10.- Definir qué es un gen.

11.- Explicar el papel regulador del DNA.

12.- Definir los siguientes conceptos.

1. Nucleótidos. 2. Aminoácidos.
3. Polipéptido. 4. Código genético.
5. Operador.

PROCEDIMIENTO DE APRENDIZAJE.

1.- Para poder contestar los objetivos, estudiarás el presente capítulo (6).

2.- Observa y estudia cuidadosamente cada dibujo, tablas o figuras, que son representaciones gráficas de un conocimiento.

3.- Tu maestro y el coordinador saben las respuestas, pregúntales.

4.- Como autoevaluación, resolverás las preguntas que vienen al final de cada tema del presente capítulo, la cual tendrás que entregar a tu maestro para que se te acredite.

PREREQUISITO.

Tendrás una sesión de prácticas de laboratorio o de audiovisual como refuerzo a los conocimientos teóricos a la que deberás asistir so pena de perder tu derecho a la evaluación semanal.

UNIDAD VI

MATERIAL GENÉTICO Y BIOQUÍMICA DE LA HERENCIA.

EL CENTRO DE CONTROL CELULAR.

El centro de control de la actividad celular reside en el núcleo; antes de que se desarrollara nuevas técnicas en investigación el dilema era saber qué parte de la célula, qué substancias eran las que ejercían el control sobre ésta; los Genetistas proporcionaron evidencias de que eran los cromosomas -- que se encuentran en el núcleo los que controlaban la célula, mientras que los Bioquímicos proporcionaban evidencias aparentemente de que las enzimas eran las que ejecutaban este control.

Se han efectuado experimentos que ayudarán a esclarecer este dilema.

EXPERIMENTOS CON ACETABULARIA.

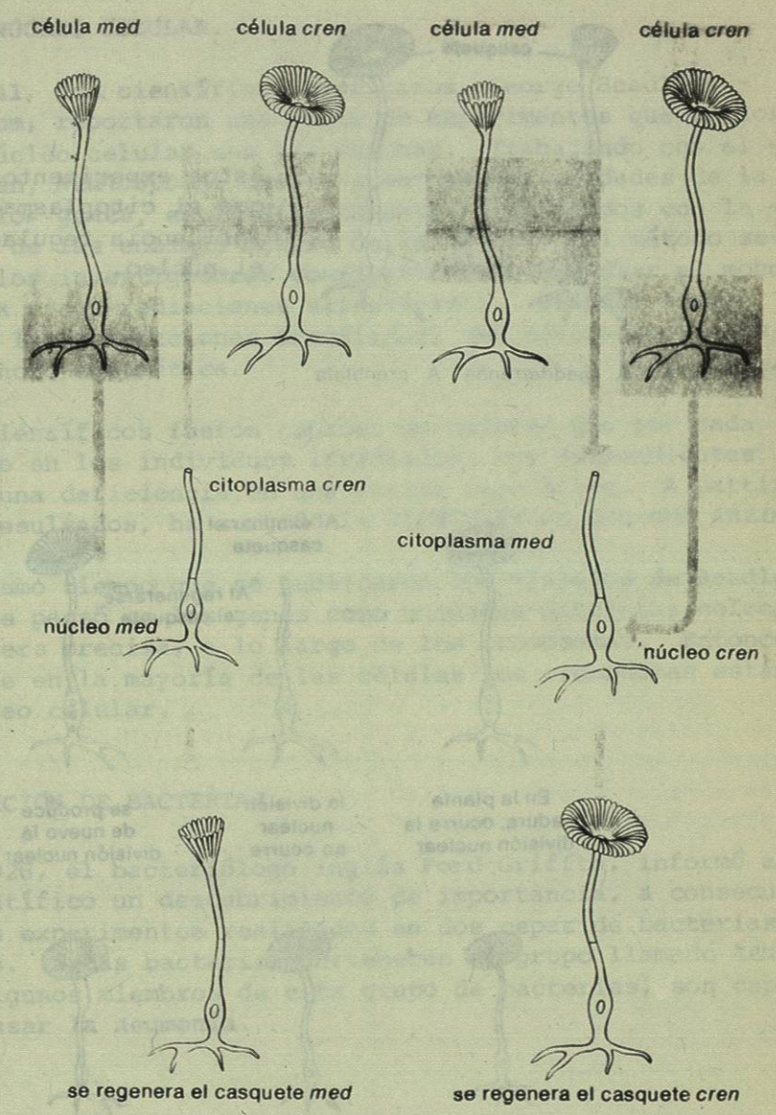
La acetabularia es una alga unicelular verde, excepcionalmente grande, de 2.5 a 7.5 cm. Para los experimentos se seleccionaron dos especies diferentes. Cada una tiene un pedicelo delgado con una especie de casquete en un extremo y, en el otro, rizoides. En ambos casos el núcleo está en la base, en el extremo ramificado del pedicelo. Sin embargo, ambas especies de *Acetabularia* difieren claramente: cada una tiene su -- propio tipo de casquete. En la *Acetabularia mediterránea*, el casquete tiene la forma de una sombrilla que hubiese sido volteada al revés, mientras la *Acetabularia crenulata*, tiene su capitel o casquete como pétalo de margarita.

Un tipo de experimento muy significativo con *Acetabularia*, se resume en la figura. La base de una célula *med* (mediterránea) conteniendo el núcleo, se injertó con el pedicelo de una célula *cren* (crenulata), que se le había quitado su base y su casquete. El propósito de este experimento fue determinar si era el núcleo de la célula *med* o el citoplasma de la célula -

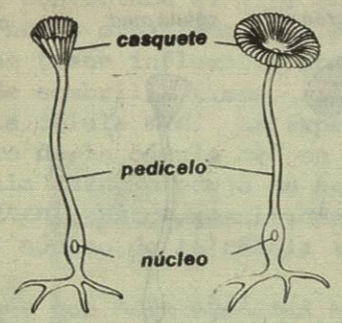
cren quien controlaba el tipo de casquete que debería de crecer en el nuevo organismo. El resultado reveló que es el núcelo el que tiene influencia dominante. El nuevo casquete, en forma de sombrilla tiene, consecuentemente, las características de la célula *med*. La experiencia contraria, en la cual el pedicelo de la célula *med* se injertó a la base (y núcleo) de la célula *cren*, produjo un nuevo organismo con el casquete del tipo *cren*. Estos resultados confirmaron la influencia decisiva del núcleo de la célula sobre el citoplasma.

Después que *Acentabularia* ha alcanzado la madurez, el núcleo de la base de cada célula empieza a dividirse y a multiplicarse. Los núcleos resultantes se dirigen del pedicelo hacia el casquete. Sin embargo, si eliminamos el casquete antes que la célula alcance su madurez, se detiene la división nuclear. En otro experimento en el cual se injerta el casquete maduro a un pedicelo y base de una célula inmadura el núcleo de esta célula empieza a dividirse, casi dos meses antes de lo que normalmente ocurriría. Se ve en el citoplasma de los casquetes más viejos producen algún tipo de información que estimula y controla la división del núcleo. Todo esto indica que esas informaciones las transmiten substancias químicas.

a) Explique los experimentos con acetabularia.

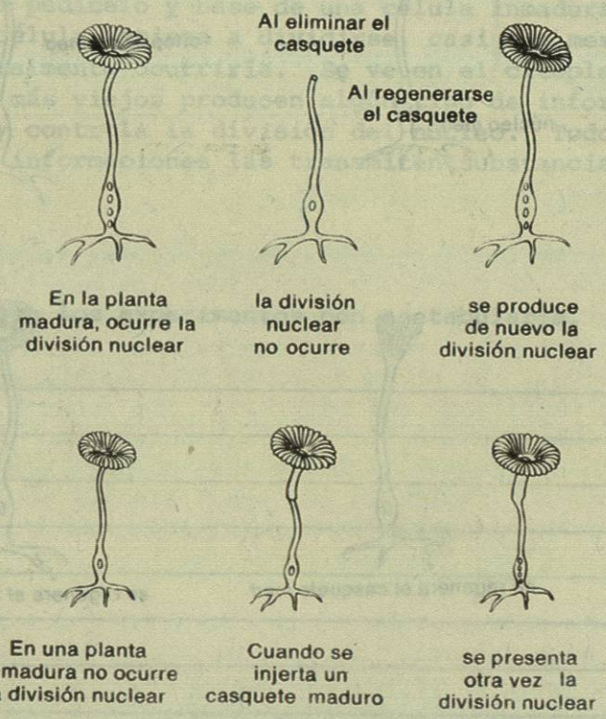


En este experimento el núcleo parece ser el factor que gobierna a la célula.



Estos experimentos indican que el citoplasma ejerce una influencia reguladora sobre el núcleo.

Fig. 5-1. A. mediterránea A. crenulata



ENZIMAS Y NÚCLEO CELULAR.

En 1941, dos científicos americanos, George Beadle y Edward Tatum, reportaron una serie de experimentos que relacionaban el núcleo celular con las enzimas. Trabajando con el moho del pan, *Neurospora*, demostraron que las unidades de la herencia, los *genes*, están directamente relacionados con la producción de las enzimas dentro de la célula. El método seguido por los investigadores consisitió en bombardear el moho con rayos X o con radiaciones ultravioleta. Después fueron examinadas las generaciones irradiadas, que mostraron signos de deficiencia enzimática.

Los científicos fueron capaces de mostrar que por cada gene dañado en los individuos irradiados, sus descendientes mostraban una deficiencia en una enzima específica. A partir de estos resultados, ha surgido la *hipótesis un gen-una enzima.*

Al mismo tiempo que se publicaron los trabajos de Beadle y Tatum, se pensó en los genes como unidades distintas colocadas de manera precisa, a lo largo de los cromosomas. Entonces se supo que en la mayoría de las células los cromosomas están en el núcleo celular.

TRANSFORMACIÓN DE BACTERIAS.

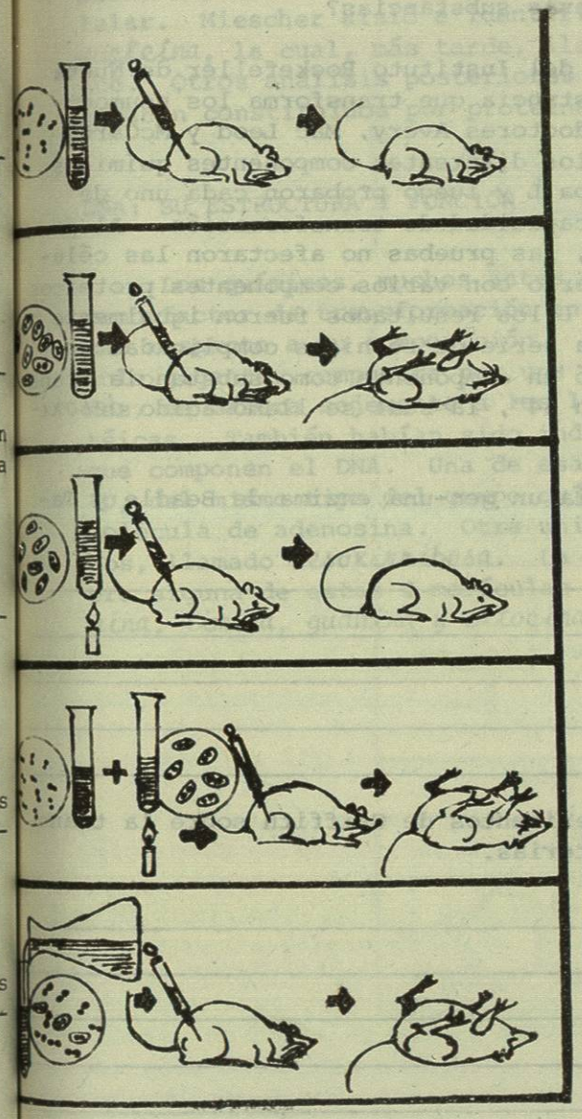
Em 1928, el bacteriólogo inglés Ford Griffth, informó al mundo científico un descubrimiento de importancia, a consecuencia de sus experimentos realizados en dos cepas de bacterias diferentes. Estas bacterias pertenecen al grupo llamado *reumococos*. Algunos miembros de este grupo de bacterias, son capaces de causar la neumonía.

Las dos cepas de bacterías, que utilizó Griffth difieren, principalmente, en dos aspectos. Una cepa, cuando crece en un medio apropiado, produce pequeñas colonias que parecen *ásperas* al verlas a través de la luz reflejada. A esta cepa se le llama *A*; a la otra cepa se le llama *L*, debido a que sus colonias tienen apariencia brillante, o quizás más bien *lisa*, al verse con luz reflejada. La diferencia entre las dos, A y L, se ve claramente al compararlas en el microscopio. Las células de la cepa *L* se ven rodeadas por una cubierta o *cápsula* gruesa y limosa, mientras que la A carece de ella.

La segunda diferencia importante entre las cepas A y L, se relaciona con la cápsula limosa. Cuando a los organismos que sirven para experimentar, como los ratones, se inocula la cepa A, no les produce neumonía. Los glóbulos blancos del ratón son capaces de "fagocitar" las células cepa A, impidiendo su multiplicación; en consecuencia, evitan la enfermedad. Sin embargo, si al ratón se le inoculan células cepa L, la cápsula limosa que tienen, evita que los glóbulos blancos "fagociten" las bacterias. Por consiguiente las células cepa L se multiplican y producen la neumonía.

En uno de sus experimentos, Griffith inyectó a los ratones, células vivas de la cepa A junto con células cepa L, a las cuales mató usando calor. Para su sorpresa, los animales adquirieron neumonía. Posteriormente recibió otra sorpresa, aún mayor. Cuando examinó la sangre de los ratones enfermos, encontró que gran cantidad de neumococos de la cepa productora de la neumonía, que le hizo pensar que no todas las células cepa L habían muerto y que era necesario repetir el experimento. Al obtener el mismo resultado, concluyó que las células muertas de la cepa L, conservaban cierta capacidad para las de la cepa A. Posteriormente, esta capacidad de transformación se transmitió a los descendientes de las células A. Algún tipo de información o de substancia química de las células L, muertas, transformaba literalmente las células A en productoras de cápsulas.

Como las conclusiones de Griffith eran sorprendentes, otros investigadores comprobaron y confirmaron los resultados obtenidos. No pasó mucho tiempo para que los resultados fueran obtenidos *in vitro* o sea fuera del cuerpo del animal.



Células A sin cápsula, no causan neumonía cuando se inyectan a ratones.

Células L con cápsula limosa causan neumonía y muerte cuando se inyectan a ratones.

Células L muertas por calor no causan neumonía.

Células L muertas por calor y mezcladas con células sin cápsula causan neumonía.

El extracto de células L muertas por calor, cuando se mezclan con células A vivas. Esta mezcla también causa neumonía.

Evidentemente, son algunas substancias químicas de las células muertas las que actúan como potente regulador de las células vivas; pero, ¿cuáles son esas substancias?

Tres investigadores del Instituto Rockefeller de Nueva York identificaron la substancia que transforma los neumococos. Estos científicos -doctores Avery, Mac Leod y McCarty separaron cuidadosamente los diferentes componentes químicos de los extractos de la cepa L y luego probaron cada uno de ellos para determinar su capacidad de transformación. Al probar con la cápsula limosa, las pruebas no afectaron las células de la cepa A. Al hacerlo con varios componentes proteicos de las células de la cepa L los resultados fueron igualmente negativos. Después de una serie de técnicas complicadas de purificación se identificó un componente como substancia transformadora, "la preparación 44", la cual se llamó ácido *desoxirribonucleico* o DNA.

a) Explique la teoría un gen-una enzima de Beadle y Tatum.

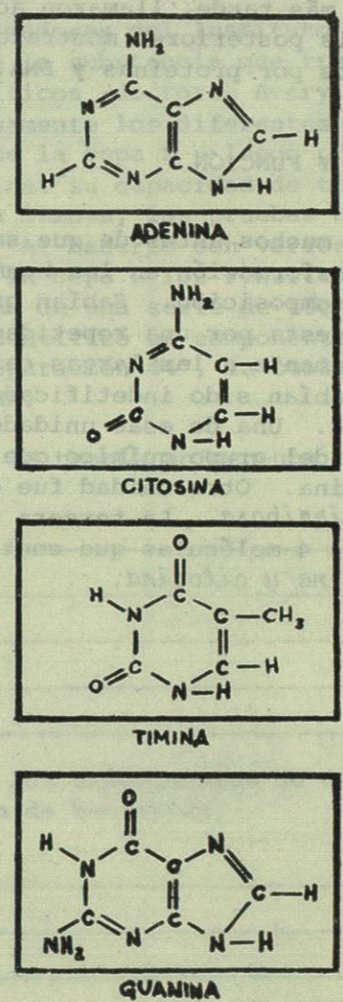
b) Explique los experimentos de Griffith sobre la transformación de bacterias.

Con el descubrimiento del DNA, se unificaron muchos conocimientos aislados y mucha información esporádica hasta lo-

grar un modelo razonable. Desde 1871, el químico suizo Miescher, había estudiado la naturaleza química del núcleo celular. Miescher aisló e identificó una substancia que llamó *nucleína*, la cual, más tarde, llamaron ácido desoxirribonucléico. Otros análisis posteriores mostraron que los cromosomas estaban constituídos por proteínas y DNA.

DNA: SU ESTRUCTURA Y FUNCIÓN

Los químicos, muchos antes de que se conociera el DNA -- como factor de transformación en los neumococos, conocían mucho respecto a su composición. Sabían que el DNA era una molécula gigante, compuesta por una repetida adición de subunidades, de manera sejemante a las largas cadenas de moléculas protéicas. También habían sido indetificadas las tres unidades que componen el DNA. Una de esas unidades era el *grupo fosfato*, del mismo tipo del grupo químico que se encuentra en la - molécula de adenosina. Otra unidad fue el sacárido de 5 carbonos, llamado *desoxirribosa*. La tercera unidad, se sabía que era alguna de estas 4 moléculas que contienen nitrógeno: *adenina, timina, guanina y citocina*.



Las 4 bases nitrogenadas del DNA.

Porcentaje de bases nitrogenadas de DNA.

	ADENINA	TIMINA	GUANINA	CITOSINA
Bacterium (tuberculosis)	15.1	14.6	34.9	35.4
Médula ósea (rata)	28.6	28.4	21.4	20.4
Esperma (toro)	28.7	27.2	22.2	20.7
Testículos (arenque)	27.9	28.2	19.5	21.5
Timo (toro)	28.2	27.8	21.5	21.2
Germen de trigo	27.3	27.1	22.7	22.8
Levaduras	31.3	32.9	18.7	17.1

Pero, a principio de la década de 1950, se sabía muy poco acerca de cómo estaban unidas y arregladas las diversas unidades de la molécula de DNA; por eso, la estructura del DNA fue de gran interés para los biólogos.

MODELO DE WATSON, CRICK Y WILKINS. El primer reporte importante acerca de la estructura del DNA fue publicado en la revista científica inglesa *Nature* el 25 de abril de 1953. En esa fecha el biólogo americano J.D. Watson y el biofísico inglés F.H.C. Crick, quienes trabajaron con los datos recopilados por Maurice Wilkins.

En este artículo explicaban Watson y Crick cómo usaron la fotografía de difracción de rayos X y otros datos como base, para representar, con metal y alambre un modelo de la molécula. El resultado, en sus propias palabras, fue "una estructura radicalmente diferente". Su modelo, que llegó a ser conocido como *modelo Watson-Crick* se asemeja mucho a una escalera de cuerda marina, "torcida" o a una escalera de caracol. Técnicamente, su forma se conoce como *"doble hélice"*. Para entender cómo están dispuestas las diferentes unidades en el modelo de Watson-Crick, nos servimos de la ilustración de la molécula tal como aparecería si la escalera de cuerda se hubiese destorcido. Los lados paralelos de la escalera contienen unidades alternadas de azúcar y fosfato. Cada uno de los

escalones consiste de dos bases nitrogenadas unidas entre sí en la parte media del escalón y unidas al azúcar por el extremos.

El modelo de Watson-Crick presenta ciertas características. Una de ellas se relaciona con la manera de enlazarse con las bases, en la parte media de cada escalón. Su enlace, no es el usual que mantiene juntas las otras moléculas, son puentes de hidrógeno que tienen una veinteava parte de la fuerza de cualquier otro enlace en la molécula; es decir, hay un "punto débil" en la mitad de cada escalón.

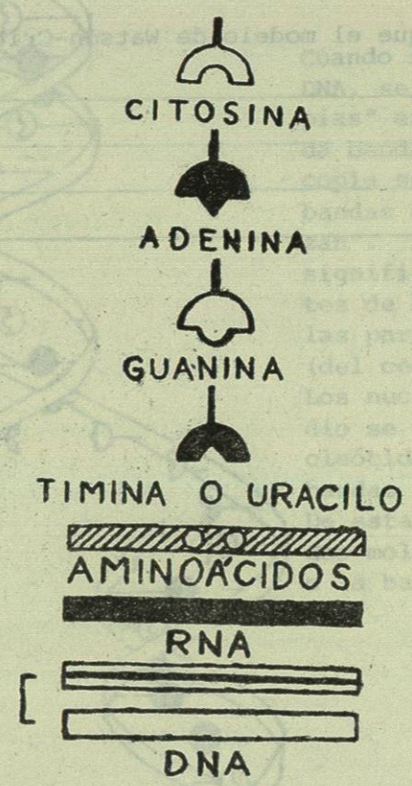
Las bases nitrogenadas debido a su tamaño y a su estructura molecular, sólo se pueden hacer ciertos apareamientos. Se logró saber que la *Adenina* y la *timina* forman enlaces de hidrógeno así como la *guanina* y la *citocina*.

Pueden formarse dos Enlaces Hidrógeno entre la adenina y la timina y tres Enlaces de Hidrógeno entre la guanina y la citocina, la especificidad de la clase de enlaces de hidrógeno que pueden formar asegura que por cada timina que hay en una cadena habrá una adenina en la otra cadena y de la misma manera por cada guanina habrá una citocina en la otra cadena.

Una molécula de azúcar, una de fosfato y una base se unen para formar una unidad básica llamada *nucleótido*. El DNA está compuesto por cuatro nucléotidos diferentes: nucleótido adenina, nucleótido guanina, nucleótido timina y nucleótido citosina. Por lo tanto las dos cadenas son complementarias entre sí, es decir el orden de *nucleótidos* en la otra.

Si el DNA es realmente la molécula que constituye las unidades de la herencia, debe tener la característica única siguiente: el DNA *debe ser capaz de hacer reproducciones exactas o copias de sí mismo*. El modelo de Watson-Crick, explica lo anterior. De ese modo se puede deducir que por un rompimiento del puente de hidrógeno, suponiendo que el DNA debe estar rodeado de nucleótidos "libres", cómo la molécula del DNA puede hacer dos copias exactas de ellas mismas.

a) Enumere los componentes químicos del DNA.



Clave: Estos símbolos se usarán en el resto del capítulo para representar las diferentes partes del DNA y el RNA.