

LECCIONES ORALES DE ZOOLOGIA MEDICA

POR CARLOS D. SÁENZ

PROFESOR EN LA UNIVERSIDAD CENTRAL



REPRODUCCIÓN DE LA CÉLULA

La célula se reproduce por *división*, y la división constituye, en la vida de la célula, su función principal; tanto por ser el único medio de propagación de los seres monocelulares; como porque en los organismos superiores pluricelulares, los fenómenos de división son esenciales y presiden á la formación del cuerpo de dichos organismos, pues el punto de partida en su desarrollo, está constituido por una sola célula.

Los fenómenos de división de la célula se efectúan de dos maneras: ó por medio de la *división directa*, llamada también AMITOSIS; ó por medio de la *división indirecta*, denominada MITOSIS ó KARIOQUINESIS. término empleado para designar, de modo especial, la división indirecta del núcleo.

Estudiaremos separadamente ambos modos de división en relación con su importancia.

I

DIVISION INDIRECTA O MITOSIS

Como los fenómenos de la división nuclear preceden, en la división mitótica, á los fenómenos de la división del cuerpo celular, comenzaremos por los primeros.

A/ DIVISION DEL NÚCLEO O KARIOQUINESIS

Tanto en el citoplasma como, y principalmente, en el núcleo se verifican los fenómenos de la división karioquinética; pero con entera independencia en cada uno de estos órganos, aunque se suceden casi simultáneamente. A tres fases se ha reducido la sucesión de dichos fenómenos: Primera *fase* ó desagregación del núcleo materno; Segunda *fase* ó estado intermediario, que no pertenece á ningún periodo de un modo determinado; y Tercera *fase* ó formación de núcleos hijos y, por tanto, reconstitución nuclear.

a/ PRIMERA FASE

FENOMENOS QUE SE VERIFICAN EN EL NUCLEO.—Al tratar del núcleo estudiamos la red de linina, que, como se sabe, está compuesta por filamentos más ó menos largos, muy finos y entrecruzados; vimos también que en el núcleo en reposo, la cromatina se encuentra en forma de masas ó granos depositada irregularmente sobre dicha red: ahora bien, el primer fenómeno que se observa, es el que constituye la fase llamada *pelotón comprimido* ó *espirema*, fenómeno que consiste en que la red de linina se modifica, y, en vez de presentarse cual la hemos visto en el núcleo en reposo, se presenta, después de cierto tiempo de comenzada la división, no ya en forma de red, sino constituida por un filamento muy fino, muy largo, contorneado en forma espiral, y apelotonado irregularmente: los nucleolos existen todavía, son más refrigentes, disminuyen de volumen, y no tardan en desaparecer. En esta misma fase de espirema, sucede que,

en veces, el pelotón no está constituido por un sólo filamento, sino que está formado por segmentos más ó menos largos, pero éstos son siempre filiformes, no se ramifican ni se sueldan, y cada segmento está dispuesto á continuación del anterior, del un extremo al otro, contorneado en espiral, de manera que cada uno, continúa el enrollamiento del anterior.

Existen varias teorías emitidas acerca de la manera diferente de efectuarse la espirécula, teorías basadas en conformidad con las hipótesis de que se han valido para explicar la variable disposición de los filamentos de linina en la red nuclear; pero todos los autores están acordes en la disposición que presenta el núcleo en la fase de pelotón comprimido.

Las ideas emitidas pueden reducirse á tres, y son:

1^a Existe una verdadera red formada por la linina, pero esta red se encuentra ramificada, y los extremos de los filamentos anastomosados. Se ha visto al núcleo constituido por un filamento muy largo, único, y como erizado de muy delicadas espinas, por cuya razón se ha creído, conforme á esta teoría, que en el presente caso solamente las mallas de la red de linina, se rompen en los puntos necesarios para constituir un filamento largo, único y apelotonado, del que quedarían pendientes los extremos de las ramificaciones cortadas; y éstas, poco á poco, se retraerían y acabarían por desaparecer.

2^a La linina forma un filamento muy largo, muy delgado, único, sin ramificaciones ni soldaduras, continuo é irregularmente arrollado, y con las sinuosidades entrecruzadas una sobre otra. En este caso, muy fácilmente y por medio de una simple ordenación, por un mero arreglo en las sinuosidades del filamento, es decir, por una disposición más regular del filamento de linina, se obtendría la fase de pelotón comprimido.

3^a La linina forma primeramente unas asas que serían las principales é independientes, luego forma una red de filamentos muy tenues que une entre sí á las asas principales, en seguida, para formar el pelotón comprimido, se cortarían las filamentos tenues de dicha red, las asas principales reabsorberían á los filamentos, y queda-

ría constituido el pelotón comprimido; pero formado por segmentos dispuestos cada uno á continuación de otro.

El pelotón apretado se transforma en *pelotón flojo*, y éste es el segundo fenómeno que se opera en la división karioquinética del núcleo. Tenemos el pelotón comprimido: ahora bien, el filamento que lo constituye se contrae, y, debido á esta contracción, aumenta en espesor, se transforma en un cordón, la cromatina se reparte con mayor uniformidad en este cordón cilíndrico, y, en consecuencia, se presenta más homogéneo, pues desaparece el aspecto granuloso anterior y, como al disminuir la longitud del filamento, aumenta el espacio intranuclear, las asas de que está formado el cordón se separan unas de otras sin perder sus sinuosidades, y así queda constituida la fase de pelotón flojo.

El tercer fenómeno que en el núcleo se observa, es la segmentación del filamento, y esta fase se llama *pelotón segmentado*, sucede al pelotón flojo, consistiendo tan sólo, en que el filamento ó cordón ya formado de linina y cromatina, se *segmenta transversalmente* ó, mejor dicho, se divide en cierto número de partes (ordinariamente 12 á 24) llamadas, *segmentos nucleares* ó *asas cromáticas*, ó más comúnmente, *cromósomos*. Tan luego como están formados los segmentos, se ve en cada uno de ellos una línea transparente, longitudinal, central y muy fina; esta línea clara no es otra cosa que el punto de contacto y de unión de las dos partes de que está constituida cada asa; pues el filamento, además de la segmentación transversal, también sufre una *segmentación longitudinal*, segmentación difícil de apreciar en el momento en que se verifica, porque á veces comienza en la fase de pelotón flojo y, otras veces, cuando los cromósomos están separados; más, esto no influye en que aquella dé por resultado el que cada segmento esté formado por dos filamentos casi unidos y paralelos, de donde resulta que la cromatina del núcleo madre se reparte con rigurosa igualdad entre los dos núcleos hijos.

El contenido del núcleo se pone en seguida en co-

municación directa con el citoplasma, pues tan luego como los cromósomos están individualizados, la membrana nuclear comienza á reabsorberse y pronto termina por desaparecer completamente.

FENOMENOS QUE SE VERIFICAN EN EL CITOPLASMA.—

Mientras se efectúan en el núcleo los fenómenos ya des-
critos, en el citoplasma se suceden otros no menos
importantes. Conocemos lo que es el centrósomo y, sabe-
mos, también, que éste, en el estado de reposo, se en-
cuentra alojado en una pequeña masa de protoplasma
hialino, denominada *esfera ó vesícula atractiva*, la cual
se halla limitada por la *capa cortical* que es tan sólo un
borde formado por el mismo protoplasma hialino con-
densado. Ahora pues, al rededor de la vesícula atrac-
tiva se forma el *áster*, fenómeno que consiste en la apari-
ción de unas estrías finísimas, brillantes cual los rayos de
un astro luminoso, que aparecen mientras se forma el
pelotón nuclear, y que, como el áster es pequeño y la ve-
sícula está en contacto con el núcleo, las estrías se ven
sólo del lado opuesto á la pared nuclear. La vesícula se
separa del núcleo á medida que avanzan los fenómenos
de la división, y los rayos se hacen más grandes y ma-
nifiestos; mas luego el centrósomo se divide en dos
partes muy pequeñas, la esfera atractiva se estrangula,
y, á su vez, se divide en dos, arrastrando tras sí porcio-
nes de áster, y quedan formadas dos vesículas provistas
de su centrósomo y de su áster: éstas vesículas, casi uni-
das al principio, (podríamos llamarlas *vesículas hijas*) len-
tamente se separan una de otra, y cuando están algo ale-
jadas se forma entre ellas unos filamentos pálidos, muy
tenues, acromáticos, que se extienden de la una á la otra,
convergentes en la vesícula y divergentes en la base;
son los primeros rudimentos del *huso*, y la figura queda
manifiesta, como por dos conos reunidos por la base.

De que se ha formado el huso, y, en el sitio en que
estaba alojada en el núcleo la vesícula atractiva, comien-
za á destruirse la membrana celular. La destrucción de
la membrana parte de ese punto hacia el polo opuesto, en
todas direcciones, y cuando ya ha desaparecido comple-

tamente la membrana, no hay ninguna diferencia entre los fenómenos intra y extra nucleares.

Durante el tiempo en que se ha llevado á término la destrucción de la membrana, las *vesículas hijas*, con su respectivo centrósome y áster, han continuado separándose hasta colocarse en puntos diametralmente opuestos, el huso que las reunía ha aumentado de longitud, se han formado unos nuevos filamentos que, partiendo de las vesículas, se sitúan sobre los cromósomos, y, por último, tanto los nuevos filamentos como los cromósomos, se disponen en círculo al rededor del huso, que ahora es central, terminando de este modo la primera fase.

b/ SEGUNDA FASE

Está constituida por un período intermediario de muy corta duración y carece de fenómenos sucesivos: también se le ha llamado *estado de metakinesis* y en él, lo principal consiste en la formación de la *placa ecuatorial*.

La figura nuclear, en esta segunda fase, se compone de cuatro partes; y son: 1ª En cada polo existe un centrósome, una vesícula atractiva llamada *vesícula directriz*, y un áster que envía rayos, en el citoplasma, en todas direcciones, excepto en la región ocupada por el huso central. Como los ásteres son dos, situados uno en cada polo, la figura así constituida se llama *Anfiáster*. 2ª Existe un huso central formado por filamentos que se dirigen del uno al otro polo: 3ª Formación de la placa ó *corona ecuatorial*, fenómeno que consiste en la disposición que toman los cromósomos al rededor del huso. Anteriormente los cromósomos estaban colocados formando un círculo ecuatorial al rededor del huso; ahora, cada uno de ellos toma la forma de una asa regular, afectan la figura de una V, y se disponen siempre en el ecuador y al rededor del huso; pero de manera que el vértice de dicha V, mira hacia el eje del huso, y las ramas hacia afuera: 4ª Por último, los filamentos acromáticos *periféricos* parten de cada uno de los polos y se sitúan cada uno sobre cada cromósomo respectivamente; con lo cual termina la segunda fase.

TERCERA FASE

En esta fase se termina la división karioquinética y se reconstituyen las células hijas. Sabemos que cada cromósomo, á beneficio de la segmentación longitudinal, se halla formado por dos mitades paralelas é intimamente unidas, que cada cromósomo afecta la forma de una V cuyo vértice mira hacia el eje del huso, y que se encuentra ligado á los polos por el filamento periférico; ahora bien, los filamentos periféricos se retraen hacia el polo, y al retraerse arrastran tras sí la mitad de cada cromósomo; cada mitad comienza á separarse de su congénere por el vértice, de modo que, al separarse las mitades de cada centrósomo para dirigirse hacia los polos, forman primero una elipse alargada transversalmente, luego un círculo, y, por último, una elipse cuyo gran eje está en la misma dirección del huso: en este estado los cromósomos se encuentran unidos sólo por los extremos, extremos que á la postre se separan, y cuando las asas se encuentran cerca de los polos, están unidas á sus congéneres únicamente por filamentos aeromáticos que se extienden de la una á la otra, y que son tanto más largos cuanto mayor es la separación que existe entre los cromósomos, y, por consiguiente, cuanto más cerca están las asas de los polos. No se crea que los cromósomos se unen por completo á los polos, es decir á la vesícula directriz, nó; pues queda entre los cromósomos y la vesícula directriz un espacio llamado *campo polar*.

Verificado lo anterior, en cada polo se suceden los fenómenos siguientes, que dan por resultado reconstituir el núcleo al estado primitivo de reposo: Los filamentos desaparecen y los cromósomos de cada polo se deforman y pierden su disposición regular, sus ramas se encorvan, las asas vuelven al estado de pelotón segmentado, luego aproximándose cada vez más, terminan por unirse y formar, primeramente, el pelotón flojo, y, en seguida, el pelotón apretado. Por último, avanzan los fenómenos de reconstitución hasta presentarse el estado de red en reposo, al mismo tiempo comienza á reaparecer la membrana

nuclear, poco á poco se reconstituye ésta, y, al fin, termina por encerrar completamente al núcleo y á los nucleolos que, al comienzo, son pequeños, y luego adquieren su volumen normal.

En cuanto comienza la reaparición de la membrana nuclear desaparece el huso central y el áster, la vesícula directriz se hace menos distinta, y, al fin, queda en el mismo sitio, alojada en una depresión de la membrana nuclear; con lo que se termina la tercera fase de la división nuclear y vuelve el estado de reposo, existiendo ahora dos núcleos hijos.

/B DIVISIÓN DEL CUERPO CELULAR

Por demás sencilla es la división del cuerpo celular: comienza en el momento en que los cromosomas se dirigen hacia los polos, durante la tercera fase de la kariokinesis, y termina tan luego como desaparecen los ásteres. Mientras se forma la espirema durante la reconstitución del núcleo, en la superficie de la célula y siguiendo el plano ecuatorial, se presenta un surco que, comenzando en un punto cualquiera, se extiende luego á todo el rededor de la célula; en seguida, éste surco se profundiza, y, cuando los ásteres han desaparecido, la célula se encuentra dividida completamente en dos partes, encerrando cada una, uno de los núcleos hijos.

(Continuará)