CAPITULO I

Las células

1. El **óvulo** maduro (fig. 1) del hombre y de los mamíferos es una pequeña masa esférica de sustancia blanda, gelatinosa y trasparente, de aspecto granulado, que contiene numerosas partículas diminutas (glóbulos vitelinos). Se halla revestido de una delicada membrana, estriada verticalmente, que se llama *zona pelúcida*. Dentro del óvulo, y situada más ó menos excéntricamente, hay una vesícula—*vesícula germinativa*,—y en el interior de ésta una ó más manchas sólidas—*mancha ó manchas germinativas*.—La sustancia gelatinosa y trasparente del óvulo contiene una gran proporción de una sustancia proteica llamada *protoplasma*. Antes é inmediatamente después de la fecundación, el protoplasma del óvulo efectúa distintos movimientos de contracción y expansión enteramente espontáneos, es decir, no determinados por ninguna influencia exterior directamente visible.

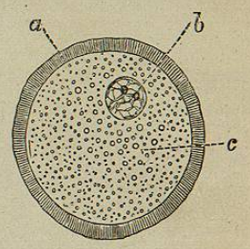

Fig. 1.—Ovulo maduro del gato
a, Zona pelúcida; *b*, vesícula germinativa; *c*, protoplasma

El diámetro del óvulo maduro, en el hombre y en los animales domésticos, varía entre $\frac{1}{200}$ y $\frac{1}{129}$ de pulgada; pero antes de madurar, el óvulo es mucho más pequeño, de modo

que su tamaño está en proporción con su estado de desarrollo.

2. La **fecundación** determina cambios muy marcados en las contracciones del protoplasma del óvulo; ocasiona una *segmentación* de su cuerpo en dos partes, habiéndose dividido previamente la vesícula germinativa en dos núcleos; de modo que el óvulo habrá originado así dos nuevos elementos, cada uno de los cuales se compone de protoplasma, de la misma sustancia que la del óvulo primitivo, conteniendo cada elemento un núcleo. El revestimiento del óvulo no está sometido á este proceso de división. Poco después, cada uno de los dos elementos jóvenes se separa para constituir á su vez otros dos nuevos, habiéndose dividido antes el núcleo de igual manera; de modo que cada uno de los recién formados tiene su núcleo propio. Este procedimiento de división se continúa en la misma forma durante muchas generaciones (figs. 2, 3A y 3B); de suerte que á los pocos días encontramos dentro de la primitiva cubierta del óvulo un gran número de diminutos elementos, cada uno de los cuales se compone de protoplasma y contiene un núcleo.

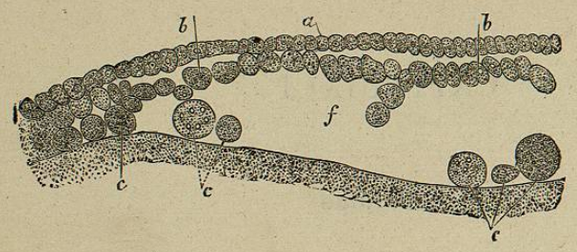

Fig. 2.—Sección trasversa del blastodermo de un polluelo no incubado

a, Células que forman el ectodermo; *b*, células que forman el endodermo; *c*, grandes células formativas; *f*, cavidad segmentaria. (Manual del Laboratorio)

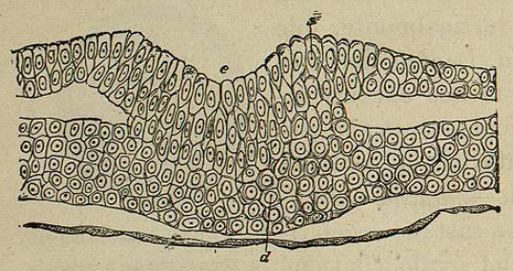

Fig. 3A.—Sección trasversa del rudimento del embrión de un polluelo

e, Cavidad primitiva; *f*, láminas dorsales del epiblasto; *d*, mesoblasto. La capa delgada de células en forma de huso es el hipoblasto. (Id.)

3. De estos elementos, que disminuyen de tamaño á medida que avanza el proceso de segmentación, fórmanse todas las partes y órganos del embrión y sus numerosas membranas. Se puede demostrar muy bien que los elementos individuales poseen la facultad de contraerse, ya que espontáneamente, ó bajo la influencia del calor moderado, de la electricidad, ó de un estímulo mecánico ó químico, emiten procesos y vuelven á recogerlos, pudiéndose ver como se mueven, aunque lentamente. De aquí resulta que son susceptibles de cambiar de posición, y por este concepto aseméjanse en un todo á los organismos más inferiores conocidos con el nombre de *amibos*, cada uno de los cuales es igualmente una masa de protoplasma con un núcleo. En su consecuencia se ha dado á

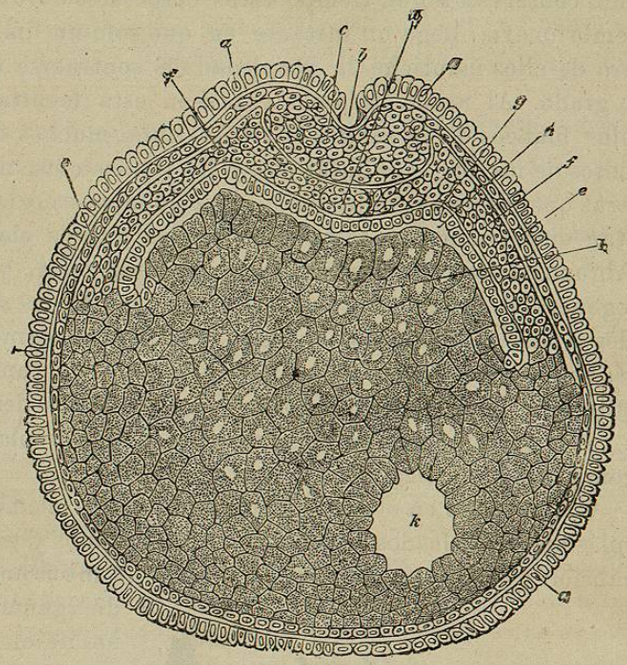

Fig. 3B.—Sección vertical trasversa del óvulo del *Bufo Cinereus* en el primer grado del desarrollo del embrión.

a, Capa tegumentaria del epiblasto; *b*, cavidad dorsal; *c*, rudimento del sistema nervioso central; *d*, notocordio ó cuerda dorsal; *e*, capa profunda del epiblasto; *f*, mesoblasto; *g*, hipoblasto; *h*, cavidad del canal intestinal, cavidad de Rusconi; H, glóbulo vitelino central; *k*, restos de la cavidad segmentaria ó de Baer. (Id.)

este movimiento el nombre de *movimiento amiboide*. También se puede demostrar que esos elementos individuales aumentan en tamaño y se segmentan, es decir que los individuos de una generación crecen antes de que cada uno de ellos dé nacimiento á dos nuevos individuos hijos.

4. Aunque los elementos que constituyen los órganos del embrión conservan algún tiempo estos caracteres durante la vida embrionaria, llega un instante en que sólo un limitado número de ellos mantiene la propiedad de contraerse hasta cierto grado. Al nacer, solamente poseen esta facultad los glóbulos blancos de la sangre y de la linfa, muchos de los elementos de los órganos linfáticos, y los tejidos musculares; mientras que los demás la pierden, ó por lo menos no la manifiestan sino cuando se segmentan en dos nuevos elementos. Algunos de éstos retienen su base protoplásmica, y por regla general cada uno contiene su núcleo (en varios se hallan dos ó mas), que puede dar origen, por nuevas segmentaciones, á una nueva generación. Otros, sin embargo, cambian su naturaleza del todo: su protoplasma y sus núcleos desaparecen y dan origen á una materia distinta del protoplasma, cológena, ósea ó elástica, y otras sustancias.

5. Comenzando en el óvulo y acabando en los elementos protoplásmicos nucleados existentes en los órganos y tejidos del embrión y del adulto, tenemos una serie no interrumpida de generaciones de elementos que con Schwann llamaremos *células*, y con Brucke *organismos elementales*, de los cuales podemos decir que no sólo se deriva cada uno de ellos de una célula (Virchow: *omnis cellula a cellula)*, sino que se compone del protoplasma de Max Schultze *(sarcoda* de Dujardin), no tiene ninguna cubierta membranosa, y posee generalmente un núcleo, aunque en muchos se hallan dos ó más. También podemos decir que cada una de estas células presenta

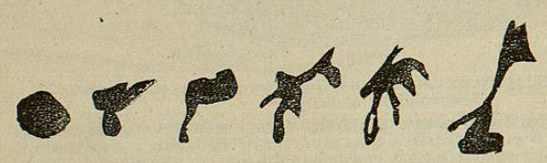

Fig. 4.—Movimiento amiboide de un glóbulo blanco de la sangre del hombre: varias fases del movimiento. (Id.)

el fenómeno del crecimiento, que presupone nutrición y reproducción. En el primer período de su vida, todos ellos, y algunos durante toda su existencia, ofrecen el fenómeno del movimiento contráctil ó amiboide (fig. 4).

Las células difieren de forma según su especie, su localización ó sus funciones, pudiendo ser esféricas, irregulares, poliédricas, escamosas, ramificadas, fusiformes, cilíndricas, prismáticas ó cónicas. Ya describiremos más extensamente estas diversas formas al tratar en detalle de las distintas especies de células.

Las del hombre y las de los mamíferos difieren considerablemente en tamaño, desde el de un diminuto glóbulo blanco de la sangre, que mide $\frac{1}{2500}$ de pulgada, poco más ó menos, al de una gran célula ganglionar de los cuernos anteriores de la médula espinal, que viene á ser de $\frac{1}{200}$ de pulgada, ó al de una célula polinuclear de la médula de los huesos (myeloplaxos), algunas de las cuales exceden en tamaño aun á las células ganglionares. Lo mismo podemos decir de los núcleos: entre el de una célula ganglionar, cuyo diámetro varía de $\frac{1}{800}$ á $\frac{1}{1200}$ poco más ó menos, y el de un glóbulo blanco de la sangre, que tiene de $\frac{1}{5000}$ á $\frac{1}{10000}$ depulgada, hállanse todas las dimensiones intermedias (1).

6. **Protoplasma:** es una sustancia trasparente, homogénea ó de aspecto granulado. Examinado cuidadosamente con lentes de mucho aumento, y sobre todo con ciertos reactivos, presenta en muchos casos una estructura más ó menos bien definida, compuesta de fibrillas diversamente regulares y algunas veces agrupadas formando una especie de panal ó retícula fibrilar, entre cuyas mallas hay una sustancia homogénea intersticial. Cuanto más próximas están las mallas, menos sustancia intersticial existe y más regular aparece el aspecto granulado. En estas mallas, sin embargo, puede haber glóbulos de grasa más ó menos grandes, pigmento ú otras materias. El protoplasma se hincha con el agua y al fin queda desintegrado, como sucede con los ácidos y los álcalis diluídos. Todas

(1) La pulgada inglesa equivale á 2'5399 centímetros.

las sustancias que coagulan las sustancias proteicas producen el mismo efecto en el protoplasma.

7. El **núcleo,** cuyo tamaño está generalmente en proporción con el de la célula, suele ser esférico ú oval, componiéndose de una membrana de cubierta, más ó menos distinta, y de sus contenidos nucleolares, que, cuando maduros, están dispuestos como una redecilla regular ó irregular, cuyas partes pueden ser fibrillas uniformes ó tabiques, ó bien trabéculas de figura irregular. En el trascurso de la vida de cada núcleo puede haber períodos en los que están presentes una ó más agrupaciones de nucleolos en la redecilla nuclear. La sustancia del núcleo difiere químicamente de la de la célula, conteniendo el primero *nucleína.*

Inmediatamente antes de la división, la membrana nuclear desaparece, y seguidamente después la materia nuclear no presenta ya ningún límite definido. Cuando la membrana está presente, se condensa formando la capa externa de la materia nuclear.

En algunos casos podría demostrarse que las fibrillas nucleares están en continuidad con las de la sustancia de la célula. Stricker y Unger han observado en los glóbulos blancos de la sangre que el núcleo se confundía con la sustancia de la célula, diferenciándose luego por la aparición de una membrana.

8. Durante la **segmentación** de la célula el núcleo se divide generalmente antes que el protoplasma de aquélla, habiéndose supuesto hasta aquí que esta división del núcleo se producía del mismo modo que la del protoplasma, es decir, por un simple desprendimiento, á lo cual llama Remak *división directa.* En esta *división de Remak* supónese que el núcleo se constriñe en forma de riñón ó ampolleta, ó bien, si la segmentación se efectúa en más de dos partes, adquiere una forma lobulada.

No son raros los núcleos de estas formas, pero no han de indicar necesariamente una división directa, puesto que, siendo estructuras muy blandas, la presión ejercida exteriormente, ó el movimiento del protoplasma de la célula, puede producir esas formas, sin contar que la contractilidad del núcleo es

susceptible de ocasionar, según se ha reconocido algunas veces, parecidos cambios de figura. Por las observaciones de recientes investigadores,—Bütschli, Hertwig, Strassburger, Mayzel, van Beneden, Balfour, Eberth, Schleicher, Peremeschko, Flemming, Klein, Arnold, Pfützner, Retzius, Bizzozero, y otros muchos,—sabemos hoy que en el embrión y el adulto, así en la planta como en el animal, así en los vertebrados como en los invertebrados, las células de toda especie presentan, antes de que su protoplasma se divida, complicados cambios de sus núcleos, que conducen á su división. Esta división se llama *indirecta,* ó *carioquinesis,* nombre debido á la circunstancia de haberse observado por Mayzel, Schleicher y Flemming que las fibrillas nucleares efectúan algún movimiento. El proceso de la carioquinesis, representado en la figura 5, pasa por las siguientes fases: *(a)* La red nuclear llega á ser muy pronunciada, mientras que la membrana nuclear desaparece y las fibrillas de la primera se abarquillan y arrollan formando una voluta *(convolutio)* más ó menos densa: al mismo tiempo el núcleo se agranda considerablemente en su conjunto. *(b)* Las fibrillas se desenredan, formando asas dispuestos alrededor del centro en forma de *guirnalda* ó *roseta.* *(c)* Los puntos periféricos de las asas se rompen, resultando de aquí una figura de estrella, el *aster* ó estrella. *(d)* Las asas se separan en dos grupos ó nuevos centros, constituyendo el *diáster* ó doble estrella. *(e)* Los dos grupos de filamentos

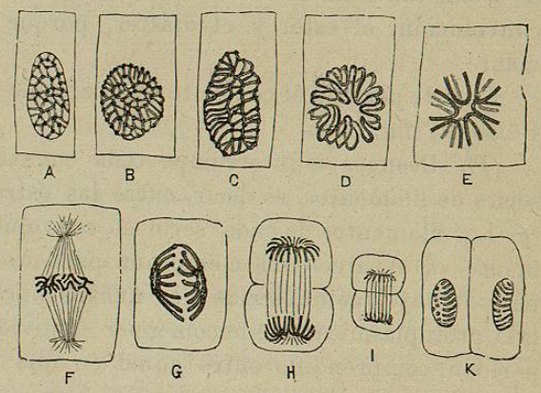

Fig. 5.—Carioquinesis

A, Núcleo ordinario de una célula prismática epitélica; B, C, el mismo núcleo en el período de convolución; D, la guirnalda ó roseta; E, la asteria ó estrella sencilla; F, un huso nuclear del endotelio de Descemet de la córnea de la rana; G, H, I, diasteria; K, dos núcleos jóvenes.

se desvían más aún, como atraídos por opuestos polos; pero conservánse ligeramente enlazados por otros filamentos finamente pálidos, los cuales difieren de los restantes en que no se colorean con ciertos tintes y representan la sustancia intersticial de la materia nuclear, es decir, la sustancia pálida contenida en la primitiva retícula del núcleo. Flemming llama á esta sustancia *acromatina,* mientras que da el nombre de *cromatina* á los filamentos que forman la primitiva red, la convolución, el áster y el diáster, porque se tiñen rápidamente.

En este período el conjunto es fusiforme *(huso nuclear,* de Bütschli) (fig. 5, F.)

(f) Después se interrumpe toda conexión entre las dos series de filamentos, es decir, entre las estrellas del diáster. *(g)* Los filamentos de cada serie se convolutan considerablemente. *(h)* Aparece una membrana para cada serie. En este período hay que hablar de dos nuevos *núcleos hijos.* La célula protoplásmica puede comenzar á dividirse en cualquier período, comprendido entre aquel en que los filamentos se agregan alrededor de dos centros y el en que están presentes dos distintos núcleos jóvenes. También puede suceder que la división de los núcleos no vaya seguida de la del protoplasma de la célula, en cuyo caso tendremos una célula de dos núcleos. En algunos casos, particularmente tratándose de invertebrados y vertebrados inferiores, hase observado una disposición particular de las fibrillas de la célula protoplásmica, que forma como un sol cerca de cada una de las dos estrellas de las fibrillas nucleares superiores. En las neoplasias patológicas, Martín reconoció una división simultánea en tres y cuatro núcleos hijos, según el modo de la carioquinesis. Aunque se ha observado esta manera indirecta de dividirse los núcleos en toda especie de células en el embrión, y hasta cierto grado también en el adulto, no está probado que sea universal. Muy por el contrario, existe la casi evidencia de que en los corpúsculos amibóideos la división del núcleo se efectúa directamente, y también es probable que en los demás núcleos suceda lo mismo bajo ciertas condiciones.

CAPITULO II

La sangre

9. Vista con el microscopio, la sangre aparece como un líquido trasparente *(liquor sanguinis* ó *plasma)* en el que flota un inmenso número de cuerpos figurados, que son los *glóbulos de la sangre.* Los más de éstos son colorados, y solamente unos pocos son incoloros. Estos últimos se llaman *glóbulos blancos ó incoloros de la sangre,* ó *leucocitos;* los primeros, *glóbulos rojos* ó *hematías,* sólo presentan dicho color cuando forman una espesa capa, pero si ésta es delgada parecen de un color amarillo verdoso, más amarillo cuando la sangre procede de las arterias, y más verde si de las venas. La proporción entre el plasma y los glóbulos de la sangre es de 64 del primero por 36 de los segundos en cada cien volúmenes de sangre. De diversas investigaciones resulta que hay algo más de cinco millones de glóbulos en cada milímetro cúbico de sangre humana; y que si ésta es normal y pura, contiene un glóbulo blanco por cada 600 á 1,200 glóbulos rojos. En el hombre y los mamíferos, el número relativo de glóbulos de la sangre es mayor que en las aves, y en estas últimas más considerable que en los vertebrados inferiores.

10. Los **glóbulos rojos de la sangre** (fig. 6) del hombre y de los mamíferos son discos bicóncavos y homogéneos, excepto en los camélidos, que los tienen elípticos y carecen de