

- 9.- Describir los phylum de las plantas criptógamas y fanerógamas.
- 10.- Describir por lo menos 5 de las principales familias de mono y dicotiledóneas.
- 11.- Describir y ejemplificar los phylum del reino animalia

PROCEDIMIENTO DE APRENDIZAJE.

- 1.- Esta unidad comprende los capítulos 8,9,10 y 11 del presente libro.
- 2.- Observa y estudia cuidadosamente cada dibujo, tabla o figura, pues son representaciones gráficas de un conocimiento.
- 3.- Tu maestro asesor y el coordinador saben las respuestas pregúntales.
- 4.- Como autoevaluación, resolverás las preguntas que vienen al final de cada punto de los capítulos 8, 9, 10 y 11 de este libro, la cual tendrás que mostrar a tu maestro para que se te acredite.

PRERREQUISITO.

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.

CAPÍTULO VIII.

LOS VIRUS.

Virus es una palabra latina que significa "veneno", el uso de esta palabra se remonta a los tiempos en que nadie sabía realmente lo que eran los virus.

A fines del siglo XIX, Louis Pasteur, Robert Koch y otros Bacteriólogos establecieron los Fundamentos de la Microbiología Moderna y habían demostrado que muchas enfermedades del hombre y de los animales eran causadas por Bacterias, pero en ciertas enfermedades estaban confusos ya que no encontraron ninguna bacteria ni otro organismo que causara la enfermedad, y solo fue posible observarlos con la invención del Microscopio Electrónico.

Actualmente la "Virología" o sea el estudio de los virus, es de los campos más conocidos y amplios en la Investigación Biológica.

8-1 DESCUBRIMIENTO DE LOS VIRUS.

Los virus cristalizados. Louis Pasteur y sus contemporáneos reconocieron la importancia del "virus" como un agente de enfermedades. A diferencia de las bacterias que siempre fueron encontradas en ciertas enfermedades, las partículas de materia en las enfermedades producidas por virus nunca se pudieron descubrir con el microscopio. Más aún, los filtros de porcelana finos que se usaban para separar las bacterias de los líquidos no sirvieron para retener los virus. Estos pasaban fácilmente a través de los filtros sin ser retenidos. Todavía a principios de la década de 1930,

cuando los investigadores se referían a estos agentes desconocidos de enfermedades, los llamaban *virus filtrables*.

En la década de 1930 dos descubrimientos clave ayudaron a comprender la misteriosa naturaleza de los virus filtrables. El primero fue en 1931 cuando el científico inglés, Dr. William Elford, ideó unos filtros con pequeñísimos orificios. Con estos filtros pudo separar el agente infeccioso de los líquidos, llegando a la conclusión que los virus eran partículas sólidas. Otros científicos que habían observado en células enfermas unas partículas diminutas no conocidas todavía, se preguntaron si el virus sería realmente un organismo vivo extraordinariamente pequeño. Esta última conjetura se contradujo pronto con los resultados del segundo descubrimiento importante de esa década, la cristalización de un tipo de virus hecha por el Dr. Wendell Stanley en 1935.

Específicamente, Stanley creyó que el virus era una molécula proteica, emprendió la purificación del virus que causa una enfermedad en las hojas de la planta del tabaco, llamado *virus del mosaico del tabaco* (VMT), que después de un trabajo intenso, Stanley redujo alrededor de una tonelada de plantas de tabaco infectadas a menos de una cucharada de polvo cristalino blanco. Ante el asombro de algunos de sus colegas, demostró que los cristales eran más infecciosos que el líquido tomado de una planta infectada.

Los trabajos de Stanley fueron confirmados por otros químicos. Más tarde, no hubo ya duda alguna que los virus eran realmente partículas de materia sumamente pequeñas. En esa misma década, con el invento del microscopio electrónico se tomaron algunas micrografías, las cuales revelaron la forma de vara o esférica de ciertos virus, pero la pregunta ¿qué son los virus? permaneció casi sin respuesta.

LOS VIRUS BACTERIALES.

La naturaleza molecular de los virus fue parcialmente determinada en los años de 1930. Después se descubrió, como Stanley lo había predicho, que los virus contenían proteínas. Pero eso no era todo. Siempre uno de los ácidos nucleicos DNA o RNA estaba presente, aunque en cantidad menor que las proteínas. Los investigadores se interesaron en el papel correspondiente a la parte de ácidos nucleicos de los virus, especialmente después de los descubrimientos de Avery, MacLeod y de McCarthy. Vimos ya que en 1944 estos científicos anunciaron al DNA como agente transformador de bacterias.

En 1952 dos virólogos, A.D. Hershey y Martha Chase, publicaron los resultados de sus experimentos. Efectuaron sus experimentos en una cepa de virus que ataca y destruye la bacteria llamada *E. coli*. *Escherichia*, es una bacteria común que se encuentra en el intestino grueso o colon de los animales. La cepa particular de virus que se usó -conocido como T₂- pertenece al grupo general llamado *virus bacteriales o bacteriófagos*. Los virus bacteriales tienen un DNA central. Muchos tienen una "capa" de un tipo especial de proteína que da a los virus una forma semejante a la de un renacuajo. (Fig. 8-1).

Hershey y Chase trataron de descubrir qué ocurriría exactamente cuando el virus T₂ infecta la célula bacteriana; los primeros experimentos habían revelado que bajo ciertas condiciones, el virus T₂ expulsa su DNA central dejando la cubierta proteica.

Para descubrir lo que ocurría, estos científicos cultivaron *E. coli* en un medio que contenía azufre y fósforo radiactivos. El átomo de azufre es un componente de ciertos aminoácidos. De este modo, el azufre (radiactivo) se incorpora rápidamente a muchas de las proteínas bacteriales. Debe recordar que el fósforo es un átomo que se encuentra en los nucleótidos de la molécula DNA. Hershey y Chase encontraron que los virus T₂ que infectaban las células *E. coli* radiactivas se reproducían dentro de ella y se "marcaban" a

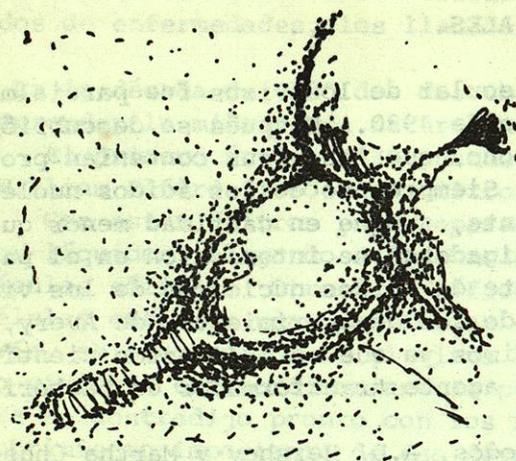


Fig. 8-1. Este bacteriophago T₂ tiene una cubierta proteica característica que contiene DNA y una cola tubular por medio de la cual se adhiere a la célula huésped. La bacteria a la que particularmente ataca este virus es *E. coli*. Una gran parte del conocimiento de la estructura del virus, la bioquímica y la genética, ha sido aprendida por los experimentos realizados con esta bacteria.

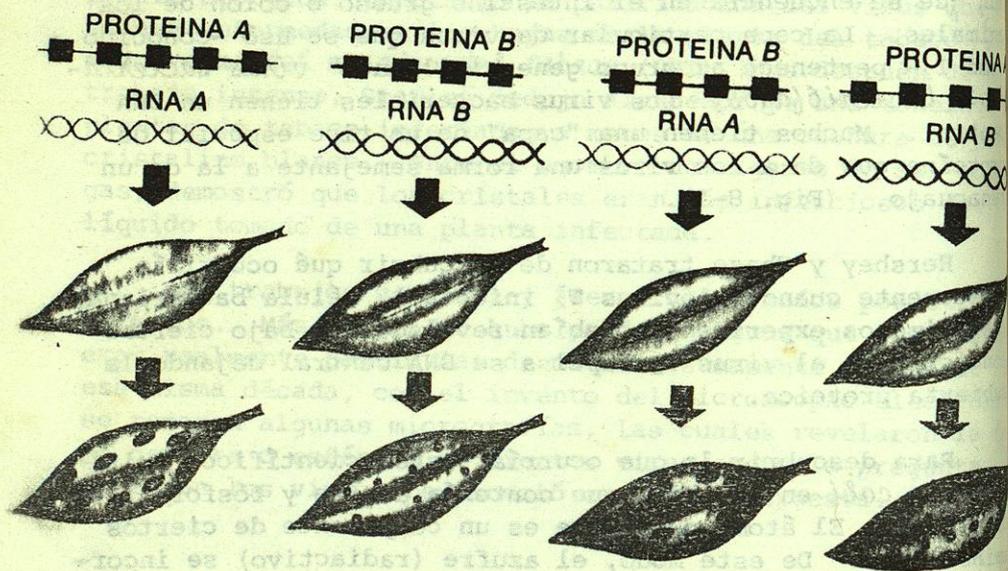


Fig. 8-2. En el experimento de Frankel-Conrat, las características de la enfermedad fueron producidas por el RNA y no por la proteína.

sí mismos. Las cubiertas proteicas de los virus quedaron marcadas con azufre radiactivo y su DNA con fósforo radiactivo.

Después de haber marcado los virus T de esta manera, Hershey y Chase transfirieron estos virus a cultivos no radiactivos de bacterias *E. Coli*. Se separaron del cultivo muestras de bacterias y se mataron a intervalos después de exponerlas al T radiactivo. Así, si ambos, la proteína y el DNA del virus T se introducían en la célula de la bacteria, tanto el azufre radiactivo como el fósforo radiactivo deberían de encontrarse en la bacteria. Si solamente la porción DNA del virus entraba en la bacteria, el fósforo radiactivo estaría presente. Como encontraron fósforo radiactivo, pero casi nada de azufre el núcleo DNA del virus es el que invadió la célula.

EXPERIMENTOS CON VIRUS DEL MOSAICO DEL TABACO.

Los experimentos de Hershey-Chase establecieron la importancia del DNA en las infecciones virales. ¿Los virus que contienen RNA se comportan de la misma manera que los que contienen DNA? En el laboratorio del Dr. Stanley en la Universidad de California varios investigadores continuaron trabajando con el virus del mosaico del tabaco. Los análisis químicos y el microscopio electrónico mostraron este virus como una vara larga y delgada, con una cubierta de proteína que constituye el 95 por ciento de su estructura total. Dentro de la cubierta, un delgado hilo de RNA constituye el 5 por ciento restante. Hacia 1956 el Dr. Heinz Fraenkel-Conrat, realizó experimentos que demostraron la importancia del RNA central.

Fraenkel-Conrat es un químico especializado en las proteínas. Cuando se publicaron los experimentos de Hershey-Chase, se sentía escéptico de que la fracción del RNA del núcleo del virus fuera el único agente infeccioso. Más bien, le parecía lógico que la capa de proteína del virus tuviera un papel en la infección viral. Con otros científicos encontró la manera de separar la capa proteica del núcleo del VMT. Pudo probar, separadamente, cada componente sobre

plantas de tabaco para ver su efecto. Normalmente, las hojas de la planta de tabaco mostraron manchas después de que se les aplicó el virus en su superficie. Pero, la proteína que fue extraída del VMT nunca causó infección en el área donde fue aplicada. Las dosis normales de RNA tampoco causaron infección. Aun cuando el RNA fue aplicado en dosis masivas sólo se obtuvieron infecciones pequeñísimas. Este resultado hizo pensar a Fraenkel-Conrat que algunas partículas intactas de virus habrían podido permanecer accidentalmente, en la preparación del RNA, y ellas, no el RNA aislado, eran las causantes de la infección.

Una mejor explicación resultó de un interesante experimento que Fraenkel-Conrat hizo con la esperanza de que podría indicar los papeles correspondientes a la proteína del VMT y el RNA. Usó 2 cepas diferentes de VMT. Una cepa (A) causaba manchas grandes en las hojas del tabaco y otra (B) causaba manchas mucho más pequeñas. Mezcló la proteína de la cepa A con el RNA de la cepa B y frotó las hojas con el virus recién formado. Inversamente, mezcló la proteína de la cepa B con el RNA de la cepa A y trató otras hojas de tabaco con el nuevo virus.

Después de tres días Fraenkel-Conrat había demostrado que el RNA central del virus era el agente infeccioso. En cada caso, las características de la enfermedad fueron proporcionadas por el RNA del virus y no por la capa proteica. Desde que se anunció este experimento en 1956, los ácidos nucleicos que componen numerosos virus han sido aislados; se ha llegado a la conclusión que estos virus aislados son los verdaderos agentes infecciosos. (Fig. 8-2).

a) Explique los trabajos del Dr. Wendell Stanley en 1935.

b) Explique los experimentos de los Virólogos Hershey y Chase.

c) Explique los experimentos que se llevan a cabo con el virus del mosaico del tabaco.

8-2 ESTRUCTURA Y FUNCIÓN DE LOS VIRUS.

¿Cómo inyectan los virus sus componentes de ácido nucleicos en las células? ¿Qué hace el ácido nucleico una vez que se encuentra dentro? ¿Todos los virus causan daño dentro de la célula? Hay cientos de preguntas más que excitan la imaginación de los investigadores acerca de cómo surgió la verdadera naturaleza de los virus. Por otra parte, el interés de los virólogos a mediados de la década de 1950 coincidió con el de otros biólogos que trataban de comprender los papeles del DNA y del RNA en la célula normal. En muchos laboratorios se usaron los virus para investigar sobre el control celular. Mucho de lo que ahora conocemos sobre el funcionamiento de los virus es el resultado de la investigación con E. coli y la cepa de virus que la infecta.

Estudios recientes usando la difracción de rayos X y el microscopio electrónico han proporcionado con mayor claridad la estructura de los virus. No hace mucho era correcto describir un virus como un "trozo" de ácido nucleico dentro de una cubierta proteica, expresión comúnmente oída a mediados de la década de 1950. Si bien es cierto que el material proteico en general rodea al ácido nucleico, esta relación física no es de una envoltura como se pudiera suponer. Además, hay en los virus estructuras especializadas que pueden contener otros tipos de moléculas por ejemplo, grasas.

(Todos los virus presentan alguno de los tres tipos de simetría. El tipo llamado *simetría helicoidal*) lo presenta el virus del mosaico del tabaco. El VMT ha sido el virus que se ha estudiado con más intensidad, tanto en su estructura como en sus efectos. Estudie el diagrama del VMT. Note que la "cubierta" del VMT es un racimo de subunidades proteicas (capsómeros) alrededor del RNA en forma de espiral. Las subunidades proteicas que parecen física y químicamente idénticas, proveen un tipo único de "paquete" o cápside que encierra y protege a la banda en espiral del RNA. Sin embargo, el RNA no determina necesariamente la forma del virus. Bajo ciertas condiciones y sin el RNA, las subunidades se agrupan y forman varas siendo ésta la forma del VMT. (Fig. 8-3)

(El segundo tipo de simetría que pueden tener los virus se llama *simetría cúbica*.) Estos virus son *poliedros* regulares con 4, 12 ó 20 caras. El modelo de estos virus es el *adenovirus*. En contraste con el modelo en forma de espiral, el modelo cúbico muestra un número menor de subunidades de proteína para envolver la mayor cantidad de DNA o RNA. Más aún muestra un área superficial mínima en relación al volumen total, este hecho puede dar a estos virus una oportunidad mayor de supervivencia ante productos químicos antivirales. (Fig. 8-4).

(El tercer tipo de simetría que presentan los virus es la *simetría compleja*.) Ciertos tipos T de virus bacteriales son ejemplos de esta simetría compleja. Muestra la ilustración del virus T. La cabeza es de forma simétrica. (Se define como un *prisma hexagonal bipyramidal*). Está formado

ACIDO NUCLEICO VIRAL

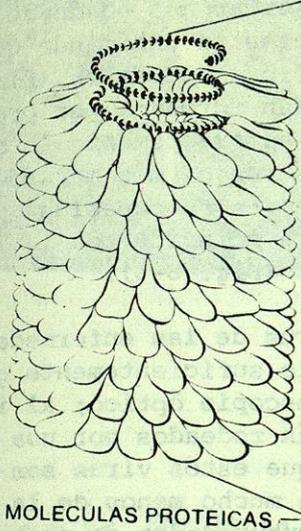


Fig. 8-3. Diagrama moderno del VMT muestra que la "capa" proteica está realmente formada de numerosas subunidades proteicas que se encuentran unidas a la molécula helicoidal del RNA.

Fig. 8-4. Este virus ilustra la simetría cúbica.

Las subunidades proteicas están en grupos de 10 en cada cara del poliedro. Una gran cantidad de ácido nucleico quedó envuelto en una menor área superficial expuesta.

