

VII

LA FISIOLÓGIA TRANSCENDENTE

(National Review, Octubre 1857).

Su objeto: las leyes primeras de la vida.—Ejemplos de estas leyes: 1.º conexión entre el desarrollo de un órgano y su actividad; 2.º herencia; 3.º todo viviente procede de la unión de dos células en un huevo; 4.º el ser se desarrolla de lo homogéneo á lo heterogéneo.

Estudio de esta última ley: Todo desarrollo comprende *diferenciaciones* de partes, seguidas de *integraciones* de las partes así producidas.—Integración *longitudinal*. Integración *transversal*. Su combinación.—Principio de la integración, la *identidad de función* de los elementos integrados. Excepciones aparentes.

Relación del individuo á su medio, igual ley. El individuo se diferencia cada vez más por su estructura, su forma, su composición química, su densidad, su temperatura, su motilidad. De aquí su aptitud á reobrar.

I. *Aplicación del método á priori en la Fisiología*.—Ejemplos: Entre los animales voluminosos, toda especie activa tendrá un aparato *respiratorio*, un *estómago*, un sistema *circulatorio*. En general, de las condiciones esenciales de la vida, descubiertas por inducción, se pueden deducir ciertas leyes todavía desconocidas.

Primer principio de toda organización: *inestabilidad de lo homogéneo*.—Homogeneidad de los gérmenes.—Su inestabilidad química.—¿Por qué tienden á una *heterogeneidad ordenada*? Es porque las unidades orgánicas deben adaptarse cada una de ellas á su situación propia ó descomponerse.—Necesidad de un segundo principio, adaptaciones de los antepasados, transmitidas por herencia.

Otra explicación: ¿La *correlación* de las formas es necesaria? Cuvier lo afirma; empleo de este axioma en paleontología.—Objeción de Huxley.—Examen de la cuestión.—Falsa acusación de ateísmo contra la doctrina de Huxley.—Por qué las verdaderas correlaciones necesarias son muy raras.—En un mecanismo, especialmente si es complicado, un mismo fin puede ser alcanzado por combinaciones de medios muy diversos; é inversamente, una misma influencia exterior puede provocar en él alteraciones muy variadas, sin que se pueda prever cuál.

II. *Ayuda mutua que pueden prestarse la Fisiología y la Sociología*.—Carácter fundamental común á los seres vivientes y á los cuerpos sociales; la *dependencia mutua de las partes*.—El desenvolvimiento de las sociedades se hace también por *diferenciación é integración*.—La causa de ello está igualmente en la *adaptación* de cada parte á su situación propia.—La *herencia* en las sociedades; conexión de las colonias con las metrópolis.—Similitud entre el aparato industrial y comercial y los órganos de secreción y circulación.

En Matemáticas, se llama análisis trascendente á esta ciencia que, traspasando las relaciones particulares de los números, de que trata la Aritmética, y las relaciones numéricas generales, objeto del Algebra ordinaria, se ocupa de las relaciones más generales todavía que constituyen el fundamento de las otras relaciones generales. Bajo el nombre de anatomía trascendente, se entiende una parte de la biología, donde se examina, no ya la estructura de cada organismo particular, sino la de los principios generales que presiden á la estructura de toda una grande y rica clase de organismos, de la unidad de plan que se deja discernir en una numerosa serie de géneros y de órdenes muy diferentes en apariencia. Pues bien; mi objeto aquí es el de reunir muchas leyes relativas al desarrollo y á las funciones de los órganos, y que se extienden, no ya á tales especies ó clases especiales de seres organizados, sino á todos ellos; muchas de estas leyes me parece que no han sido enunciadas hasta ahora.

Para introducir más dulcemente al público en este orden supremo de verdades biológicas, comencemos por indicar una ó dos de estas verdades, con las cuales todo el mundo está ya familiarizado. Sea, por de pronto, la relación entre el trabajo realizado por un órgano y su desarrollo. Esta relación es universal. Es verdadera, no solamente para un hueso, para un músculo, para un nervio, para un órgano de la sensación, para una facultad mental, sino también para cada glándula, para cada víscera, para cada elemento del cuerpo. Esta relación se comprueba en el hombre y en todos aquellos animales en quienes podemos pro-

seguir su aplicación; es más, hasta se comprueba en las plantas mismas. Con tal de que el funcionamiento no sea excesivo, hasta el punto de turbar la máquina ó de exceder á las fuerzas reparatrices, ya de la máquina entera, ya de los aparatos particulares que aportan al órgano su alimento, con esta sola condición, es una ley de los cuerpos organizados que, en igualdad de circunstancias, el desarrollo está en razón del funcionamiento. Esta ley constituye el fundamento de todas las máximas y métodos razonables de educación, tanto intelectual como moral y física; y el día en que los políticos sean bastante sabios para conocer esto, semejante ley parecerá la base de toda legislación razonable.

Otra de estas verdades que se extienden á todo el mundo organizado, es la de la transmisión por herencia. Y no porque la herencia tenga por único efecto, como se cree en general, el de perpetuar en una familia ciertas particularidades que han pertenecido á los antepasados próximos ó remotos. La ley de herencia no se extiende únicamente tampoco á esos casos generales ya más vastos; la producción de variedades permanentes, naciendo en el reino animal ó vegetal de individuos modificados; la creación de especies nuevas de trigo ó de patatas, de clases nuevas de carneros ó de bueyes, y de nuevas razas de hombres por el mismo medio. Todos estos son ejemplos secundarios de esta ley. Para quien abraza toda su extensión, significa que toda planta, todo animal, produce otros seres de la misma especie, consistiendo tal identidad, no tanto en la reproducción de ciertos rasgos completamente individuales, como en la identidad genérica de estructura. Vemos cotidianamente un ejemplo de esta verdad, pero á la larga casi ha perdido su sentido para nosotros. El trigo procede del trigo; los toros actuales han tenido toros por antepasados; todo organismo, desarrollándose, acaba por revestir la forma de la clase, del orden, del género y de la especie de donde ha salido; es este un hecho que en fuerza de repe-

tirse ha adquirido para nosotros un carácter de necesidad. Sin embargo, aquí es, sobre todo, donde la ley de transmisión por herencia se revela; y en cuanto á los fenómenos que se la atribuye comúnmente, no constituyen más que manifestaciones de segundo orden. Cuando se la comprende así, se ve que es universal. No olvidamos esta excepción aparente, *aunque puramente aparente*, del fenómeno extraño de las «generaciones alternantes», porque tal excepción no impide á la ley de que el semejante engendre al semejante, extenderse á los organismos de todas las razas.

Tomemos, ahora, una ley fisiológica de un género menos notorio y que se haya establecido recientemente. Para los ojos del observador vulgar hay diversos métodos de reproducción; pues ve, en los animales superiores, los jóvenes nacer ya semejantes en el conjunto á sus padres, mientras que las aves ponen huevos, los incuban y los polluelos los rompen y los peces desovan abandonando sus gérmenes al azar. Entre los vegetales, ve especies en que los individuos nuevos no pueden nacer más que de un grano, al paso que en otras, las patatas, por ejemplo, pueden también nacer de un tubérculo; algunas que echan retoños, los cuales adquieren raíz, y, desarrollándose, dan individuos nuevos; que en suma, muchas plantas vienen de un esqueje ó de un botón. Además, en el moho que se muestra sobre los alimentos rancios, en los infusorios que bien pronto bullen en el agua cuando el líquido está expuesto al aire y á la luz, encuentra el observador un modo de generación que debe parecerle inexplicable y que juzgará espontáneo, sin duda. El que lee libros de ciencia para el uso del pueblo, debe creer que hay todavía más variedad en los modos de reproducción, pues descubre qué géneros enteros de seres vivientes se multiplican por gemación, es decir, que el individuo reproductor echa botones como los vegetales, y que estos botones, al desarrollarse, toman la forma de su padre, se separan de él y se ponen á vivir aparte. También se le enseña que en las especies animales y vegetales de

orden microscópico el procedimiento ordinario para la multiplicación es la división espontánea; el individuo tronco se hiende en dos ó en muchos seres y éstos á su vez harán lo mismo. Un caso aún más curioso, es el que presentan, por ejemplo, los *afidos*; aquí, un huevo da nacimiento á una hembra imperfecta, de donde nacen, según el modo vivíparo, otras hembras imperfectas, que creciendo á su vez producen hembras imperfectas; las cosas continúan así durante ocho, diez generaciones ó más, hasta que al cabo son producidos siempre por el modo vivíparo, machos y hembras perfectos.

Peró, por el contrario, bajo todas estas formas variadas de reproducción y muchas otras todavía, el fisiólogo experimentado descubre en el fondo la más completa uniformidad. La cuna, no solamente de todo animal ó vegetal superior, sino de todos estos grupos de seres que salen por fisiparidad de un organismo individual, es siempre un esporo, un grano ó un huevo. Los millones de infusorios ó de *afidos* que nacen por subdivisión ó por gemación de un individuo único, las innumerables plantas que sucesivamente salen de una planta madre por esquejes ó tubérculos, todas tienen, lo mismo que el ser más elevado, por primer antecesor un germen fecundado. Y en todos los casos, para el alga más humilde como para la encina, para el protozario como para el mamífero, este germen fecundado se ha constituido por la unión del contenido de dos células. Que ambas células sean, como en las especies más bajas, de naturaleza idéntica en apariencia, ó que se distingan, como en las especies elevadas, en célula espermática y célula germinativa, no resulta menos verdadero que de su combinación se hace la masa de donde debe salir un organismo nuevo ó una serie nueva de organismos. ¿No tiene excepción esta ley? Todavía no estamos en situación de poderlo afirmar, porque para los *afidos* ciertas experiencias parecen indicar que en condiciones especiales los descendientes del individuo tronco pueden seguir multiplicán-

dose sin término y sin tener necesidad de una fecundación nueva; y quizá existan casos semejantes. Sin embargo, no hay en la Naturaleza un solo ejemplo donde el hecho pueda observarse positivamente; si se trata de plantas cuyas semillas no nos son todavía conocidas, hay necesidad de creer más bien que nuestras observaciones resultan imperfectas y no que tales plantas constituyan una excepción. Luego en tanto que no se encuentre una excepción probada, la inducción precedente debe ser considerada como válida. He aquí, pues, una de las verdades de la fisiología transcendente, pues en tanto como podemos saberlo, traspasa (*transcends*) todas las distinciones de género, de orden, de clase, de reino, y se aplica á todo ser viviente.

Otra verdad de una extensión no menos universal es la fórmula de la marcha seguida por todo organismo que se desarrolla. Para los no iniciados esta marcha parece variable, pues no se ve la posibilidad de hacer un paralelo entre el desarrollo de una planta y el de un animal. La semejanza no es apenas visible entre el crecimiento de un mamífero, que avanza sin brusquedad de su primera á su última forma, y la de un insecto que resulta sucesivamente, al pasar por estados bien definidos, huevo, larva, crisálida, ninfa. Y no obstante, es un hecho en la actualidad establecido, que todos los organismos se desarrollan de la misma manera. El germen de todo vegetal ó animal resulta, en su principio, homogéneo; y cada paso hacia la forma adulta constituye para él un acrecimiento de heterogeneidad. Todo ser organizado comienza por una masa casi sin estructura, y llega á su estado final tan complejo por una serie de distinciones entre las partes, por una división que diferencia tales tejidos de tales otros, y estos órganos de aquéllos. He aquí todavía una ley biológica de una generalidad transcendente.

Esta exposición de las leyes esenciales de la fisiología transcendente hará comprender el objeto de esta ciencia;

así he abierto el camino á las consideraciones que van á seguir.

Ante todo, volvamos á tomar la última de las grandes verdades precedentemente expuestas; miremos de más cerca este paso de lo homogéneo á lo heterogéneo. Se dice comunmente que consiste en una serie de cambios que diferencian las partes; pero, á mi parecer, esta definición es incompleta. Todo fisiólogo lo sabe; la evolución de los organismos no comporta solamente una separación de partes, sino también la unión de algunas de ellas. Además de la disgregación hay una agregación. El corazón, que es por de pronto un largo vaso sanguíneo pulsátil, se enrolla poco á poco sobre sí mismo y se integra aparte. La capa de células biliares de que se compone el hígado en el estado rudimentario no se limita á separarse de la superficie del intestino, donde reposan al principio, sino que al mismo tiempo se unen en un órgano definitivo. La concentración gradual que se observa en este caso y aun en otros es una parte del fenómeno de desenvolvimiento. Milne Edwards y otros lo han reconocido más ó menos claramente, y sin embargo, no parece que se le haya hecho entrar á título de elemento necesario en la concepción de este fenómeno.

Esta integración progresiva, se la observa siguiendo un embrión al través de sus diversos estados, así como ascendiendo desde las formas más humildes á las más elevadas: el mejor medio de estudiarla consiste en considerarla desde diversos puntos de vista. Consideremos, en primer término, lo que podemos llamar *la integración longitudinal*.

Los *anélidos* inferiores, gusanos, miriápodos, etc., tienen por característica el gran número de segmentos de que están formados; pero cuando se llega á los *anélidos* superiores, centípodos, crustáceos, insectos, arañas, el número va bajando notablemente, hasta veintidos, trece y menos todavía; al mismo tiempo se observa un acortamiento, una integración del cuerpo entero, que alcanza su extremo lí-

mite en el cangrejo de mar y la araña. Algo semejante pasa en el desenvolvimiento de cada crustáceo ó insecto. El tórax de la langosta, que en el adulto, unido á la cabeza, forma una caja compacta encerrando las vísceras, está constituido por la reunión de diversos segmentos que en el embrión podían separarse. El cuerpo de la oruga comprende trece divisiones bien distintas; más tarde, en las mariposas, estas divisiones se unen, muchos segmentos se vuelven coherentes y forman el tórax y los del abdomen se asocian más estrechamente que en el origen. Lo mismo ocurre en los órganos interiores. En las especies inferiores de los anélidos y las larvas de las especies superiores, el canal alimenticio está formado por un tubo que tan pronto es uniforme de un extremo á otro, como se hincha por algunos sitios, y produce así una serie de estómagos á razón de uno por anillo; pero en los individuos más perfectos, ya no hay más que un solo estómago bien definido. La misma concentración se observa en los sistemas nervioso, vascular y respiratorio. En la manera de desarrollarse de los *vertebrados*, todavía encontramos diversos ejemplos de la integración longitudinal. Así es que muchos segmentos se sueldan para formar el cráneo. Otro caso es el del hueso del coxis, que se forma por la reunión de muchas vértebras caudales. En fin, un ejemplo, igualmente bueno, es el de las vértebras sacras en el pájaro, que se funden en un todo sólido.

Cuanto á lo que podemos llamar *la integración transversal*, se tendrá una idea de ella considerando en los *anélidos* el desarrollo del sistema nervioso. Si se pasa por alto ciertas especies, las más ínfimas, que no ofrecen ganglios distintos, he aquí lo que se observa en los anélidos inferiores como en las larvas de los superiores, y es que uno de sus rasgos característicos consiste en una doble cadena de ganglios atravesando el cuerpo de extremo á extremo; por el contrario, en los anélidos de una estructura más acabada, esta doble cadena se confunde más ó menos ente-

ramente en una sola. Newport ha descrito la marcha de esta misma concentración en los insectos, y Aathke le ha seguido en los crustáceos. En el *astacus fluviatilis* ó cangrejo común, en la primera edad, cada anillo contiene un par de ganglios separados. De los catorce pares que pertenecen á la cabeza y al torax, los tres delanteros de la boca se unen en una sola masa para formar el cerebro ó ganglio cefálico. En cuanto al resto, los de los seis pares primeros se funden dos por dos sobre la línea media, los otros permanecen más ó menos separados. De los seis ganglios dobles formados de este modo, los cuatro anteriores se juntan en uno sólo; los dos siguientes hacen lo propio; entonces ambas masas se funden en una. Aquí vemos la integración longitudinal y la transversal proseguirse á la vez; en los crustáceos más elevados continúan ambas más lejos todavía. En los *vertebrados*, el desarrollo del aparato genital ofrece un caso muy claro de integración transversal. Los más humildes de los mamíferos, los *monotremos*, lo mismo que las aves, con las que les ligan más de una relación, tienen oviductos que hacia su extremidad inferior se ensanchan y forman cavidades, cada una de las cuales llena perfectamente la función de un útero. «En los *marsupiales*, las dos series vecinas de órganos se aproximan más á la línea media, pues los oviductos convergen y se encuentran (sin confundirse) sobre la línea media; de esta suerte, sus hinchamientos uterinos están en contacto y constituyen un verdadero *útero doble*... En buen número de *roedores* el útero permanece todavía dividido en dos mitades próximas; en otros se confunden por sus partes inferiores; es un primer bosquejo de lo que en el ser humano constituirá el cuerpo del útero. Esta porción, en los herbívoros y carnívoros superiores, aumenta á expensas de las *trompas* paralelas; pero, en los cuadrumanos inferiores, el útero está todavía un poco hendido por lo alto» (1). Este fenómeno de

(1) Carpenter, *Principios de fisiología comparada*, p. 617.

integración transversal que, visto en detalle, nos parecía aún más sorprendente, va acompañado de cambios paralelos, aunque menos importantes en el otro sexo. Constituye otro ejemplo el de la unión por comisura de los hemisferios cerebrales, que están separados en los vertebrados inferiores, pero que se juntan cada vez más en los elevados. Todavía encontramos otros, de orden diferente, pero cuyo sentido general es el mismo, en el sistema vascular.

Pues estas diversas clases de integración que acabamos de dar á conocer, y donde comúnmente se ve otros tantos fenómenos sin relación entre sí, debería reuniérselos bajo una concepción general, hacerlos entrar en la fórmula del desarrollo. En un cangrejo de mar adulto, numerosos pares de ganglios por de pronto separados, se funden en una masa única; es este un hecho que por su importancia no le cede más que á este otro; la división de su canal alimenticio en un estómago y en un intestino. En los anélidos superiores, un corazón único reemplaza á esta cadena de corazones rudimentarios, que en los más humildes forman el vaso sanguíneo dorsal y que llegan en cierta especie hasta el número de ciento sesenta; es esta una verdad no menos importante para el que quiere comprender la historia de la evolución, que esta otra verdad, la formación de una superficie respiratoria por el plegamiento de la piel. Para concebir bien la formación de una columna vertebral, es preciso, además de las distinciones de partes de donde resulta la *cuerda dorsal*, incluyendo los segmentos vertebrales, tener en cuenta también, y quizá más todavía, la fusión de diversas series de fenómenos relativos á las vértebras, y los de los elementos vertebrales correspondientes; con igual atención deben ser mirados los cambios por los cuales de muchas cosas se hace una sola y los que de una sola se hacen varias. Evidentemente, pues, atribuir, como se acostumbra, el progreso por desenvolvimiento á las únicas distinciones de partes, es olvidar una mitad de la verdad. Para expresar los hechos en su integridad es preciso

decir que el paso del estado homogéneo al heterogéneo se hace por distribuciones de partes y por integraciones que les están subordinadas.

No estará aquí fuera de propósito el preguntar lo que significan estas integraciones. Los hechos nos llevan á creer que corresponden en cierto modo á la identidad de función. Los ocho segmentos que se sueldan para hacer la cabeza de un escolopendra tienen por papel común el de proteger los ganglios encefálicos y facilitar un punto de apoyo sólido á las mandíbulas, etc.; lo mismo ocurre con los numerosos huevos que al unirse forman el cráneo de un vertebrado. Ved cómo se juntan en un todo sólido las diversas piezas que forman el tronco de un mamífero; cómo en el sacro del ave se anquilosan de 10 á 19 vértebras; aún son estos hechos análogos ejemplos de la integración de las partes que tienen que transmitir á las piernas el peso del cuerpo. En los mamíferos solípedos, cuyos miembros, gracias á la manera de vivir del animal, no tienen que ejecutar movimiento de rotación, la tibia está soldada más ó menos completamente con el peroné y el radio con el cúbito; este es un hecho que también tiene el mismo sentido. Todos los ejemplos precedentes, la fusión de los ganglios, los numerosos sacos sanguíneos pulsátiles que reemplazan á algunos de ellos, después uno solo, la unión de los dos úteros en uno, todos estos hechos encierran la misma conclusión. Que para llegar á integrarse las partes adyacentes y encargadas de las mismas funciones tienen que crecer continuamente, hasta que acaban por encontrarse en contacto, como ocurre algunas veces; que estas partes, como en ciertos casos, se aproximan efectivamente antes de unirse; ó que, en suma, como en otras ocasiones, la integración se hace directamente, viniendo uno de los órganos similares ó un grupo de estos órganos á llenar una parte cada vez más importante de la función común y á acrecerse por ello, al paso que los otros se debilitan ó desaparecen;

no es menos cierto en todos estos casos que las partes de función idéntica tienden á unirse.

Esta tendencia está, sin embargo, sometida á condiciones que limitan su efecto, y por ello se explican ciertas excepciones aparentes. Pongamos algunos ejemplos. En el feto humano los ojos están colocados, como en los vertebrados inferiores, á ambos lados de la cabeza. En el curso de su desarrollo, sus posiciones relativas se aproximan, y cuando el nacimiento ya están colocados de frente, aunque, no obstante, todavía permanecen, en el niño europeo, proporcionalmente más alejados de lo que habrán de estar después, y en el salvaje adulto permanecen en tal situación. Únicamente que no se ve indicio de que este aproximamiento deba proseguirse, pudiéndose dar de ello dos razones que se presentan por sí mismas. Los dos ojos tienen una función común en tanto que van dirigidos hacia un mismo objeto, y en este respecto tienden á confundirse. Pero también están dirigidos hacia los dos lados opuestos del mismo objeto; á este respecto tienen dos funciones diferentes, tendiendo á permanecer distintos, y acaso su posición final está determinada por el equilibrio de las dos tendencias contrarias. Sin embargo, el hecho se explica de una manera más probable por la resistencia de los órganos intermedios, que se oponen á una aproximación más completa, porque para permitir á las órbitas de los ojos acercarse más, las fosas nasales deberían disminuir de volumen; pero éstas no tienen, sin duda, una magnitud superior á lo que exige su actividad funcional, y por tal razón no pueden acortarse. De igual modo, cuando se siguen los órganos del olfato al través de las especies, desde los peces (1), los reptiles, los mamíferos ungulados y unguiculados hasta el

(1) Hay que exceptuar quizá á los peces mixinoideos, en quienes el órgano que se considera como orificio nasal es único y está situado sobre la línea media. Pero al considerar cuán extraordinario es este orificio, hay derecho para preguntarse si corresponde verdaderamente á nuestras narices.