

ganos centrales á los órganos periféricos (nervios motores y glandulares) ó inversamente la transmiten desde la periferia del cuerpo al centro (fibras sensitivas). Empiezan las fibras nerviosas como prolongaciones de las células gangliónicas y como ellas están frecuentemente envueltas en cubiertas multinucleares. Reunidas en

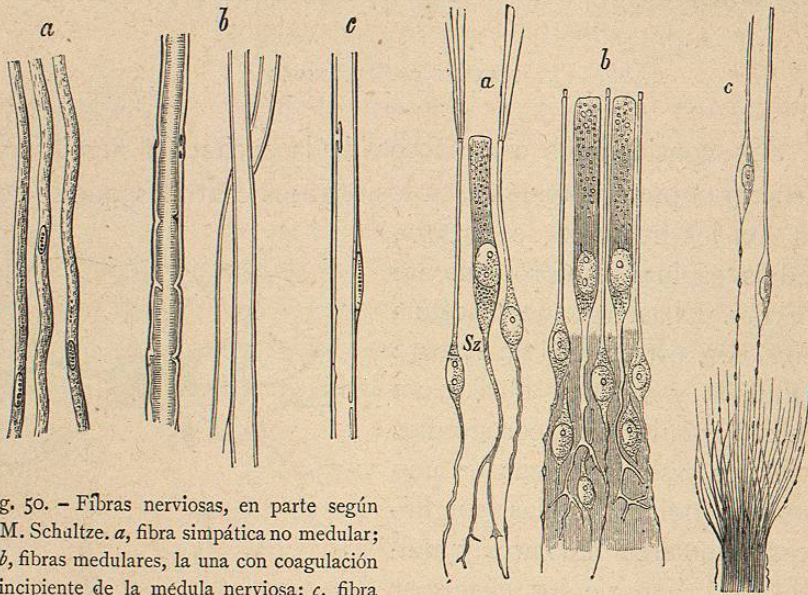


Fig. 50. - Fibras nerviosas, en parte según M. Schultze. *a*, fibra simpática no medular; *b*, fibras medulares, la una con coagulación incipiente de la médula nerviosa; *c*, fibra medular con vaina de Schwann.

gran número componen nervios de mayor ó menor tamaño. Según la manera como está íntimamente dispuesta la substancia nerviosa, tenemos que distinguir dos formas de substancia nerviosa, las medulares ó de doble contorno, y las no medulares ó cilindro-ejes desnudos (fig. 50, *a*, *b*, *c*). Las primeras se distinguen en que á la muerte del nervio, á consecuencia de un proceso de coagulación, aparece una substancia grasa muy refringente, que como capa periférica y á manera de vaina medular envuelve la fibra central llamada cilindro-eje. Aquella vaina se pierde á la inmediación de la célula gangliónica, en cuyo protoplasma entra exclusivamente la substancia del cilindro-eje. En la segunda forma, ó fibras nerviosas

Fig. 51. - Células sensitivas en forma de bastoncillos de la región olfatoria, según M. Schultze. *a*, de la rana; *Sz*, célula de sostén entre dos células de bastoncillo con apéndices ciliares; *b*, de hombre; *c*, de sollo; conexión probable de las fibrillas nerviosas con las células sensitivas.

desprovistas de médula, falta la vaina medular y encontramos no más que un cilindro-eje desnudo, ó rodeado de una envoltura conjuntival que tiene con la célula gangliónica las mismas conexiones (simpático, nervios del ciclostoma, invertebrados). No pocas veces encontramos, sin embargo, los cilindros-ejes, que de igual manera que los nervios de mielina se dividen en su curso, y se pueden ramificar en ramitas cada vez más finas, hasta reducirse á fibrillas finísimas y descomponerse en cierto modo en sus elementos. Finalmente aparecen muy frecuentemente los nervios de los animales invertebrados en forma de conjuntos de fibrillas, en los cuales por falta de la vaina nerviosa es imposible reconocer si son cilindro-ejes ó fibras nerviosas. Las diferenciaciones periféricas que aparecen en la terminación de los nervios de los sentidos se revelan por transformación de las células nerviosas en su unión con las células epitelicas (células sensoriales) y con las secreciones cuticulares de las mismas. De tal suerte aparecen muy generalmente los aparatos terminales constituidos por células epitelicas modificadas (*células sensitivas*), bajo los cuales se interpola alguna célula gangliónica en el trayecto de los nervios (fig. 51, *a*, *b*, *c*).

CRECIMIENTO Y ORGANIZACIÓN PROGRESIVA.—DIVISIÓN DEL TRABAJO Y PERFECCIONAMIENTO

Los tejidos son conjuntos celulares que se han formado con descendencias de la ovícula. Iguales en su origen, se diferencian más tarde, y toman á su cargo un trabajo especial que determina la función del órgano. La organización consiste, por lo tanto, en la divergencia progresiva de forma y de trabajo á ella correspondiente, de las generaciones de células procedentes unas de otras, que marchan paralelamente al crecimiento y aumento de dimensiones del cuerpo.

En los organismos más rudimentarios no hay tejidos celulares ni órganos compuestos de ellos. El organismo entero se reduce al contenido de una sola célula; su substrato corporal es protoplasma; su piel, la membrana celular, frecuentemente hasta sin abertura para la introducción de substancias sólidas y reducida exclusivamente á la nutrición endosmótica. En tales seres, como, por ejemplo, los

gregarinos y los opalinos parásitos, basta la superficie exterior del cuerpo, á la manera de la membrana de la célula, para absorber las sustancias nutritivas y expulsar los productos excrementicios, ó sea para la ejecución de las funciones vegetativas. El protoplasma (sarcoda) hace las funciones de parenquima del cuerpo, y en él se realizan las actividades animales y vegetativas de la vida.

De tales circunstancias se deduce una relación determinada entre las funciones de la superficie y las de la masa envuelta en ella, y en cuyas partes se efectúan los procesos de las vidas vegetativa y animal. Esta relación presupone una proporción determinada de magnitud entre la superficie y la masa, proporción que varía con el crecimiento progresivo, y como el aumento de la masa se hace en razón del cubo y el de la superficie sólo en razón del cuadrado, con el crecimiento varía la proporción con detrimento de la superficie, ó lo que es lo mismo, al aumentar el tamaño quedará relativamente pequeña la superficie. En definitiva, no bastará para sostener los procesos vegetativos, y si la vida ha de subsistir han de aumentarse necesariamente las energías vitales. No es esto solamente aplicable á los organismos unicelulares, que se nutren como la célula, sino también á la célula misma, que tiene un tamaño fijo dentro de ciertos límites. El organismo, por lo tanto, ó tiene que morir, ó necesita restablecer por otro camino las proporciones perdidas, y esto sólo es dable por la división.

Las células hijas, que continúan la vida de la célula madre, pueden quedar unidas, agruparse en series simples ó ramificadas, ó en superficies (*gonium*), ó en la superficie de una esfera (*volvox*), y segregar sustancias que mantengan su unión. Se reúnen en un conjunto celular que por la suma de trabajo de las unidades ha adquirido mayor energía vital (colonias de protistos) y en el cual todos los elementos ejecutan esencialmente el mismo trabajo. Para la uniformidad de la conformación parece singularmente favorable la agrupación de los productos parciales en la *superficie de una esfera*, que es á la vez la más favorable para sostener la regularidad del movimiento de progresión (fig. 52). Los elementos conservan sus pestañas que salen todas al exterior y dan á todo el cuerpo un movimiento de rotación (*volvox*, colonias de monadas, magoesfera). Así se forma la vejiga germinal ó *blástula*, como forma definitiva

del cuerpo de los metazoos (fig. 53). Pero esta conformación tiene límites determinados de tamaño; la superficie exterior, que provee á la nutrición, no es suficiente, y su aumento sólo puede lograrse continuando la multiplicación celular, mediante la producción de excrecencias ó por la formación de una superficie interna.

Esta serie de observaciones no conducen sólo á demostrar la necesidad de que la organización se complique á medida que avanza el aumento de tamaño; en ellas va implícito además el carácter esencial de la organización animal. Las numerosas células que, procedentes del contenido del organismo primitivamente simple, y semejantes entre sí al principio, se vieron obligadas á tomar una posición periférica (colonias de protozoos, *volvox*, vejiga germinal ó *blástula*), á medida que lo exigen las necesidades del crecimiento orgánico se han de dividir en dos capas, una interna y otra externa, para limitar las dos superficies, que se juntan en el punto en que la cavidad interna se abre al exterior, esto es, en la abertura bucal. Con la formación de una capa interna de células, se efectúa una división del trabajo de las funciones. La capa celular externa ejecutará preferentemente los trabajos

de la vida animal, movimiento y sensación; la interna desempeñará el trabajo de la digestión. En armonía con esta diversidad de funciones será distinta la conformación de la célula en una y otra capa. Las de la capa externa son más alargadas, cilíndricas; su contenido, pálido y rico en albúmina, y están provistas de apéndices ciliares; las de la cavidad digestiva tienen una forma más redondeada y un aspecto granuloso obscuro, pero también tienen pestañas vibrátiles para imprimir movimiento al contenido. En realidad, la forma más rudimentaria de organismo celular diferenciado, conforme á las

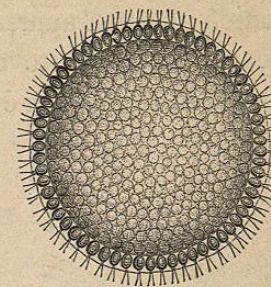


Fig. 52. - Colonia celular de un *volvox globator* joven, según Stein.

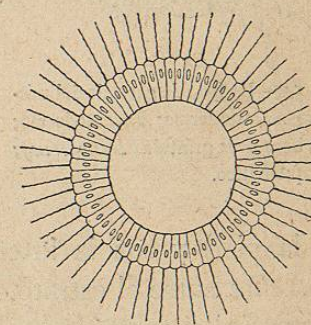


Fig. 53. - Período de blástula de una larva de acalefo; esquemáticamente.

necesidades que derivan del punto de vista fisiológico, se nos presenta en la *grástula* dérmica, que puede aparecer como larva viva y libre en todos los órdenes del reino animal, y en los celentéreos se acerca mucho á la forma adulta con aptitud para la reproducción (fig. 54).

La progresiva complicación que experimenta la organización á medida que van aumentando las dimensiones, se efectúa, de una parte por el aumento de superficies producido por excrescencias secundarias, repliegues é invaginaciones, y de otra por la aparición

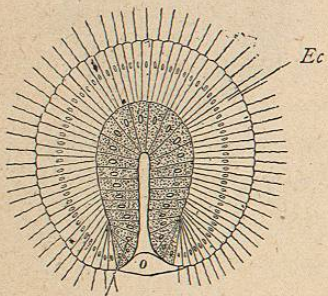


Fig. 54. - Período de gástrula del mismo. *Ec*, estodermo; *En*, entodermo; *o*, boca de la grástula (*Bastoporus*); esquemático.

de nuevos tejidos entre las dos capas de células ya existentes. Las superficies de invaginaciones secundarias desempeñan trabajos especiales y se transforman en glándulas, al paso que los tejidos intermediarios, formados por una ó por ambas capas de células, sirven en primer término para prestar sostén al cuerpo, y forman, por tanto, el esqueleto, y además favorecen la movilidad del organismo, y á título de músculos están en inmediata relación con la hoja celular externa (músculos de la piel) y con la interna (músculos intestinales). Un espacio existente entre el estrato celular externo é interno (*cavidad visceral primaria*), ó formado secundariamente por ulterior escisión de la capa de tejido intermedio, se convierte en cavidad visceral (*cavidad visceral secundaria, celoma*). A la aparición de las partes del esqueleto y de los músculos va unida la diferenciación de las células nerviosas y sensitivas á expensas de las células modificadas de la hoja externa. Se destacan del cuerpo retoños dispuestos en forma radiada ó bilateral y toman una conformación adecuada, los unos para servir de órganos de respiración (branquias) reclamados por las necesidades del aumento de superficies, y los otros para hacer el oficio de órganos de prensión de los alimentos y del movimiento (brazos prensiles, tentáculos, extremidades).

La diversidad de la organización, mayor cada vez á medida que crece la magnitud del cuerpo, tiene por base una *división del*

trabajo cada vez más significada y en virtud de la cual se concentran exclusiva y determinadamente en partes aisladas del conjunto, ó sea en órganos con función especial, los diferentes trabajos que el proceso vital exige. Encargados los órganos exclusivamente de trabajos determinados, pueden, en virtud de su contextura especial, ejecutarlos en mayor cantidad y con perfección más exquisita, y bajo el supuesto de un ordenado encadenamiento de los trabajos de todos los órganos, proporcionan al organismo positivas ventajas que le hacen apto para un grado de vida más superior y perfecto, y afirman sólidamente la unión de las partes en la unidad total del organismo. Con la magnitud del cuerpo y la diversidad de la organización se eleva en general el nivel y perfección de los grados de la vida, por más que en este concepto entran en el platillo de la balanza como factores compensatorios la disposición especial y la situación respectiva de los órganos que se presentan en los distintos órdenes animales, así como las condiciones vitales por tales circunstancias determinadas.

CORRELACIÓN Y ENLACE DE LOS ÓRGANOS

Desde su período de evolución están los órganos del cuerpo animal en una relación mutua, no sólo en cuanto á su forma, magnitud y situación, sino también respecto á sus funciones; pues como la existencia del organismo depende de la suma de acciones de todas sus partes en una manifestación única, necesario es que todas las partes y órganos se adapten entre sí bajo leyes determinadas. A esta relación de dependencia (conocida ya por Aristóteles), y que se deriva como consecuencia necesaria del cuerpo del organismo y del desarrollo del mismo, se le ha dado el nombre, bien adecuado, de *correlación* de las partes, y ha servido desde hace muchos años para fijar varias leyes fundamentales, cuya razonada aplicación ha suministrado fecundos puntos de vista para un estudio comparativo. Con arreglo á la cantidad determinada de trabajo que para el mantenimiento de la máquina general se le exige, debe representar cada órgano una cantidad determinada de unidades de trabajo y hallarse limitada, por consiguiente, á cierta dimensión y á una forma determinada por su función y por su si-

tuación respecto de otros órganos. Si un órgano aumenta de volumen en proporción desmesurada, este aumento de volumen, y la alteración consiguiente de forma, se hará á costa de los órganos circunvecinos, que se encontrarán modificados y cohibidos en su magnitud, forma y funciones. De aquí se deduce el principio formulado, aunque no por la primera vez, por Geoffroy Saint-Hilaire, de la *compensación de los órganos*, principio que sirvió de base al citado naturalista para fundar la ciencia de las deformidades (teratología).

Los órganos fisiológicamente análogos, ó sea los encargados en general del mismo trabajo, como las mandíbulas, el conducto intestinal, los órganos del movimiento, sufren aisladamente considerables y múltiples modificaciones, y de la disposición *especial* y de las funciones de cada órgano depende el modo especial de nutrición y de vida, la manera y condiciones en que se hace posible la vida en cada una de las especies zoológicas. Por el principio de correlación es posible, dada la forma especial y la disposición de un solo órgano, ó no más que una parte de un órgano, formar juicio de la estructura de otros muchos órganos y de la totalidad del organismo, y construir en sus rasgos esenciales el animal entero, como lo hizo Cuvier respecto de mamíferos de pasadas épocas, valiéndose de fragmentos de huesos y dientes fosilizados. Considerando la vida del animal y su conservación, no como el resultado, sino como el fin premeditado, como el objeto de la disposición y funciones de todos sus órganos, iremos á parar al *principio de las causas finales* (condiciones de existencia) de Cuvier y con él al concepto *teleológico*, con el cual no llegaremos á conseguir una explicación mecánico-física. Aquel principio puede prestarnos importantes é ineludibles servicios para comprender las complicadas correlaciones y el eslabonamiento armónico de la naturaleza viva, siempre que prescindiendo de reconocer con Cuvier un objeto final situado fuera del organismo, lo aceptemos como una fórmula antropomórfica para señalar las relaciones necesarias entre la forma y funciones de las partes y del todo.

El modo de unión y la forma de situación respectiva de los órganos no se halla en manera alguna sujeta á un modelo-único y el mismo para toda la escala zoológica, como ha pretendido Geof-

froy Saint-Hilaire en su teoría de los análogos; puede más bien referirse con Cuvier á diferentes formas de organización ó *tipos* (llamados planes según la teoría de Cuvier y su *principio de la subordinación de caracteres*), que forman las más amplias divisiones del sistema y se distinguen por una suma de caracteres relativos á la conformación y situación respectiva de los órganos. Los grados superiores é inferiores de un mismo tipo convienen en la forma fundamental de su estructura, al paso que varían al extremo los caracteres secundarios de cada especie. Estos grandes grupos zoológicos guardan entre sí conexiones más ó menos lejanas, como se deduce del parentesco de las formas inferiores y de los procesos evolutivos, y no representan, por lo tanto, agrupaciones completamente separadas y sin mutua coordinación.

Es el objeto de la *Morfología* comprobar la uniformidad de dirección embriogénica en medio de las más diversas condiciones de organización y género de vida, primero respecto de animales del mismo orden y luego respecto de los de orden diferente. En frente de las *analogías* que aparecen en clases diversas desempeñando iguales funciones y marcando el parentesco fisiológico de órganos análogos, como el ala de los pájaros y el ala de las mariposas, se ocupa esta ciencia en determinar las *homologías*, esto es, en referir á una disposición embriogénica, como partes análogas, aquellas partes de organismos distintos del mismo ó de distinto orden, que con forma desigual y con diferentes condiciones de vida ejercen función distinta, como el ala de los pájaros y el miembro anterior de los mamíferos. Se reconocen también como *homólogos* los órganos de igual origen embrionario que se repiten en el cuerpo del mismo animal, como los miembros anteriores y los posteriores.

LOS ÓRGANOS COMPUESTOS

CONSIDERADOS EN SU ESTRUCTURA Y FUNCIÓN

Los *órganos vegetativos* comprenden los órganos de la *nutrición* igualmente necesarios á todos los organismos vivos, sean animales ó plantas; pero que en los primeros, íntimamente unidos á las funciones animales que van siempre elevándose progresivamente,