

transversalmente al eje longitudinal del huso nuclear, formado entretanto, para adquirir, retraídos hacia el ecuador del huso, la forma de asas cuyos ángulos se dirigen hacia el centro, al paso que las ramas se dirigen hacia fuera. La figura nuclear está en el período asteriforme (Flemming) ó de *estrella madre* (fig. 20, *a, b*) (formación de la placa nuclear de Strasburger). Sigue entonces otra agrupación de los elementos en la que se separan una de otra las

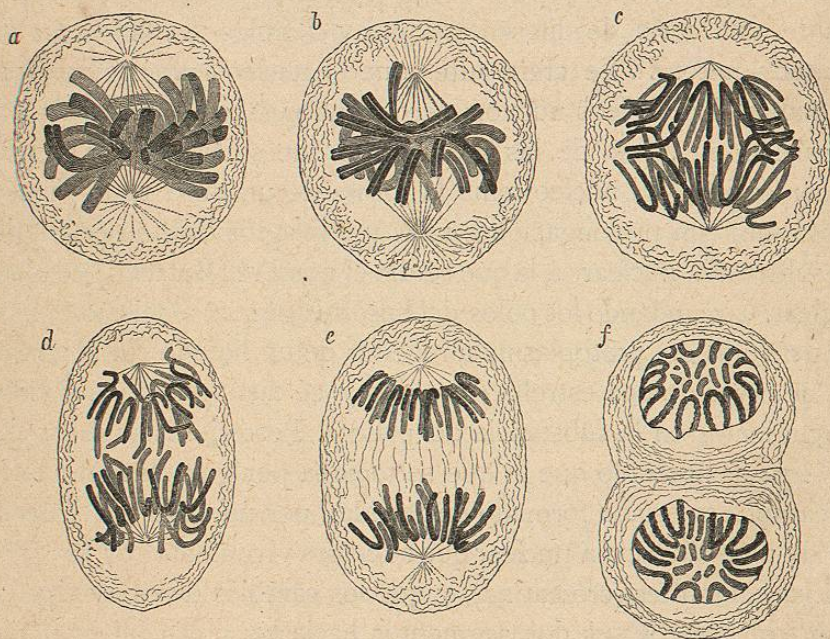


Fig. 20. - Células epidérmicas de la larva de salamandra en estado de división carioquinética, según C. Rabl. *a, b*, períodos de la estrella madre; *c*, período de metaquinesis; *d*, primer período de la formación de estrellas hijas (*diaster*); *e*, segundo período de la misma; *f*, ovillos de los núcleos hijos, después de la completa división del cuerpo celular.

dos mitades de cada asa, aplicándose hacia los dos polos opuestos (período de la metaquinesis) (fig. 20, *c*). Avanzando hacia cada polo las mitades de las asas y adquiriendo de nuevo la forma de estrella, pasa la figura al período de estrella de los núcleos hijos (*estrellas hijas* ó *diaster*) (fig. 20, *d, e*); luego se unen las asas de cada estrella para constituir un ovillo filamentoso (ovillo de los núcleos hijos) (fig. 20, *f*), que se descompone para formar la armazón nuclear del núcleo hijo.

Si los productos de la división celular son desiguales hasta el

punto de que la porción pequeña puede ser considerada como un producto desprendido del crecimiento de la mayor, se da á la forma de reproducción el nombre de *gemmación* ó *retoño*. En la multiplicación celular endógena se trata de la formación de células hijas en el interior de la célula madre. El protoplasma no se divide en dos ó más porciones mediante la estrangulación progresiva y ulterior separación, sino que se diferencia en torno de núcleos nuevamente formados, en masas de protoplasma, junto á las cuales puede subsistir el núcleo celular primitivo.

La ovicélula, que hemos de considerar como punto de partida del desarrollo del organismo, produce por diversas vías de multiplicación celular el material de células que se aplica á la formación de los tejidos. Grupos de células indiferentes y homólogas en su origen, se separan y adquieren una forma distinta; los elementos correspondientes sufren una diferenciación variable y producen de sí y sus derivados una forma determinada de tejido celular, que llega á desempeñar una función correspondiente á la especialidad de su estructura. La separación de grupos de células diferentes, que forman el estado embrionario de diversos tejidos, prepara la división del trabajo del órgano por ellas formado, y en conformidad con la división más general de las funciones del organismo animal se dividen en *órganos de la vida vegetativa* y *de la vida animal*. A los primeros corresponde la nutrición y conservación del cuerpo, y los segundos tienen por objeto exclusivo las funciones propias de los animales, el movimiento y la sensibilidad. Los tejidos vegetativos se dividen en dos grupos: en células y agregados celulares (epitelios) y en tejidos de la substancia conjuntiva, y los animales en tejido muscular y tejido nervioso. En realidad esta división no tiene otro objeto que facilitar la comprensión en general de las formas de tejido y dar idea de sus mutuas relaciones; de ningún modo se pretende con ella establecer un riguroso deslinde entre sus diferentes grupos.

1. AGREGADOS CELULARES Y CÉLULAS LIBRES

Las células se conservan en la forma propia y aparecen, ó bien colocadas unas junto á otras formando agregados en forma de capa

extensa, ó bien aisladas y libres en un medio líquido. Esta última forma se puede considerar como secundaria respecto de la primera, en virtud de que las células de agregados completos habrían quedado en libertad, y se alojarían en un medio líquido de diverso origen.

El epitelio (tejido epitelial).— Forman los epitelios agregados celulares dispuestos en superficie, que en estratificación simple ó múltiple revisten las superficies externa é interna del cuerpo y las cavidades cerradas del último (*endotelio*). En la forma elemental de los metazoos, la *blástula*, formada de una sola capa, encontra-

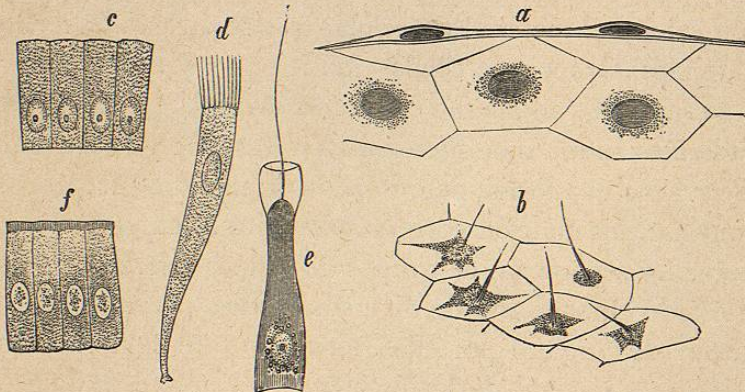


Fig. 21. - Diversas células epiteliales. *a*, células pavimentosas; *b*, células planas con pelos (de una medusa); *c*, células cilíndricas; *d*, células vibrátiles; *e*, célula flagelada con collar (esponja); *f*, célula cilíndrica con orla porosa (epitelio de intestino delgado).

mos la agrupación epitelial de las células como capa sencilla extendida en la superficie (blastodermo). Es, pues, el epitelio la forma primitiva de tejido.

Según la forma distinta de las células, se divide el epitelio en cilíndrico, vibrátil y pavimentoso (fig. 21). En el primero, las células se han hecho cilíndricas por prolongación del eje longitudinal; en el segundo están provistas en su superficie libre de pestañas vibrátiles ó de pelos, cuya substancia está en continuidad con el protoplasma vivo de la célula. Si hay un solo pelo vibrátil que sobresalga de la célula (á veces son también planas), se llama esta célula flagelada (células de las esponjas). Cuando las pestañas vibrátiles están próximas formando línea, se forman láminas vibrátiles (como las de los ctenóforos). En los epitelios planos ó pavi-

mentosos, encontramos células lisas y aplanadas, que si forman capas distintas, en las más profundas tienden á tomar la forma de células redondas (fig. 22). En tanto que las inferiores conservan su consistencia blanda y fluida y se encuentran en estado de división activa y de proliferación, las superiores presentan una consistencia más resistente, se cornifican lentamente y se desprenden en escamas ó en placas extensas (epidermis), para ser reemplazadas por nuevas formaciones de las capas inferiores.

Gruesas capas estratificadas de células planas cornificadas y estrechamente unidas entre sí, conducen gradualmente á la formación de productos resistentes coriáceos ó córneos (uñas, garras, cascos), que á la manera del revestimiento epidermoideo, formado por los pelos, plumas y escamas, pueden desempeñar el papel de esqueleto protector externo. Mientras que por mucho tiempo fueron consideradas las células de los epitelios como elementos aislados, unidos en capas por una substancia unitiva, en época moderna se ha reconocido que las células en estado joven y poco diferenciadas todavía, están unidas por sus superficies colindantes mediante filamentos de protoplasma, y no pierden este medio de enlace hasta que llegan al grado máximo de diferenciación y se forma la membrana.

En las superficies libres parece singularmente favorecida la formación de una capa limitante membranosa por transformación del protoplasma externo, y por esta razón se suele encontrar en esta parte una zona más densa y endurecida. La capa modificada de protoplasma aparece en la superficie reforzada en una zona espesa, que por lo desigual de su condensación puede llegar á presentar una estriación vertical en forma de bastoncillos entre los cuales existen poros (epitelio del intestino delgado, células epidérmicas

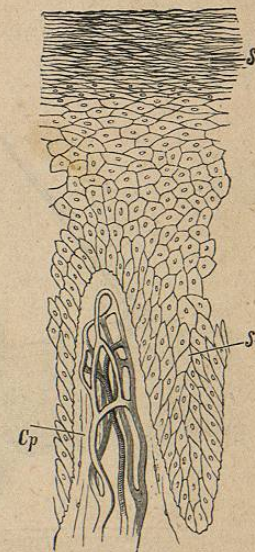


Fig. 22. - Epitelio estratificado de la epidermis de un animal vertebrado de orden superior (representación esquemática). *Sc*, capa córnea; *Sm*, capa de Malpigio; *Cp*, papila vascular del dermis.

de *Petromyzon*) á través de los cuales entran y salen las sustancias.

Formaciones cuticulares. — Si las zonas condensadas y endurecidas de una capa celular confluyen en una capa membranosa continua, que adquiere cierta independencia y se levanta, tendremos *membranas cuticulares*, que, homogéneas ó estratificadas (fig. 23, *a*, *b*, y fig. 24), pueden presentar relieves de diversa forma; por regla

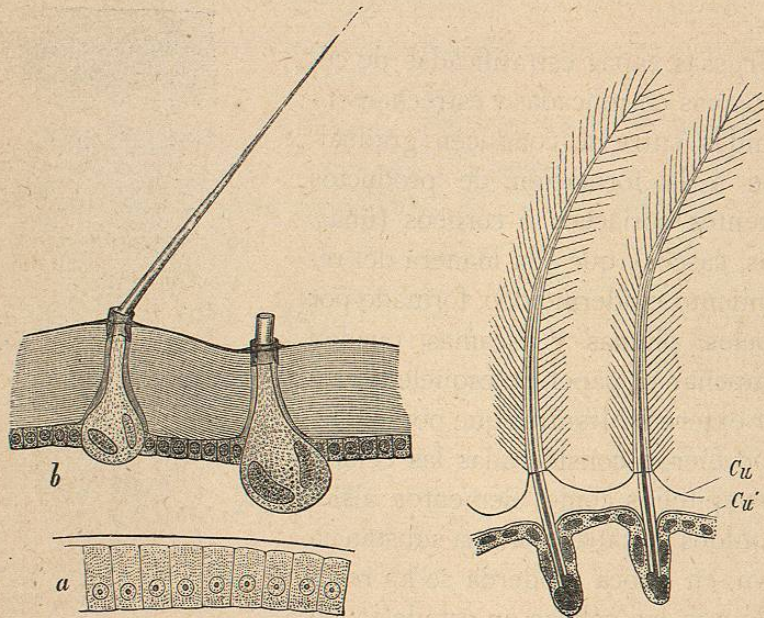


Fig. 23. — Cutícula é hipodermis: *a*, de la larva de *Corethra*; *b*, de una oruga de *Gastropacha*, con dos glándulas venenosas debajo de dos pelos rígidos.

Fig. 24. — *Cu*, cutícula con barbas en estado de cutización; *Cu'*, cutícula de nueva formación (*Branchipus*).

general se forman en la superficie libre, pero se pueden formar también en la base (membrana basal). La capa celular correspondiente á la membrana cuticular, recibe en el primer caso el nombre de matriz ó hipodermis. Frecuentemente queda el recinto correspondiente á cada una de las células marcado en la membrana cuticular en forma de figuras poligonales; y al lado de finísimos conductitos porosos, aparecen otros más gruesos, producidos por prolongaciones de las células. Estos son el tránsito á la aparición de otros apéndices cuticulares, como pelos, aguijones, escamas, etc.,

que se elevan sobre los conductos porosos, y como matriz encierran sus células especiales ó sus apéndices. Las membranas cuticulares pueden adquirir un espesor muy considerable, y un grado de dureza muy marcado (caparazón de chitina de los cangrejos), debido á la sedimentación de sales calcáreas, en términos que pueden representar un tejido esquelético, difícil de distinguir de ciertas formas de tipo conjuntivo. Las membranas cuticulares quedan unas veces íntimamente adaptadas á las células subyacentes de su matriz y otras se desprenden para formar, por ejemplo, los tubos protectores (pólipos hidroides). En el primer caso se desprenden y renuevan en determinadas épocas (muda de los gusanos y artrópodos). La eliminación de sustancias endurecidas no se verifica sólo en las superficies superiores ó basales; en el interior de las células se forman también sustancias endurecibles que pueden aplicarse á formaciones esqueléticas (agujas calcáreas, gránulos silíceos) ó constituyen tubitos cuticulares (glándulas unicelulares de los insectos).

Glándulas. — En contraposición con las formas cuticulares, que son como productos de secreción endurecidos de las células, y quedan unidas al organismo como partes encargadas de prestarle sostén y de determinar su forma, hay otros productos de secreción líquidos, desprovistos de forma, pero de gran importancia en el concepto químico. Estos son las *secreciones* (ó *excreciones* cuando son expulsadas al exterior como materias de eliminación). Para la producción de estas secreciones, el epitelio se convierte en tejido glandular. En su forma más sencilla, la glándula está formada por una sola célula, que da salida á sus productos por la superficie libre de su membrana ó por una abertura especial (fig. 25). A menudo se unen dos células, una de las cuales

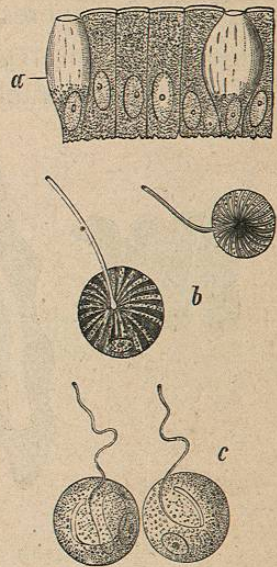


Fig. 25. — Glándulas monocelulares. *a*, células caliciformes del epitelio intestinal de un vertebrado; *b*, glándulas cutáneas unicelulares del *Argulus*, con tubos excretores largos; *c*, glándulas cutáneas unicelulares de insectos, con tubos excretores cuticulares.

funciona como glándula y la otra como conducto excretor (*branchipus*). Si entran muchas células en la formación de la glándula, se agrupan alrededor de un espacio central que recibe el producto segregado. La glándula tiene entonces la forma de un saco ó tubo ciego, que, formado por la invaginación del epitelio en la profundidad de los tejidos, así aparece en la superficie exterior del cuerpo como en la superficie intestinal. De esta forma fundamental derivan las glándulas mayores y más complicadas, en forma de expansiones más pronunciadas, regulares ó irregulares. Al paso que la forma de ellas varía considerablemente (glándulas *tubulosas*, *acinosas*), ofrecen el carácter general de la división

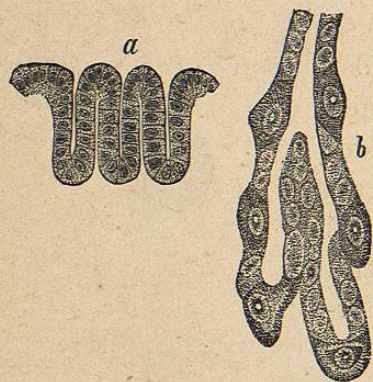


Fig. 26. - Glándulas de pepsina. *a*, en formación como invaginación del epitelio; *b*, glándula completa.

del trabajo, mediante la transformación de la porción terminal en conducto excretorio, carácter que se presenta ya en los tubos glandulares y en las mismas glándulas unicelulares (fig. 26). Además del epitelio que reviste la luz de la glándula, toman parte en la formación de la glándula otros tejidos de la substancia conjuntiva que forman la armazón que sostiene las células epitelicas (*tunica propria*), y que existen en mayor abundancia en los puntos por donde

entran en las glándulas los vasos sanguíneos y nervios que sostienen la actividad secretoria. Esta actividad secretoria depende esencialmente de la naturaleza especial del epitelio glandular, y consiste en la secreción de substancias del protoplasma, que se acumulan en la cavidad glandular y salen por la abertura de la glándula. En otros casos la secreción es debida á la disgregación y desprendimiento de las células glandulares, cuya substancia pasa en cierto modo á la producción secretoria. En este caso el epitelio es estratificado y puede comprobarse la regeneración en las capas celulares más profundas.

Células sensitivas. - En los puntos correspondientes á los órganos sensitivos se pueden transformar los epitelios de una manera especial para servir como aparatos terminales perceptivos de

los nervios, y se convierten en *epitelios sensitivos*, cuyas células tienen casi siempre un cuerpo alargado y adelgazado con porciones dilatadas nucleares, y en el extremo libre diferenciaciones cuticulares en forma de pelillos ó bastoncillos. Estas células sensitivas que, ora aisladas y rodeadas de células indiferentes (células de sustentación), ora acumuladas en gran número y sin células adyacentes forman la capa epitélica, están en la base en relación directa con las fibrillas terminales de los nervios sensitivos.

Células libres. - A las células que aparecen aisladamente corresponden las de la sangre, el quilo y la linfa. Tanto la sangre blanca

de los invertebrados, como la sangre, con raras excepciones, roja de los animales vertebrados, está compuesta de un líquido rico en albúmina (coagulación, fibrina, suero) y de multitud de glóbulos en él suspendidos. Estos sólo faltan en los protozoos unicelulares y en los metazoos inferiores, en los cuales no se ha podido

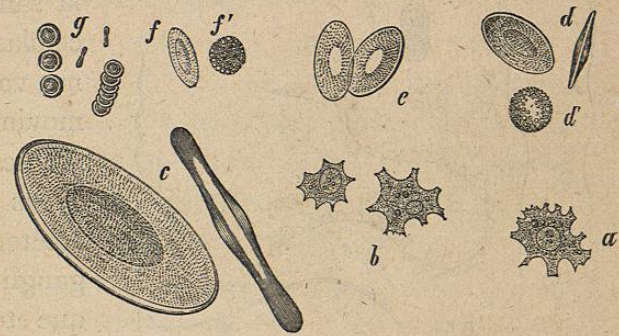


Fig. 27. - Células de la sangre, según Ecker. *a*, glóbulo blanco del corazón del *Anodonta*; *b*, de la oruga del *Sphinx*; *c*, glóbulo rojo del *Proteus*; *d*, de la culebra lisa; *d'*, célula linfática de la misma; *e*, glóbulo rojo de la rana; *f*, de la paloma; *f'*, célula linfática de la misma; *g*, glóbulo rojo del hombre.

distinguir hasta ahora sangre propiamente dicha, hallándose reemplazada por un jugo que impregna los tejidos (celenterados, gusanos parenquimatosos). En los demás invertebrados aparecen los glóbulos sanguíneos en forma de células irregulares, frecuentemente fusiformes con movimientos amiboideos. En los vertebrados hallamos en el plasma corpúsculos rojos (descubiertos por Swamerdam en la rana) en número tan considerable y en tan densa aglomeración, que la sangre presenta á la simple vista el aspecto de un líquido rojo homogéneo. Son los glóbulos sanguíneos discos de contorno oval, casi elíptico ó circular (animales mamíferos) (1), nucleados

(1) Elípticos en el camello y el llama, entre los mamíferos, y circulares en el *Petromyzon*, entre los peces.

en el primer caso y sin núcleo en el segundo (excepto en el período de desarrollo) (fig. 27). Los glóbulos contienen la materia colorante de la sangre, la *hemoglobina*, que desempeña un gran papel en el cambio de gases en la respiración (absorbe el oxígeno en el aparato respiratorio y lo transporta á los capilares de los órganos); probablemente los glóbulos rojos proceden de los glóbulos blancos

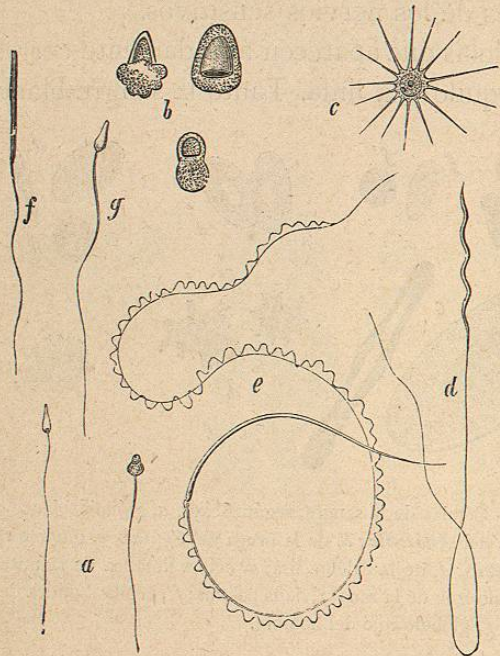


Fig. 28. - Zoospermos. *a*, de medusas; *b*, de ascáride lumbricoide; *c*, de langosta; *d*, de torpedo; *e*, de salamandra (con membrana ondulada); *f*, de rana; *g*, de mono (*Cercopithecus*).

que en la sangre normal se encuentran siempre en muy pequeña cantidad. Los glóbulos blancos de la sangre son verdaderas células de forma en extremo variable y dotadas de movimientos amiboideos (fagocitos, transmigración á los tejidos, neoplasias, etcétera); proceden de los ganglios linfáticos, en los que toman origen como corpúsculos quilo-linfoideos, y llegan á la sangre con la corriente linfática. En los invertebrados sólo existen células blancas amiboideas, que ocupan el lugar de los corpúsculos linfáticos de los vertebrados; pero no es raro que

el plasma esté coloreado y en muchos casos contiene hemoglobina y está teñido de color rojo. También corresponden á las células libres las ovcélulas y los espermatoblastos, que se han desprendido de las capas epitelicas de la pared del ovario y del testículo, así como los zoospermos, producidos por el contenido de los espermatoblastos, dotados de movimientos libres, y cuya forma y dimensiones varían considerablemente. Los zoospermos representan siempre una célula modificada y á menudo una célula flageliforme pequeña y con cabeza

(núcleo y resto de plasma). En muchos casos aparece la cabeza prolongada, filiforme ó arrollada en espiral (pájaros, selacios). Puede desaparecer la cabeza y el zoospermo toma la forma de un cabello (insectos). Hay algunos que tienen forma de sombrero (nematodos) y otros que se prolongan en numerosos apéndices á la manera de células estrelladas (decápodos) (fig. 28).

2. TEJIDOS DE LA SUBSTANCIA CONJUNTIVA

Abraza este grupo un gran número de tejidos distintos, que morfológicamente tienen como carácter común la presencia de una substancia fundamental más ó menos abundante (*substancia intercelular*) alojada entre las células (corpúsculos de tejido conjuntivo), y destinados en su mayor parte á unir y envolver otros tejidos, á servir de sostén y á contribuir á las formaciones esqueléticas. Por regla general se desarrollan á expensas de masas celulares del mesodermo. La substancia intercelular que figura en primera línea respecto de la función del tejido, toma su origen en la secreción de las células, ó en la transformación de la parte periférica del protoplasma, y por lo tanto no es posible distinguirla rigurosamente de la membrana celular y sus diferenciaciones, tal como las observamos en las capas de condensación y en las formaciones cuticulares. Las paredes celulares formadas por el protoplasma pueden contribuir á aumentar la substancia fundamental, confluyendo ó fusionándose con ella. Generalmente se forma por secreción en toda la periferia de la célula, pero en muchos tejidos sólo se separa unilateralmente (dentina), ó se segrega superficialmente una capa líquida que llega á adquirir el carácter de substancia fundamental por efecto de la inmigración de células (tejidos segregados, acalefos, medusas, larvas de equinodermos, capa de los tunicados). Por otra parte estas células (células del mesenquimo) se pueden agrupar de nuevo en forma epitelica (endotelio), en términos que tampoco sea posible establecer una distinción genérica entre el epitelio y el tejido de la substancia conjuntiva.