

XVII. De la célula digestiva al animal pasando por el aparato digestivo

5.I.74

Apenas entro en su despacho, a cubierto ya de la lluvia mansa que cae sobre Madrid, don Faustino me dice:

—Según le anuncié en nuestra última conversación, voy a procurar darle mis ideas, que duermen en el olvido, sobre el origen y naturaleza del animal.

Le digo que me parece perfectamente.

DEFINICIÓN DEL ANIMAL POR SU TROFISMO

—Voy a procurar definirle antes al animal, conforme es usual en nosotros, por su modo peculiar de alimentarse —*me advierte con una sonrisa*—. El animal difiere de las asociaciones de células anteriores en que su alimento ya no es un alimento celular —es decir, un alimento que captan directamente todas y cada una de sus células—, sino un alimento de un orden de agregación superior, que han de captar células asociadas y cooperantes y transformarlo, también entre todas, en alimento celular adecuado para cada una de ellas. La acción y experiencia del animal es, pues, de acuerdo con la naturaleza de este alimento, de un nivel más de complejidad (lo que yo suelo designar como de un nivel más de integración energético-material) que la acción y experiencia que opera en las meras asociaciones de células hasta ahora estudiadas —a saber, la acción y experiencia de las células individuales de diversos trofismos, que, asociándose, constituyen el vegetal, el saprofito y las esponjas, que consideramos en la conversación anterior. Por consiguiente, el animal capta su alimento, lo transforma en alimento celular y lo distribuye entre sus células; a su vez, cada una de éstas, capta este alimento celular y lo transforma en alimento protoplásmico, que distribuye entre los individuos que la componen. De lo que se trata, pues, es de entender el origen de esa unidad esencial que, sobre la interacción de sus células, constituye cada animal.

—*Tal unidad —le digo—, de la que tenemos conciencia, dado que somos animales, tiene que estar definida por un modo peculiar de acción y experiencia, ¿no es así?*

PLANTEAMIENTO DEL ORIGEN DEL ANIMAL

—En efecto —*asiente*—; pero, además, para entender por su origen la naturaleza de esa unidad, del organismo animal, campo físico que continuamente resulta de actividad coordinada de un tipo de células (las neuronas) y que continuamente se aniquila en la acción, habremos de repasar entre usted y yo algunos puntos sucesivos: Primero, habremos de considerar el origen y acumulación del alimento animal, por cuanto el animal es impensable sin la existencia previa de su alimento (el germen de su medio, y ya hemos dicho en otra ocasión que su medio potencial ha de preceder a todo ser vivo). En segundo lugar, tenemos que examinar cuál pudo ser el tipo de asociación de células, sin duda de muy pequeño tamaño, que comenzó a adaptarse a ese nuevo alimento, es decir, a ejercer acciones de animal, y de qué datos disponemos para adivinar su posible naturaleza. Por último, habremos de ver cómo, de esta asociación, que se alimentaba como animal pero cuyas acciones estaban todavía conducidas por experiencia de las células constituyentes, surgió el primer animal, o si usted lo prefiere, se originó el organismo animal.

—*El origen del animal, de acuerdo con los datos que usted me proporciona, entiendo que, como hemos visto en la célula, es un problema análogo al del surgimiento de cada uno de los animales. Quiero decir que el problema del surgimiento del primer animal es esencialmente el mismo que el surgimiento, en su desarrollo embrionario, de un perro, por ejemplo. ¿No es así?*

—Así es, y atrévase usted a pensar en el nacimiento de un niño. Un tipo de problemas fundamental de la biología, el que realmente constituye el meollo de esta ciencia, es el surgimiento de los seres unitarios a partir de la evolución conjunta de los seres de nivel inferior. Es, sencillamente, la organización de lo alto sobre lo bajo, la aparición de la individualidad superior a partir de la evolución de las inferiores. Al comienzo del desarrollo ontogénico de todo animal, no hay sino una asociación celular que, al llegar a cierto tamaño, comienza a realizar acciones propias de animal, pero guiadas al principio por experiencia de sus células; y sólo luego, sobre estas acciones, en un momento determinado, se integrará el organismo (la experiencia de ellas; si usted lo prefiere, la conciencia) animal. El avance paulatino de los conocimientos de filogénesis por los de ontogénesis, y viceversa, constituyen una de las calzadas fundamentales del progreso de la biología. Tendremos ocasión de ver esto cuando consideremos el origen concreto del primer animal.

—*Sigamos ahora con el orden acostumbrado. Según me dijo anteriormente, la primera premisa del origen del animal es la del surgimiento previo de su alimento. ¿Qué puede decirnos sobre esto?*

LA ACUMULACIÓN DEL ALIMENTO PROPIO DE LOS ANIMALES

—Al estudiar la evolución de las células, consideramos, primero, la evolución de las células aisladas y después las asociaciones de ellas. Entre estas asociaciones distinguimos: los vegetales, constituidos por células autótrofas; los saprofitos, que vivían sobre residuos muertos, desintegrados espontáneamente o con ayuda de acciones celulares, hasta el nivel de alimento celular; y, por último, hablamos de las esponjas, que son asociaciones de células que se alimentan individualmente de células aisladas. Evidentemente, las asociaciones mismas, muertas o vivas, constituyen una fuente potencial de alimento, que hasta el momento que hemos historiado no había sido aprovechada por ningún tipo de ser vivo. Para que se estableciera la rampa evolutiva que culminaría en el animal, podemos considerar que, en mares someros primitivos, donde se producía una viva interferencia entre el agua, la atmósfera y el suelo, y con una iluminación conveniente, hubo de producirse una rica proliferación de asociaciones de células autótrofas, flotando en esas aguas favorables. Es decir, en estas aguas se acumularía una densa población de pequeñas plantas verdes (algas) y, en el suelo, abundantes restos muertos de ellas, que alimentarían a asociaciones de células saprófagas. Esta acumulación de restos muertos, cuya complejidad variaba desde lo muy descompuesto a lo recién muerto, constituye la rampa evolutiva que va a conducir al animal.

—*¿Qué tipo de células, asociándose, fue el que inició esa rampa, que es tanto como decir qué tipo de célula comienza a explotar el alimento propio de los animales?*

LA ASOCIACIÓN DE CÉLULAS CITÓFAGAS CUYA EVOLUCIÓN CULMINARÍA EN EL ANIMAL

—Parece que el tipo de células que puede adaptarse al nuevo alimento es el de las células citófagas; es decir, células que se alimentan de células. De hecho, estas células tienen unas características que, en cierto modo, recuerdan al animal, hasta el extremo de que los zoólogos las incluyen en el reino *Animalia* como un *filum* de este reino, los pro-

tozoos. (Las incluyen de manera incorrecta, naturalmente, porque una célula no puede ser un animal.) Las células citófagas poseen una serie de cualidades que recuerdan la actividad animal, como son: el englobamiento de células en vacuolas digestivas, donde son desintegradas por enzimas digestivos; la capacidad de percibir estímulos alimentarios; y la de desplazarse hacia el alimento guiadas por estos estímulos. Ahora bien, las asociaciones de células citófagas corresponden obviamente a las esponjas. Las esponjas actuales han avanzado demasiado en esta especialización a vivir de células aisladas. Fue, por tanto, una pequeña asociación de este tipo, formada por corto número de células citófagas, algunas provistas de cilios que se desplazaba con ellos hacia el alimento celular exterior a la asociación, la que, adaptándose a vivir de restos pluricelulares, comenzó a alimentarse, a actuar, como un animal, sin serlo todavía. Del ejercicio de esta acción, conducida aún por experiencia celular, surgirá la primera individualidad supracelular, el primer animal.

—¿En qué consistirían las asociaciones de estas células y cuál pudo ser su evolución?

LA DIFERENCIACIÓN CELULAR EN LA ASOCIACIÓN PREANIMAL: LA CÉLULA DIGESTIVA

—Es concebible que la asociación de un corto número de células citófagas, procedentes de una primera por sucesivas divisiones, tuviera ventaja selectiva si algunas células se especializaban, por ejemplo, en la percepción de alimento y en acercar el conjunto hacia él, y, otras, en el englobamiento y digestión del alimento en beneficio de todas. De lo que pudieron ser estas asociaciones, antepasadas directas de los primeros animales, pueden darnos idea asociaciones actuales que tienen, asimismo, alimentación animal y que no son animales genuinos, en cuanto que no integran una unidad superior animal. Se trata de los celentéreos, los cuales, aunque los zoólogos constituyen con ellos, como hacen con los protozoos y con las esponjas, un *filum* animal, no constituyen todavía animales genuinos, ya que, al parecer, no poseen sistema nervioso centralizado.

Se detiene un momento, y luego, en silencio, se sienta en su sillón de orejas, de espaldas al ventanal en el que brilla el gris lluvioso de la tarde. Una vez más se pone en pie y reanuda su incansable recorrido por la habitación.

—Estoy pensando en cómo darle a usted algunas ideas rectoras que nos llevan al fin —*me dice*—. Le he hablado

en términos generales para pasar a términos concretos. El hecho de que la existencia del alimento animal preceda a la acción, propia ya del animal, capaz de aprovecharlo, y que, a su vez, sea el ejercicio de esta acción lo que establece las condiciones para que, sobre el ejercicio, surja el animal, significan que la digestión precede al aparato digestivo animal y que el perfeccionamiento de este aparato es lo que origina al animal mismo. Si el animal se define por el aprovechamiento de masas de células por digestión extracelular, no es concebible un animal sin aparato digestivo. De hecho, el celentéreo nos ofrece un ejemplo de esa fase intermedia, en cuanto que puede considerarse un mero estómago que se alimenta guiado por acción y experiencia de sus células, pero sin haber integrado todavía ningún sistema nervioso centralizado.

Don Faustino sigue paseando, con la cabeza baja, en silencio.

—Ya en la conversación que tuvimos usted y yo para la revista «Insula» le dije que uno de los pasos fundamentales dentro del desarrollo de mi pensamiento se desencadenó por el intento de entender la función gástrica en el curso de una investigación tan trivial, aparentemente, como el estudio de un antiácido para la hipersecreción gástrica. Aquel estudio me llevó a la idea de que, en contraste con la producción del ácido clorhídrico, las células secretoras de los enzimas digestivos habían de ser muy primitivas y, de hecho, anteceder a todo el animal, ya que un animal es imposible, por definición, sin transformar, por digestión extracelular, alimento propio de animal en alimento propio de células. Llegamos entonces a la conclusión teórica de que, en el origen del animal, pudiera estar una corta asociación de células citófagas que, por vivir desplazándose en un entorno constituido por una gran acumulación de asociaciones de células muertas (sin duda, pequeños vegetales del fondo de mares someros), encontraron favorable la adaptación a especializar células, no a incorporar restos celulares y digerirlos intracelularmente, sino a verter al exterior los enzimas de sus vacuolas para digerir exteriormente la materia muerta y asimilar lo digerido entre todas las células asociadas. En condiciones de gran concentración de asociaciones muertas, esto constituiría ventaja selectiva frente al aprovechamiento intracelular de células aisladas. Tenemos, al llegar este momento, la primera célula digestiva, que sin duda exige que forme parte de una asociación sumamente íntima, ya que, obviamente, se trata de una célula, por decirlo así, altruista, puesto que vierte enzimas para digerir algo externo en beneficio del con-

junto, en lugar de, como sucede en las células citófagas de una esponja, asimilar células, digerirlas, aprovechar el alimento protoplásmico obtenido y ceder el excedente en beneficio general. A la vista salta que las pequeñas asociaciones con células digestivas de este tipo tendrían forma más o menos esferoidea con objeto de mantener todas las células en contacto con el alimento a digerir y a absorber una vez disuelto. Ésta es la noción que puedo formarme de la primera asociación de células con trofismo propio de animal, es decir, viviendo de alimento propio de animal.

—*Se trata, ahora, sin duda, de ver cómo esta asociación evolucionó hasta constituir el primer animal.*

—En efecto, tal es, ahora, nuestro tema. Creo que el primer paso será entender cómo la asociación constituyó una cavidad digestiva; de hecho, cómo, a semejanza de un celentéreo, pasó a ser un esbozo de aparato digestivo.

—*¿Cómo pudo producirse esta transformación?*

LA EVOLUCIÓN DE LA ASOCIACIÓN PREANIMAL: EL SURGIMIENTO, SOBRE LA CÉLULA DIGESTIVA, DE LA CAVIDAD DIGESTIVA

—Pienso que, en el modelamiento de estas asociaciones preanimales primigenias, una primera ventaja selectiva que operó en la concurrencia de ellas ante su alimento exterior sería la de la concentración de las células digestivas en una concavidad de la asociación donde se practicasen fundamentalmente la digestión, a fin de que aprovecharan las células constituyentes los productos de la digestión de modo exclusivo y sustraerlos al aprovechamiento por las células de asociaciones concurrentes. Vemos, pues, cómo la existencia de células digestivas precede al aparato digestivo, que evidentemente no es sino un artificio de complejidad creciente para aprovechar cada vez mejor el efecto sobre el alimento pluricelular de las células digestivas en beneficio del conjunto. Está en la lógica de las cosas que esta especialización de células digestivas se hiciera a expensas del ejercicio por ellas de las otras funciones propias de las células citófagas, que se cumplirían, no obstante, también especialmente, por otras células de la asociación; a saber, la percepción individual de estímulos alimentarios (en un principio, químicos) y el desplazamiento, guiadas por ellos, hacia el alimento.

—*¿De qué datos disponemos actualmente para imaginar, con la mayor certidumbre posible, la naturaleza concreta de*

las asociaciones de células de las que surgieron los primeros animales?

—Como usted comprenderá, para rastrear el origen del primer animal, que sin duda se produjo a principios del período Cambriano —esto es, hace, al menos, seiscientos millones de años—, y que fue cumplido por asociaciones microscópicas constituidas por un pequeño número de células, totalmente blandas, no queda el más pequeño registro fósil. Por consiguiente, todos nuestros datos concretos emanan de la comparación de los seres más simples actuales de los distintos fila animales, para adivinar el antepasado común verosímil, y, también, aquellos otros datos que se obtienen de los desarrollos ontogénicos de tales animales de máxima simplicidad. Ni que decir tiene que el primer animal, de alguna manera, ha de ser análogo a la fase ontogénica de los animales más sencillos y más próximos a la ramificación de los fila más primitivos de invertebrados, fase en la que la asociación de células en curso de desarrollo deviene animal; es decir, adquiere capacidad integrada de acción y experiencia.

—Me resulta oscura esta última explicación suya. ¿Le importaría aclararme sus palabras?

—Quiero decir que todo desarrollo ontogénico, incluso el del animal más sencillo, va precedido de un periodo en que el embrión no es todavía un animal. El desarrollo embrionario comienza normalmente por una célula, el cigoto. Es evidente que el cigoto no es un animal, sino una célula. Las primeras fases embrionarias, en las que el cigoto da lugar a dos, cuatro, ocho y más células, constituyen, en un principio, asociaciones de células que no han integrado todavía el animal. Hay un momento del desarrollo ontogénico, sea el que fuere, en que la asociación no sólo se mueve como un todo, sino que saca experiencia de esta acción conjunta suya. En este momento, ha surgido (con el organismo animal) el animal; y, precisamente, su unidad presidirá, hará posible desde entonces el desarrollo ontogénico, el desarrollo del animal, que, en cierto modo, será homólogo del desarrollo filogénico de los animales, hasta el animal actual de que se trate. Podemos decir que este momento de cada desarrollo ontogénico del surgimiento del animal genuino, del animal, como unidad, cualquiera que sea la especie animal (desde un platelminto al hombre), es rigurosamente homóloga del surgimiento del primer animal. Es el paso de una asociación de células al animal, a un animal sencillísimo. Ahora bien, la homología será tanto más próxima al surgimiento del animal primigenio cuanto más sencillo sea el animal actual, ya que éste ha sido relativamente menos conformado por la evolu-

ción conjunta ulterior que lo han sido los animales más complejos.

—*Pasando, pues, a la historia concreta: ¿cuál cree usted que es la ontogénesis de un animal actual sencillo que nos da la indicación más fiel del origen del primer animal?*

EL ANIMAL ACTUAL QUE PARECE OFRECER LA IMAGEN MÁS FIEL DEL PRIMER ANIMAL

—He reflexionado hace poco más de un año, durante algún tiempo y de una manera detenida, sobre este punto y he comparado atentamente las distintas opiniones que debaten este problema. Me es satisfactorio decir que me parece que la más verosímil para los criterios filogénicos y la admitida por el mayor número de biólogos actuales coincide con los puntos de vista ganados por mi consideración evolucionista sobre el alimento. Y, es más, que, como usted verá, gana una notable significación al aplicar este pensamiento. Esta opinión adscribe el origen común de todos los fila de animales primitivos (invertebrados) a una forma ancestral análoga a la larva plánula común a los celentéreos y a la clase Acoela de los platelmintos (tanto Coelenterata como Platyhelminthes se consideran los fila más primitivos de los animales). Puede usted ver en este esquema un esbozo de árbol filogénico de los animales.¹⁸ Según este esquema todos los animales proceden de una forma primitiva afín a la actual larva plánula, de la que deriva un antecesor común a Coelenterata y Ctenophora (fila muy emparentados y que parecen corresponder a asociaciones de células con trofismos de animal, pero no a genuinos individuos animales) y a la clase Acoela, de donde derivan los Platyhelminthes y los demás fila de animales genuinos.

»En el esquema se destaca la transformación de las asociaciones de células con trofismo celular en los primeros animales; esto es, el trayecto que va desde plánula (una supuesta asociación heterótrofa con trofismo celular, análoga a la larva de animales actuales muy sencillos) hasta los individuos animales más primitivos. En esta transformación hay que distinguir, obviamente, dos momentos: el inicial (que señalo en el esquema con un 1), en el que la asociación se adapta a alimento propio de animal, esto es, emprende la ruta evolutiva que culminará en el animal; y el final, que completa la transformación, en el que la asociación con trofismo de animal adquiere organismo supracelular, es decir, acción y experiencia animal.

18. Me muestra un esbozo a mano de la figura 6.

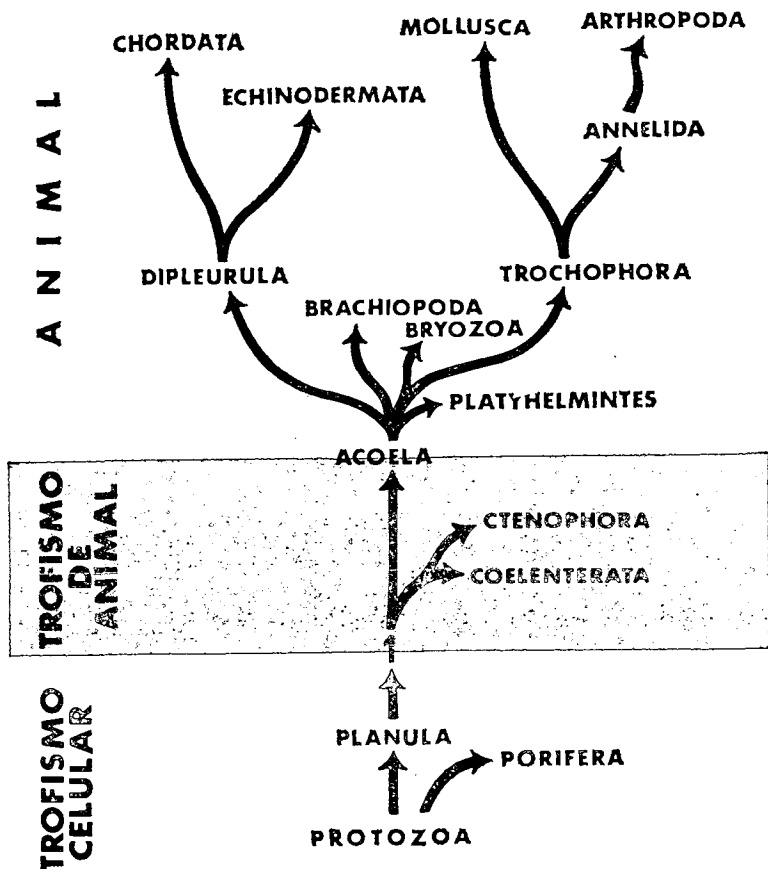


FIGURA 6. Arbol filogénico de los animales, siguiendo en líneas generales a Marwin Weller, *The Course of Evolution*, pero adaptado para puntualizar la sucesión de los trofismos. Se señalan los fila principales intercalando el lugar filogénico de formas análogas a las larvas Planula, Dipleurula y Trochophora, a Acoela (considerada la clase primitiva de los platelmintos) y, en el 1, el antepasado común a celentéreos, ctenóforos y asociación ancestral del primer animal.

»En nuestra conversación de hoy, excusado es decirlo, nos estamos ocupando del primer momento de la compleja transformación, que estoy procurando situar filogénicamente: de cómo una asociación de células adaptada a alimento pro-

pio de células pasó, sin perder todavía su condición de mera asociación, a vivir de alimento propio de animal. Pues bien, me parece que de esta adaptación ancestral nos da una sorprendente noción la transformación ontogénica de la larva plánula en el celentéreo adulto. Claro que debe usted tener presente que, como es regla general, es una recapitulación muy comprimida de un proceso filogénico ancestral, no sólo más complejo, sino que en la posterior peripecia evolutiva se ha modelado en las ontogénesis de varios modos. Pero, a pesar de todo, opino que, en la inflexión ontogénica que voy a mostrarle, queda notablemente patente lo esencial del proceso filogénico de adaptación a alimento de animal, que nos ocupa.

»Vea usted —*continúa diciendo*— en este esquema¹⁹ el aspecto exterior de una larva plánula y del celentéreo adulto en que se transforma. Con ayuda de estos dibujos de la estructura histológica de la una y del otro,²⁰ voy a exponerle con algún detalle en qué consiste esta transformación ontogénica del celentéreo.

»La larva, maciza, esto es, sin espacio interior (en la figura las paredes aparecen cuando están ya despegadas, constituyendo ya un espacio cerrado), está formada por un ectodermo de células columnares, flageladas, que encierra una masa de endodermo; la larva nada libremente en virtud de los cilios que las células exteriores poseen. Pronto aparece un espacio, el comienzo de la futura *cavidad gástrica* (en este estadio está representada la sección de la larva de la figura). A pesar de su libre movimiento, esta larva no puede considerarse un animal porque carece de todo sistema nervioso y sólo está provista de células nerviosas aisladas, que comunican con células próximas, y de células sensoriales también aisladas. La duración de esta fase planctónica de libre movimiento está gobernada por factores que aún se entienden mal; pero, durante ella, debe vivir de materia desintegrada, es decir, de alimento propio de célula. Llegado el momento la larva experimenta su notabilísima transformación en el celentéreo adulto que consiste en los siguientes hechos: la larva se adhiere a un objeto sólido por el extremo más ancho, anterior (se vuelve sésil), y la cavidad interna abre hacia el exterior una boca por el extremo opuesto, libre. Lo que me interesa señalarle es que, por paradójico que a primera vista pudiera parecer (en realidad, como vamos a ver, se trata de un hecho muy comprensible y significativo), este ser

19. Se trata de una figura, del libro de F. M. BAYER y H. B. OWRE, *The Free-Living Invertebrates*, relativa a la reproducción de los celentéreos, de donde se han separado y dibujado los esquemas de la figura 7.

20. Me muestra otros dos dibujos del mismo libro de Bayer y Owre con los que un dibujante ha compuesto la figura 8.

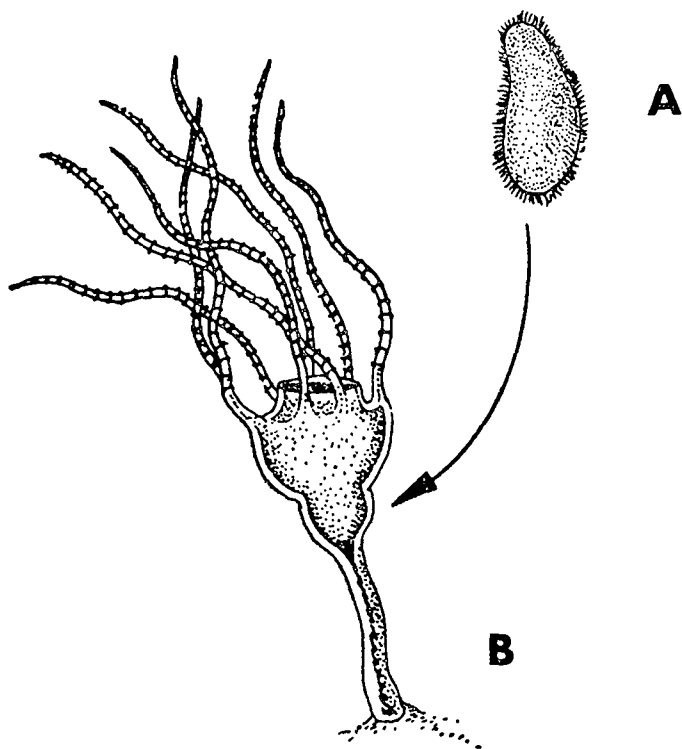
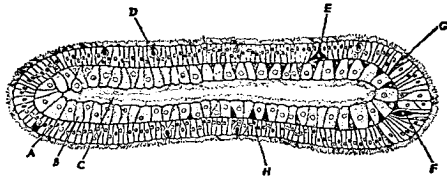


FIGURA 7. La larva plánula y el celentéreo adulto. Dos fases sucesivas del ciclo de Aurelia, una escifomedusa: A) fase de plánula, y B) fase de escifistoma.

fijado al suelo es el paradigma de la primera asociación con alimentación propia de animal: el primer preanimal. Por una parte, las células del endodermo se vuelven funcionalmente, por así decirlo, de espaldas al exterior y se diferencian en células digestivas, que vierten enzimas a la cavidad interior (primer aparato digestivo), y los cilios que movían la plánula se transforman, en cada una de las células del ectodermo, en fibrillas musculares (mionemas) paralelas a la superficie del aparato digestivo, que se disponen en el fondo, longitudinalmente, rebasando de las células mismas y constituyendo el esbozo de un aparato muscular que dota de movimientos conjuntos al animáculo. A la vez, las células especializadas

I



II

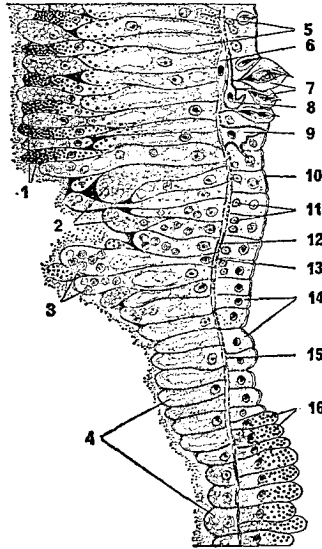


FIGURA 8. Estructura histológica de larva plánula y de celentéreo adulto. (I) *Planula*, A, ectodermo; B, endodermo; C, cavidad gastrovascular; D, nematocisto; E, célula nerviosa; F, célula sensorial; G, célula glandular ectodérmica; H, célula glandular endodérmica. (II) *Corte transversal de la pared de un pólopo hidrozooario*, 1, células glandulares; 2, células enzimáticas; 3, vacuolas alimentarias; 4, células epiteliionutritivas; 5, células epiteliionutritivas de la gastrodermis; 6, célula nerviosa gastrodérmica; 7, nematocistos; 8, célula nerviosa epidérmica; 9, célula sensorial; 10, borde granular de células epidérmicas; 11, células intersticiales; 12, base muscular de células gastrodérmicas; 13, mesoglea; 14, células epidérmicas; 15, base muscular de células epidérmicas; 16, células glandulares epidérmicas del disco pedal.

en recibir estímulos se conectan constituyendo el primer esbozo del sistema nervioso. De este modo, los movimientos de las células aisladas que desplazan la plánula de un lugar a otro en busca de alimento celular se organizan, sacrificando el desplazamiento, para adaptar el ser a captar, por movimientos conjuntos, alimento propio de animal, a englobarlo en la cavidad digestiva, a digerirlo en beneficio del conjunto y a expulsar los residuos.

—*Así, pues, de este modo, la primitiva asociación de células citófagas, en virtud de su adaptación creciente a su alimento propio de animal, llegó a formar su aparato digestivo.*

—Sí, pero no necesito decirle que esta asociación que digiere en una cavidad interna su alimento propio de animal está todavía lejos de ser un animal, ya que sigue aplicando, en la conducción de la acción conjunta necesaria para ello, exclusivamente experiencia individual de las células cooperantes, de modo análogo a lo que sucede en otras asociaciones de células que tampoco se han elevado a constituir un individuo de nivel supracelular (vegetales, saprofitos, esponjas). En el ejercicio de esta acción cooperante propia, por la naturaleza del alimento, de animal, conducida por experiencia celular, las células, ya diferenciadas como hemos dicho (en células digestivas que vierten sus enzimas a la actividad formada por la asociación, en células especializadas en percibir los estímulos alimentarios, en células con cilios dispuestos en mionemas, y en células protonerfiosas que transmiten los cambios de estado de unas células a otras inmediatas), por una parte, se fueron especializando cada vez mejor a sus funciones respectivas, y, por otra y complementariamente, se fueron adecuando cada vez más las unas a las otras en una asociación cuya configuración resultaba de eficacia progresivamente creciente para aprovechar su alimento propio de animal. Ni que decir tiene que en este perfeccionamiento paulatino intervendría, en cada asociación, la acción y experiencia celular a lo largo de su desarrollo y, de una generación a otra, la selección natural.

—*¿Cuál pudo ser esa configuración que fue adoptando la asociación preanimal?*

—A la vista salta que, a lo largo de este proceso evolutivo (en el que operaban siempre ventajas para el ejercicio de una acción propia de animal, pero todavía conducida por experiencia celular), se iría configurando una asociación en la que, por ejemplo: las células receptoras de estímulos se concentraron hacia la boca de la asociación; las células con mionemas se fueron asemejando cada vez más a células mus-

culares y se dispusieron en direcciones (longitudinal y transversal) cada vez más paralelas y mejor coordinadas; y, por último, las protoneuronas se dispusieron también cada vez más paralelamente. Estas líneas de progreso terminaron sentando las condiciones para que en una de tales asociaciones, siempre de muy pequeño tamaño, surgiera el primer organismo animal sobre la acción coordinada de sus neuronas: un campo físico unitario resultado de tales acciones coordinadas de neuronas, que va a permitir allegar experiencia integrada conjunta de las acciones coordinadas, conjuntas. Con ello surge el primer animal, esto es, la acción animal conducida por experiencia animal. Pero lo relativo al surgimiento y naturaleza del organismo animal (base de la futura complejización creciente de la acción y experiencia animal y, en consecuencia, de la filogénesis y ontogénesis de los animales) tenemos que remitirlo ya a la próxima conversación, ¿no le parece?

Cierro mi bloc de notas y, después de consultar nuestras posibilidades, acordamos volver a reunirnos pasado mañana.

XVIII. El surgimiento y naturaleza del organismo animal

7.I.74

Hemos quedado citados a las cinco de la tarde y, sin embargo, cuando a esta hora pulso el timbre de la puerta de IBA, en «Torres Blancas», no acude nadie a abrirme. Apenas vuelvo sobre mis pasos para aguardar en el vestíbulo del edificio, cuando aparece don Faustino, procedente de la calle, agitado y pidiendo excusas.

—¿No le ha abierto a usted Terrón?

—No debe de estar.

—Es verdad. Me dijo que hoy no se quedaría a comer.

Recorremos el pasillo en dirección a su despacho y, al instante, nos concentramos en nuestro trabajo.

—Según quedamos anteayer, hoy tiene usted que darnos su opinión sobre la naturaleza del organismo animal y su relación con el sistema nervioso, tema del que, según recuerdo, ya expuso usted una primera idea en el prólogo al libro del doctor Colodrón La medicina córtico-visceral. Sus fundamentos fisiopatológicos.

—El tema es fundamental. No podemos soslayarlo de ninguna manera.

Se ha dejado caer en el sillón como si se hallara cansado, pero inmediatamente se levanta y prosigue:

EL CONCEPTO DE ORGANISMO FRENTE A MECANISMO

—Voy a intentar explicárselo. En nuestra consideración evolucionista del ser vivo puede decirse que el concepto clave es el de organismo. Necesariamente, cada vez que nos enfrentamos con un nuevo tipo de ser vivo, hemos de considerar su organismo, que es, por así decirlo, donde radica su individualidad. Será necesario puntualizar aquí que todo aquello que, esencialmente, sea un todo formado de partes distintas, aunque sean dinámicas e interdependientes en su dinamismo, pero que no esté sometido a la guía de un organismo (ser vivo), ni a la interacción mediada por un conjunto de organismos (asociación de seres vivos), se puede denominar mecanismo. Contraponemos así lo múltiple coherente (el

mecanismo) a lo uno (organismo). Según esto, mecanismos son desde un montón de arena hasta un reloj o una máquina cibernética. Todo mecanismo obedece a las leyes de la mecánica, y todo ser vivo, en cuanto formado por partes interdependientes, obedece también a ellas. Pero las solas leyes de la mecánica no bastan para explicar un organismo; es decir, un ser esencialmente unitario, individual.

—¿Qué es, para usted, un organismo? •

—Realmente, lo que distingue al organismo en que culmina la individualidad de un ser vivo (y, *mutatis mutandis*, el campo físico en que radica la individualidad de una molécula, un átomo, etcétera) es un campo físico circunscrito, unitario, en permanente estado de desaparición y de surgimiento, para lo cual tiene que estar enfrentado directamente con el proceso conjunto de la realidad, con el cosmos sometido a evolución (del que continuamente resulta), en uno de los niveles de la realidad y en un entorno determinado. Y no en un entorno cualquiera, sino en un entorno capaz de haber previamente integrado estímulos de la misma naturaleza física que el organismo; sólo procesos dirigidos de un determinado nivel de integración pueden operar coherentemente sobre individuos de ese determinado nivel, y ser operados por éstos. De esta manera, la consideración de los seres vivos por su organismo, esto es, por su unidad esencial (que se reduce, en puridad, a su acción y experiencia) equivale a interpretarlos en función del perpetuo movimiento que todo lo penetra (a uno u otro nivel), pero sujeto a dirección, esto es, dentro del conjunto integrado, sometido a evolución que es la realidad. Como hemos dicho varias veces, en nuestra consideración del ser vivo, una de las ideas rectoras es la intuición de Hegel de la perpetua contraposición de la unidad con el todo. Cómo se verifique esto en determinados niveles de la realidad es el objeto fundamental de la biología.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DEL ORGANISMO ANIMAL

»Dicho lo anterior, el organismo animal (es decir, aquello que cuando es producido por una asociación de células transforma a éstas en animal) es un campo físico, necesariamente de una de las formas de energía que estudia la física. Por otra parte, ese campo físico, unitario, circunscrito, tiene que formarse continuamente y perderse continuamente en la realidad ambiental. De este modo, también sabemos que ha de resultar obligadamente de la acción celular, ya que el animal (sin excluir al hombre) es una unidad esencial constituida

directamente sobre una suma mayor o menor de unidades esenciales de nivel inmediato inferior, de células. Así, pues, el organismo animal ha de surgir, mediante un cambio de cualidad evolutivamente inteligible, no de algo abstracto, sino de algo muy concreto, a saber, de la actividad coordinada de la acción celular. Podemos dar un paso más y concretar que las células del organismo animal en que culmina la actividad coordinada de todas sus células somáticas y que dan origen al organismo animal son las células nerviosas, las neuronas.

—*Así, pues, según lo que usted me dice, tenemos que ver ahora de qué manera consiguen las neuronas producir el campo físico que constituye el meollo del animal, lo que distingue a todo animal vivo de lo que todavía no lo es (su germen embrionario), o de lo que ha dejado de serlo (su cadáver).*

Se ha detenido en el centro del despacho para escuchar mi intervención e, inmediatamente, con las manos atrás y la vista ligeramente baja, reanuda su paseo.

RECONSIDERACIÓN DE LA ASOCIACIÓN DE CÉLULAS ANCESTRAL DEL ANIMAL PRIMIGENIO

—Perfectamente, amigo Núñez: volvamos para ello a la asociación de células preanimal cuya historia iniciamos en la conversación anterior, pero teniendo ya *in mente* este problema del origen del organismo animal, para lo que tendremos que prestar, obviamente, especial atención a unas determinadas células: las ancestrales de las neuronas, a las que denominamos protoneuronas. Usted recuerda que teníamos una pequeña asociación de células, originariamente citófitas, asociación que, en su adaptación a aprovechar alimento de animal (restos de asociaciones de células), había ido realizando una serie de diferenciaciones de sus células y de conformaciones de la asociación como un todo. En lo que expusimos podemos señalar cinco especializaciones: unas, de las células coasociadas; otras, relativas a la asociación como un todo. Voy a recordárselas.

»1. Parte de las células citófitas, en virtud de una adaptación funcional sencilla, se transformaron en células digestivas, a expensas de su función sensorial y motora.

»2. El resto de las células se especializaría en sus funciones sensoriales y motoras, constituyéndose, con sacrificio de su función digestiva intracelular, en células flageladas o ciliadas al servicio de la movilidad de la asociación, células que se alimentarían del producto degradado por las digestivas.

»3. La pequeña asociación, móvil y con células digestivas, fue adquiriendo, por obra de ventajas selectivas obvias y operantes, forma de gástrula con las células digestivas alojadas en el interior.

—Recuerdo perfectamente —le interrumpo al llegar a este punto de su exposición— tres ideas de nuestra última conversación que me impresionaron por su claridad: que el alimento propio de animal hizo la célula digestiva; que la célula digestiva hizo el aparato digestivo (la asociación preanimal era un puro aparato digestivo); y, finalmente, que este aparato digestivo fue lo que llegó a constituirse en animal.

—En efecto, y el surgimiento del primer organismo animal, como resultado culminante de la creciente cooperación de células en favor de la progresiva eficacia de este aparato digestivo (gástrula) inicial, es nuestro tema de hoy. Sigo enumerando las especializaciones que debieran haberse producido en esta asociación preanimal y que ya hemos apuntado:

»4. Las células sensitivo-motoras se diferenciaron, a su vez, en pares de células sensorial y motora, y, posteriormente, en ternas de células sensorial, protoneuronal y motora, al servicio, obviamente, de la mejor cooperación general motora frente al alimento propio de animal. Es obvio que se trata de la división, en la filogénesis y en la ontogénesis, entre varias células, de funciones, que, junto con la digestiva, todas se desempeñaban en un principio por todas y cada una de las células citófagas coasociadas.

»5. En fin, las ternas de células sensorial, protoneuronal y motora (o, más probablemente, los pares previos de célula sensorial y motora antes de haberse diferenciado la protoneuronal intermedia) experimentaron los cambios de estructura que les permitieron pasar desde su primera función de desplazar la asociación (todavía con células digestivas externas) hacia el alimento pluricelular, y adosarla a él de modo conveniente para regarlo eficazmente con los enzimas digestivos y para aprovechar el alimento así digerido, hasta su función nueva, preanimal, de incorporar a la gástrula, una vez constituida ésta, tal alimento para digerirlo interiormente.

EL SURGIMIENTO DE LA ACCIÓN «ANIMAL»

»A la vista salta que esta adaptación funcional exige una cooperación mucho más íntima que en su función anterior entre las distintas ternas de células sensitiva, protoneuronal y motora, ya que todas las ternas han de aplicarse a una acción conjunta que prefigura la animal y que alcanza a toda

la asociación coordinada en un movimiento solidario. Por eso parece muy probable que este esbozo ancestral del primer animal, y por tanto el primer animal mismo, fuese sésil y que, como parece significarlo el tránsito ontogénico de la larva Planula móvil al Acoela adulto sésil, toda la actividad motora de desplazamiento de la asociación hubiera de resolverse en el movimiento «digestivo» de la gástrula frente al alimento propio de animal, desde que éste se ponía en contacto con la boca de la gástrula. Este movimiento conjunto, que, le repito, prefigura la acción animal, hubo de ser el origen, desde que se constituyó el organismo animal, de todos los movimientos animales, cualitativamente distintos (de un nivel más de integración) de los meramente celulares de la larva Planula. Podemos decir que las ternas de células sensorial, protoneuronal y motora tuvieron que ir perfeccionando sus tres tipos de células y que irse disponiendo unas respecto a otras de modo tal que, cuando la gástrula se pusiera en contacto con el alimento, se moviera de un modo que esbozara el movimiento «autónomo» de nuestro estómago. A ello inicialmente se reduciría su movilidad.

—*Me parece ya perfectamente centrado el problema. Me imagino bastante bien esa asociación gastrular adaptada a vivir de alimento propio de animal, que tenía que esperar a que este alimento le llegara, y que, cuando se ponía en contacto con su boca, moviendo coordinadamente sus células motoras, engullía el alimento para digerirlo en su interior. ¿Cómo se convierte, al fin, esta asociación en animal?*

—Para vislumbrar en qué pudo consistir el surgimiento sobre una asociación de individuos celulares de un individuo nuevo, supracelular, conviene que tenga muy en claro (y perdóneme si insisto machaconamente) que la asociación hasta aquí esbozada, aunque ciertamente realizaba acciones conjuntas capaces de manejar masas de alimento propio de animal, de modo que prefiguraban exteriormente acciones animales, tales acciones no eran aún propiamente animales, en cuanto que eran conducidas y perfeccionadas, en cada ontogénesis y en la filogénesis, por experiencia celular exclusivamente, en concreto por la experiencia que ganaba, en la práctica de la acción conjunta, cada una de las múltiples células cooperantes en ella. Por lo demás, para centrar más las ideas, en estas acciones sólo operan estímulos celulares, que van de una célula a otra contigua.

—*Nuestro problema ahora, pues, es cómo de estas múltiples experiencias de individuos celulares cooperantes se llegó a integrar una experiencia superior y, de este modo, surgió el animal.*

Don Faustino responde con esa vivacidad que rara vez le abandona:

EL PROGRESO DE LA ACCIÓN «ANIMAL»

—Y ello, ni que decir tiene, conservándose las experiencias celulares que tendrán que constituir para siempre la base insoslayable de la nueva experiencia superior que habrá de surgir de aquéllas continuamente, en la ontogénesis de cada animal y en el mantenimiento de toda vida animal, instante a instante. Así, pues, el surgimiento de la experiencia animal (dicho más concretamente, primero, el establecimiento de estímulos animales entre células de la asociación, y, posteriormente, la constitución, con estos estímulos, del organismo animal —sustrato de tal experiencia— por células especializadas) tuvo que producirse como consecuencia de la experiencia ganada por células de la asociación preanimal en el perfeccionamiento progresivo de su acción cooperante, manejando entre ellas el alimento propio de animal. En resumen, los estímulos animales, primero, y, luego, el organismo animal, resultaron del perfeccionamiento de la función y estructura de las ternas de células sensorial, protoneuronal y motora, y, en concreto, de las protoneuronas que, al devenir neuronas, se especializaron en producir el organismo animal.

»Tenemos, pues, que considerar con especial atención el progreso de las protoneuronas para vislumbrar su transformación fundamental en neuronas. Ni que decir tiene que no podemos entender este progreso de la protoneurona sino en el marco de la terna de células (sensorial, protoneuronal y motora) a la que pertenece. Con ello enlazamos con lo último de que hablamos el día anterior, que voy a reconsiderar sucintamente.

LA EVOLUCIÓN DE LAS TERNAS DE CÉLULAS SENSORIAL, PROTONEURONAL Y MOTORA

»Parece obvio que los hechos siguientes resultarían ventajosos para la cooperación de las células de unas ternas con las de otras en el manejo de alimento de animal en beneficio de todas las células coasociadas:

»1. Que las células sensoriales se fuesen disponiendo de un modo uniforme alrededor de la boca de la gástrula sésil y fuesen afinando su percepción del alimento pluricelular cuando éste se pusiera en situación conveniente respecto a la boca, y que tal afinamiento se produjese en todas las células con la misma eficacia e isócronamente.

»2. Que las células motoras, que ya habrían experimentado la notable adaptación —testimoniada en el tránsito ontogénico de la larva Planula al Acoela adulto— de interiorizar cilios en mionemas, lo que las transforma en células protomusculares, se dispusieran en anillos, primero uno, luego varios, situados de modo que dotaran a la gástrula de movimientos conjuntos de atrapamiento de la comida, de expulsión de los restos, etcétera.

»3. Que las protoneuronas, por una parte, adoptaran forma alargada (para mediar entre el anillo sensorial y uno de los anillos motores) y con dentritas en los extremos (para recibir estímulos de varias células sensoriales y poder transmitir estímulos simultáneamente a varias células motoras del anillo con que conecta); y, por otra parte, que las protoneuronas de las distintas ternas se dispusieran cada vez más regularmente entre sí, paralelamente, por ejemplo, constituyendo superficies cilíndricas que enlazaran el círculo sensorial con cada uno de los círculos motores, etcétera.

»Nos desviaría de nuestro propósito examinar cómo se produjeron estas adaptaciones de los tres tipos de células constituyentes de las ternas sensorio-motoras; sólo quiero señalarle que, cada pequeño progreso parcial de uno de los tres tipos, ofreció la base para progresos parciales complementarios de los otros dos, cada uno de los cuales, a su vez, permitió un progreso más en las otras, y así sucesivamente. Pero, sin más comentarios, aunque resulte difícil sustraerse a ellos, pasemos a la protoneurona evolucionada, ya dentro del progreso conjunto de la asociación, hasta encontrarse en las condiciones propinicias para coordinarse mediante estímulos animales y, luego, para producir continuamente con ellos el organismo animal.

EL SURGIMIENTO DE LOS ESTÍMULOS ANIMALES: LA TRANSFORMACIÓN DE LA PROTONEURONA EN NEURONA

—Perfectamente. Ahora es necesario que me exponga su concepto de los estímulos animales y en qué difieren de nuestros viejos amigos, los celulares. Tenemos esas protoneuronas paralelas, tan atentas a percibir estímulos celulares procedentes de las sensoriales y a emitir estímulos que son recibidos por las motoras. Usted me anuncia que ellas, precisamente, van a ser las emisoras y receptoras del nuevo tipo de estímulos.

—Tengo que advertirle que los conceptos que me faltan por exponerle hoy tal vez supongan alguna dificultad (como siempre, por ir a contrapelo de nuestros prejuicios), aunque

espero encontrarle preparado, por lo que hablamos en su día, del surgimiento de los estímulos celulares.

»¿En qué pueden consistir los estímulos animales así generados por las protoneuronas y, por vez primera, utilizadas por ellas como guía para su acción? Por definición, tienen que satisfacer una serie de requisitos. Por una parte, los estímulos animales han de diferir cualitativamente de los celulares, de modo que se distinguen inequívocamente de ellos; en segundo lugar, han de constituir un indicio específico del alimento propio de animal, y que resulte más eficaz que los estímulos celulares operantes entre las células de las ternas, que guiaban su cooperación frente a este tipo de alimento; en tercer lugar, han de tener previa existencia física, ser algo que era ya producido por las protoneuronas, y que se hizo aprovechable por ellas, como estímulo de su acción, precisamente a consecuencia del progreso de la actividad cooperante entre estas células ante el alimento pluricelular (para ser congruente con esta actividad cooperante y contribuir a que se realice con más eficacia); y, por último, que, con los estímulos animales originarios que consideramos, pueda constituirse y mantenerse de modo inteligible, por acción y experiencia de las células que los producen y aprovechan (esto es, por las protoneuronas, vueltas neuronas), el organismo animal, capaz de gobernar la actividad conjunta de las células del soma animal obteniendo continuamente experiencia de ella.

—El problema de la naturaleza de los estímulos animales —le digo—, así planteado, no parece muy indeterminado. No se trata de decidir entre varias posibilidades, sino de buscar una que cumpla todos los requisitos que usted expone, cosa al parecer difícil.

—A mí me parece que hay una única solución que, inequívocamente, satisface todos los requisitos, y no encuentro otra alternativa que cumpla, no todos, sino ninguno de ellos. Paso a exponérsela sin más preámbulos.

»Preguntémosnos, pues, ahora, cuáles pudieron haber sido las alteraciones ambientales provocadas por protoneuronas que habían alcanzado el progreso señalado (forma alargada, longitud uniforme y paralelismo entre todas las que vinculan sendas células del anillo sensorial con sendas células de uno de los anillos motores), alteraciones capaces de ser percibidas por otras protoneuronas y que resultaban, de algún modo, de cooperar de consuno en acciones propias de animal y que, usadas como estímulo, facilitaban esta cooperación. Para responder a la pregunta recordemos lo que es una célula (y, por tanto, la protoneurona), definida por acción y experiencia, y qué modalidad especial pudo tomar esta acción y ex-

perencia celular cuando una célula adoptó la forma y disposición recíproca propias de la protoneurona.

»Sabemos que una célula es un individuo biológico (el ser vivo del segundo nivel de integración), caracterizado por un organismo de una determinada naturaleza física que le permite un modo de acción y experiencia peculiar (gobernar un tipo privativo de medio), con el que obtiene alimento celular, lo transforma y lo distribuye entre los individuos protoplásmicos subyacentes, de cuya cooperación ha de resultar continuamente dicho organismo celular. En su día, con un detenimiento superior al habitual en estas conversaciones nuestras, le razoné mi opinión de que el organismo celular consiste en una masa de agua circunscrita (delimitada de algún modo del agua que es la sede de la actividad de los individuos protoplásmicos), masa que se extiende por todo el soma celular y que, como resultado de la actividad de individuos protoplásmicos especializados, está constituida en un campo de gradientes de pH.

»Excusado es decir que este campo, abandonado a sí mismo, tiende a deshacerse continuamente; obviamente, el agua circunscrita que lo constituye tiende a uniformar el pH de todos sus puntos, lo que equivale a que en ella se produzcan continuos desplazamientos de H^+ desde las zonas más ácidas hacia las más alcalinas (o, complementariamente, desplazamientos de OH^- desde las zonas más alcalinas hacia las más ácidas), si bien estos desplazamientos continuos son contrarrestados, también continuamente, por la actividad metabólica del conjunto de individuos protoplásmicos especializados en el mantenimiento del campo (del organismo celular). En estado de reposo de la célula, ambos procesos, el que tiende a anular el campo y el que tiende a restablecerlo, están muy equilibrados y el campo se mantiene aparentemente estable, sin causar alteraciones apreciables sobre el ambiente, si bien, le insisto, se trata de un equilibrio dinámico, del compromiso entre dos procesos continuamente operantes: la tendencia interna a nivelarse propia del campo y el restablecimiento de éste por efecto de la actividad metabólica normal, básica, de los individuos protoplásmicos especializados en mantener el campo. Cuando, ante estímulos del medio celular, se desencadena una acción celular, se perturba el equilibrio señalado y el organismo celular se altera, tiende a aniquilarse por una causa externa, y los individuos protoplásmicos especializados en el mantenimiento de él exaltan su actividad y, coordinados en su cooperación por el estado mismo del organismo, restablecen con una demora, por corta que sea, el campo físico definidor del organismo celular. Así, pues, el estado de reposo y el de actividad de las células tienen en común algo muy básico: el hecho de que el or-

ganismo celular siempre resulta de una pugna de dos procesos opuestos, uno que tiende a destruir el campo y otro, posterior y más rápido, que tiende a restablecerlo.

»Ahora bien, entre el estado de reposo y el de actividad puede apreciarse una diferencia notoria: en el estado de reposo celular absoluto (que, sin duda, es un estado límite inexistente en su plenitud), el organismo celular se limita a destruirse internamente, por igual en todo su ámbito, desordenadamente, y es reconstruido por actividad básica, desvinculada entre ellos, de los individuos protoplásmicos especializados en mantener el campo; en cambio, en estado de actividad celular, la desorganización del campo está determinada por acciones coordinadas (mediante el campo mismo) de individuos protoplásmicos efectores de la acción, y ha de corregirse por la acción cooperante de otros individuos protoplásmicos, de un modo determinado que permite allegar experiencia. Ya le he señalado que, de hecho, un estado de reposo celular absoluto no debe existir; la vida de la célula es una sucesión ininterrumpida de acciones ligadas por experiencia (por el tanteo de corregir cada vez mejor el trastorno de la precedente por una compensadora). Pero dejemos esta cuestión, importante, pero para nosotros incidental. Lo que deseo hacerle ver es el hecho de que, en toda acción moderada o intensa de una célula, como consecuencia de las alteraciones de su organismo, se producen, en éste, desplazamientos dirigidos de H^+ (y, en sentido inverso, de OH^-) de unos puntos del campo a otros, desplazamientos que constituyen corrientes eléctricas, y que serán más amplios y más duraderos en direcciones determinadas cuanto más intensa sea la acción. Este efecto de la acción celular desencadena la reacción compensadora que restablece rápidamente el campo, con efectos eléctricos de signo y de sentido aproximadamente contrarios.

—*Bien, ése es el modo general de acción y experiencia de toda célula. ¿Pero qué ocurre, en particular, en las protoneuronas?*

—A mi modo de ver, las protoneuronas constituyen un caso extremo de perfeccionamiento y de especialización de la acción y experiencia celular, en el que los efectos señalados de la acción sobre el organismo celular adquirieron una gran amplitud y una especial característica, que voy a procurar señalarle. Voy a esforzarme por exponerlo del modo más escueto y rápido; perdóneme usted por el esfuerzo de atención sostenida a que le obligo.

—*Creo que merece la pena. Le agradezco el trabajo que se toma por hacerme comprender un tema de tanta*

trascendencia como éste del surgimiento del organismo animal.

—Pues bien, consideremos la protoneurona evolucionada del modo que hemos señalado y que prefigura la futura neurona. Se trata de una célula de forma alargada, que se alimenta, probablemente de modo uniforme y sostenido, con agua que contiene alimento protoplásmico preparado por las células digestivas, y cuya acción y experiencia se centra en una actividad que, por una parte, vista desde fuera, es claramente discontinua y, por otra, está polarizada en sus extremos. Por uno de ellos, por las dendritas con que se enfrenta a las células sensoriales, la protoneurona recibe, de vez en cuando, estímulos químicos, emitidos por la célula sensorial, indicativos del cambio de estado de actividad de esta célula, cambio provocado, a su vez, por su percepción de estímulos alimentarios; por el otro extremo, el de las dendritas con que se enfrenta a las células motoras, la protoneurona responde a la estimulación provocada por su célula sensorial, emitiendo estímulos químicos para la célula motora. Para que el trastorno metabólico provocado en el extremo sensorial de la protoneurona por los estímulos químicos incidentes se traduzca en la emisión en el extremo motor de estímulos químicos (resultado también de actividad metabólica en este extremo), es obviamente necesario que toda la célula se vea recorrida por una corriente de transformación metabólica, realizada por sus individuos protoplásmicos y gobernada por la célula como un todo, ya que en ella consiste su actividad asociativa especializada. Ahora bien, una actividad metabólica asociativa generalizada de una célula tiene que repercutir sobre su organismo; por ello, en el caso que nos ocupa, debe consistir en una ola de cambio de pH que recorra la protoneurona de un extremo a otro. Más concretamente, la acción celular de la protoneurona debe consistir en un avance de metabolitos ionizados, transmitidos de individuo protoplásmico a individuo protoplásmico a lo largo de la célula (por el espacio hídrico reservado a los medios protoplásmicos); y la repercusión de esta acción celular sobre el organismo de la protoneurona, que (reaccionando rápidamente) conduce esta acción, hubo de consistir en el trastorno, y ulterior recuperación, del campo de pH en que consiste el organismo celular que (como masa de agua circunscrita) se extiende a lo largo de la célula.

»En conclusión, la protoneurona, por su función y estructura, al realizar su actividad asociativa, determinaba corrientes eléctricas que se desplazaban precisamente a lo largo de la célula. Por otra parte, el perfeccionamiento de las protoneuronas fue exigiendo, como sabemos, que se dispusieran

entre sí según pautas de paralelismo dentro de la asociación y, además, que, dentro de cada pauta, transmitiesen cada vez más al unísono los estímulos sensoriales a las células motoras para que éstas pudiesen actuar coordinadamente ante el alimento de animal. Según esto, las protoneuronas, a consecuencia de su progreso, tendieron a producir sendas corrientes eléctricas paralelas y cada vez más simultáneas, desencadenadas por estímulos emitidos por células sensoriales cuyo progreso, a su vez, exigía responder cada vez más al unísono, ante estímulos llegados del alimento animal. Pues bien, a la vista salta que las oscilaciones de intensidad de las corrientes eléctricas determinan campos magnéticos perpendiculares a la dirección de la corriente y que estos campos tienden a coincidir espacio-temporalmente en las protoneuronas (por las previas ventajas selectivas del paralelismo y de la simultaneidad de acción entre estas células). Naturalmente que las oscilaciones de las microcorrientes eléctricas originadas en toda célula a consecuencia de su actividad celular producen siempre campos magnéticos (de modo que los de las protoneuronas eran una forma especial de algo preexistente), pero, sólo en estas células, llegaron a ser, los producidos por unas, potencialmente perceptibles por otras. (En efecto, el campo magnético provocado por la acción celular de cada una modula —influye— sobre el campo magnético general determinado por las acciones de todas y las modulaciones así producidas pueden a su vez influir —y así ser tomadas como guías de la acción— sobre el organismo celular de cada una que, asimismo (como sabemos), es un campo eléctrico de la misma dirección que el establecido por la acción celular de las protoneuronas.)

—Estas alteraciones del campo magnético común de las protoneuronas paralelas; provocadas por cada una al entrar en acción y perceptibles por los organismos de las demás, son, sin duda, los estímulos «animales».

—Satisfacen al menos las exigencias que antes postulamos para tales estímulos. Para poder actuar como estímulo de un ser vivo, una alteración ambiental no sólo habrá de serle físicamente perceptible (alterar directa o indirectamente su organismo), sino que debe adquirir sentido para él, a fin de determinar una acción que responda adecuadamente a la alteración. En caso contrario, el ser vivo, o logra inhibirse de la alteración, ponerse a cubierto, de la alteración, inhibiendo toda reacción, o se ve perturbado por ella. Por definición, un estímulo es una alteración ambiental que resulta útil. Amigo Núñez, es fácil deducir que estas alteraciones ambientales resultan útiles para poner al unísono la acción de todas las protoneuronas y, en concreto, como

señal de la acción conjunta de todas. En este sentido, son los primeros estímulos genuinamente animales.

»Hasta el momento, las ternas de célula sensorial, de protoneurona y de célula motora se lograban acompasar en una acción conjunta por la capacidad de responder de modo cada vez más uniforme y simultáneo a estímulos que incidían a la vez sobre todas ellas, procedentes del alimento de animal, pero actuando realmente como un haz disperso de estímulos celulares. De ahora en adelante, no va a ser así, basta que estos estímulos desencadenen la acción de contado número de ternas, para que la actividad de sus protoneuronas, alterando el campo magnético común, se constituya en señal de todas, que, de este modo, responden aceleradamente al unísono. Vemos, por una parte, que estos estímulos culminan (y necesitan) el progreso anterior, pero que lo elevan a una eficacia mayor y que, por otra parte, son indicios de algo cualitativamente nuevo: del estado de la actividad conjunta (referible, pues, al alimento animal como tal, no a estímulos celulares emanantes de él de modo disperso) de todas las protoneuronas, operante sobre cada una.

—¿Y el organismo animal?

SURGIMIENTO Y NATURALEZA DEL ORGANISMO ANIMAL

—No nos queda casi tiempo, pero hemos de dar este último paso. Estos estímulos permiten realizar una acción conjunta única (la que dio origen a la estructura misma) de manera más eficaz, pero todavía múltiple, de las células que se comunican mediante ellos. Cuando llega el alimento de animal, las primeras células sensoriales que perciben estímulos emanantes de él, estimulan a las correspondientes protoneuronas, cuya puesta en actividad es percibida por todas las protoneuronas del haz, atentas, doblemente, a responder a los estímulos celulares que vienen de las células sensoriales, y a responder al campo magnético común determinado por las oscilaciones de actividad de cualquiera de ellas. Este segundo estímulo, no sólo es más rápido que el celular, sino que puede proporcionar a cada protoneurona una experiencia de un orden más de complejidad que la resultante del primero. Imagine usted una primera división de trabajo entre unas protoneuronas que siguen especializadas en percibir los estímulos procedentes de sus células sensoriales y otras especializadas en percibir los cambios de actividad de las primeras (en concreto, los campos magnéticos por éstas producidos al entrar en actividad). Es obvio que el campo magnético producido, y por tanto su influencia sobre el organismo

celular de cada protoneurona del segundo tipo, será distinto según sea el número de protoneuronas del primer tipo que entran simultáneamente en acción, y según sea la colocación de estas protoneuronas, en actividad en un momento dado, respecto a las del segundo. La influencia será obviamente distinta (y es físicamente comprensible que las protoneuronas así especializadas llegasen a percibirlo) cuando, por ejemplo, el campo magnético procede de un sector muy limitado de la asociación, que cuando procede de un sector amplio o, incluso, general.

»Esto abre la posibilidad de que cada protoneurona del segundo tipo tenga indicios del mapa de estímulos celulares que, en un momento dado, inciden, desde el alimento de animal, sobre el conjunto de células sensoriales y, en definitiva, sobre la posición relativa de este alimento respecto a la asociación que nos ocupa. Por primera vez, las protoneuronas pueden adquirir experiencia de la acción conjunta ante el alimento de animal. Supongamos que el primer tipo de protoneuronas se desconecta de las correspondientes células motoras y el segundo de las correspondientes células sensoriales; el conjunto de las primeras pasa a constituir un instrumento (el órgano) transformador de los estímulos celulares en genuinos estímulos animales, que van a actuar sobre las protoneuronas del segundo tipo; y el conjunto de las segundas (necesariamente dispuestas en paralelo entre sí y con las primeras) constituye el instrumento (el órgano) desencadenador de acciones conjuntas motoras capaces de actuar coherentemente sobre el alimento de animal, cuando éste se ponga en situación adecuada respecto a la boca de la asociación. En resumen, el primer conjunto constituye el esbozo de los órganos de los sentidos animales; y, el segundo, el esbozo del sistema nervioso.

—Dentro de la dificultad que me ofrece el tema, me resulta suficientemente claro lo que usted entiende por estímulos animales, por estímulos que guían acciones propias de animal; el estímulo animal resulta de estímulos celulares, pero combinados en algo físicamente distinto de éstos. El organismo animal ya no me resulta inimaginable; ¿quiere usted hablarme de cómo surge y en qué consiste?

—Me parece que la misma especialización de las protoneuronas del segundo tipo, a saber, su atención polarizada hacia el campo magnético capaz de influir sobre el campo eléctrico constitutivo de su organismo celular, establece una posibilidad de progreso especializado nueva, última, la originaria de la experiencia animal, la básica, pues, de la ontogénesis y filogénesis de los animales. Se trata de que, por la alerta continua en que se mantienen hacia los estímulos ani-

males, las protoneuronas del segundo tipo aprendan y se configuren para realizar cada una una acción celular (una corriente dirigida de iones a lo largo de su soma), que oscile en cada una de ellas de un modo determinado, en estado de reposo de la célula. Así, entre todas las protoneuronas en reposo mantienen perpetuamente un campo magnético fluctuante, en continuo trance de perderse y de ser restablecido entre todas, que constituye la referencia insustituible para diferenciar, unos de otros, diversos estímulos animales (es decir, estímulos determinados todos, directa o indirectamente, por alimento de animal) por la alteración particular provocada por cada estímulo en dicho campo magnético común. Evidentemente, esta capacidad de diferenciar estímulos animales es lo que permite adquirir experiencia de acciones conjuntas motoras adecuadas a cada estímulo. El organismo animal es este campo magnético común, de determinadas líneas de fuerza, que permanentemente envuelve a las protoneuronas del segundo conjunto especializadas en mantenerlo. Cuando estas protoneuronas adquirieron su nueva función pasaron a ser neuronas propiamente dichas y, su conjunto, un sistema nervioso; de la asociación preanimal de células habían surgido individuos de nivel supracelular, animales.

—*¿Qué significa que, como alguna vez me ha señalado, el organismo animal sea un individuo genuino, de un nivel de integración energético-material antes inexistente?*

—En efecto, le he hablado a usted del surgimiento y naturaleza física del organismo animal, me falta hablarle a usted de su individualidad. No puedo eludirlo, ya que la biología se ocupa de individuos de tres niveles de integración sucesivos, protoplásmico, celular y animal. Por una parte, me parece que el concepto de individuo se entiende científicamente (esto es, en términos de procesos del resto de la realidad) si se comprenden bien las analogías esenciales que existen entre cada tipo de organismo y los organismos del nivel inmediato inferior de cuya cooperación aquél resulta; como el organismo animal, el celular y el protoplásmico tienen analogías esenciales (ante todo, el modo de surgir y mantenerse sobre el inferior), se comprende que los tres niveles de organismo posean una propiedad equivalente a los respectivos niveles (frente a sus medios respectivos): precisamente la individualidad o, dicho de otro modo, la capacidad de acción y experiencia.

»Para terminar hoy, le diré que la propiedad básica que comparten los tres niveles de organismo de los seres vivos es su relación permanente con organismos de nivel inmediato inferior y, a través de ellos, con el todo en evolución. De este modo, la capacidad de acción y experiencia (propias de las unidades contrapuestas al todo) resulta una propiedad funda-

mental de la realidad objetiva, que describe el proceso de la evolución con máxima generalidad. Pero este punto parece propio para iniciar una conversación, no para terminarla, y resulta adecuado para abordar desde él la evolución del animal, tema al que dedicaremos el próximo lunes.

XIX. El organismo animal, discusión de su relación con el sistema nervioso y de su individualidad

16.I.74

Durante la última semana, el doctor Cerdón ha trabajado intensamente sobre un problema íntimamente relacionado con el origen de los animales homeotermos y, en particular, con el de los mamíferos: el de la sudoración, y, más en general, el de la adaptación especial que manifiesta la dermis en los mamíferos. Tiene abierto, sobre la mesa, la Histologie du Système Nerveux, de Cajal —al parecer esta obra maestra de nuestro insigne histólogo nunca apareció en castellano—, y le encuentro inclinado sobre el artículo de la Enciclopedia Británica donde se describe la histología de la piel. Levanta los ojos para sonreírme e iniciar, con frases que transcribo a continuación, esa fase de nuestros encuentros que podría denominarse de precalentamiento:

LA BIOLOGÍA VIGENTE Y EL PENSAMIENTO CIENTÍFICO GENERAL

—Estamos en un momento de mísera aplicación a la biología de pensamiento general; es decir, de aplicación de lo que los hombres han llegado a conocer como leyes generales de la realidad. Como regla, no se recurre a la teoría para forzar el descubrimiento de hechos nuevos, significativos, ni se utilizan los hechos contradictorios, excepcionales, para corregir y desarrollar el pensamiento teórico. En una palabra, la biología casi nunca se eleva a ejercicio científico, y permanece al nivel de un craso empirismo.

»Podría atribuirse este estado de cosas al hecho de que para la biología resultan insuficientes los postulados de la ciencia experimental que se han aplicado con tanto éxito a la química. Pero es y no es así: por una parte, los seres vivos están mal entendidos, mal distinguidos en su sustrato físico, lo que dificulta obtener de ellos conocimiento experimental; y, por otra parte, la familiaridad natural que tenemos con el tipo superior de ellos, con los animales (debida al hecho de ser nosotros mismos animales) hace que poseamos de los seres vivos un incomparable conocimiento empírico, y que nos planteen problemas más profundos que los que aborda en sus campos de conocimiento la ciencia experimental. En resumen, es urgente dar los pasos necesarios para someter los seres vivos a conocimiento científico experimental y, a la vez, organizar el conocimiento experimental así obtenido de modo que pueda responder al nuevo orden de pro-

blemática científica; es decir, elevarlo a lo que podemos denominar ciencia evolucionista.

»Usted sabe ya la causa de este fracaso de la ciencia experimental ante los seres vivos. Se debe al desconocimiento de los niveles de integración energético-material de los seres vivos (individuo protoplásmico, célula, animal) y, en consecuencia, a la resistencia a considerarlos como genuinos individuos. Se tiende, pues, a considerar los seres vivos como sistemas químicos enormemente complejos, en los que es imposible dominar el estado de todas las moléculas que intervienen. Claro que la visión global detallada de este sistema es imposible; ahora bien, en él están los datos (parte de los datos) pero no la clave. La clave de la multiplicidad inextricable del acontecer molecular hay que buscarla en la unidad esencial que resulta de ella (mejor dicho, en los tres pisos de unidades), y viceversa.

»En concreto, el fracaso de la biología experimental radica en la tendencia a reducir el ser vivo a problemas químicos. Claro que los seres vivos surgen del nivel molecular que les da una base indispensable. Pero los seres vivos así originados de las moléculas son unidades cualitativamente distintas de ellas y de su conjunto, de modo que hablar de biología molecular implica una contradicción interna, una *contradictio in adjecto*. Los individuos de cada nivel tienen un modo peculiar de acción y experiencia (de conciencia) que les mantiene en equilibrio unos con otros, y es a través de los demás del nivel como hay que gobernar cada uno. Actuar con moléculas sobre moléculas, como hace la química, es correcto y proporciona genuino conocimiento experimental, previsible y cuantificable. Actuar con moléculas, químicamente, sobre el animal es incoherente; de este modo, se opera sobre el nivel molecular del ser vivo, cuyo trastorno repercutirá, de modo no predecible cuantitativamente (no sometible a conocimiento experimental genuino, sino a pura noticia empírica no interpretable), sobre los niveles de individuos vivos superpuestos: individuos protoplásmicos, células y, en fin, sobre el estado del animal mismo.

»Actuando así, nos volvemos de espaldas al problema central de la biología: la comprensión de individuos, de unidades esenciales, surgidas y mantenidas por la evolución conjunta de individuos del nivel inmediato inferior, pero distintos de éstos, y capaces de interactuar, a su vez, con individuos del propio nivel, elevando toda la realidad a una nueva red de relaciones (que implica y sostiene las de los inferiores). Tal es nuestro problema una vez más: hemos de ver cómo el animal surge y se sostiene gobernando interacciones de células (o cómo el animal gobierna interacciones de células, surgiendo de esta interacción de ellas). Para atacarlo hay que

seguir siendo rigurosamente fieles al pensamiento evolucionista; es decir, a un pensamiento materialista (que explica cada vez los seres y los procesos en términos del resto de la realidad, sin excluirnos a nosotros mismos) y que, a la vez, entiende toda la realidad como interdependiente, como sometida a un dinamismo incesante pero de un modo conjunto, potencialmente inteligible.

Cordón se calla de repente. Tengo la impresión de que esta iniciación suya viene sugerida, muy directamente, por el tema que hemos de desarrollar hoy: el surgimiento y la individualidad del animal. Así se lo hago ver, en tanto se levanta, abre el gran armario gris frontero a su mesa de trabajo y extrae la bata blanca; yo le reemplazo en la mesa y me preparo para tomar las notas. Don Faustino asiente a mi observación y, emprendiendo su largo paseo de cada tarde, toma decididamente el hilo de lo tratado en la entrevista anterior:

—En la última conversación dimos cima al tema difícil del surgimiento y naturaleza del origen animal. No voy a insistir: la redacción que usted me trae demuestra una fiel y exhaustiva reconstrucción de mis palabras; por lo demás, le expuse las líneas principales de mi pensamiento con más orden e insistencia de lo que acostumbro. Como merecido descanso debemos entrar en un tema más fácil y ameno, el de la evolución de los animales, una vez surgidos.

LA FORMA Y COLOCACIÓN DEL ORGANISMO ANIMAL, DEDUCIDAS DE LA ESTRUCTURA DEL SISTEMA NERVIOSO

—Muy bien. Pero antes de entrar en este tema fascinante de la evolución de los animales, le agradecería me hiciera usted un par de puntualizaciones relativas todavía a la naturaleza del animal mismo o, mejor, del organismo animal.

—Me alegra sobremanera, amigo Núñez, que sea usted el que desee dejar cabos bien atados antes de continuar. Venga la primera pregunta.

—Quizá la primera pueda contestarse con lo que usted me ha expuesto, pero le ruego que me la precise. ¿Dónde se encuentra el organismo dentro del cuerpo animal? ¿Qué forma y extensión tiene?

—Nuestra interpretación evolucionista del animal (nuestra recusación radical de la interpretación mecanicista vigente) nos lleva a conclusiones, a primera vista, muy heterodoxas, pero que, de hecho, aprovechan y se deducen de la enorme

suma de datos anatómicos y fisiológicos reunida por la neurología: simplemente, se entienden de modo distinto. Tanto es así que podemos decir que en favor de nuestra opinión aboga el modo general de estructurarse el sistema nervioso en todos los animales.

»Al aumentar, en la filogénesis y en la ontogénesis, el tamaño de los animales, crece el número de neuronas (como el de las demás células), pero, además, resulta notable el hecho de que se alarguen sus axones hasta alcanzar longitudes increíbles para una célula —a veces, superiores a un metro—; otro hecho, no menos notable y general, es el de que los axones tiendan a confluir en nervios donde se empaquetan paralelamente y, lo que es también notable, se imbriquen longitudinalmente, quedando excluidos de la conducción los cuerpos de las neuronas, cuyos axones se reúnen. Estos hechos anatómicos son precisamente los que me llevaron, ya hace años, a deducir que el organismo animal surge como una integración de alteraciones ambientales causadas por acciones de las neuronas transcurridas a lo largo de axones paralelos.

»Según todo lo anterior, vuelvo a su pregunta: ¿qué forma y situación hay que atribuir al organismo animal? Me parece que el campo magnético que lo constituye ha de envolver perpendicularmente a los paquetes nerviosos de los que emana, y extenderse, ramificándose pero sin perder su continuidad, por todo el cuerpo del animal. (De cómo se consigue esa continuidad —unidad— del organismo es modelo la médula espinal y el cerebro, con su diferenciación en zonas blanca y gris.) En definitiva, el organismo animal debe tener una forma referible a la de los paquetes de axones paralelos y, por tanto, a la del sistema nervioso, y ocupar todo el cuerpo del animal, enlazando, y delimitándose, con la sede del sistema sensorial del animal.

—¿Y la corteza cerebral, que siempre se ha considerado la sede de los fenómenos psíquicos?

—Si seguimos fieles a nuestro pensamiento, llegamos a la conclusión de que el organismo animal está excluido, paradójicamente, de la corteza cerebral y, más en general, de toda acumulación de cuerpos neuronales (por ejemplo, de las zonas grises de la médula y de los ganglios), para reducirse a los axones progresivamente confluentes. En mi opinión, los cuerpos neuronales se concentran para permitir la creación, entre todos sus axones, del organismo animal que personifica el todo que guía a cada neurona. Los cuerpos neuronales se acumulan, no para integrar un todo y ni siquiera para relacionarse (el peor modo de hacerlo sería amontonarse como granos de trigo en un silo), sino para no estorbar su comunicación totalizadora interaxonal.

Don Faustino se ha detenido un momento y seguidamente continúa:

—Por lo demás, la corteza cerebral y las zonas grises de la médula y del bulbo son la sede de la actividad, a nivel celular, de las neuronas. No sólo donde ellas se alimentan, sino donde se asocian célula a célula, a nivel celular, recibiendo y emitiendo estímulos celulares. Y esta vida a nivel celular, homóloga de las restantes células corporales, es básica de la del animal. Hay una relación entre lo que pasa en el axón y en el cuerpo de cada neurona, que no son sino dos partes de un mismo soma celular que realiza una actividad conjunta gobernada por un organismo celular (un campo eléctrico). En consecuencia, la corteza cerebral, aunque no sea la sede del organismo animal, ofrece una suerte de proyección desarticulada y retrasada (un mapa sin sentido) de lo que integralmente se produce entre los axones por mediación de tal organismo, cuya rapidísima modulación permite que él guíe la acción de las células especializadas en mantenerlo. A la vista salta que si mueren las neuronas de un lugar de la corteza, el hecho implica la destrucción de los correspondientes axones y, con ello, la desvinculación de la periferia sensorial o de la región efectora correspondientes. De aquí, no solamente la opinión generalizada de situar en la corteza los procesos psíquicos (está, de hecho, y ya es una aproximación, la proyección celular de ellos), sino que los datos de la neurología actual constituyen una excelente guía analítica para orientar muchas experiencias, no obstante ser falsa la concepción mecanicista del sistema nervioso actualmente imperante.

—*Aunque no tengo mayor información al respecto, me adscribo sin reservas a su opinión. A mí me parece evidente que cada animal, y cada hombre, es un individuo dotado de una conciencia supracelular, irreductible a un mero conjunto de células cooperantes. El organismo animal resulta de actividad de células, pero no puede confundirse con el conjunto de ellas. Permítame que le diga que ahora comprendo la resistencia inicial que me oponen amigos biólogos jóvenes a aceptar que el vegetal, que es una mera asociación de células, no sea un individuo genuino, un ser vivo; y es, simplemente, porque para una interpretación mecanicista, el animal se reduce a una mera asociación de células, y de este modo consideran al animal y al vegetal como similares, pero porque, en el fondo, entienden al animal como un vegetal, como un no individuo. Esta reflexión me lleva a la segunda cuestión que quería plantearle, y es, precisamente, la de la individualidad de los organismos y, en particular, del organismo animal. Recuerde que este tema lo dejó usted planteado al*

terminar nuestra conversación anterior y me prometió abordarlo hoy.

EL ORGANISMO ANIMAL, EN CUANTO INDIVIDUO DE NUEVO NIVEL, DEFINIDO POR SU ACCIÓN Y EXPERIENCIA

—Me parece muy bien, ya que el tema inicia fácilmente la evolución de los animales. Pero antes deseo hacerle a usted unas puntualizaciones, a las que sin duda ya he aludido, que permiten distinguir un ser vivo genuino (poseedor de organismo) de una mera asociación de seres vivos y, en particular, diferenciar el animal de la asociación preanimal de células cooperantes en acciones conjuntas (es decir, lo más próximo al animal). Deseo que usted se posea plenamente del hecho de que el organismo animal es acción y experiencia animal y de que ésta, por naturaleza física, es más rápida, más integradora y más elemental que las múltiples acciones celulares de las que aquélla resulta. Observe usted que el esquema mecanicista del sistema nervioso, que lo entiende como un conjunto de arcos reflejos conexionados por mediación de neuronas corticales, corresponde a lo que en el sistema nervioso animal sucede a nivel celular, pero no alcanza a explicar la acción y experiencia animal, supracelular.

»Concebir el animal como una acumulación de arcos reflejos (sensorio-neuro-musculares), constituidos, cada uno, por un número corto de células (asociadas mediante estímulos celulares) y coasociados unos con otros por mediación de neuronas corticales y medulares (también mediante estímulos celulares), equivale a reducir el animal al esquema de la asociación preanimal, complicada progresivamente, pero sin cambiar cualitativamente: sin haber saltado de ser una totalidad de células cooperantes a constituir una unidad supracelular. Es evidente que los arcos reflejos representan lo que han llegado a ser las ternas de células sensorial, protoneuronal y motora de la asociación preanimal; pero, en la interpretación actual del funcionamiento del sistema nervioso, parece como si el paso de la asociación preanimal al animal y, luego, la evolución progresiva del animal mismo, no fuera sino una complejización creciente de las pautas de relaciones entre estas series de células, mediante estímulos celulares interneuronales; como si todo hubiese consistido en una complejización de «circuitos» creados entre neuronas. El animal, en esta interpretación, se reduce a una asociación de células que trabaja como un mecanismo autorregulado, del que ellas son las piezas.

»Nada tiene, pues, de extraño que en el esquema vigente del sistema nervioso falten los estímulos animales o, dicho de otro modo, que los estímulos animales se entiendan como

un mosaico de estímulos celulares. Ya hemos visto que no es así y que el paso previo hacia la constitución del organismo animal hubo de ser la posibilidad de percibir, por las proto-neuronas, estímulos de nuevo tipo (alteraciones del campo magnético determinado por la actividad de ellas y de su organismo celular), cualitativamente distintos de los estímulos celulares y significativos de una realidad más compleja (cuyo núcleo es el alimento de animal), aunque compuestos, con transformación de energía, por acciones celulares desencadenadas por estímulos celulares. De hecho, los órganos de los sentidos (toda la organización de la periferia nerviosa, desde células sensoriales a neuronas de axones confluentes) son, por así decirlo, un instrumento de creación de estímulos animales a partir de los celulares. Los axones de este órgano «encastan» con axones del conjunto de neuronas que origina continuamente el organismo animal, guía (por su mayor nivel de integración y mayor rapidez de modulación) de la acción animal, realizada por la cooperación de acciones celulares (musculares). Cada neurona de este conjunto especializado en mantener el organismo (el campo magnético común que ella contribuye a modular) gana experiencia celular de acciones suyas como respuesta a estímulos animales que modifican de determinada manera el todo sostenido entre ellas. Y, recíprocamente, el todo, en sus rápidas modulaciones (tanto más rápidas cuanto más número de axones se integren en los haces nerviosos), permite reaccionar frente a las acciones celulares adelantándose a cada una, no obstante ser resultado de ellas. Repetimos, la individualidad animal es más rápida, integradora y elemental que las unidades celulares.

»Si para la neurología vigente no está en claro qué son los estímulos animales (¡y, sin embargo, es obvio que lo que vemos y oímos y cualquier otra sensación orientadora de nuestra actividad, no es un mosaico de estímulos celulares, sino algo unitario y cualitativamente distinto de éstos!) es evidente que tampoco puede entenderse el medio animal (el objeto de la acción y experiencia de los animales) ni en qué difiere del medio de las células. Y entender este medio es indispensable para poder seguir objetivamente la evolución de la acción y experiencia animal; esto es, para entender la evolución de los animales. Nosotros sabemos que el origen del medio animal, el medio del primer animal, fue el alimento de animal (masas pluricelulares, a la sazón muy abundantes y de muy pequeño tamaño), ya que la acción y experiencia del animal primigenio (mera gástrula sésil, dotada de organismo) se reduciría a movimientos de incorporación del alimento dicho cuando se ponía en contacto directo con la boca de la gástrula, y de expulsión del resto de la digestión. Ahora bien, para que hubiese organismo animal, tu-

vieron que haberse producido previamente, como vimos el último día, estímulos animales, mediante genuinos órganos de los sentidos animales, por rudimentarios que fueran; ese primer animal (el de acción y experiencia más simple) era, esencialmente, como lo es el hombre (el animal de acción y experiencia más compleja), un individuo supracelular (un organismo mantenido por coordinación de acciones de células especializadas, neuronas) que guiaba su acción mediante estímulos animales (creados en órganos de los sentidos animales), que permiten gobernar un medio que conduce hacia el alimento. La evolución de los animales es la historia de la complejización progresiva de la acción y experiencia animal ganada en la procura de su tipo de alimento (pluricelular), complejización que implica la del medio (la de las rutas hacia el alimento) con sus estímulos, y, en consecuencia, las estructuras somáticas, para percibir las respondiendo a ellos.

Se detiene un momento, absorto, lo que aprovecho para insistir en mi pregunta.

—Bien, don Faustino: usted me habla de un campo físico (el organismo animal) producido por la acción cooperante de seres vivos (de células, concretamente neuronas) que, sin dejar de ser un producto de unos seres vivos, adquiere la capacidad de percibir estímulos de nuevo tipo y, de algún modo, de reaccionar a ellos. Percibir y reaccionar; es decir, se ha constituido en un nuevo individuo, en un ser vivo capaz de acción y experiencia. ¿Qué significa esto? ¿Cómo puede producirse?

—Precisamente las consideraciones anteriores son un intento de fijar ideas para abordar este problema de la individualidad. Los términos tan concretos con que usted me lo plantea me indican que mi digresión ha cumplido su propósito. Me parece que usted está en condiciones de percibir lo que quiero decirle; falta sólo que yo adquiriera plena conciencia de ello y que encuentre un orden conveniente de exposición.

»Me parece que un orden razonable puede ser el siguiente. Primero, recordando las condiciones que han de darse para que el campo magnético producido por las neuronas devenga organismo, precisar las cualidades nuevas que parece adquirir para considerarlo como tal; en otras palabras, qué propiedades caracterizan un individuo, un ser vivo. En segundo lugar, procuraré explicarme, en términos del resto de la realidad, cómo se adquieren estas cualidades. Si desarrollo bien estos dos puntos podrá posesionarse usted de mi pensamiento respecto a este punto fundamental de la biología, la propiedad característica, distintiva, del ser vivo.

»Vayamos, pues, al primer punto: ¿qué caracteriza a un individuo genuino, a un ser vivo? Hemos visto que el organismo animal, el campo magnético en que consiste, tiene la propiedad de poseer mayor rapidez de modulación que los organismos (celulares) de las neuronas que, con su acción, contribuyen a crearlo; el hecho implica que, para poder ser mantenido instante a instante, el organismo animal tiene que conducir de algún modo las acciones neuronales de las que él resulta; y no a la inversa. A la misma conclusión nos lleva el hecho, antes expuesto, de que el organismo animal sea alterado por estímulos animales, que son de otra naturaleza, también más rápidos y de un nivel más de integración, que los estímulos celulares; de modo que los estímulos animales son incongruentes con la neurona, y los estímulos celulares lo son con el animal. En definitiva, el animal no puede adquirir experiencia de sus acciones frente a su medio de animal sino mediante su organismo de animal que, por tanto, tiene que ser necesariamente el agente de la acción y experiencia animal, realizada, ciertamente, por mediación de las neuronas, pero conducidas por él, en cuanto receptor de un medio más rápido e integrador que el celular.

»¿Qué significa lo anterior? Significa no sólo que el organismo animal es perturbado coherentemente por estímulos de animal y la perturbación rectificada por la acción de las neuronas cooperantes en su mantenimiento, sino que el organismo animal posee, primero, la aptitud de diferenciar los efectos que sobre él causen la sucesión de estímulos animales (en cada uno de los cuales están integrados los efectos de la anterior acción sobre todas las terminaciones sensoriales), y, en segundo lugar, la aptitud de reaccionar con un cuánto de libertad a cada uno de estos estímulos, orientando así a las neuronas implicadas en su mantenimiento a que cooperen en la realización de la próxima acción animal de un modo determinado entre dos o más posibles.

»Sin estas dos aptitudes del organismo animal, que se pueden sintetizar en la capacidad de acción y experiencia, el animal no sería un individuo genuino, un ser vivo capaz de gobernar, como vemos que hace, su propio medio más rápido e integrador que el celular. De no aceptarlas, negándonos a la evidencia de nuestra propia capacidad humana de acción y experiencia, obviamente supracelular, animal, nos veríamos obligados a remitir la acción y experiencia de los animales a las células y a considerarlas el nivel más alto de ser vivo (de hecho, hoy se tiende a considerar que la célula es la sede de los fenómenos vitales en general —en abstracto o ahistóricamente—, como hacía hace un siglo Virchow). Este recurso a la célula es equivocado porque, repetimos, la acción y experiencia celular es incongruente con la animal; pero, además, no

resuelve el problema de la individualidad, sino que lo remite, sin resolverlo, al nivel celular, en el que aparece como un acto de creación.

—*Permítame, don Faustino. Me parece que sigo su razonamiento, pero quiero atar cabos para no perderme. Creo que acaba usted de discutir el primero de los dos puntos anunciados; es decir, qué es lo que caracteriza al campo magnético constitutivo del organismo animal como individuo, como ser vivo; y me dice usted que es la capacidad de acción y experiencia de su propio medio (medio, por lo demás, real), capacidad que sólo en tal organismo animal puede radicar. Me parece que ahora está usted pasando a desarrollar el segundo punto; esto es, cómo el organismo animal, algo que entendíamos con naturaleza física (el campo magnético del que me ha venido usted hablando), pueda adquirir esta notable cualidad característica del ser vivo: individualidad, capacidad de acción y experiencia.*

—En efecto, así es. Hemos sentido que el organismo animal (el susodicho campo magnético, vinculado a múltiples organismos celulares) es el sustrato físico del individuo animal y que esta individualidad se define por la capacidad de acción y experiencia. Pero en esta simple aseveración, por fuerte evidencia empírica que tenga (todo animal al originarse en su ontogénesis se constituye en un nuevo foco de acción y experiencia, que desaparece al morir), no acaba de satisfacernos en cuanto evolucionistas; nos gustaría entenderla, justificarla. Hemos podido seguir la historia del surgimiento del organismo animal por un proceso que parece potencialmente inteligible; la evolución de las protoneuronas de la asociación preanimal desemboca, de un modo comprensible, en la producción de estímulos animales y, luego, del organismo animal. Pero ahora se nos plantea un problema que sentimos más profundo, más radical; el organismo animal, definido como un campo físico (concretamente magnético) producido por la actividad cooperante de seres vivos, al parecer como consecuencia de surgir en estas determinadas condiciones, parece adquirir una cualidad que lo transforma, en nuestra perspectiva, radicalmente: de ser una mera perturbación del ambiente provocada por seres vivos, pasa a ser, él mismo, un ser vivo, un foco de acción y experiencia. Por así decirlo, vemos un proceso efímero, circunstancial, cuya causa parece fuera de él, que de pronto se «sustantiva», adquiriendo la capacidad de autosustentarse, de perdurar, por su continua reacción, mediante un cierto nivel de conciencia, al medio que le es propio, al que organiza, gobierna. ¿Qué significa esto? ¿Cómo interpretarlo científicamente? Tenemos que procurar referirlo al resto de la realidad, y al resto de la rea-

lidad en evolución, a fin de irnos formando una concepción cada vez más comprensiva del Universo. Veamos algunas líneas posibles de reflexión:

»En primer lugar, me parece que todo campo magnético y, en particular, el originado por la actividad de toda célula, tiene que poseer ya de algún modo y en sus elementos (en la cualidad que hace que mantenga su coherencia, recorrida por líneas de fuerza, y que tenga una determinada relación con el ambiente), una propiedad que permite que, al adquirir el campo permanencia (por efecto de la cooperación de neuronas), se sustantive, como vemos, en un foco de acción y experiencia, en un individuo. En principio, me inclino a pensar que esta cualidad de todo campo físico se enuncia en el segundo principio de la termodinámica. De hecho, la tendencia universal a la nivelación es la base necesaria para la edificación escalonada sobre ella de focos unitarios de acción y experiencia.

»En segundo lugar, en nuestra interpretación del proceso de origen de la acción y experiencia animal, nos hemos apoyado, como condición del surgimiento de ella, en la acción y experiencia celular: los estímulos se componen de efectos de la respuesta de protoneuronas (y luego de neuronas) a estímulos celulares. Por lo demás, siempre la acción y experiencia animal habrá de componerse de acción y experiencia celular (como ésta, de acción y experiencia protoplásmica). Así pues, tenemos una evolución de la acción y experiencia con integración de sucesivos niveles de ella.

»En tercer término, postulamos que el organismo animal, definido por su acción y experiencia surge, en cuanto llega a ser, a su nivel, lo que el organismo celular es al suyo; más generalmente, en cuanto los estímulos protoplásmicos, celulares y animales (surgidos respectivamente de la cooperación de individuos de nivel inmediato inferior: moléculas, individuos protoplásmicos y células) se constituyen en campos físicos unitarios, en organismos (mediante el afinamiento de las sendas cooperaciones dichas), adquieren individualidad, esto es, capacidad de acción y experiencia a nivel del correspondiente tipo de estímulos. Por consiguiente, podemos remitir al modo científico (esto es, en términos de procesos del resto de la realidad) la explicación del surgimiento de un nivel de acción y experiencia al modo de haber surgido el nivel inmediato inferior; y ello, tanto en lo que respecta a la previa organización del nuevo medio (de la realidad experimentable) mediante los nuevos estímulos, integrados sobre estímulos del nivel inferior pero emanantes del nuevo alimento, como en lo que respecta a la constitución señalada del nuevo individuo (organismo) sobre la cooperación progresiva de los

inferiores, al modo dicho, equivalente en los sucesivos niveles de seres vivos.

»Y en cuarto y último lugar, el hecho de que un nivel de ser vivo se caracterice por su acción y experiencia se justifica por su historia, postulando la capacidad de acción y experiencia de los individuos del nivel inmediato inferior, como hemos venido haciendo. Pero podemos trascender la individualidad de los seres vivos, así definida, en sentido inverso. De hecho, cada hombre tiene vivencia de su individualidad, de su capacidad de acción y experiencia, por lo que induce la de los demás hombres; y de ella, en cuanto animales que somos, deducimos inequívocamente la capacidad de acción y experiencia de los animales de las otras especies. Pues bien, la explicación de este hecho, esta individualidad así definida, no tiene explicación científica sino remitiéndola a la evolución conjunta de seres vivos de nivel inmediato inferior, dotados, a su nivel, de individualidad, definida por la acción y experiencia congruente con su medio respectivo.

—En resumen, científicamente, la acción y experiencia de cada tipo de ser vivo se explica por la de otros (tanto de los consecuentes como de los antecedentes, en la evolución). Pero, ¿cómo un organismo adquiere o se define por acción y experiencia?

—Amigo Núñez, me parece que estamos ante una ley básica de la naturaleza, una ley general que, por tanto, al menos en cuanto hoy sé, no puedo remitir a otras leyes naturales. Es la que define la unidad por su contraposición al todo en evolución. Nos dice verdades orientativas tan importantes como son: uno, que los seres vivos (y más en general las unidades genuinas) son los agentes de la evolución y, a la vez, sus resultados; dos, que la evolución de los seres vivos consiste primariamente en la de su acción y experiencia cognoscible objetivamente por la evolución de sus medios respectivos (de los cuales, el elemento central es siempre el correspondiente alimento); tres, que la evolución primaria de la acción y experiencia repercute secundariamente (tanto en la ontogénesis como en la filogénesis) en el modelamiento de los somas de los seres vivos; y cuatro, que esta repercusión modeladora actúa primariamente sobre la acción y experiencia de los seres vivos del nivel inmediato inferior integradores del soma del ser vivo cuya evolución nos ocupa (ante todo, modificando los medios nutricios de estos seres vivos inferiores y luego modelando la estructura misma de éstos).

»Estas ideas generales han de ser, pues, las rectoras del estudio de la evolución de los animales, tema que constituirá, esperemos que sin más digresiones, el objeto de nuestra próxima conversación.