

TEMA 10: TEORÍA CELULAR.

1.-HISTORIA DE LA TEORÍA CELULAR.

En la actualidad se considera a la célula como la unidad morfológica y funcional de todos los seres vivos. Morfológica, en la medida en que todos los seres vivos están formados por una o más células, y funcional, en cuanto que las funciones que caracterizan al ser vivo (nutrición, relación y reproducción) también tienen lugar a nivel celular. También se suele decir que la célula es la porción más pequeña de materia viva que está dotada de vida propia: de una célula es lícito decir que "vive", mientras que no lo es decirlo de una proteína o de un ácido nucleico.

El poder realizar afirmaciones de carácter tan general como las anteriores es el fruto de muchos años de investigación acerca de la estructura y función celular, aspectos estos que constituyen el campo de estudio de la **Citología**, área de la Biología que en la actualidad posee claras imbricaciones con la Bioquímica, la Genética y otras muchas áreas del conocimiento biológico.



Figura 10.1

El tamaño de la mayoría de las células está por debajo del poder de resolución del ojo humano, por lo que su existencia pasó inadvertida hasta que se desarrollaron instrumentos ópticos como el *microscopio compuesto*, capaces de aumentar considerablemente el tamaño de las imágenes de los objetos observados. Las primeras observaciones de lo que hoy conocemos como células datan del siglo XVII, cuando el comerciante holandés Anton Van Leewenhoek (Figura 10.1) construyó artesanalmente el primer microscopio conocido y pudo observar en una gota de agua procedente de una charca gran cantidad de "*animálculos*" que, basándonos en sus propias descripciones, se pueden identificar hoy como microorganismos unicelulares. En la misma época el microscopista inglés Robert Hooke, analizando

con su microscopio láminas muy finas de corcho (Figura 10.2), observó que éste estaba formado por un retículo de pequeñas *celdas*, acuñando así el término **célula** (del latín *cellulla* = celdilla). A pesar de que se habían dado los primeros pasos en el estudio de las células, el siglo XVIII no deparó ningún avance significativo en este campo. Fue en la primera mitad del siglo XIX cuando el perfeccionamiento de los microscopios, la puesta a punto de técnicas de tinción para aumentar el contraste de las preparaciones, y la invención de aparatos, denominados *microtomos*, que permiten cortar láminas muy finas de materiales biológicos, condujeron a una serie de descubrimientos que desembocaron en la formulación de la **teoría celular**. La constatación de que las células se encontraban presentes en todos los tejidos vivos sometidos a observación llevó al botánico M. Schleiden y al zoólogo T. Schwann a formular en 1837 dicha teoría de manera clara y precisa, afirmando que *la célula es la unidad estructural y funcional de todos los seres vivos, con capacidad para mantener de manera independiente el estado vital*. Pocos años más tarde, en 1855, se zanjó definitivamente una dura polémica acerca del origen de las células,

descartándose la "generación espontánea" y aceptándose de manera generalizada que *toda célula procede, por división, de otra célula preexistente*, lo que quedó plasmado en el célebre aforismo de Virchow: "*Omnis cellula ex cellula*". Esta afirmación fue inmediatamente incorporada a la teoría celular, que en la actualidad es considerada la más amplia de las generalizaciones que se han hecho en Biología.

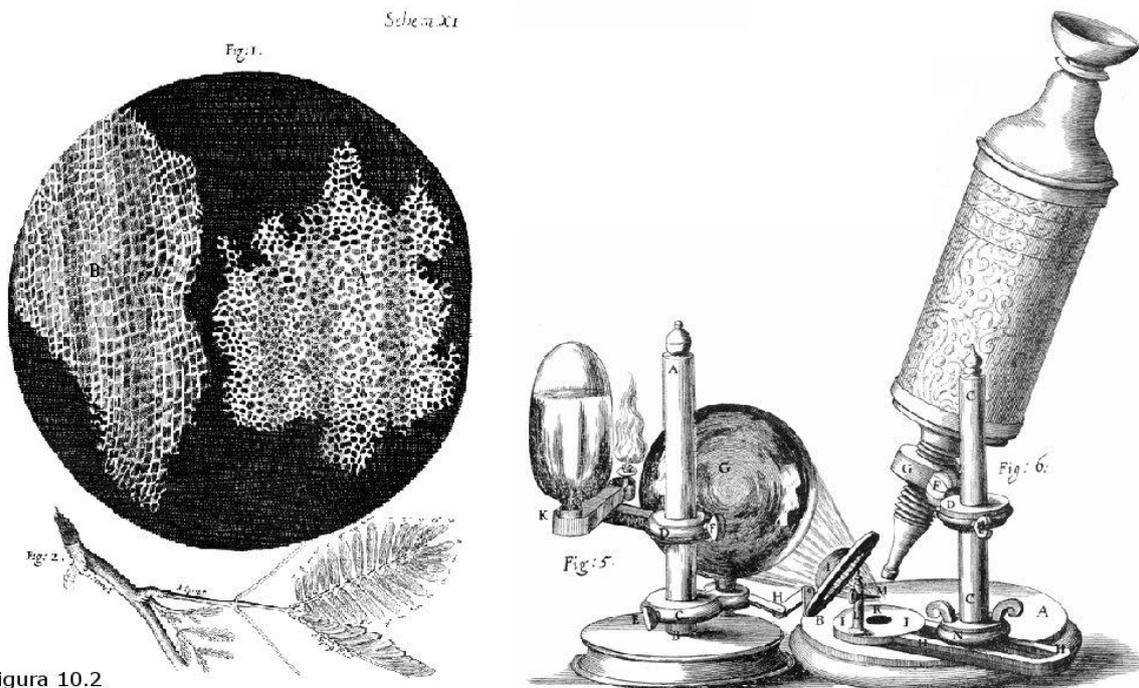


Figura 10.2

Existe una excepción a la teoría celular constituida por los **virus**, parásitos intracelulares obligados, que, si bien son organismos vivos, tienen un grado de organización inferior al celular. De todos modos, se acepta que los virus descienden evolutivamente de organismos que sí poseían tal grado de organización.

2.-TIPOS DE ORGANIZACIÓN CELULAR.

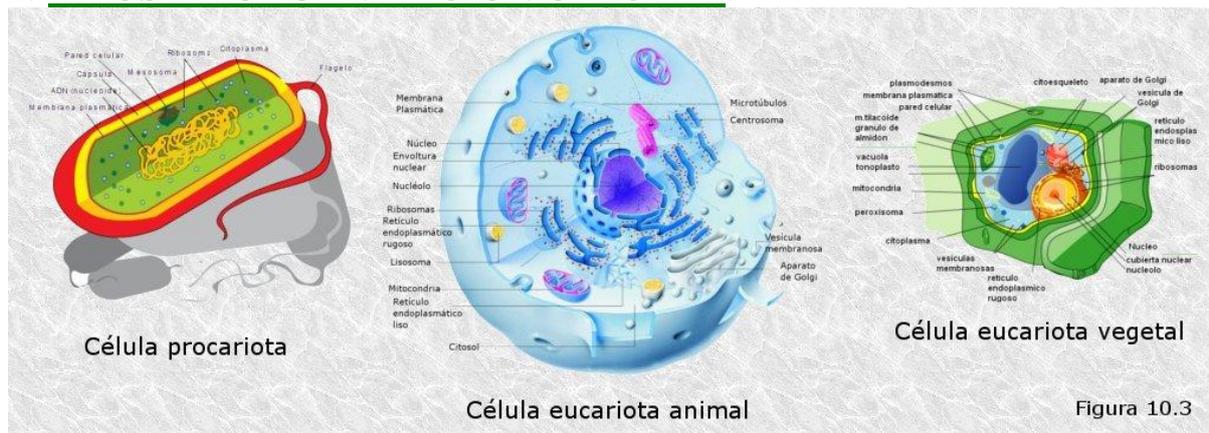


Figura 10.3

Todas las células están delimitadas con respecto a su entorno por una membrana, la **membrana plasmática**, que encierra en su interior un contenido celular, el **protoplasma**, que comprende las diferentes estructuras celulares.

Existen en la actualidad dos tipos diferenciados de organización celular que están representados en dos grandes estirpes celulares: las **células procariotas** (del griego *pro* = antes, y *carión* = núcleo) y las **células eucariotas** (del griego *eu* = verdadero, y *carión* = núcleo). La

diferencia más patente entre ambas reside en que el material genético de la célula eucariota está delimitado del resto del contenido celular por una envoltura membranosa, dando lugar a una estructura conocida como **núcleo**; por el contrario, el material genético de la célula procariota se encuentra disperso, sin ninguna envoltura que lo delimite claramente, dando lugar a una estructura difusa denominada *nucleoide*.

Característica	Procariotas	Eucariotas
Tamaño de la célula	Diámetro típico de 1 a 10 μm	Diámetro típico de 10 a 100 μm
Núcleo	No hay membrana nuclear ni nucléolos	Verdadero núcleo, con membrana nuclear y nucléolos
Orgánulos rodeados de membranas	Ausentes	Presentes, como lisosomas, complejo de Golgi, retículo endoplásmico, mitocondrias y cloroplastos
Flagelos	Formados por dos tipos de componentes proteicos	Complejos, formados por múltiples microtúbulos
Glucocálix	Cápsula de polímeros extracelulares o capa de mucílago	Ausente
Pared celular	Suele estar presente; químicamente compleja	Cuando existe es de composición sencilla
Membrana citoplasmática	No hay hidratos de carbono y suelen faltar los esteroides	Hay esteroides e hidratos de carbono que sirven de receptores
Citoplasma	No hay citoesqueleto ni corrientes citoplásmicas	Hay citoesqueleto y corrientes citoplásmicas
Ribosomas	Pequeños (70S)	Grandes (80S), pequeños (70S) en los orgánulos
Disposición del DNA en cromosomas	Un solo cromosoma circular sin histonas	Varios o muchos cromosomas lineales con histonas
División celular	Fisión binaria	Mitosis
Reproducción sexual	No hay meiosis; sólo intercambio de fragmentos de DNA	Implica la meiosis

Tabla 10.1

La célula procariota es organizativamente más simple y evolutivamente más antigua que la célula eucariota, la cual descende de ella. Carece de un sistema interno de membranas que la divida en diferentes compartimentos; se trata, pues, de un recipiente único rodeado de una única membrana; en realidad, la ausencia de núcleo no es más que una consecuencia de la falta de este sistema membranoso interno. Por el contrario, la célula eucariota está compartimentalizada por un extenso sistema de membranas del que la envoltura nuclear no es más que una parte especializada; este sistema membranoso da lugar a diferentes estructuras denominadas *orgánulos celulares*. Los organismos *procariontes* (formados por células procariotas) son siempre unicelulares, mientras que los *eucariontes* (formados por células eucariotas) pueden ser unicelulares o pluricelulares. En la Tabla 10.1 se resumen las principales diferencias entre los dos principales tipos celulares.

Por otra parte, las células eucariotas se dividen a su vez en dos grandes tipos: las células animales y las células vegetales, que se distinguen por la posesión exclusiva de determinados orgánulos o estructuras, como los centriolos, exclusivos de la célula animal, o los cloroplastos y

la pared celular, exclusivos de la célula vegetal.

La moderna taxonomía clasifica a los seres vivos en cinco Reinos: Moneras, Protistas, Hongos, Animales y Vegetales. Los organismos procariontes pertenecen en su totalidad al Reino Moneras mientras que los otros cuatro Reinos están integrados por organismos eucariontes.

3.-FORMA Y TAMAÑO DE LAS CÉLULAS.

En medio acuoso las células tienden espontáneamente a adoptar una forma aproximadamente esférica. Sin embargo, la forma de las células vivas puede ser muy variada (ver Figura 10.2) y viene determinada por su función o por la proximidad de células vecinas. Así existen células de forma poligonal, poliédrica, prismática, cilíndrica y otras muchas. Algunas células presentan formas muy sofisticadas, de aspecto estrellado o arborescente, como es el caso de las neuronas, y otras presentan incluso la capacidad de cambiar de forma en el transcurso del tiempo.

La mayor parte de las células son de tamaño microscópico. Generalmente, las células procariontes tienen dimensiones que oscilan entre **1 y 2 μm** mientras que en las células eucariotas, animales y vegetales, lo hacen entre **10 y 30 μm** . En los organismos pluricelulares el tamaño global del organismo no está en función del tamaño de sus células constituyentes sino del número de éstas: un elefante tiene muchas más células que una hormiga pero éstas son de tamaño similar en ambas especies; el organismo humano tiene unas 10^{14} células.

Cabe preguntarse por qué en el curso de la evolución se ha favorecido este tipo de tamaños celulares, es decir, por qué las células no son en general más grandes o por qué no son más pequeñas. Probablemente, el límite inferior en tamaño viene marcado por el número mínimo de biomoléculas y estructuras supramoleculares que la célula necesita para mantener el estado vital. Las células más pequeñas, ciertas bacterias denominadas micoplasmas, miden unos $0,3\mu\text{m}$ (300 nm) y no parece que células más pequeñas pudieran albergar la maquinaria bioquímica imprescindible para realizar sus funciones esenciales. Por otro lado, el límite superior del tamaño celular puede venir dado por la velocidad de difusión de las moléculas disueltas en un medio acuoso: las células pequeñas tienen una mayor relación superficie/volumen, y su interior es por lo tanto más accesible a las sustancias que difunden hacia él a partir de su entorno.

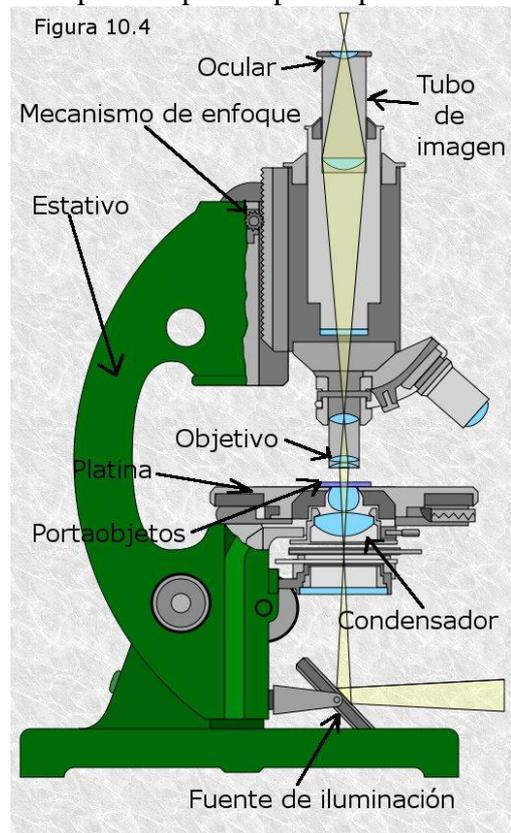
4.-TÉCNICAS DE ESTUDIO DE LA CÉLULA: EL MICROSCOPIO.

El ojo humano no puede apreciar objetos de tamaño inferior, en el mejor de los casos a 0,2 mm. Resulta pues evidente que, estando el tamaño de la mayoría de las células muy por debajo de este límite, el estudio de la estructura celular requerirá el uso de dispositivos capaces de generar imágenes considerablemente aumentadas de los objetos que se desea observar. Estos dispositivos se denominan **microscopios** (del griego *micros*=pequeño y *scopein*=mirar). Existen dos tipos de microscopio: el **microscopio óptico** y el **microscopio electrónico**.

a) Microscopio óptico.- Es un dispositivo cuyo funcionamiento se basa en las leyes de la óptica física y geométrica (Figura 10.4). En él se combina la acción de dos lentes, llamadas *objetivo* y *ocular*, para producir una imagen virtual considerablemente aumentada del objeto observado. Una simple lente de aumento montada en un soporte adecuado para su uso se denomina tradicionalmente *microscopio simple*, mientras que se denomina *microscopio compuesto* a un dispositivo que combina dos o más lentes para generar aumentos mayores. Lo cierto es que estos términos han caído en desuso y todo el mundo llama sencillamente *lupa* al microscopio simple y al microscopio compuesto sencillamente *microscopio*. Para el estudio de la célula y de las estructuras subcelulares es

preciso recurrir a los aumentos que sólo un microscopio compuesto puede producir.

La observación de estructuras biológicas al microscopio presenta algunos problemas. En primer lugar, la observación se realiza por *transparencia* (la luz atraviesa el objeto observado) y no por *reflexión* que es como estamos acostumbrados a ver los objetos corrientes. Debido a ello, las muestras del material biológico a observar deben ser láminas lo suficientemente finas ($10\ \mu\text{m}$ como máximo) como para que la luz pueda atravesarlas. Para obtener estas láminas se utilizan unos aparatos denominados *microtomos*. En segundo lugar, la materia viva es en general muy transparente a la luz visible, por lo que las imágenes obtenidas ofrecen muy poco contraste. Con el objeto de aumentar el contraste de las preparaciones microscópicas se utilizan técnicas de **tinción**, que consisten en el uso de diferentes *colorantes* que se fijan de manera selectiva a las diferentes estructuras celulares.



El poder de resolución, es decir, la capacidad de discernir objetos muy pequeños, del microscopio óptico es en el mejor de los casos de unas $0,2\ \mu\text{m}$. Para observar objetos más pequeños se hace necesario el uso del microscopio electrónico.

b) Microscopio electrónico.- Las leyes físicas imponen una limitación al tamaño de los objetos que pueden ser observados utilizando luz del espectro visible: no se pueden obtener imágenes de un objeto cuyo tamaño sea inferior a la longitud de onda de la radiación electromagnética utilizada para generar dichas imágenes. Por lo tanto, dado que el microscopio óptico utiliza la luz del espectro visible, no cabe esperar que los avances tecnológicos permitan en el futuro diseñar microscopios ópticos con un poder de resolución mayor que el más arriba indicado. Estas consideraciones condujeron, en la década de los años 30 del siglo XX, a la invención de un dispositivo, el *microscopio electrónico*, que en lugar de luz visible utiliza haces de electrones acelerados. Los electrones llevan asociada una longitud de onda considerablemente más pequeña que la de la luz visible, lo que permite obtener imágenes con un poder de resolución mucho mayor y discernir por lo tanto objetos mucho más pequeños (del orden de unos pocos nanómetros).

Básicamente la estructura de un microscopio electrónico (Figura 10.5) es muy semejante a la de un microscopio óptico. En lugar de utilizar lentes de vidrio se utilizan lentes electromagnéticas (bobinas por las que circula electricidad) que focalizan los haces de

electrones generando la imagen deseada que es recogida en una pantalla fluorescente o en una placa fotográfica (la retina humana está adaptada sólo a la luz del espectro visible y además resultaría dañada por los electrones acelerados).