como el pan, e incluso puede ser cocido y comido directamente, como las papas.

El glucógeno es una cadena ramificada de moléculas de glucosa que se forma en el hígado y músculos de los animales mayores. Lo mismo que el almidón, los enlaces que mantienen unidas las moléculas de glucógeno son ideales para el almacenamiento de glucosa; de ahí se puede obtener rápidamente la energía.

Justifica la importancia del agua en los seres vivos.

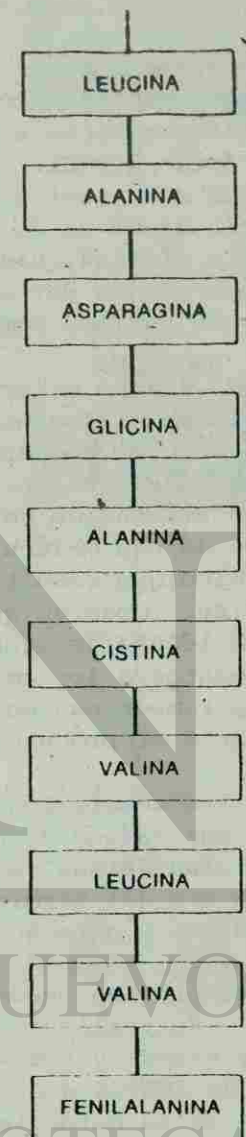
¿Qué es materia orgánica?

### PROTEÍNAS.

Hasta ahora se han estudiado las moléculas que son las mismas, o casi las mismas, en todos los

organismos vivos. Pero no es lo mismo, en el caso de las proteínas, puesto que en cada organismo se encuentran cientos o tal vez, miles de proteínas diferentes. Aunque algunas de ellas pueden ser las mismas para ciertos organismos, hay la posibilidad de que en cada organismo muchas de sus proteínas sean únicas; este es un hecho importante. La gran diversidad de proteínas, al nivel molecular, es lo que cuenta para la gran diversidad de células, tejidos, órganos y organismos individuales.

Los aminoácidos, son las unidades básicas de las proteínas. Las proteínas son como cadenas de moléculas formadas por otras moléculas más pequeñas llamadas aminoácidos. Cada aminoácido representa un eslabón de la cadena. De la misma manera que los monosacáridos son los azúcares simples de las grandes moléculas de los polisacáridos, los aminoácidos son las unidades para la formación de las moléculas de las proteínas. En la materia viva hay unos 20 aminoácidos comunes. Dentro de una proteína determinada se puede encontrar muchas veces un aminoácido. Las proteínas contienen, a menudo, varios cientos de aminoácidos.



SECCION DE PROTEINAS



Las proteínas son largas cadenas de aminoácidos.



En la figura están las fórmulas estructurales de algunos aminoácidos, observe las similitudes y las diferencias que hay entre ellos. Todos tienen un átomo de carbono llamado *carbono alfa*, al cual están enlazados otros cuatro grupos diferentes de átomos. Tres de los últimos son siempre los mismos. El carbono alfa siempre tiene un átomo de hidrógeno, un grupo amino ( $\text{NH}_2$ ) y un ácido ( $\text{COOH}$ ). El grupo que es diferente para cada aminoácido se denomina radical y se representa por *R*. El grupo *R*, varía desde un átomo de hidrógeno, en el aminoácido más simple, la *glicina*, hasta grupos de átomos más complejos. Estos grupos pueden ser cadenas lineales, como la *arginina*, o estructuras de anillo, como el *triptófano*.

La *estructura primaria* de una molécula de proteína es la secuencia específica que siguen los aminoácidos al unirse unos a otros para formar la cadena. El comportamiento de cada proteína depende, en gran parte, de esta secuencia. Los enlaces que unen una molécula de un aminoácido con otra molécula, se forman entre el grupo amino de una molécula y el grupo ácido de la otra. El enlace químico que resulta entre dos aminoácidos se llama *enlace peptídico*. Observe que durante esta reacción química se forma una molécula de agua. Nuestro organismo, u otro que emplee como alimentos a los aminoácidos de las proteínas, tendrá necesidad de romper ese enlace peptídico. Este rompimiento se efectúa durante el proceso digestivo.

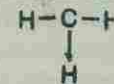
Los químicos usan con frecuencia los términos *péptido* y *polipéptido* para describir una cadena de proteínas de menos de 50 aminoácidos. Aunque ésta no es una regla precisa, la usaremos y limitaremos nuestro uso del término *proteína* para las moléculas que contengan más de 50 aminoácidos.

¿Cuántas palabras diferentes se pueden formar combinando las 28 letras del alfabeto? En realidad el número de palabras que se pueden formar es muy grande y todavía lo es mucho más el número de combinaciones de letras que se pueden hacer. Una cosa semejante acontece en la naturaleza cuando se forman las proteínas por la combinación de los 20 aminoácidos.

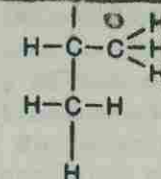
GLICINA



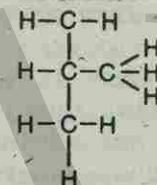
ALANINA



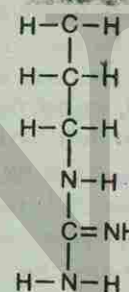
VALINA



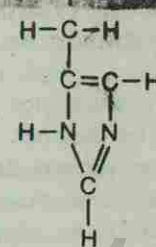
LEUCINA



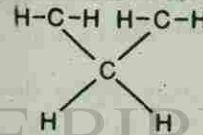
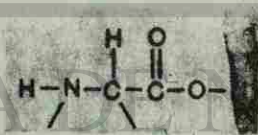
ARGININA



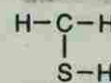
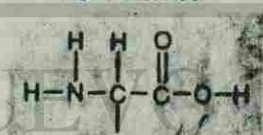
HISTIDINA



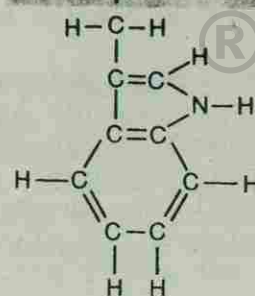
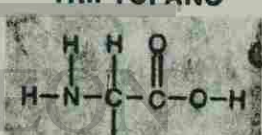
PROLINA



CISTEINA



TRIPTOFANO



¿Cómo difiere la prolina de los otros aminoácidos mostrados?



Si conociera la estructura primaria de una proteína sólo conocería una parte de su historia, ya que muchas de ellas no son simplemente largas cadenas de aminoácidos. Es muy probable que estén dobladas y enrolladas, como si estuvieran formando un gran nudo, y esto no es, precisamente un enredo casual. Si todos los factores son los mismos, dos moléculas proteicas con la misma estructura primaria, probablemente también presentarán la misma estructura tridimensional; es decir, la secuencia de los aminoácidos en la cadena y rizados que presenta una molécula.

Los dobleces y rizados de una molécula de proteínas dependen, principalmente, de la atracción que existe entre los átomos o grupos de átomos, que se encuentran a lo largo de la cadena proteica. Si todos los aminoácidos fueran iguales, no habría tanta variedad en las formas de las moléculas proteicas; pero esto no sucede así, porque los grupos R de los aminoácidos hacen que cada aminoácido tenga su propia naturaleza peculiar. La estructura de la proteína depende en gran parte de la interacción de los grupos R.

Pongamos por ejemplo, el caso de la *cisteína*, que ilustrará este hecho. Si tenemos dos moléculas de aminoácidos en cualquier parte de la cadena, es muy probable que sus grupos R se unan con fuertes enlaces. El número y la ubicación de las cisteínas, dentro de la cadena puede cambiar completamente la estructura de esa proteína.

Muchos de los enlaces que mantienen doblada y enroscada a la molécula proteica, son los puentes de hidrógeno más débiles. Esto es muy importante puesto que explica por qué muchas proteínas sean tan sensitivas al calor y aclara por qué, al tener fiebre muy alta, el cuerpo puede resentir daños. Esos daños es muy probable que se produzcan por una alteración de la estructura de ciertas moléculas proteicas estratégicas.

El efecto del calor produce aumento en el movimiento dentro de la molécula proteica y tiene lugar el rompimiento de los enlaces de hidrógeno. El calentamiento también puede producir el rompimiento de unos enlaces y la formación de otros; esto es lo que sucede cuando calentamos un huevo y se rompen los enlaces. La clara de huevo está constituida, principalmente por agua y proteína llamada *albúmina*. El calentamiento

cambia la estructura de la albúmina.

Además de los dobleces y rizados que se presentan en las moléculas proteicas, hay otras características que aumentan su complejidad. Por ejemplo, la mayoría de las proteínas tienen su estructura, probablemente, dos o más cadenas de aminoácidos. Esas cadenas pueden enlazarse entre sí, de diversas maneras lo que da lugar a que aumente el número de dobleces y rizados en el interior de la molécula. Además, se sabe que muchas proteínas tienen átomos de diferentes clases. Estos átomos pueden estar en un número de diferentes posiciones dentro de la molécula.

Quizás sorprenda que nadie conociera la estructura de las moléculas y mucho menos de una que es tan grande y compleja como la proteína. Hasta este momento no hemos deliberadamente explicado cómo los científicos la llegaron a conocer. Sin embargo, es importante que se dé cuenta de la naturaleza compleja de las proteínas y de que tenga una idea de cómo ha sido conducido este tipo de investigación. Esa finalidad se ha podido conseguir mediante el estudio y la investigación, hasta llegar al conocimiento de su estructura. La *hemoglobina* para este propósito, es una molécula ideal.

Hay unos 280 millones de moléculas de hemoglobina en cada uno de los glóbulos rojos. Esas moléculas se combinan con el oxígeno, en nuestros pulmones, y los transportan a todas las células. La hemoglobina es una de las pocas proteínas de la cual se conoce totalmente su estructura. La molécula de hemoglobina consta de dos pares de cadenas de aminoácidos que contienen en total unas 574 moléculas de aminoácidos. Cada una de estas cadenas tienen un grupo de átomos llamado *grupo hem*. Este hem, contiene el fierro, que es el elemento que proporciona el color rojo a la sangre. El hem, también es responsable de la facultad que tiene la hemoglobina para actuar como molécula transportadora de oxígeno.

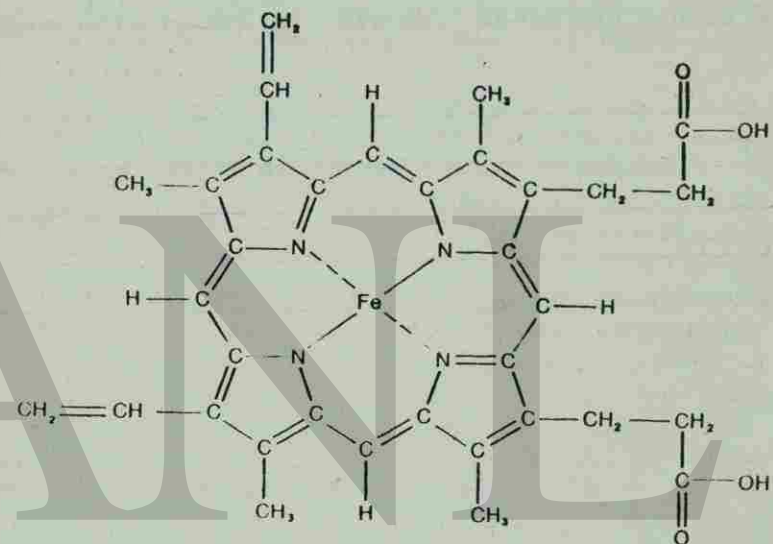
¿Es importante la estructura de una proteína? La respuesta es afirmativa, la estructura de una proteína es muy importante. Según las investigaciones recientes se ha visto que pequeños cambios en la estructura de una proteína pueden producir profundos cambios en la función total de un organismo. Los cambios que sufre la hemoglobina ilustran este hecho importante.



Hace unos cincuenta años fue descubierta una nueva enfermedad de la sangre llamada *anemia falciforme* (forma de hoz) a consecuencia de que los pacientes afectados por esa enfermedad, presentaban a menudo glóbulos rojos anormales, en forma de hoz. Investigaciones posteriores revelaron diferentes hechos interesantes acerca de la enfermedad. Se descubrieron que podía tener dos formas: una menos peligrosa que la otra. La benigna se encuentra ampliamente distribuida entre los nativos del África central y occidental y entre sus descendientes de América - los efectos de esta enfermedad no son del todo malos para los pacientes. Los nativos que la sufren parecen tener una mayor inmunidad a los parásitos productores de la malaria. Estos parásitos invaden los glóbulos rojos y el hecho más interesante es que esta enfermedad es hereditaria.

La verdadera naturaleza de esta enfermedad se conoció gracias a las investigaciones a nivel molecular. En 1949, unos investigadores encontraron ciertas diferencias en la molécula estructural de hemoglobina entre los pacientes de esta anemia y la de las personas sanas. Pero fue hasta 1957 que el inglés Veron Ingram demostró, en forma precisa, la diferencia entre estas dos hemoglobinas. Demostró que en dos de las cadenas idénticas de hemoglobinas, la anormal presenta un aminoácido en lugar de otro que está presente en la molécula normal. Posteriormente, Ingram mostró el lugar exacto, en la secuencia de aminoácidos, donde tiene lugar esa alteración. Encontró que en la hemoglobina normal había en el lugar del aminoácido, *ácido glutámico*; mientras que en la cadena anormal ese lugar lo ocupa el aminoácido *valina*. Por lo expuesto anteriormente, vemos que esa insignificante alteración, dos aminoácidos entre 574, es suficiente para cambiar toda la estructura de la proteína. Esas aparentemente pequeñas alteraciones son suficientes para producir cambios en el comportamiento de la molécula y estos cambios pueden ocasionar serias enfermedades.

El agua, los carbohidratos y las proteínas, son las moléculas más abundantes en los organismos vivos. Sin embargo, todavía hay una gran variedad de moléculas que desempeñan papeles vitales, dentro de los organismos. Entre ellas se pueden mencionar los lípidos, que incluyen las grasas y los aceites. Aunque, generalmente, no se presentan en gran cantidad, son los responsables de la forma estructural de los organismos



El Grupo Hem

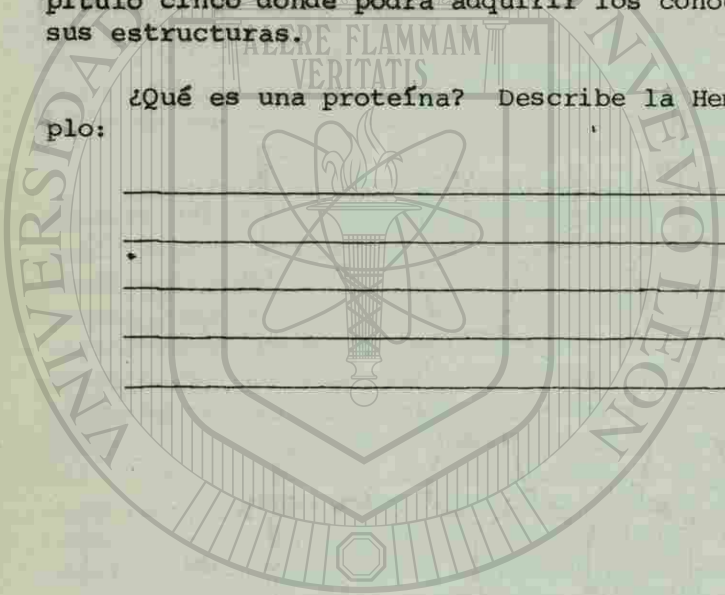


LIBRO ALQUILADO

vivos. Las grasas y aceites, frecuentemente se encuentran combinados, ya sea con polisacáridos o con proteínas.

Los ácidos nucleicos son otra variedad de las moléculas orgánicas presentes en los organismos vivos. Recientemente se ha descubierto que los ácidos nucleicos DNA y RNA son tan importantes que se les ha nombrado "las moléculas maestras". De momento, no estudiaremos su estructura; lo haremos en el capítulo cinco donde podrá adquirir los conocimientos acerca de sus estructuras.

¿Qué es una proteína? Describe la Hemoglobina como ejemplo:



\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

1er. SEMESTRE.

BIOLOGÍA.

UNIDAD III.

### ORIGEN DE LA VIDA

#### OBJETIVOS.

- 1.- Describirá las teorías que sobre el origen de la vida han surgido a lo largo del tiempo hasta la formulación de la más aceptada.
- 2.- Identificará los distintos experimentos realizados para refutar la teoría de la generación espontánea.
- 3.- Señalará el panorama teórico de la tierra primitiva.
- 4.- Explicará la formación de las primeras sustancias orgánicas en evolución y la aparición del fenómeno de la vida.

#### 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.



vivos. Las grasas y aceites, frecuentemente se encuentran combinados, ya sea con polisacáridos o con proteínas.

Los ácidos nucleicos son otra variedad de las moléculas orgánicas presentes en los organismos vivos. Recientemente se ha descubierto que los ácidos nucleicos DNA y RNA son tan importantes que se les ha nombrado "las moléculas maestras". De momento, no estudiaremos su estructura; lo haremos en el capítulo cinco donde podrá adquirir los conocimientos acerca de sus estructuras.

¿Qué es una proteína? Describe la Hemoglobina como ejemplo:



\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

1er. SEMESTRE.

BIOLOGÍA.

UNIDAD III.

### ORIGEN DE LA VIDA

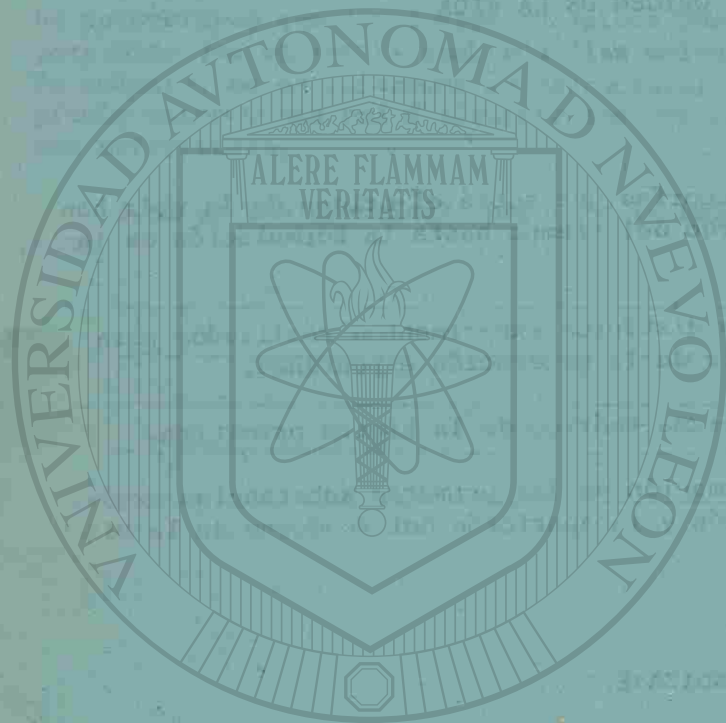
#### OBJETIVOS.

- 1.- Describirá las teorías que sobre el origen de la vida han surgido a lo largo del tiempo hasta la formulación de la más aceptada.
- 2.- Identificará los distintos experimentos realizados para refutar la teoría de la generación espontánea.
- 3.- Señalará el panorama teórico de la tierra primitiva.
- 4.- Explicará la formación de las primeras sustancias orgánicas en evolución y la aparición del fenómeno de la vida.

#### 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.





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

### UNIDAD III.

#### ORIGEN DE LA VIDA.

#### EL UNIVERSO EN EXPANSIÓN, SU ORIGEN Y EVOLUCIÓN.

##### ORIGEN DEL UNIVERSO.

¿Qué edad tiene el universo y cómo se inició? Podemos hacer ciertas suposiciones basadas en observaciones muy en boca de fenómenos químicos y físicos. Estudiando las propiedades de la materia, su composición y distribución, podemos hacer numerosas conjeturas acerca del origen de los astros y los planetas, así como de su historia.

Las especulaciones acerca de la edad y origen de la materia y energía que constituyen el universo han sido causa de grandes controversias. Estas ideas se revisan constantemente, surgen otras, y así, sucesivamente. Por lo general, representan conceptos que no son accesibles a la mayoría de nosotros, siendo, así, difíciles de comprender. ¿Es posible que el universo no haya tenido principio y no tenga fin? ¿Podemos pensar del espacio y tiempo como algo infinito? Hay dos teorías que consideran el origen del universo, la teoría evolucionista y la del estado invariable.

##### TEORÍA EVOLUCIONISTA DEL UNIVERSO. <sup>®</sup>

La teoría evolucionista emitida por George Gamow y sus colegas de la Universidad George Washington, se basa en la expansión del universo. Esta teoría, en su forma actual, afirma que hace cerca de diez mil millones de años, el universo se inició al hacer explosión un núcleo hirviendo de materia prima concentrada, el cual desde entonces continúa expan-



diéndose. Progresivamente, este material se adelgazó, se enfrió y se fue modelando para formar estrellas, planetas, galaxias y supergalaxias. Para llegar a los diez mil millones de años ha sido necesario extrapolar hacia atrás en el tiempo, hasta el estado primordial hipotético (cuando todas las galaxias estuvieron juntas y comprimidas), usando las distancias y velocidades de las galaxias que se conocen actualmente. La teoría implica que el universo comenzó con la explosión de un estado superdenso, su expansión fue enorme y poco a poco ha ido disminuyendo como resultado de la atracción gravitacional.

¿Cuál sería la composición de este material primordial hipotético que, de acuerdo con esta teoría, originó el universo? Gamow afirma que la materia primordial estaba constituida de partículas subatómicas densamente concentradas, siendo en su mayoría neutrones. Como esta masa primordial de neutrones comprimidos comenzó a extenderse y a enfriarse, como posiblemente algunos de éstos se fragmentaron (o transformaron) en protones (núcleo de los átomos de hidrógeno) y electrones. En los minutos que siguieron a la expansión, esta mezcla de partículas fundamentales se cree que se enfrió lo suficiente para formar combinaciones relativamente estables, las cuales contribuyeron al origen de muchos de los diferentes átomos o elementos. La mayoría de los átomos formados probablemente fueron hidrógeno y helio, como lo indica su abundancia actual.

La continua expansión de esta mezcla gaseosa homogénea que constituyó la materia del universo por, aproximadamente, 250 millones de años, se transformó después por medio de un proceso de condensación en nubes o masas de gas aisladas. La condensación probablemente se inició por el rápido descenso de la temperatura debido a la expansión de la mezcla gaseosa. Las enormes masas gaseosas subsecuentemente originaron grandes conjuntos de estrellas por otras condensaciones y se fueron separando unas de otras debido a la continua expansión del universo.

Lógicamente las altas presiones causadas por la contracción rápida de grandes fragmentos gaseosos produjeron tempe-

raturas muy altas (calculadas en millones de grados centígrados), en sus regiones más densas y fueron probablemente las responsables de la formación de las estrellas. Así se inician las reacciones nucleares con liberación de energía. La luz emitida por la mayoría de las estrellas es el resultado de un proceso continuo de fusión nuclear, de átomos de hidrógeno para formar helio, liberándose una cantidad enorme de energía que resulta en la producción de luz y calor. Esta reacción (principal fuente de energía del sol y las estrellas), incluye la conversión de una pequeña cantidad de átomos de hidrógeno a punto de fusión de energía de acuerdo con la famosa teoría de Einstein de la interconversión de materia en energía y que es esencialmente similar al principio de la bomba de hidrógeno.

#### TEORÍA DEL ESTADO INVARIABLE DEL UNIVERSO.

El segundo concepto fundamental acerca del origen y desarrollo del universo tiene como vocero a Fred Hoyle de la Universidad de Cambridge y es conocido como teoría del estado invariable. Afirma que el universo ha existido siempre, siendo infinito en espacio y tiempo, sin principio ni fin. Este concepto y el anterior, esencialmente están de acuerdo en que el hidrógeno probablemente fue el primer material formativo, del cual se derivaron la mayoría de los otros elementos, por medio de fusión y otras reacciones nucleares en el interior de las estrellas.

El radio telescopio ha proporcionado sugestivas evidencias acerca de que las inmensas nubes de hidrógeno de los espacios constituyen la materia prima de la cual se originaron las nuevas estrellas y galaxias.

Aquí termina toda similitud entre las dos teorías. La teoría evolucionista de Gamow postula la creación del hidrógeno y otros elementos a partir de una explosión de neutrones acaecida hace billones de años. El concepto de Hoyle mantiene que el hidrógeno ha sido y está siendo creado continuamente a través del espacio por la conversión de energía en mate-



ria durante el proceso de expansión.

No se puede decir cuál de estas dos teorías sea la más cercana a la verdad en lo referente al origen del universo. A pesar de las evidencias acumuladas y del actual desarrollo técnico y científico, no es posible decidir todavía cuál es el concepto correcto.

#### ORIGEN DE LOS PLANETAS Y SUS SATELITES.

La teoría prevaleciente acerca del origen de los planetas conocida como hipótesis de las *nubes de polvo*, propone la formación de los planetas a partir de masas relativamente pequeñas formadas por nubes de partículas de polvo y gas. De acuerdo con esta teoría, las nubes de polvo y gas se desprendieron de las estrellas recién formadas, manteniéndose unidas por la atracción de la gravedad; estas nubes fueron creciendo por la reunión gradual de partículas sólidas de polvo a base de óxidos de hierro, silicatos y cristales de agua. El crecimiento se efectuó por colisiones y capturas de cuerpos pequeños por otros más grandes hasta formar otros aún de mayor tamaño llamados *protoplanetas*. Estos giraron alrededor de los astros siguiendo las leyes del movimiento y de la gravitación hasta condensarse y formar los planetas. El calor generado por la contracción probablemente fue suficiente para que estos planetas recién formados llegaran a un estado de fusión, sin llegar a iniciarse reacciones nucleares por su pequeño tamaño. Las distintas distancias de los planetas de nuestro sistema solar (desde el Sol), aparentemente reflejan las distancias de sus "protoplanetas" antes de que ocurriera la condensación. Hay marcadas evidencias que confirman esta teoría, por ejemplo, la existencia de nubes gigantes de gas y polvo en los espacios interestelares, las cuales han sido captadas por la forma en que dispersan la luz de otras estrellas.

El planeta Tierra tiene una densidad de 5.5 o sea que es 5.5 veces más pesada que un volumen igual de agua. Por otra parte, el promedio de la densidad de otros planetas más

grandes es menor; en Júpiter y Saturno la densidad es 1.0, al igual que el agua. Esto se explica por el hecho de que estos planetas fueron en un principio más grandes. Por consiguiente, al tener inicialmente una atracción gravitacional mayor, estuvieron capacitados para atraer y mantener elementos más ligeros, cosa que los planetas más pequeños hicieron en una forma limitada. Como resultado de esto los planetas más grandes son relativamente más ligeros que los más pequeños en proporción a su volumen.

Otro concepto más, es el conocido como *teoría planetesimal*. Afirma que la formación de los planetas en nuestro sistema solar se debe a un astro perturbado que pasó del Sol o chocó con él, originándose enormes mareas de gas en ignición que se desprendieron del Sol. Estas masas fueron enfriándose lentamente, se licuaron, luego se condensaron y al hacerse coalescentes formaron los planetas. Una seria objeción a esta teoría es la improbabilidad física de que masas ígneas relativamente pequeñas liberadas repentinamente de la fuerza gravitacional del Sol, tendieran a enfriarse y condensarse, más que a expandirse explosivamente.

#### EDAD DE LA TIERRA.

Existen varios métodos para calcular la edad de la Tierra. En un tiempo se utilizaron narraciones bíblicas. Las antiguas explicaciones teológicas basadas en las historias del Antiguo Testamento se remontan a cuatro o cinco mil años y han sido descartadas. Por ejemplo, un alto miembro de la iglesia en el siglo XVII, concluye que el mundo fue creado en el año 4004 A.C. Los estudios geológicos efectuados durante los siglos XVIII y XIX rompen las restricciones de la teología y calculan la edad de la Tierra en 10, 100 ó 1,000 millones de años. Este cálculo se ha ampliado a algunos pocos miles de millones de años.

Para determinarse la edad de la Tierra actualmente los científicos toman en cuenta la edad de su corteza. Esto se realiza mejor tomando en cuenta la cantidad de ciertos mate--



riales radiactivos y sus productos que se encuentran en las rocas. Por ejemplo, se sabe que los átomos del elemento radiactivo llamado uranio, degeneraron hasta formar plomo, a una tasa lenta y constante que no es afectada por todos los factores conocidos. Si se supone que éste fue el proceso principal por el cual se originó el plomo, entonces, al analizar las concentraciones relativas de tipos específicos de uranio y plomo en una muestra de roca, puede calcularse su edad, suponiendo que cantidades imperceptibles de plomo existieron al solidificarse la roca. Esta idea puede ilustrarse mejor al tomar como comparación el desprendimiento de las piedras de un edificio en ruinas. Si conocemos que cada año se desprende una piedra, podemos calcular las piedras desprendidas y determinar el año en que la estructura comenzó a desmoronarse.

Las rocas más antiguas han sido encontradas en Manitoba, Canadá. Siguiendo el procedimiento de la degeneración radiactiva, se les calcula una antigüedad de 2.500 millones de años. A esto hay que agregar dos mil millones más, o sea el tiempo requerido para la formación inicial del planeta y para el subsecuente enfriamiento de la superficie terrestre, hasta formarse la corteza. Por consiguiente, se calcula la edad de la Tierra en unos cinco mil millones de años. Se presume que la formación de átomos y elementos formados al principio del universo ocurrió pocos miles de millones de años antes, aproximadamente hace diez mil millones de años. En su mayoría son datos aproximados, sujetos fácilmente a cambios según los nuevos descubrimientos.

<sup>1</sup>El tiempo necesario para reducir a la mitad cualquier cantidad de uranio hasta plomo se le llama "vida media", siendo aquél de cuatro y medio millones de años. Por ejemplo, si en una muestra de roca existe un contenido de 0.1 gramos de plomo y 0.3 de uranio, la edad de esta roca se calcula como sigue:  $(0.1/0.3) \times 4.5$  millones de años = 1.5 millones de años.

## ESTRUCTURA DE LA TIERRA.

La Tierra, cuya distancia media al Sol es de 150 millones de kilómetros, tiene un diámetro aproximado de 12,720 kilómetros y se encuentra rodeada de una cubierta de aire llamada atmósfera.

Conocemos muy poco acerca del interior de la Tierra. El hombre ha penetrado sólo 6 u 8 kilómetros aproximadamente, es decir, la milésima parte de su distancia del centro a la superficie, que es de 6,360 Km. Su masa es de  $6 \times 10^{21}$  toneladas y posee una densidad de 5.5. Las rocas superficiales tienen cerca de 2.8 de densidad, la cual va aumentando hacia el centro, al que se le calcula aproximadamente 10.

Creemos que la tierra en estado de fusión tardó en enfriarse millones de años hasta adquirir su aspecto estructural definitivo. El núcleo o parte central está constituido por el material más pesado y está cubierto por capas concéntricas sucesivas más ligeras; la porción más externa es la atmósfera, capa compuesta de una mezcla de gases. Esta capa es un gran océano de aire que se adelgaza progresivamente a mayores altitudes y que se extiende aproximadamente 13 Km arriba de la superficie terrestre. El aire guarda un estado de turbulencia constante, debido a las temperaturas desiguales; esto produce fenómenos ópticos, tales como el cintilar de las estrellas. La atmósfera actual contiene: 80 % de nitrógeno, 20 % de oxígeno, vapor de agua y otros gases en concentración mínima, tales como el bióxido de carbono en cantidad de 0.40 %. La opinión general actual es de que la atmósfera primitiva no contenía oxígeno o bien, era escaso. El oxígeno actual se considera como resultado del proceso biológico de la fotosíntesis, efectuado por plantas tanto terrestres como marinas. De acuerdo con cálculos recientes se cree que el oxígeno atmosférico es renovado totalmente cada dos o tres mil años.

Durante las primeras fases del proceso de enfriamiento de la superficie terrestre se formó una corteza rocosa. Este cambio al estado sólido aún no se termina totalmente y continuará todavía muchos años. A partir de la solidificación se produjo la corteza terrestre la cual tiene un grosor de 30 a



40 Km por debajo de los continentes y menos de 5 Km bajo los océanos. Está compuesta en su mayor parte por la roca llamada basalto y sobresaliendo de esta roca basáltica se encuentran distribuidos los continentes, formados en su mayor parte de una roca más ligera llamada granito. Los continentes, como los icebergs en los océanos, tienen más del 90 % de su masa empotrada en el material basáltico, bajo la superficie terrestre. Indudablemente que la formación de la corteza, a partir de un material en fusión, estuvo acompañada de plegamientos, fracturas y deslizamientos de las capas superficiales, fenómenos que aún no han cesado, como lo indican los terremotos que todavía ocurren. En los primeros tiempos de la historia de la Tierra, se sucedieron cambios notables, tales como roturas de la corteza, levantamientos y plegamientos de grandes porciones de tierra, lo que dio origen a las montañas. Los rompimientos más notables de la corteza terrestre se encuentran en los márgenes del Océano Pacífico y a lo largo de la cresta de la cordillera submarina que corre bajo la parte media del Océano Atlántico. Con el tiempo, las montañas más antiguas erosionaron y desgastaron por la acción de los hielos, vientos, lluvias, rayos solares y congelación, (más tarde, por las raíces de las plantas). Por último vino la sedimentación del material erosionado, incorporándose al suelo; parte fue arrastrado por las corrientes y ríos, depositándose por último en el piso de los océanos a lo largo de los bordes de los continentes. Los últimos períodos de formación de las montañas, alternaron con intervalos de intemperización, erosión, intermitentes e irregulares, los cuales dejaron su huella sobre el clima y la superficie terrestre, factores que a su vez han ejercido tremenda influencia sobre la historia biológica de nuestro planeta. Las Montañas Rocallosas, los Alpes y el Himalaya, son formaciones montañosas relativamente recientes. Los Apalaches son mucho más antiguos y son una grandiosa manifestación de erosión e intemperización. Por los terremotos y ondas *sísmicas*, sabemos que el interior de la Tierra está constituido de materiales diferentes que van aumentando en densidad y que están acomodados en capas concéntricas.

Las corrientes de lava fundida de volcanes activos localizados en diversos sitios del mundo, nos muestran las propie-

dades que posee el material colocado bajo la delgada corteza terrestre. Esta roca hirviente, semifluida o magra constituye el *manto* terrestre. Es más denso que la corteza y se divide en un manto *inferior* y otro *superior* con profundidad de más de 900 Km el primero y casi 2,000 el segundo, siendo esta última zona probablemente el origen de la mayor parte de terremotos y volcanes.

Bajo el manto se localiza el núcleo (también con dos capas, la interna y la externa), con un radio aproximado de 3,500 kilómetros. Se cree que está constituido de hierro y níquel. Otra teoría considera al núcleo formado de gas comprimido a elevadas temperaturas y con las propiedades de un metal rígido.

La corteza terrestre es muy delgada en relación con el tamaño de la Tierra y se le compara a un cascarón de huevo; el manto de magma viscoso sería la clara y el núcleo la yema.

Se ha observado que la temperatura y la presión aumentan progresivamente a medida que se profundiza la Tierra. A 2,300 metros, la temperatura es de 100°C, punto de ebullición del agua y se estima que a 40 ó 50 Km llega a los 1000°C, mientras que el centro guarda una temperatura semejante a la existencia en la superficie del sol (cerca de 6,000°C). Esto mismo sucede con la presión. A 650 Km se calcula en casi 650,000 kilogramos por centímetro cuadrado; por consiguiente, en el centro sería de más de 3.5 millones de kilogramos por centímetro cuadrado. Esto tiene un contraste muy marcado con la presión experimentada al nivel del mar que es de poco más de 1 Kg, siendo esto el resultado del peso de la atmósfera sobre nosotros.

#### LOS OCEANOS DE LA TIERRA.

Según la descripción de los eventos ocurridos al principio del desarrollo de la tierra, es lógico presumir que hasta que se hubo enfriado lo suficiente, el agua no se acumuló en la superficie. Gran cantidad del agua del planeta debhe ha--



ber tomado la forma de nubes descomunales que se remontaron a grandes altitudes, bloqueando acaso la luz del sol. Mientras tanto ocurrieron lluvias continuas y otros tipos de precipitaciones, que se transformaron en vapor al acercarse al calor terrestre. Con el sucesivo enfriamiento de la Tierra, se originaron más lluvias, granizo, hielo y nieve, los cuales se depositaron en las grietas, depósitos y depresiones de la corteza hasta formar océanos, lagos, ríos y corrientes. Al paso de los siglos, el agua se acumuló sobre el planeta, la cubierta de nubes se adelgazó y permitió el paso de la luz a la Tierra.

Los geólogos pueden calcular la edad de los océanos por su salinidad. Las sales en el océano llegaron primeramente por medio del agua de ríos y corrientes que contenían minerales disueltos y suspendidos provenientes del lavado de rocas de la corteza durante las lluvias y otras formas de precipitación. El proceso comenzó con la primera precipitación que llegó a la superficie terrestre y desde entonces se ha hecho continua. Los océanos primitivos deben haber sido ligeramente salinos. Su concentración actual es muy grande, 3 ‰ aproximadamente o sea, suficiente para cubrir una área del tamaño de los Estados Unidos de Norteamérica con una capa de más de 3 km de altura. En un ciclo interminable, la salinidad del océano aumentará constantemente. Las corrientes continuas de los ríos conteniendo minerales disueltos, sedimentos y partículas de rocas que llegan a los océanos son concomitantes con la evaporación del agua de éstos. Después las precipitaciones pluviales retornando el agua a la Tierra y a los océanos, mantienen este ciclo continuamente.

#### EL CLIMA DE LA TIERRA.

La historia y la evolución de las formas vivientes han sido influidas por el clima terrestre. La superficie del globo tiene una temperatura de 15° a 20°C, siendo los extremos de -15°C a 50°C. La temperatura de la superficie terrestre está determinada en primer lugar por la energía calorífica y luminosa del Sol. Esta temperatura está ligeramente afectada por

las emanaciones de calor, muy escasas, que escapan de la Tierra, debido a que los materiales que forman las capas y que rodean al núcleo son malos conductores del calor. Es de interés señalar que las temperaturas de las capas inferiores de la corteza (a varios cientos de metros de la superficie) está determinada en gran parte por los restos radiactivos de la misma corteza. Este fenómeno ocasiona aparentemente la liberación de cantidades considerables de calor que han llegado desde la superficie o del interior.

Numerosos factores (incluyendo los cambios periódicos del ángulo y órbita de rotación de la Tierra) determinan los diferentes climas que se presentan en las diversas partes del planeta, siendo los vientos y corrientes oceánicas de gran importancia. La secuencia esporádica repetida de cambios geológicos (como formación de montañas, deslizamientos de tierra y mares) seguidas por períodos prolongados de intemperización y erosión, han cambiado el curso de los vientos y de las corrientes oceánicas; esto, junto con otros factores, modifica el clima sobre pequeñas o grandes extensiones de la superficie terrestre. En períodos de formación de montañas hay intervalos de grandes glaciares, observándose grandes extensiones del globo terrestre cubiertas de gruesas capas de hielo. Estos períodos se caracterizan por gran pérdida de vida y de un retroceso de formas vivientes terrestres y marinas hacia el ecuador. El descenso notable de agua disponible debido a la glaciación, y la desviación de vientos húmedos por la presencia de altas cordilleras, con las consiguientes pérdidas de agua, han contribuido a su vez a la formación de los desiertos continentales.



Estos cambios climáticos caracterizados por ascensos y descensos de temperaturas, también acompañaron por invasión de corrientes oceánicas cálidas hacia regiones polares, a la vez que aguas superficiales se precipitaron sobre áreas terrestres. En general, los cambios de relieve, su disminución originada por la erosión y desgaste, alternando con episodios orogénicos, originaron un aumento favorable de humedad y temperatura; factores decisivos que influyeron directamente en la evolución de las formas vivientes sobre la superficie terrestre.

#### TEORÍAS ACERCA DEL ORIGEN DE LA VIDA.

No es extraño encontrar en la historia del hombre, la creencia común de que ciertos seres vivientes pudieran haberse originado repentinamente y espontáneamente a partir de sustancias inanimadas; este concepto se conoce con el nombre de *generación espontánea*. En la China antigua se aceptaba que los pulgones se originaban por generación espontánea del bambú durante las épocas húmedas y cálidas. Los antiguos egipcios y babilónicos creían que los gusanos, sapos, víboras y rantonos se formaban del lodo del Nilo.

En la Grecia antigua, en la India y Europa la Edad Media y Renacimiento, y de hecho hasta hace poco tiempo, se creía que ciertas formas vivientes se originaban directamente de las no vivas. Se pensaba que las moscas, abejas y larvas se originaban del sudor; los ratones de los desechos y de la tierra húmeda; los gusanos intestinales de la descomposición de los alimentos; los piojos de las partes putrefactas del cuerpo humano y sus excreciones; los microorganismos de caldos e infusiones pútridas, etc.

Esta creencia en la generación espontánea de la vida fue una de las partes integrantes de las tradiciones religiosas de la India, Babilonia y Egipto. Fue considerada como una expresión de los deseos de los dioses (o del mundo), explicando esta manera fabulosa la creación sobrenatural de la vida.

En las civilizaciones occidentales fue también aceptado este dogma por científicos y pensadores prominentes tales como Harvey, fisiólogo del siglo XVII creador de la teoría de la circulación sanguínea; Francis Bacon, prominente orador y materialista del mismo siglo; así como el gran filósofo francés Descartes. Todos ellos aceptaban el origen de las formas vivas a partir de las inanimadas, considerándolo un hecho perfectamente factible y sin disputa.

Nuestras propias tradiciones religiosas conciliaban el principio de la generación espontánea con mandatos de origen divino. Al tercer día de la creación, de acuerdo con el Génesis, Dios separó las aguas de la Tierra para crear las cosas vivas -primero las plantas, luego los peces, aves, animales terrestres y finalmente al hombre. San Basilio el Grande, autoridad de la Iglesia Oriental en el siglo IV, así como San Agustín de Hipona, autoridad de la Iglesia Occidental, atribuyeron independientemente el origen de las formas vivientes de la materia inanimada y la consideraron una manifestación del deseo divino. Santo Tomás de Aquino, en el siglo XIII, en su clásico *Summa Theologica*, acepta la generación espontánea como una manifestación vital a partir de principios divinos o demoniacos.





## PRIMEROS EXPERIMENTOS.

Investigaciones de Van Helmont. La aceptación infundada de la generación espontánea se basó esencialmente sobre conceptos naturales preconcebidos y sin utilizar ningún criterio. Las observaciones del origen de los insectos, roedores, microorganismos y otras formas vivientes a partir de las sustancias sin vida, se aceptaban sin examen cuidadoso y sin condiciones experimentales controladas.

Un ejemplo de este proceder desordenado es el experimento llevado a cabo por un famoso médico belga del siglo XVI, Van Helmont. Colocaba en un recipiente granos de trigo y una camisa humedecida por sudor, el cual, según él, constituía el principio formador de vida para originar ratones a partir del trigo. De manera admirable, por consiguiente, estos ratones nacidos "artificialmente" después de 21 días, fueron idénticos a los nacidos "naturalmente" de sus padres.

El mismo Van Helmont ejecutó uno de los experimentos más significativos y elegantes de la historia sobre la nutrición de los vegetales, el cual se considera clásico por la simplicidad y claridad de sus resultados. En este experimento probó que la mayoría de los elementos para el crecimiento de las plantas provenían del agua y del aire y no del suelo como se creía. Colocó un pequeño arbolito, un sauce, en tierra cuidadosamente pesada, a la que se regaba regularmente y observó que al cabo de cinco años el árbol había aumentado casi 100 Kg mientras que la tierra había perdido solamente unos pocos gramos.

Contribución de Redi. Hasta la mitad del siglo XVII la teoría de la generación espontánea se aceptaba ampliamente y se consideraba indiscutible. Casi no se tenía duda de que representaba un verdadero fenómeno biológico. Las mayores controversias se originaban sobre principios espirituales. Lenta, pero inexorablemente, en la segunda mitad del siglo XVII, surgieron los primeros rumores en contra de este principio sembrando la duda y la incertidumbre; en primer lugar, el trabajo de un médico italiano llamado Francisco Redi, hasta que

doscientos años más tarde la teoría de la generación espontánea fue completamente desechada.

En 1668 Redi demostró con sus experimentos que las larvas de las moscas no se originaban de los alimentos descompuestos, si se tenía el cuidado de cubrir éstos de manera que las moscas no se posaran en ellos para depositar sus huevecillos. Irónicamente, a pesar de esto, Redi creyó que en otros casos sí podría existir generación espontánea.

Controversia Needham-Spallanzani. En los principios del siglo XIX ya se había probado que los animales superiores tales como reptiles, insectos e inclusive gusanos, no provenían de la suciedad y de la materia en descomposición; aunque no fue fácil descartar el concepto del origen de la vida a partir de materia inanimada, el que se aceptaba para explicar el origen de las formas de vida más simples, tales como los microorganismos. Este principio se aceptaba ampliamente a finales del siglo XVIII y principios del XIX. El uso de un sistema óptico amplificador llamado *microscopio* por el holandés Antonio Van Leeuwenhoek (1632-1723), paralelamente a los experimentos de Redi, nos introdujo al mundo desconocido de los microorganismos. La aparición de estos organismos diminutos en materiales descompuestos, caldos putrefactos, leche agria, etc., se atribuyó de manera unánime al fenómeno de generación espontánea. Leeuwenhoek explicó su aparición diciendo que provenían del aire.

Una de las controversias científicas más célebres en la historia de la biología se refiere precisamente a la generación espontánea. En 1745, John T. Needham, religioso jesuita y naturalista inglés, publicó un trabajo en el que describía extensamente ciertos experimentos efectuados en recipientes herméticamente cerrados conteniendo extractos de carne y diversos tipos de infusiones, los cuales se manifestaban con microorganismos, a pesar de haber sido expuestos previamente a altas temperaturas. Needham atribuyó este fenómeno a la presencia en cada partícula de materia orgánica de una "fuerza vital" específica, la cual era responsable de esta vitalidad y por consiguiente de la aparición de formas vivientes.



Este punto de vista y sus resultados fueron refutados por un científico italiano, el abad Lázaro Spallanzani, quien en 1765 publicó pruebas opuestas a las ideas de Needham. Encontró que caldos de vegetales y otras sustancias orgánicas sometidas a altas y prolongadas temperaturas en recipientes herméticamente cerrados, nunca desarrollaban microorganismos; atribuyendo los resultados de Needham al uso de temperaturas inadecuadas, las cuales no bastaban para destruir completamente los microorganismos que contaminaban los recipientes. Needham contestó a Spallanzani que con la ebullición prolongada, él había "torturado" y destruido la "fuerza vital" contenida en los caldos, así como había dañado la pequeña cantidad de aire que permanecía en los recipientes. Spallanzani respondió con nuevos experimentos demostrando que los caldos hervidos desarrollaban microorganismos solamente cuando los frascos se abrían al aire contaminado. Por otra parte, él fue incapaz de probar que el tratamiento con la ebullición no había alterado el aire dentro del recipiente. Esta disputa permaneció, sin resolución y, de hecho, en ese tiempo, se consideró una victoria para Needham.

Dstrucción total de la teoría de la generación espontánea por Luis Pasteur. Durante los siguientes cien años, varios científicos experimentaron sin llegar a ninguna conclusión; existiendo, sin embargo, la tendencia a refutar la posibilidad de la generación espontánea, a pesar de que ciertos hechos afirmaban lo contrario. Si los analizamos, podemos deducir que los microorganismos aparecidos en la materia orgánica se debió a fenómenos de contaminación.

Esta controversia llegó al final y se resolvió de una manera decisiva por Louis Pasteur en 1862, por medio de rigurosos y convincentes experimentos, los cuales actualmente se consideran como modelos de perspicacia científica y diseño experimental.

Primero, demostró la presencia de microorganismos en el aire, hecho dudoso para los postulantes de la generación espontánea. Introdujo una corriente de aire a través de un tubo obtuvo con algodón, luego disolvía este tapón con una mezcla de

alcohol y éter, mostrando que en la solución resultante existían partículas insolubles, las que bajo el microscopio se identificaban como microorganismos. También demostró que calentando el aire a temperaturas elevadas antes de penetrar al frasco que contenía caldo hervido, no había descomposición.

En otro experimento Pasteur utilizó un frasco lleno hasta la mitad de una solución nutritiva, el cual tenía un cuello largo en forma de S por el que entraba el aire. Cuando el caldo nutritivo hervía y se dejaba enfriar, podría guardarse indefinidamente sin que se desarrollaran microorganismos. Al pasar el aire libremente al frasco, iba acompañado de partículas de polvo, bacterias, mohos y otros microorganismos, los cuales quedaban atrapados en la curvatura interna del cuello del frasco, llegando raras veces al líquido. Las investigaciones de Pasteur demostraron que los resultados de los experimentos obtenidos por otros científicos fueron debido a contaminación por microorganismos y no a fuerzas vitales misteriosas.

Pasteur, con su gran contribución por medio de cuidadosos y atinados experimentos refutó de manera irrevocable el concepto de la generación espontánea. Su gran victoria fue desechar un concepto que tuvo dominada la mente humana por miles de años. Por este trabajo revolucionario, Pasteur fue recompensado con un premio especial de la Academia Francesa de Ciencias.

## TEORÍA EVOLUCIONISTA MODERNA ACERCA DEL ORIGEN DE LA VIDA.

### ORIGEN DE LA TEORÍA.

La hipótesis de la generación espontánea ha servido de manera singular como base teórica para las dos escuelas opuestas que se refieren al origen de la vida. La mayoría de los científicos del siglo XIX, consideraron la generación espontánea como la única explicación lógica, desde el punto de vista



mecanicista, para explicar el origen de la vida. Sostenían que no existían diferencias fundamentales entre lo vivo y lo no vivo. Los organismos representaban simplemente una estructuración de energía y materia dispuestas e integradas de manera muy complicada, formados de diferentes clases de materiales inanimados, dotados con caracteres vitales en virtud de su organización. La generación espontánea fue básicamente la primera transformación de material inanimado para llegar al estado viviente. Muchos estuvieron a favor de este punto de vista mecanicista en contraste con la creencia vitalista o religiosa del origen de la vida por medio de una creación divina, de una "fuerza vital" mística.

La escuela del vitalismo también adoptó en gran parte la idea de la generación espontánea (por ejemplo, el trabajo de Needham, y otros ya citados) como expresión de creación divina. Pocos años antes (1859), Charles Darwin dio un golpe sorprendente al exponer la teoría evolucionista, la cual ofreció una explicación muy bien documentada de cómo los organismos superiores se originaron de formas más simples. Después se desechó la teoría de la generación espontánea, (debido principalmente a las experiencias de Pasteur) el vitalismo resurgió y afirmó que la comprensión de la "fuerza vital" estaba más allá del intelecto humano y que entre materia inanimada y viviente existía una barrera infranqueable. De acuerdo con este punto de vista, el origen de la vida sólo era explicable sobre la base de una "fuerza vital", especial y misteriosa, la cual era resultado de un acto divino de creación.

Por otra parte, la gran mayoría de científicos de esa era, representantes de las ideas mecanicistas, no daban una explicación comprensible acerca del origen de la vida, pues los trabajos de Pasteur los había colocado ante un dilema al parecer insoluble: la creación de la vida en virtud de fuerzas sobrenaturales, concepto que se resistían a aceptar o bien que los objetos vivientes se originaban espontáneamente siguiendo ciertas leyes naturales, posibilidad que ya había sido eliminada por Pasteur.

Varios científicos respondieron a esa situación, intentando refutar los datos aportados por Pasteur por medio de numero

sos experimentos encaminados a demostrar la generación espontánea, pero sin éxito alguno. Sin embargo, un núcleo pequeño de naturalistas, comenzó a sostener el punto de vista de que los seres vivos no se desarrollaban repentina y espontáneamente de la materia orgánica, sino que eran el producto de la evolución prolongada de la materia inanimada durante millones de años, hasta producir formas primitivas de vida. A pesar de que existieron períodos de desilusión, en el siglo veinte surgieron bases científicas para explicar el origen de la vida, persistiendo y creciendo este concepto evolucionista merced a la aportación cada vez mayor de hechos y deducciones.

La teoría evolucionista actual acerca del origen de la vida, es la hipótesis más factible que explica el surgimiento de las primeras formas vivas por medio de un proceso evolutivo a partir de las sustancias inanimadas.

#### PAPEL DE LOS MARES PRIMITIVOS.

Esta teoría afirma que los primeros organismos se originaron gradualmente en los mares primitivos a partir de sustancias no vivas. Nosotros creemos que la vida se originó en el mar por cierto número de razones. Las sales y el agua son materiales predominantes en los océanos y son los componentes necesarios de los seres vivientes. El agua forma parte de los organismos en un 70 % a 95 % y en un sentido biológico constituye el solvente universal. En los océanos primitivos se formó el medio de disolución, suspensión y mezcla incesante de una gran variedad de moléculas coloidales, facilitando por consiguiente las reacciones químicas que transformaron los materiales más sencillos a sustancias más complejas. Estas reaccionaron a su vez con otras hasta constituir moléculas de mayor tamaño y complejidad; probablemente los compuestos orgánicos simples fueron el resultado de reacciones químicas entre sustancias inorgánicas; se acumularon en los mares primitivos y con el tiempo evolucionaron por medio de reacciones posteriores hasta llegar a moléculas más y más complejas. Paradójicamente, la ausencia de seres vivos constituyó la única condición que permitió la acumulación y evolución de molé-



culas orgánicas a partir de las inorgánicas. Actualmente, casi todas las moléculas orgánicas en un medio natural subsisten por períodos relativamente breves, puesto que hay innumerables organismos (especialmente microorganismos) que desdoblan rápidamente estas moléculas, utilizándolas para diversas actividades vitales, como el crecimiento.

De esta manera, los mares primitivos llegaron a caracterizarse por ser un descomunal caldo, diluido y estéril; esta última condición significa que su descomposición no fue factible, puesto que no existían organismos vivos. Posteriormente, las moléculas se asociaron unas con otras por medio de reacciones físicas y químicas, para constituir estructuras complejas de organización elevada, es decir, sistemas dinámicos no vivos, o sea, los precursores de las primeras formas vivientes. Se supone que a través de los siglos, por medio de una serie de cambios graduales, los sistemas más estables sobrevivieron a expensas de otros y evolucionaron hasta otros más complicados y cada vez superiores, hasta adquirir por fin las características que atribuimos a los seres vivos.

#### EVOLUCIÓN DE MATERIALES SENCILLOS HASTA SUSTANCIAS ORGÁNICAS COMPLEJAS.

Uno de los pasos más importantes en la conversión de la materia y que originó a los organismos vivientes, fue la transición de sustancias inorgánicas a materiales orgánicos. No fue sino hasta 1828 cuando el químico alemán Wohler sintetizó una sustancia orgánica, la urea, en el laboratorio sin que tomaran parte organismos vivos, y entonces se aceptó que la formación de moléculas podía ocurrir sin la presencia de éstos. Los trabajos de Wohler abrieron un camino nuevo, el de la química orgánica y desde entonces se ha sintetizado más de medio millón de sustancias orgánicas diferentes.

A partir de 1930 se han encontrado evidencias de que en todas partes del Universo -en el Sol, las estrellas, el polvo interestelar, las nubes gaseosas, en los planetas mayores

del sistema solar y en sus satélites, en los cometas y meteoritos- existe una clase de compuestos orgánicos simples conocidos como hidrocarburos y que ellos constituyen el origen natural de las sustancias orgánicas, sin mediación de organismos vivientes.

Las reacciones químicas necesarias para producir sustancias orgánicas complejas son facilitadas por ciertas condiciones, tales como altas temperaturas y presiones, descargas eléctricas y radiaciones ultravioleta. Experimentalmente ha sido posible reproducir aminoácidos que son la base de las proteínas. Los experimentos de Miller y Urey, por ejemplo, han demostrado que cierto número de aminoácidos biológicamente importantes pueden sintetizarse con descargas eléctricas a través de una mezcla gaseosa formada por amoníaco, hidrógeno, vapor de agua y una sustancia orgánica simple, metano. Otros investigadores han efectuado experimentos semejantes, logrando constituir ciertas moléculas orgánicas complejas conocidas como bases púricas y pirimídicas a partir de sustancias simples. Estas bases constituyen unidades estructurales muy importantes de los ácidos nucleicos. Durante los cambios sufridos en la historia de la Tierra, tales como fenómenos volcánicos caracterizados por derramamientos de lava hirviente, variaciones de la corteza, etc., se han presentado condiciones especiales de altas presiones y temperaturas. La energía solar en forma de radiaciones ultravioleta y de calor, facilitaron de manera indudable la transformación de compuestos orgánicos simples a sustancias más complejas; así como también influyeron las descargas eléctricas atmosféricas (relámpagos), radiaciones cósmicas y radiactivas.

Algunas de estas sustancias orgánicas fueron arrastradas desde la atmósfera y la Tierra por las lluvias hasta acumularse finalmente en los océanos, donde permanecieron hasta su transformación posterior. Es razonable suponer que las sales de los océanos catalizaron o aceleraron algunas de las reacciones entre las moléculas. Además, la absorción de algunas sustancias orgánicas por partículas pequeñas de materia que se encontraban suspendidas y depositadas en el agua facilitó este tipo de reacciones. Se estima que en cierto momento los océanos primitivos deben haber tenido cuando menos 10 por cien



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 pequeñas 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.

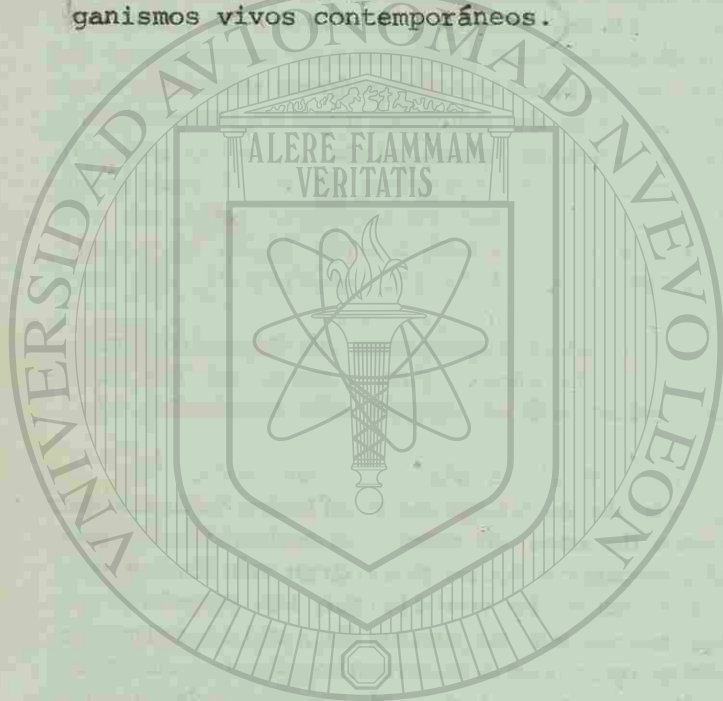
Muchos mamíferos y plantas superiores se desarrollaron en los últimos 60 millones de años. Finalmente, en los últimos millones de años evolucionó el animal más avanzado, el hombre.

El hombre desciende de un grupo de mamíferos arborícolas terrestres, que pasaban de rama en rama por medio de sus mamonos. 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.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

ESTUDIO DE LA CÉLULA.

OBJETIVOS.

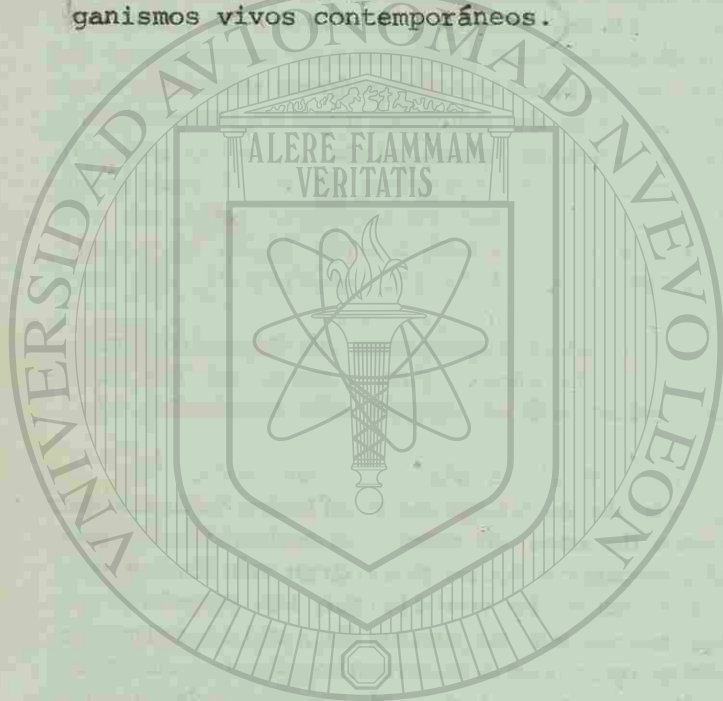
- 1.- Explicará con sus propios conceptos, los postulados de la teoría celular.
- 2.- Describirá la estructura y función de la membrana celular.
- 3.- Distinguirá las principales partes del núcleo y la importancia de sus funciones en la vida celular.
- 4.- Explicará el concepto anátomo-fisiológico del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



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.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

ESTUDIO DE LA CÉLULA.

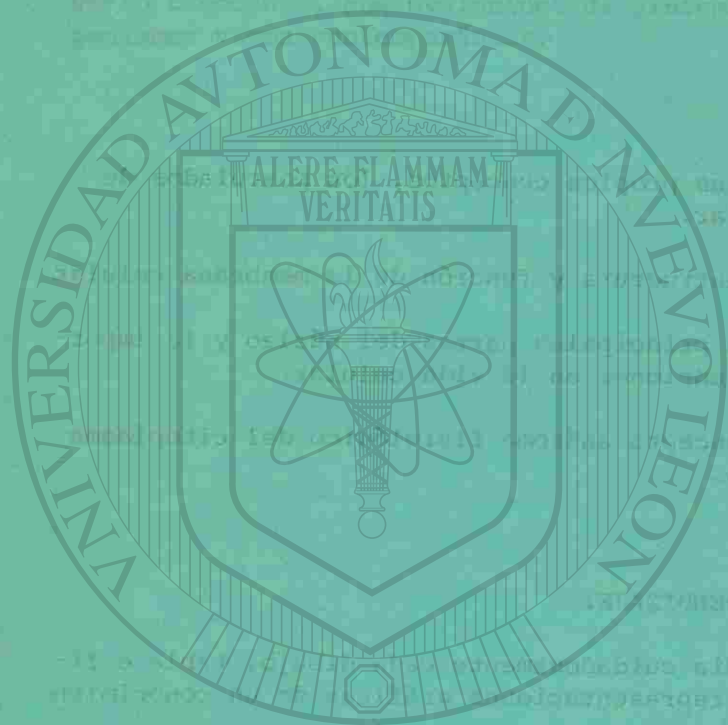
OBJETIVOS.

- 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. ®





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

#### UNIDAD IV, ESTUDIO DE LA CÉLULA.

##### LAS CÉLULAS PUEDEN SER ORGANISMOS INDIVIDUALES.

En su libro de texto de Anatomía que escribió en 1845, el biólogo alemán Karl von Seibol, mencionó sus dos grandes contribuciones a la biología. La contribución más importante fue el establecimiento formal de que existía un gran número de microorganismos que se podían considerar como organismos independientes, cuyos cuerpos estaban constituidos por una sola célula. Otra contribución fue un estudio de las células delimitadas por una estructura muy fina, como un cabello, llamada *cilio*. Algunas células ciliadas son organismos independientes y otras forman parte de un organismo multicelular. Seibol observó en ambos tipos de células ciliadas, una estructura básica. Estos organismos unicelulares presentan cilios que generalmente son móviles, es decir, capaces de moverse. El movimiento pulsativo de los cilios les permite moverse en el agua. Estos cilios también barren las partículas alimenticias en los surcos que están a un lado del organismo.

Los investigadores buscaban un mejor conocimiento de la estructura celular para resolver varios problemas. El primero fue el de tener que enfrentarse con el tamaño tan pequeño de la mayoría de las células. En realidad son demasiado pequeñas para poderlas estudiar a simple vista. Por eso eran necesarios aparatos de aumento para verlas. Otro problema al que se enfrentaron los investigadores fue el de la preparación de material para observarlo fácilmente, la mayoría de los especímenes se matan, se fijan (o preservan) y se cortan en películas muy finas, y todavía otro problema, determinar si la especie que se observa es idéntica al espécimen cuando está vivo. Es decir, ¿la especie que estamos viendo es el resultado de los cambios que ha sufrido durante la fijación, teñido y corte?



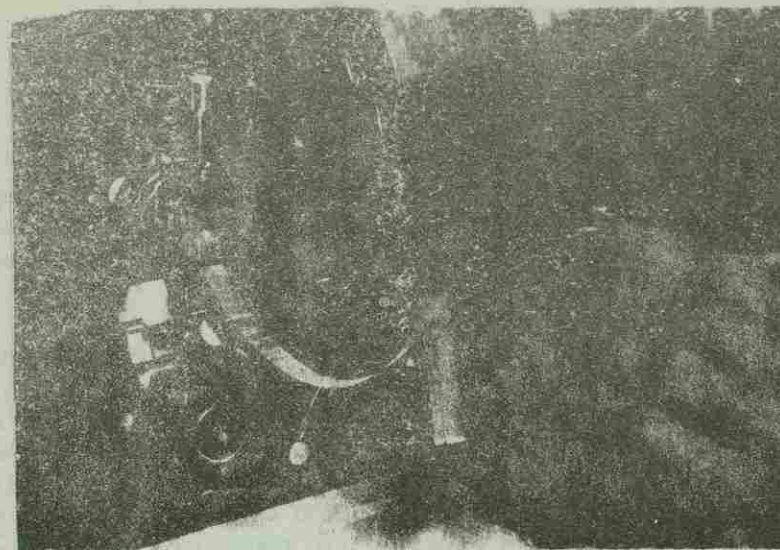
A principios de 1800 los investigadores, trabajando con equipo rudimentario y con técnicas de preparación primitivas, observaron las células y aprendieron varios hechos básicos. Desde entonces, el hombre ha ido ampliando sus conocimientos sobre la estructura celular. Cada uno de los nuevos descubrimientos ha surgido de uno o más perfeccionamientos logrados en la tecnología de la investigación a nivel celular.

Si se mira a través de una lupa o de una lente de aumento barata, se notarán defectos en el objeto observado. Por decir algo, es muy frecuente ver el objeto en colores más vivos de los que realmente tienen. Este defecto, que fue común en las primeras lentes, recibe el nombre de *aberración cromática*. Los técnicos aprendieron a corregir este defecto utilizando una combinación de cristal de varios tipos en la fabricación de las lentes.

Otro defecto muy común de las lentes baratas es la producción de imágenes distorsionadas. Este defecto ocurre debido a que los rayos de luz, al pasar por el centro de la lente, no coinciden con el mismo foco de los rayos que pasan próximos a los bordes. Esta *aberración esférica* se ha podido corregir en los instrumentos finos con el uso de lentes que se pulen y curvan de manera especial.

Otro perfeccionamiento técnico importante en el microscopio fotónico se efectuó en 1873. En ese año Ernest Abbe descubrió un sistema de lentes muy práctico, en el cual se podía enfocar toda la luz hacia el objeto que estaba en la platina. Esta investigación recibió el nombre de condensador Abbe. Este control de la luz vino a mejorar gradualmente la visión.

A mediados de 1800, la industria química alemana descubrió varios colorantes. A partir de 1870, los biólogos comenzaron a experimentar con esos colorantes para ver si eran aceptados por las partes constituyentes de la célula. Entre esos colorantes se vio que unos eran aceptados por el núcleo de las células y otros servían para otras estructuras.



En lugar de obtener un gran número de cortes separados, el micrótopo puede cortar el tejido en una cinta continua. El tejido que se está cortando corresponde a la mancha oscura montada en el centro del cubo de parafina. La hoja de corte, es la parte brillante y oblicua en la que descansa la cinta. Los microscopistas pondrán una parte de esta cinta sobre un porta-objetos para teñirla y fijarla.



Primer microscopio compuesto.



LIBRO ALQUILADO



## MORFOLOGÍA CELULAR.

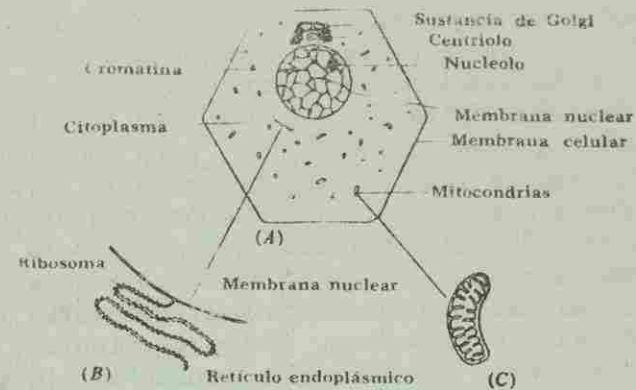
El tamaño de las células. Las células varían en tamaño desde cerca de la menor visibilidad microscópica (alrededor de .5 micras), hasta el tamaño de una yema en los huevos de las aves más grandes.

La forma de las células. Las células que se encuentran suspendidas libremente en un medio líquido, son esféricas (debido a las leyes de la tensión superficial). Cuando se encuentran en grupos, las diferencias en presión de los distintos lados dan por consecuencia formas irregulares. Si todas las células de una masa dada son del mismo tamaño y están sujetas a una misma presión por todos los lados, se aplastarán mutuamente, y de acuerdo con algunas sugerencias, tendrán catorce caras. Ocho de ellas podrían ser triangulares y seis rectangulares, u ocho podrían ser hexagonales y seis rectangulares.

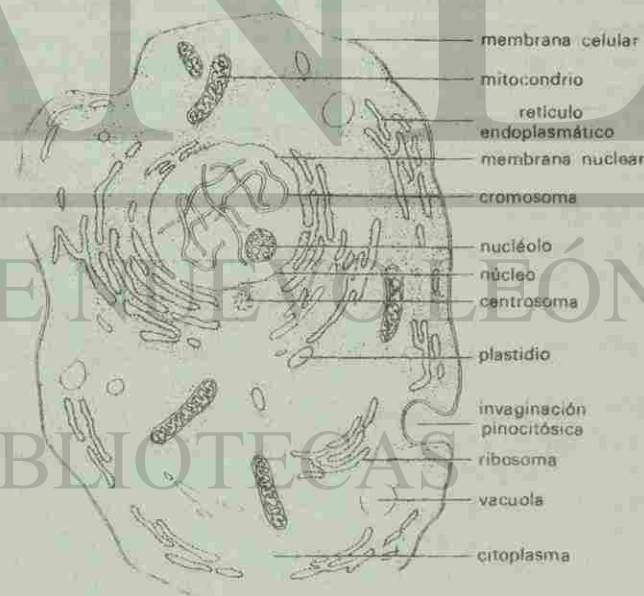
Estructuras Celulares. Las partes principales de una célula típica son: (a) membrana, (b) citoplasma, y (c) núcleo.

Membrana celular (y pared celular). Los límites externos de la célula están determinados por una delgada, pero definida membrana de protoplasma vivo. En la mayoría de las células vegetales, además de la membrana celular (o membrana plasmática), existe una cubierta externa de material muerto, que es secretada por el protoplasma que se encuentra dentro de ella. Esta es la pared celular que está formada en la mayoría de los casos, de celulosa, pero algunas veces además tiene lignina o ceras.

Citoplasma. El citoplasma generalmente llena la mayor parte del espacio entre el núcleo y la membrana celular. Pero en las células de vegetales viejos, solamente una delgada capa alrededor de una vacuola grande de savia. Su consistencia varía desde la líquida hasta la sólida, pero típicamente consiste en una porción interna, el endoplasma, que es granular y líquida, y una región externa, el ectoplasma,



(A) Corte de una célula animal típica muy amplificada (con microscopio de luz). (B) La membrana nuclear y el citoplasma que se encuentra adyacente a ella (microscopio electrónico). (C) Corte a través de una mitocondria (microscopio electrónico).





que es rígida y clara. Extendiéndose a través de él se encuentra el *retículo endoplásmico*, que se encuentra asociado con sus gránulos de RNA (*ribosomas*).

**Vacuolas.** Las regiones en el citoplasma que están ocupadas por líquido, principalmente agua, con algunos compuestos en solución, son denominados vacuolas. Se presentan tres clases: (a) *Vacuolas de savia* (presentes en las células vegetales), cuando pequeñas son esféricas, pero incrementan su tamaño con la edad de las células, ocupando la mayor parte del espacio fuera del núcleo. (b) Algunos organismos unicelulares tienen *vacuolas contractiles*, que regulan la descarga de líquidos del organismo. (c) Algunos organismos unicelulares y algunas células de organismos multicelulares ingieren partículas sólidas de alimentos. Estas partículas, junto con el agua que las rodea, constituyen estructuras digestivas temporales y son denominadas *Vacuolas alimenticias*.

**Centriolo.** El cuerpo central o centriolo, se presenta en las células de los vegetales inferiores y en la mayoría de los animales. Cada centriolo tiene una zona densa denominada *centrosfera*, de la cual irradian las fibras citoplasmáticas durante la división celular.

**Mitocondrias.** Los granulos de tamaño pequeño, pero de formas diversas, suspendidos en el citoplasma, reciben el nombre de mitocondrias. Parcialmente son lípidos y son los centros de la actividad de las enzimas en varias fases del metabolismo celular. El microscopio electrónico ha revelado su estructura como series complejas de diminutas membranas.

**Sustancia de Golgi.** La *sustancia de Golgi* o complejo de Golgi, es un grupo especializado de gránulos y "varillas" o red, que se encuentran en las células animales. Parece ser que está involucrada en los procesos de secreción. Su diminuta estructura es similar a la de las mitocondrias.

**Plástidos.** Especialmente característicos en las células vegetales, existen ciertos cuerpos de tamaño moderadamente grande, de forma característica, que funcionan como centros de la actividad química, que son los plástidos. Los productos de su actividad, ya sea alimentos o pigmentos, pueden ser depositados en la forma de gránulos en el citoplasma. Desde

el punto de vista biológico; los plástidos más importantes son los *cloroplastos* verdes, que se presentan en la mayoría de las plantas. Esta clase de plástidos, que contienen *clorofila*, son los centros de la actividad fotosintética.

**Núcleo.** El núcleo es una masa especializada de protoplasma, generalmente esférica, que se encuentra cerca del centro de la célula. En la ausencia del núcleo no se realizan el crecimiento celular y la reproducción. En algunas células el núcleo es alargado o ramificado, en otras puede estar dividido en varias partes características. Se encuentra rodeado externamente por una membrana y contiene varios tipos de estructuras dentro de él.

**Membrana nuclear.** La membrana que rodea el núcleo es una membrana protoplásmica, de aproximadamente la misma constitución de la célula o membrana plasmática. Los intercambios entre el núcleo y el citoplasma, se efectúan a través de esta membrana. En la mayoría de las células desaparece durante la división celular. La membrana nuclear es en realidad una capa doble que está asociada estructuralmente con el retículo endoplasmático.

## FISIOLOGÍA CELULAR.

**Propiedades de la membrana celular.** La membrana celular está formada de protoplasma vivo. Presenta una permeabilidad diferencial (algunas veces incorrectamente referida como "semipermeabilidad"), por lo que ciertas sustancias en solución son capaces de penetrar a través de ella: otras no lo son. De manera general, las sustancias que disuelven a las grasas penetran con mayor rapidez. Esto hace sugerir que la membrana, en su constitución, contiene concentraciones de grasa o sustancias similares a las grasas, quizá lecitina, una grasa fosforilada que es un componente común de las células. El bióxido de carbono y el amoníaco penetran a través de la membrana con gran rapidez, pero aparentemente los ácidos fuertes y las bases no lo hacen sino hasta que han destruido a la membrana. Después de la muerte, la membrana celular se transforma en permeable a todas las sustancias en solución. Si la concentración da un soluto la cual la membrana viva es impermeable,



y la concentración interior de la célula es mayor que en el exterior, esto da por resultado una mayor presión osmótica de la célula, tendiendo a salir el agua de ella.

Propiedades de la pared celular. La pared celular es una sustancia no viva. Es permeable a todas las sustancias disueltas. Su principal función, aparentemente, es la de mantener la *turgencia* o rigidez en las células vegetales. El protoplasma tiende a hincharse por el agua que toma, debido a las diferencias de presión osmótica, pero la pared celular previene cualquier incremento en tamaño. La presión resultante da, por consecuencia la característica rigidez de las células vegetales y de los tejidos de la planta en general. Otra función de la pared celular, que es evidente en ciertas semillas, es la de embeberse de agua, lo que da por resultado que la absorba y la almacena para el desarrollo de la planta.

Dibuja y describe una célula prototipo con sus partes.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BENEVOLENTIA  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

### REPRODUCCIÓN CELULAR.

#### OBJETIVOS.

- 1.- Mencionará los diferentes mecanismos de la división celular.
- 2.- Identificará las formas de división propias de las células somáticas y germinales.
- 3.- Describirá cada uno de los estadios de la mitosis.
- 4.- Describirá la formación de gametos a través de la meiosis.

#### PROCEDIMIENTO.

- 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 coordinador.
- 3.- Como autoevaluación, contestarás lo que se te pregunta al final de cada párrafo. Si no logras contestar satisfactoriamente, deberás repasar de nuevo la unidad.



y la concentración interior de la célula es mayor que en el exterior, esto da por resultado una mayor presión osmótica de la célula, tendiendo a salir el agua de ella.

Propiedades de la pared celular. La pared celular es una sustancia no viva. Es permeable a todas las sustancias disueltas. Su principal función, aparentemente, es la de mantener la *turgencia* o rigidez en las células vegetales. El protoplasma tiende a hincharse por el agua que toma, debido a las diferencias de presión osmótica, pero la pared celular previene cualquier incremento en tamaño. La presión resultante da, por consecuencia la característica rigidez de las células vegetales y de los tejidos de la planta en general. Otra función de la pared celular, que es evidente en ciertas semillas, es la de embeberse de agua, lo que da por resultado que la absorba y la almacena para el desarrollo de la planta.

Dibuja y describe una célula prototipo con sus partes.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BENEVOLENTIA LEON  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

### REPRODUCCIÓN CELULAR.

#### OBJETIVOS.

- 1.- Mencionará los diferentes mecanismos de la división celular.
- 2.- Identificará las formas de división propias de las células somáticas y germinales.
- 3.- Describirá cada uno de los estadios de la mitosis.
- 4.- Describirá la formación de gametos a través de la meiosis.

#### PROCEDIMIENTO.

- 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 coordinador.
- 3.- Como autoevaluación, contestarás lo que se te pregunta al final de cada párrafo. Si no logras contestar satisfactoriamente, deberás repasar de nuevo la unidad.





## UNIDAD V. REPRODUCCIÓN CELULAR.

Cuando una célula típica adquiere el tamaño característico particular, se divide. Este proceso constituye la reproducción celular. La división de una célula (*citocinesis*) está asociada típicamente con un complicado método indirecto de división nuclear (*cariocinesis*). Los dos procesos constituyen la mitosis.

### MITOSIS.

*Definición.* La mitosis es una forma de división celular que involucra una división exacta, tanto cuantitativa como cualitativa, de todos los constituyentes esenciales del núcleo.

*Fases o pasos.* Debe pensarse que la mitosis es un proceso continuo que se inicia con un crecimiento celular simple ("descanso") y termina sin haber sufrido ningún cambio de importancia, solamente hasta que esa célula se ha dividido en dos. Para el mejor entendimiento del desarrollo del proceso generalmente, se divide en cuatro fases. Esencialmente son las mismas tanto en plantas como animales, pero sufren algunas variaciones entre los diversos organismos. Como se ha señalado con anterioridad, el proceso que presenta en la mayoría de los organismos. La fase del crecimiento es la *interfase*.

*Profase.* Esta incluye todos los cambios en la célula, desde el principio de la división, hasta el acomodamiento de



los cromosomas sobre el ecuador de la célula. Estos cambios se presentan, aproximadamente, en la siguiente secuencia:

(1) Los centriolos se separan y se desplazan hacia los polos opuestos del núcleo, a 90° de su posición original. (Los centriolos se encuentran ausentes de las células de los vegetales superiores). Al mismo tiempo, empiezan a aparecer fibras en el citoplasma (Helicaster), las cuales irradian de los centriolos si éstos se encuentran presentes. (2) La cromatina en el núcleo, se condensa para formar los característicos cromosomas, cada uno de los cuales está formado de dos cromatinas paralelas. El número de cromosomas de una célula, es característico para cada especie de organismo. (3) La membrana nuclear desaparece. (En algunos casos, la membrana persiste y se realiza la mitosis dentro de ella). (4) Se forma el huso acromático, el cual está formado de dos tipos de fibras: *fibras continuas*, que se extienden de polo a polo y *fibras cromosómicas*, adheridas a un lugar en particular, el *centrómero* en cada cromosoma. (5) El nucléolo desaparece. (6) Los cromosomas emigran hacia el plano ecuatorial.

**Metafase.** La metafase es el estado en el que los cromosomas se encuentran en el ecuador y durante el cual principia la separación de las cromátidas hijas de cada cromosoma. Involucra relativamente poca actividad.

**Anafase.** Las cromátidas de cada cromosoma se separan y emigran hacia los polos. Las posiciones de los nuevos núcleos se mueven como si fueran jalados por la contracción de las fibras que se encuentran adheridas a ella. En esta fase las cromátidas pasan a ser cromosomas hijas, que se han derivado del cromosoma original, al dividirse éste longitudinalmente para formar dos.

**Telofase.** Este estado incluye los procesos de organización del núcleo hijo. (1) Los cromosomas se transforman, dando lugar a la red de cromatina de la interfase del núcleo; aparece la membrana nuclear. (2) El centriolo, si se encuentra presente, generalmente se divide en dos. (3) Si se presenta

la citocinesis, durante este estado, se separan las células hijas. En las células animales desaparecen las fibras del huso y las células se separan por constricción. En las células vegetales se origina una serie de engrosamientos en las fibras a través del ecuador; éstas se unen para formar la *placa celular*, que da origen a la nueva pared celular que separa las dos células.

Mecanismos de la mitosis. Existen varias teorías, ninguna de las cuales es completamente satisfactoria para explicar los movimientos de los cromosomas y la división de la célula sobre bases físico-químicas.

(a) Es obvio que algún tipo de fibras se encuentra adherida a los cromosomas y que aparentemente, jalan a los cromosomas hacia los polos.

(b) Los husos mitóticos, semejan a campos de fuerza magnéticos polarizados, pero evidentemente esto no es cierto; varios factores hacen que tal interpretación sea imposible.

(c) Se presentan corrientes de difusión durante la mitosis, especialmente en las células animales embrionarias; éstas pueden estar relacionadas con los cambios en tensión superficial.

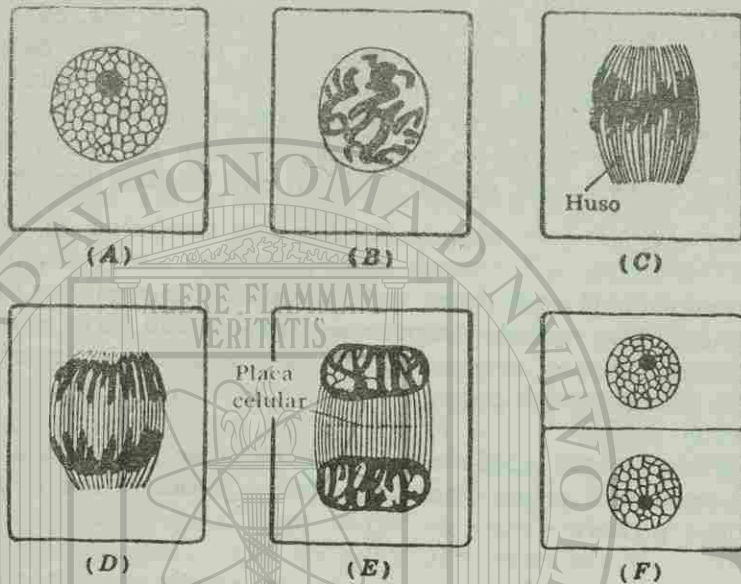
(d) Se presentan cambios en la viscosidad protoplásmica, los cuales probablemente son de mucha importancia.

Explica cada una de las fases de la mitosis.

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS





La mitosis en las células vegetales, ejemplificada en la raíz de una cebolla. Esquema diagramático.

- (A) Crecimiento o célula "en reposo".
- (B) Profase, formación de cromosomas.
- (C) Metafase, división de los cromosomas sobre el ecuador del huso.
- (D) Anafase, migración de los cromosomas hacia los polos.
- (E) Telofase, organización del núcleo de las células hijas. La placa celular se empieza a formar.
- (F) Las dos células hijas en estado de crecimiento.

## MEIOSIS.

La constancia en el número de cromosomas en cada generación de células se garantiza por el proceso de *meiosis* que ocurre durante la formación de los gametos, masculinos o femeninos.

La meiosis es esencialmente un par de divisiones celulares durante las cuales el número de cromosomas disminuye a la mitad, de manera que los gametos reciben únicamente la mitad en relación con las otras células del organismo. En el acto de unirse dos gametos durante la fecundación, la fusión de sus núcleos reconstituye el número diploide de cromosomas. En la meiosis, los miembros de cada par de cromosomas se separan y pasan a cada una de las células hijas; como resultado, cada gameto contiene uno de cada tipo de cromosomas de modo que, aún con la reducción, la serie es completa. Esto se logra por el emparejamiento o *sinapsis* de los cromosomas iguales con separación de los miembros de los pares, dirigidos respectivamente a cada polo. Estos cromosomas iguales que se forman durante la meiosis se llaman *cromosomas homólogos*. Son idénticos en forma y tamaño, poseen cromómeros también idénticos a lo largo de su longitud, y sus factores hereditarios o genes son, así mismo, similares. Una serie de cada tipo de cromosomas se llama *número haploide*; si es de los dos se llama *diploide*.

En el ser humano el número haploide es 23, y el diploide 46. Los gametos, óvulos y espermatozoos llevan el número haploide, en tanto el óvulo fecundado y todas las células del organismo derivadas del cigoto llevan el número haploide. Un óvulo fecundado recibe exactamente la mitad de los genes de su madre y la otra mitad de su padre. Sólo las dos últimas divisiones celulares productoras de óvulos o espermatozoos maduros son meióticas, todas las demás son mitóticas.

El proceso de la meiosis consiste en dos divisiones celulares en sucesión llamadas primera y segunda divisiones meióticas, cada una de ellas incluye profase, metafase, anafase y telofase aunque hay importantes diferencias entre mitosis y meiosis, especialmente en la profase aparecen como filamentos largos y finos; lo mismo que en la mitosis. Los cromosomas



homólogos se agrupan en pares longitudinalmente, se encuentran muy juntos de lado a lado, en toda su longitud y se reentrecen uno alrededor de otro. Después de la sinapsis o de agruparse los cromosomas en pares, continúan acortándose y engrosándose. Cada uno se duplica visiblemente, constando ahora de dos cromátidas como en la mitosis. Esta duplicación se ha producido cierto tiempo antes de comenzar la meiosis.

Al terminar la primera profase meiótica los cromosomas se han duplicado y formado sinapsis para dar lugar a un conglomerado de cuatro cromátidas homólogas llamado *tétrada*. Cada par de cromosomas forma una tétrada de modo que hay tantas como el número haploide de cromosomas.

• En esta fase del proceso, en el hombre hay 23 tétradas con un total de 92 cromátidas. Los centrómeros no se han dividido y hay solamente dos para los cuatro cromátidas.

En tanto ocurre lo anterior, se divide el centriolo dirigiéndose cada uno de los restantes a polos opuestos de la célula; se forma un huso entre los centriolos y se disuelve la membrana nuclear. Las tétradas se acomodan alrededor del huso, y se dice que la célula está en metafase. En la anafase de la primera división meiótica los cromátides hijos forman dos a partir de cada cromosoma, todavía están unidos por su centrómero; se separan y desplazan hacia los polos opuestos. Así, los cromosomas homólogos de cada par, pero no los cromátides hijos de cada cromosoma, se separan en la anafase primera.

Este proceso difiere del correspondiente a la anafase mitótica en la cual los centrómeros se dividen y los cromátides hijos pasan a polos opuestos.

En la telofase de la primera división meiótica en el hombre hay 23 cromosomas dobles en cada polo. Los cromosomas no forman filamentos cromatínicos, lo que ocurre es que el centriolo se divide de nuevo, se forma un nuevo huso en cada célula y el número haploide de los cromosomas dobles se dispone en el ecuador del huso.

La telofase de la primera división y la profase de la segunda suelen ser de duración corta. La alineación de los cromosomas dobles en el ecuador del huso constituye la metafase de la segunda división meiótica. Las metafases de cada una de las divisiones pueden distinguirse porque en la primera, los cromosomas se disponen en grupos de cuatro y en la segunda, de dos. No hay anterior segmentación o desdoblamiento de cromosomas en la segunda división meiótica; los centrómeros se dividen y los desplazan a polos opuestos. Así pues, en la telofase de la segunda división meiótica en el hombre llegan a cada polo 23 cromosomas, uno de cada tipo. A continuación se divide el citoplasma, los cromosomas se alargan gradualmente y se convierten en filamentos de cromatina, se forman una membrana nuclear.

Las dos divisiones meióticas sucesivas dan lugar a cuatro núcleos cada uno de los cuales posee uno, y solamente uno de cada tipo de cromosomas; una serie haploide. Los miembros homólogos de los pares de cromosomas se separan en células hijas. Las cuatro células resultantes de las dos divisiones meióticas son ahora gametos maduros y no experimentan ninguna división más mitótica ni meiótica.

¿Cómo se asegura la constancia en el número de cromosomas en las generaciones de individuos?



## ESPERMATOGÉNESIS.

El testículo está formado por miles de túbulos espermáticos cilíndricos, en cada uno de los cuales se forman millones de espermatozoos.

Las paredes de estos túbulos están tapizadas de células germinales primitivas, todavía sin especialización llamadas *espermatogonios*. En el embrión y, más adelante durante la infancia, los espermatogonios se dividen por mitosis, lo que permite que estos elementos se multipliquen y den lugar al crecimiento del testículo; llegada la madurez sexual, algunos de los espermatogonios generalmente el proceso de la *espermatogénesis*, modificaciones en serie de las que termine por salir al espermatozoo maduro; el resto sigue dividiéndose por mitosis, lo que da lugar a nuevas células de esta clase que en el momento oportuno no podrán derivar a la espermatogénesis. En el hombre la espermatogénesis es constante todo el año una vez alcanzada la madurez sexual.

La espermatogénesis comienza con el paso de los espermatogonios a unas células mayores llamadas *espermatoцитos primarios*, éstos se dividen (primera división meiótica) en dos células iguales, los espermatoцитos secundarios, los cuales a su vez pasan por una segunda división meiótica para formar cuatro espermátides de tamaño idéntico. La espermátide, célula esférica con bastante citoplasma, es un gameto maduro con número haploide de cromosomas. Para que sea espermatozoo funcional tiene que seguir un proceso complicado de crecimiento y modificación pero no de división celular.

Explique la formación de un espermatozoide.

---

---

---

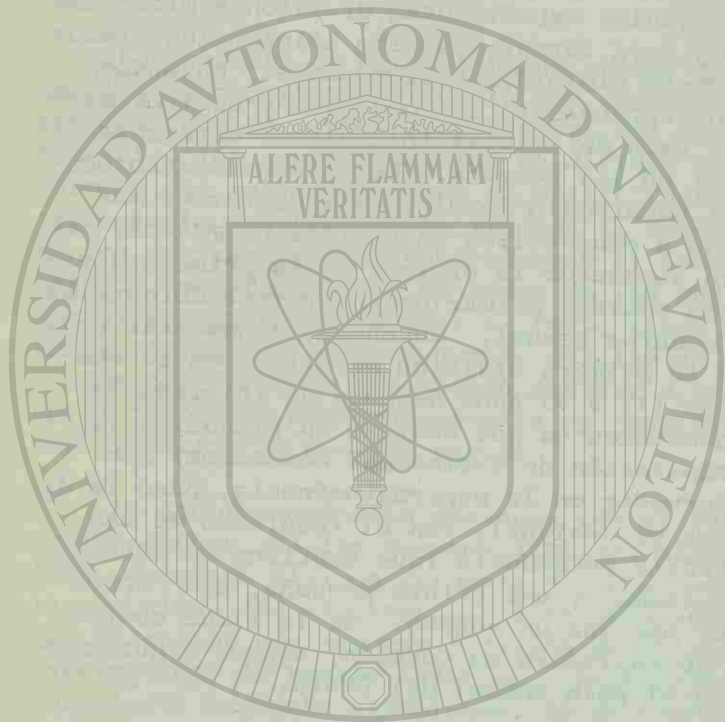
---

## OOGÉNESIS.

Los óvulos evolucionan en el ovario también a partir de células sexuales inmaduras llamadas *oogonios*. Al principio del desarrollo los oogonios experimentan divisiones mitóticas sucesivas y múltiples para formar oogonios adicionales, todos los cuales tienen número diploide de cromosomas. En muchos animales, sobre todo vertebrados, los oogonios y oocitos están rodeados por una capa de células foliculares derivadas del epitelio germinal de los ovarios. En el humano esto ocurre al principio del desarrollo fetal y para el tercer mes los oogonios empiezan a convertirse en *oocitos primarios*. Para el nacimiento han alcanzado la profase de la primera división meiótica. Estos oocitos primarios en profase durante muchos años hasta la madurez sexual. Entonces, al madurar cada folículo se reanuda la primera división meiótica que se completa en la ovulación (15 a 45 años después de iniciada la meiosis). Los acontecimientos que ocurren en el núcleo (sinapsis, tétradas y separación de cromosomas homólogos) son idénticos a los observados en la espermatogénesis, pero la división del citoplasma es desigual, con el resultado de una célula grande, el *oocito secundario* (que contiene el vitelio y casi todo el citoplasma) y una célula pequeña, el *cuerpo polar*, el cual no es más que un núcleo. Se le llamó cuerpo polar antes de que se explicara su función, debido a que se parecía como una mota en el polo animal del óvulo.

En la segunda división meiótica, la cual progresa a medida que el huevo discurre por la trompa de Falopio. El oocito secundario se divide de nuevo desigualmente para formar un gran *óvulo* y un segundo cuerpo polar pequeño, ambos con número haploide de cromosomas. El primer cuerpo polar puede dividirse en dos cuerpos polares secundarios adicionales. El *óvulo* se transforma en huevo maduro. Los tres pequeños cuerpos polares se desintegran pronto, de manera que cada oocito primario da lugar únicamente a un óvulo, en contraste con los cuatro espermatozoos derivados de cada espermatoцитo primario. La división citoplásmica desigual garantiza que cada óvulo maduro tendrá suficiente citoplasma y vitelo para sobrevivir en el caso de ser fecundado.





En cierto modo el oocito primario deposita toda reserva alimenticia en un óvulo; en esta forma el elemento femenino ha resuelto el problema de reducir los cromosomas sin pérdida del citoplasma y vitelos necesarios para el desarrollo después de la fecundación.

La unión de los cromosomas haploides del espermatozoo con los haploides del óvulo hace recuperar el número diploide en el cigoto fecundado, lo que persistirá, por el progreso de mitosis en todas las células que se formen en el nuevo organismo. Cada individuo adquiere exactamente la mitad de cromosomas y genes de su madre y otra mitad de su padre.

¿Cómo se restablece la condición diploide en las células del organismo?

U A N L

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



LIBRO ALQUILADO



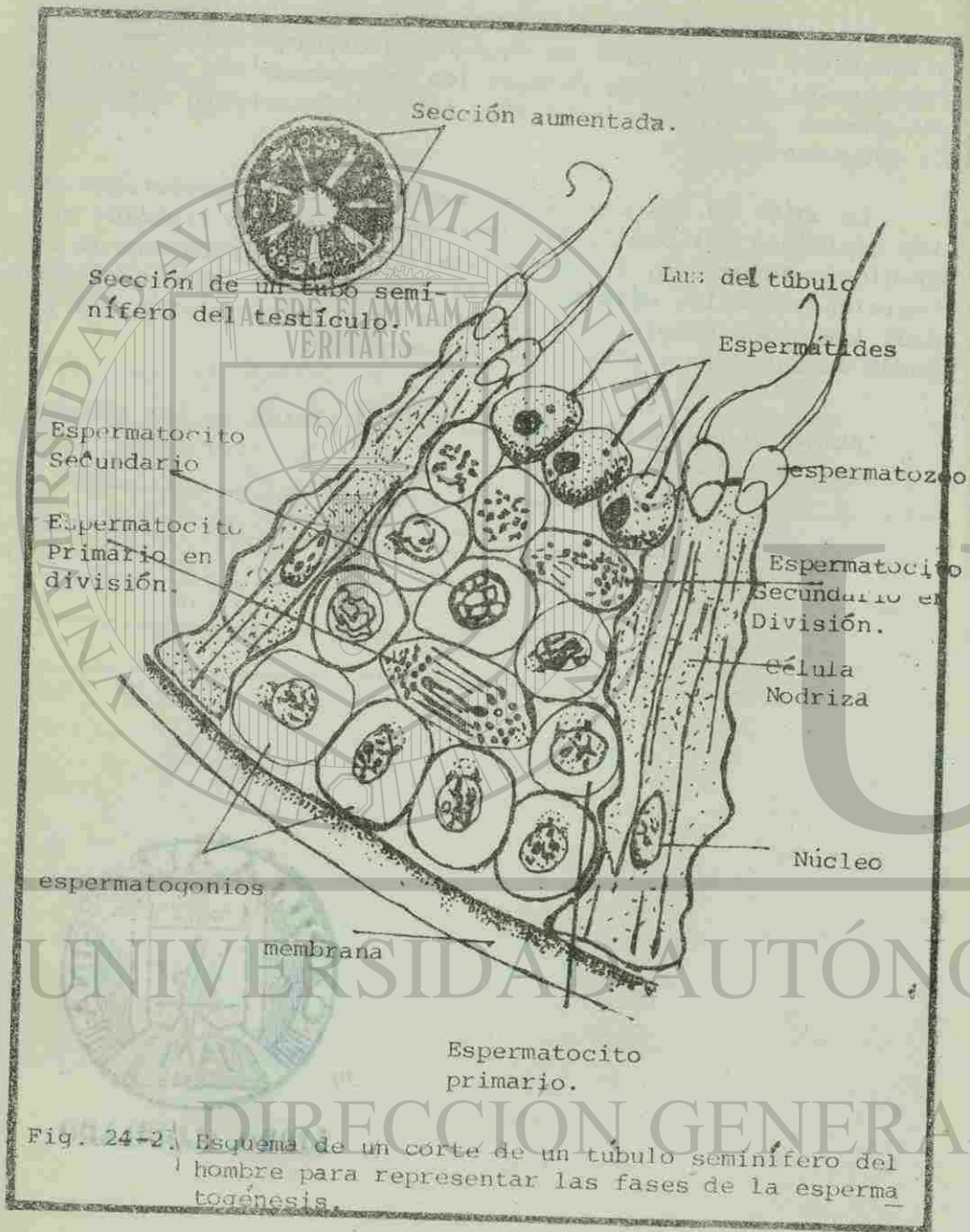


Fig. 24-2. Esquema de un corte de un tubo seminífero del hombre para representar las fases de la espermatogénesis.

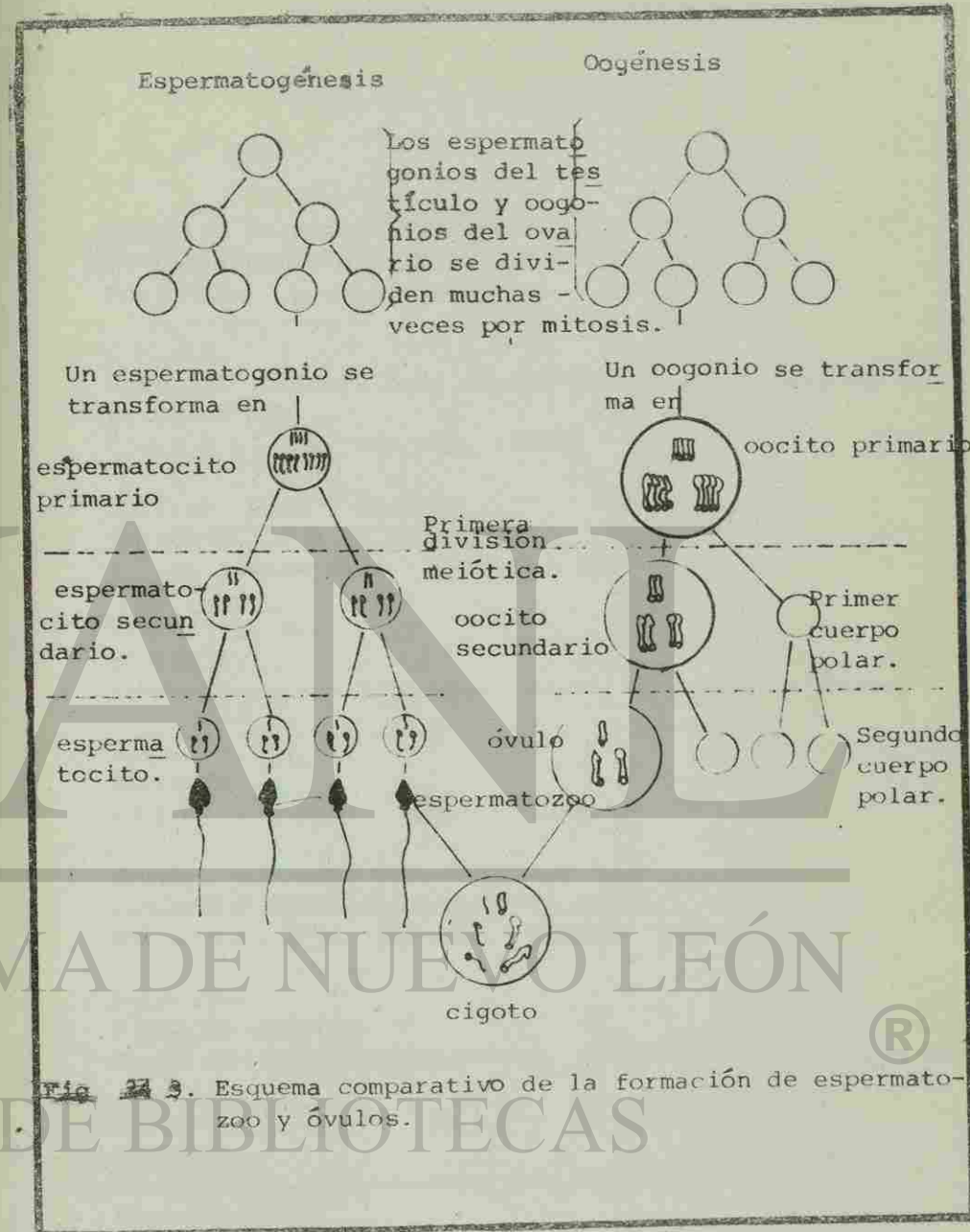
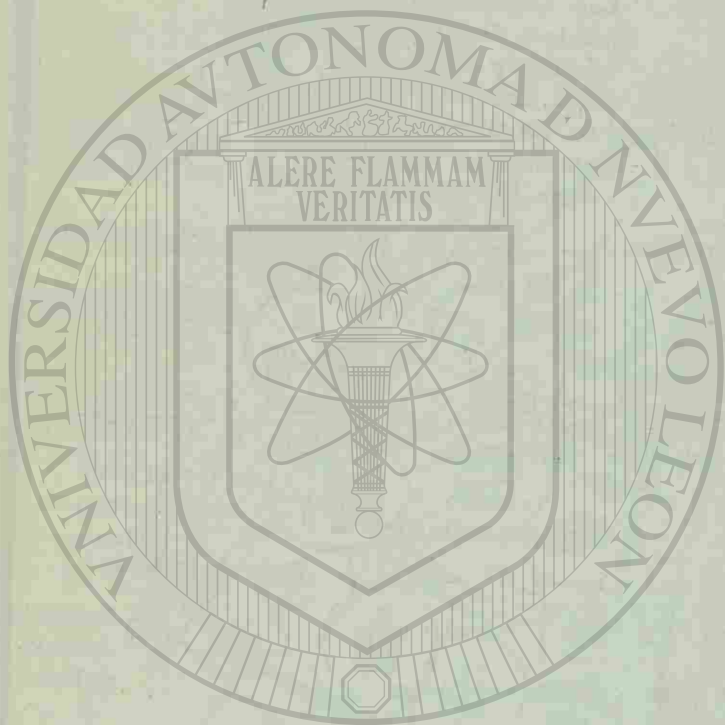


Fig. 24-3. Esquema comparativo de la formación de espermatozoo y óvulos.





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

BIBLIOGRAFÍA.

B.S.C.S. Universidad de Antioquía.  
BIOLOGIA DEL HOMBRE Y SU AMBIENTE.  
Ed. Norma. Bogotá, Colombia.

C.M.E.B.  
BIOLOGÍA (Universidad, diversidad y continuidad de los  
seres vivos).  
C.E.C.S.A. 1a. Edición. 1972.

Ehrilch, Holm y Soulé.  
INTRODUCCIÓN A LA BIOLOGÍA.  
Libros McGraw-Hill. 1a. Edición. 1974.

Kimball J. W.  
BIOLOGÍA.  
Fondo Educativo Interamericano. 3a. Edición. 1975.

Nason, Alvín.  
BIOLOGÍA.  
Editorial Limusa. México, 1978.

Nelson, Robinson y Boolootian.  
CONCEPTOS FUNDAMENTALES DE BIOLOGÍA.  
Ed. Limusa. 1a. Edición. México, 1975.

Otto-Towle.  
BIOLOGÍA MODERNA.  
Nueva Edición Interamericana. México, 1982. ®

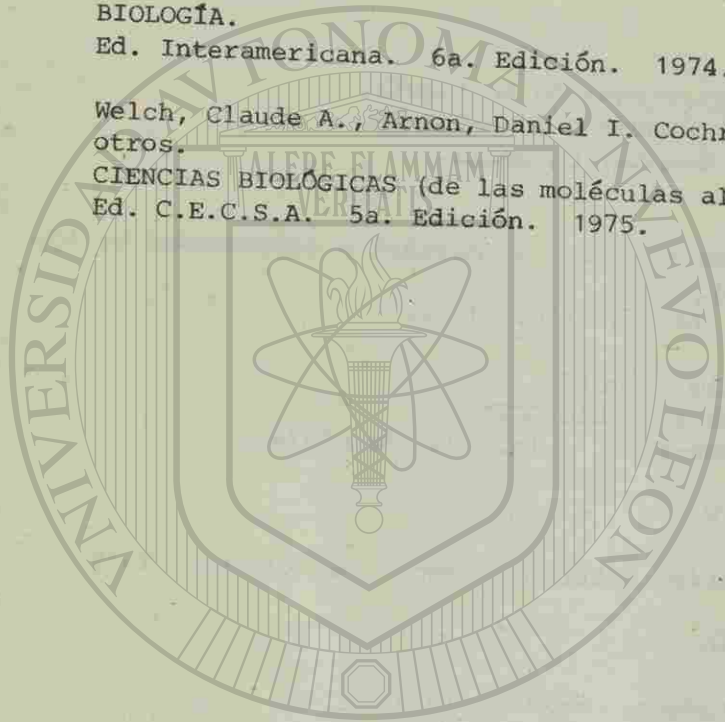
Smallwood y Green.  
BIOLOGÍA.  
Ed. P.C.S.A., 6a. reimpresión de la 1a. edición.  
México, 1976.



The Open University.  
UNIDAD Y DIVERSIDAD.  
Mc Graw Hill 1974.

Ville, Claude A.  
BIOLOGÍA.  
Ed. Interamericana. 6a. Edición. 1974.

Welch, Claude A., Arnon, Daniel I. Cochran Harold, M. y  
otros.  
CIENCIAS BIOLÓGICAS (de las moléculas al hombre).  
Ed. C.E.C.S.A. 5a. Edición. 1975.



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

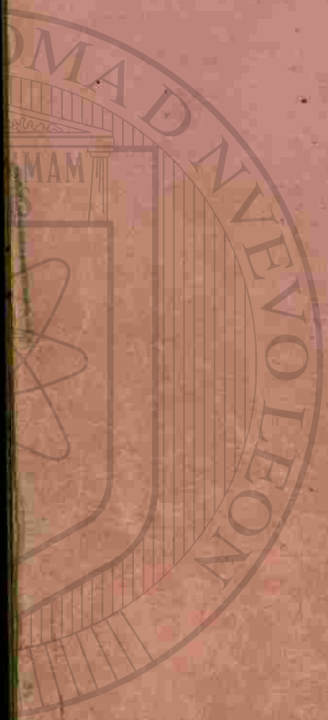
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS





400  
400  
600

92



U A N

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

