

neral de actividad (o de reposo) marcada por el estado del campo magnético común —extraordinariamente rápido y general. El seleccionarse por la aptitud de responder de modo «voluntario» \* a este estímulo permitió un perfecto sincronismo en la actividad muscular determinada por la de las neuronas paralelas. Llegado este momento, las neuronas de un haz paralelo, además de la conducta previa «intercelular» que las liga a la célula anterior y a la posterior de su cadena anatómica, han adquirido una conducta celular «refleja» de la actividad del conjunto de ellas.

*En la prehistoria del animal tenemos, pues, dentro de cada haz de neuronas paralelas una conducta refleja de un campo superior, integrado por la actividad de todas ellas y cualitativamente distinto del de la actividad neuronal. Una conducta integrada, si bien monocorde. Esta conducta así ascendida a constituir un nivel superior que gobierne actividad celular y que, a la vez, resulte de actividad celular, se dio ya en el vegetal saoprofito perfeccionado y, sin duda, en el vegetal heterótrofo. Pero sólo se pudo complejizar y diversificar progresivamente (integrando un núme-*

\* Con la palabra «voluntario» no significamos indeterminado (nada en ningún nivel de la realidad se verifica indeterminadamente) sino (por rigurosa analogía con nuestros actos voluntarios) el tipo de actos de la célula que no es imprescindible para su pervivencia individual inmediata; aunque, naturalmente, sí para su pervivencia mediata dentro del orden superior de que forma parte (el animal). Son actos de la célula «educada» evolutivamente en su actividad por ventajas directas, para el organismo animal de que forma parte, e indirectas para ella misma.

ro creciente de tales actividades reflejas «elementales») a medida que se lo permitió la evolución de su medio coherente. Veamos cómo.

### *La nueva etapa biológica de evolución progresiva del animal y de su medio*

En el apartado anterior hemos visto cómo la evolución lenta del medio nutricio del vegetal saprofito desembocó bruscamente en la transformación de dicho medio en otro cualitativamente distinto (pasó de estar constituido por restos de vegetales a estarlo por vegetales vivos). Hemos visto, también, que la evolución de los vegetales saprofitos mismos desembocó en un cambio cualitativo de su modo de actividad; ciertas células suyas (las preneuronas) se transformaron en neuronas, células capaces de responder a las oscilaciones del campo magnético común que determinan las neuronas del mismo haz paralelo.

Según lo argumentado en el apartado anterior, el nuevo medio y el nuevo ser no surgieron necesariamente de modo simultáneo; es más, está en la lógica de las cosas, que el cambio cualitativo del ser considerado se produjera mucho antes que el del medio. Pues bien, para que surgiera la evolución animal fue necesario: *a*) que se hubieran producido ya ambas transformaciones (que surgiera el nuevo medio además del nuevo ser) y *b*) que uno y otro pasaran a integrar una unidad dialéctica, esto es, a condicionarse progresivamente en su evolución recíproca.

Vamos a ver en este apartado cómo se produjo esto, y con ello llegamos al estudio de la evolución

animal, antesala forzosa de la comprensión de la naturaleza del organismo animal, es decir, de la conciencia animal en contraposición a su soma.

\* \*

a) *Sentido general de la evolución del medio del animal.* La cualidad que caracteriza al medio vivo del vegetal ascendido al heterotrofismo (a alimentarse de vegetales vivos) es el estar constituido por seres vivos, que (en consecuencia) evolucionan por selección frente a los heterótrofos (véase pág. 45). El medio coherente con cada heterótrofo está, pues, constituido por seres vivos de distintas especies, unos autótrofos (vegetales), otros heterótrofos (animales). La etapa de la evolución de los animales y, por tanto, la de la evolución de su medio, es la que Darwin tuvo en consideración en su libro *El origen de las especies por selección natural*. De hecho, Darwin demostró que cada especie animal o vegetal evoluciona por una selección que el medio ejerce sobre sus individuos; pero no llegó a plantearse el proceso de diversificación de las especies, ni qué es lo que constituye realmente el medio de una especie (problemas ambos indisolublemente relacionados). En diversas publicaciones he expuesto mi interpretación de la especiación y mi concepto del medio de cada especie.\* Aquí no podemos

\* F. CORDÓN. *Generalización de los principios teóricos del darwinismo*. «Cuadernos del Departamento de Investigación del Instituto Ibys» (1961). F. CORDÓN, *La evolución conjunta de los animales como base para entender el organismo animal* («Rev. de Occidente», Octubre 1963). F. CORDÓN, *Pasado, presente y futuro del darwinismo* («Rev. de Occidente», 1965).

sino aducir, sin detenernos a demostrarlas, algunas conclusiones de dichos trabajos. Veamos sucesivamente en qué consiste el medio de una especie animal y luego en qué consiste la evolución de este medio.

Desde que surge el animal, el *medio de una especie* está constituido por las especies de su entorno con las que aquella está en alguna forma de relación; el medio de una especie está, pues, estructurado en especies. Las especies tanto vegetales como animales están definidas por cualidades fijas; en particular, los animales, por pautas de conducta regulares. Por consiguiente, el medio de un animal no le ofrece un infinito número de estímulos caóticos, a los que quepa adaptarse de un modo sólo limitado por la perfectibilidad intrínseca del animal (como está en la base del pensamiento de Darwin, de Pavlov, e incluso de los genéticos de poblaciones más rigurosos como Mayr), sino una gama de asociaciones de estímulos, siempre los mismos,\* cuya riqueza depende del número de especies con las que naturalmente se relacione. Por lo demás, un animal no puede perfeccionarse (no puede complejizar su capacidad de respuesta) por encima de la complejidad de su medio estructurado en especies.

Veamos ahora cómo *evoluciona el medio de*

\* El aspecto y olor de una especie de planta están asociadas a un mismo sabor; el rugido de una especie de carnicero desencadena la fuga que *conviene* al inminente ataque; el aspecto, canto y las pertinentes pautas de conducta de la hembra de una especie orientan las respuestas sexuales del macho, etc.

*una especie.* Para situar al lector digamos que la evolución de un medio no puede abordarse sin referirnos a la evolución del ser y viceversa; en los párrafos que siguen vamos a procurar entender «básicamente» la evolución del medio de una especie apoyándonos en caracteres «exteriores» o «descriptivos» de las especies, para luego, en el apartado siguiente, procurar, sobre el conocimiento ganado de la evolución del medio, entender «básicamente» la evolución de los organismos animales.

Repetimos que no vamos a entrar aquí en el estudio de la especiación. Baste decir que puede demostrarse, como ley general,\* que el perfeccionamiento por selección natural de los individuos de una especie dada conduce regularmente a su desglosamiento en dos, que, en un principio, se distinguen por sendas especializaciones a habitats particulares dentro del habitat general y a las consiguientes sendas especializaciones de conducta (dentro de la conducta previa general, que, de específica, pasa a ser genérica). Cada una de las dos especies desglosadas de una anterior están separadas de ella por un cambio cualitativo: pasan a seleccionarse por la aptitud de reaccionar ante unos estímulos del medio que antes no conducían la evolución, porque entonces su presión

\* No se puede entender bien la evolución de una especie sino considerándola dentro de la evolución conjunta de todas las especies. La comprensión de esta evolución conjunta explica que la velocidad de perfeccionamiento de las especies, y por tanto la de especiación, difiera mucho de unas especies a otras, según sea la índole de su medio estructurado en especies (véase F. Cerdón, «Rev. de Occ.», n.º 7, oct. 1963).

selectiva era menor que la de otros estímulos que eran los que moldeaban la especie paternal. El ajuste creciente de la especie paternal a estos estímulos últimamente mencionados hizo que comenzaran a ser selectivamente operantes los mencionados en primer lugar. Esto significa que las dos especies nuevas van a seleccionarse por su aptitud de reaccionar ante estímulos que exigen un aparato nervioso con un grado más de fineza que el que respondía sólo a los estímulos anteriores (estímulos éstos que, por lo demás, siguen operando).\* En una palabra, cada una de las especies nuevas tienen un *quantum* más de aptitud para tomar noticia de las pautas de conducta de las especies de su medio con respecto a la antigua. Este *quantum* es precisamente lo que diferencia entre sí las especies filiales: son los nuevos caracteres específicos.

Deseo llamar la atención del lector sobre un hecho al que atribuyo gran importancia porque refleja la indisoluble unidad dialéctica entre el medio y el ser. Como toda especie forma a su vez parte del medio de otras, este mismo *quantum* de perfeccionamiento de la conducta de cada una de las especies filiales es el *quantum* en que se perfeccionó el medio de todas las especies que estaban relacionadas con la especie paternal. El

\* Todo estímulo capaz de conformar la conducta de una especie ha de pertenecer evidentemente (para que pueda condicionar reflejos) a una asociación regular de estímulos. Así, pues, los estímulos que determinan una respuesta específica en la especie filial, formaban ya parte (y eran percibidos e incluso moldeaban conductas individuales) de asociaciones de estímulos operantes sobre la especie paternal.

medio, estructurado en especies, de todas estas especies seguía siendo el mismo que antes con el solo progreso de que una especie (la paternal previa) se había sustituido por dos (las dos filiales) con dicho *quantum* más de afinamiento en la conducta.

Una especie en su proceso de perfeccionamiento por selección natural, no puede rebasar un punto el grado de perfeccionamiento «complementario» de las especies de su medio.\* De este modo, el perfeccionamiento de las especies se produce, en virtud de las interacciones entre ellas, que las moldean ajustándolas cada vez mejor unas a otras. Las especies se pulen, pues, unas frente a otras con una doble consecuencia que recuerda a la formación de los cantos rodados. Por una parte, dentro de cada especie se rompen aristas: cada especie, en cada momento, afina la cualidad relativamente más atrasada (esto es, la que causa más muertes en ella), lo que consigue que cada especie presente una constelación de cualidades armoniosas con respecto a su medio estructurado en especies. Por otra parte, considerando el conjunto de las especies, aumenta la intimidad de relaciones, la toma de nota de unas especies respecto a otras; el medio de una especie se va haciendo cada vez más estructurado, más complejo.

Por lo demás, en este proceso de perfeccionamiento de una especie con su medio estructurado en especies, pueden distinguirse dos grados. En el primero (cuantitativo) se perfecciona lenta-

\* Por ejemplo, la suavidad de marcha de un carnicero no se perfecciona por encima de la agudeza de oído de sus presas y viceversa; etc.

mente la eficacia de unas mismas respuestas de unas especies frente a los estímulos de las de su medio; en el segundo (cualitativo) el perfeccionamiento anterior desemboca en la aparición de respuestas adecuadas a estereotipos nuevos de estímulos creados por la especiación. De este modo cada especie y las que constituyen su medio están sometidas a un proceso recíproco y paulatino que podemos calificar de progreso evolutivo.

\* \*

b) *Sentido de la evolución general del animal.* Basándonos en el hecho de que, en el curso de su evolución, los animales han ido desarrollando modos de conducta cada vez más complejos, hemos procurado definir el medio del animal y cómo evoluciona tal medio. Creo que lo conseguido constituye un avance sobre los conceptos, muy inconcretos, que Darwin y Pavlov tenían sobre el medio de los animales y la evolución de este medio. Ahora bien, este avance se ha conseguido desarrollando consecuentemente los descubrimientos básicos de estos dos grandes científicos (la selección natural y los reflejos condicionados) y, sobre todo, integrándolos. A continuación, siguiendo la oscilación pendular de la atención del científico, que necesariamente ha de dirigirse al ser para estudiar su medio y al medio para estudiar el ser, vamos a procurar entender el modo de actividad animal con el apoyo de las nociones recién expuestas de la evolución del medio animal. En lo que sigue tenemos que distinguir claramente tres tipos de estímulos: \* los estímulos

\* Denominamos, en general, estímulos a las influen-

que el medio ambiente ejerce sobre las células, los «estímulos» que el organismo animal ejerce sobre las neuronas, y, por último, los estímulos que el medio ambiente ejerce sobre los animales. Ya hemos visto la naturaleza de las relaciones entre el organismo animal y las neuronas y sobre ello habremos de volver al tratar del organismo animal. Preguntémosnos ahora, ¿cuál es la diferencia cualitativa entre los estímulos del medio que percibe el animal y los que percibe la célula, diferencia que justifique, en términos generales de la evolución conjunta de la biosfera, el salto al modo de acción animal? El estímulo que actúa sobre un animal es siempre un coordin de estímulos celulares que permite que el animal organice la realidad con arreglo a este coordin. Veamos con algún detalle estas relaciones.

Hemos visto que el medio animal está organizado en especies. Esto significa que el medio de cada especie animal está constituido por animales con pautas de conducta constantes y específicas y que, recíprocamente, cada animal posee unas pautas fijas de conducta específica determinadas por las conductas específicas de los animales de su medio.

---

cias ambientales que desencadenan respuestas en los organismos. Como los organismos son campos automantenidos, los estímulos son procesos ambientales que irrumpen sobre niveles inferiores y las respuestas determinan alteraciones ambientales también de un nivel inferior. Entre el estímulo y la respuesta, por estar intercalada la respuesta «refleja» del organismo, no puede establecerse ninguna conexión causal física directa, ni menos cuantitativa.

Al aumentar, con el curso de la evolución, el número de las especies (con sus pautas distintas de conducta) que se relacionan con una especie dada, es evidente que el hecho implica que las pautas fijas de conducta de ésta sean paulatinamente más complejas. ¿Cómo se realiza esto en la intimidad orgánica de cada animal? ¿Cómo el medio externo de los animales (definido como lo hemos hecho) ha ido moldeando (complementariamente con su evolución) la organización interna del organismo animal?

Para entenderlo consideremos en términos concretos el medio del animal y los estímulos que los animales reciben de este medio. Hemos dicho que el medio de los animales está estructurado en especies; ahora es necesario tener bien presente qué es lo que así se estructura. De nuestra exposición histórica, evolucionista, se deduce, como conclusión obvia, que lo que así se estructura es el medio de los seres de un nivel de organización inmediato inferior al de los animales: el medio de las células. Los vegetales son comunidades pluricelulares, los animales son organismos supracelulares; unos y otros son inconcebibles sin células. Por lo tanto, vegetales y animales están limitados en su expansión por la necesidad de proveer de medio celular (agua en unas determinadas condiciones) a sus células. Puede decirse que están confinados dentro de los márgenes a que pueden extender este medio celular, conjunto que se ha elevado a un grado más alto de organización de sus relaciones.

Se sale de nuestro tema el estudio del medio celular y de la naturaleza concreta de los estímu-

los que, en su medio, se ejercen sobre las células.\* Para nuestro estudio basta recordar tres puntos: 1.º, el medio celular es agua; 2.º, la naturaleza física de los agentes que actúan como estímulo de las células, puede ser muy diversa, pero siempre es de un nivel de complejidad inferior al de la célula; y 3.º, los estímulos son procesos ambientales coherentes con la evolución general o particular de las células estimulables.

Preguntémosnos ahora qué tipo nuevo de estímulos puede ejercer el medio de los animales sobre los animales (que, además, han de comenzar por actuar sobre células de ellos —sobre las terminaciones sensitivas—), que no podía ejercer sobre las células el medio de las células. Es decir, preguntémosnos cómo se enlaza el medio de los animales con los animales mismos, definidos por el modo de acción reflejo que estudiamos en el apartado anterior.

Para entender estos «estímulos animales» remontémosnos, como siempre, al origen. ¿Qué tipo nuevo de estímulos, además de los estímulos celulares, se daban entre las células del vegetal gastrulado, saprofita o heterótrofo, y su medio? La novedad congruente que su medio brindaba a estos seres era, evidentemente, masas pluricelulares, de materia muerta, con un tamaño creciente. Para tomar noticia de este dato esencial de su medio, para elevarse a actuar coherentemente como asociación pluricelular sobre otra

\* El estudio de los estímulos generales de las células exige estudiar los antecedentes evolutivos de la célula (el protoplasma y su evolución). El estudio de los estímulos particulares de un tipo de células exige el estudio de la evolución del nivel celular.

masa pluricelular (acción que le distinguía de todos los demás seres vivos) el preanimal tuvo necesariamente: *a*) que asociar estímulos ejercidos simultáneamente sobre muchas células propias, vinculadas a determinar la acción de muchas células motoras, y *b*) que estos estímulos permitieran distinguir la masa pluricelular alimenticia de todos los demás seres. Esta es la doble condición necesaria para que el vegetal gastrulado se adaptara a su modo especializado de alimentarse.

El gastrulado hubo de resolver el problema asociando dos tipos de estímulos, que uno y otro operan normalmente sobre células aisladas. Estímulos de contacto y estímulos químicos. Pueden servir de ejemplo los estímulos que desencadenan respuestas motoras en las plantas carnívoras y, sobre todo, en el tipo más sencillo de los animales actuales, en un celentéreo. Un celentéreo, que no es sino una gástrula inervada por un sistema difuso, desencadena su pauta estereotipada de movimientos que le permite engullir su alimento cuando recibe, a la vez, dos tipos de estímulos, el táctil y el ejercido por glutación, sustancia contenida en las células. Parece probable que el gastrulado primitivo se guiara primero por estímulos táctiles y que luego asociara el segundo estímulo para disminuir el número de tentativas fracasadas, de modo que sólo desencadenara su respuesta motora cuando, a la vez, muchas terminaciones sensoriales se estimularan por el contacto con una masa de conveniente tamaño y otras terminaciones se estimularan por una sustancia química peculiar de la materia viva.

Esta asociación de estímulos es ya peculiar del modo de vida animal; surgida en la prehis-

toria del animal, sirve de prototipo y fue el primer germen de los innumerables estímulos que operarán después —en cantidad progresivamente creciente— sobre los animales. En efecto, una vez que el gastrulado saprofito primitivo se elevó a tomar noticia y a manipular masas pluricelulares, el hecho constituyó una tan enorme ventaja que, sin duda, condicionó de modo irreversible la dirección de todo su perfeccionamiento futuro; se decidió, digámoslo así, de una vez para todas, el medio al que habría de adaptarse: \* el medio que culminaría en el futuro medio del animal.

Veamos los contornos generales de la evolución de este medio y la índole general de los estímulos que reciben los animales. Páginas atrás señalamos que los vegetales y animales, por su carácter pluricelular, están limitados en su expansión por la necesidad de proveer de medio apropiado (de medio celular) a sus células. A su vez, las células por su historia evolutiva (proceso del más fascinante interés) exigen agua líquida, gases atmosféricos disueltos y una fuente externa de energía —que directa o indirectamente procede de la luz solar. Es obvio que el desarrollo del mundo vegetal (de las asociaciones pluricelulares, autótrofas y saprofitas) consiste primariamente \*\* en el esfuerzo de células asociadas para

\* Y crearlo y modelarlo progresivamente con su adaptación, como hemos visto en este prólogo. No se pierda de vista nunca que los organismos y sus medios se conforman mutuamente, que son las dos caras de un mismo proceso, la evolución conjunta de la biosfera.

\*\* Posteriormente el mundo vegetal se perfeccionó y diferenció —sobre el medio celular conquistado— para resistir y aprovechar a los animales.

crear más medio celular en que se asienten colonias crecientes de células. La necesidad dialéctica que tiene todo ser de crear su medio para propagarse en él, que se nos impone en el hombre y que, a veces, equivocadamente, se considera un carácter distintivo suyo, es una ley general de la naturaleza, que ha sido una de las principales ideas rectoras de toda nuestra exposición. Una vez colmada la reducida capa de agua marina que posee la aireación, nitrificación e iluminación suficientes, las plantas verdes se seleccionaron, tanto por la aptitud de predominar en este habitat limitado, como por la aptitud de conseguir, de preparar, mayores cantidades de agua en estas condiciones. En el extremo de este proceso de conquista, de creación de nuevo medio celular, tenemos la vasta flora terrestre; enormemente más densa que la marina. Cada planta terrestre no es sino una factoría de preparación de medio celular conveniente para que puedan vivir y multiplicarse sus células vivas confinadas en tres lugares clave: *a)* en las hojas y demás partes verdes, que reciben los gases atmosféricos y la luz solar, *b)* en los pelos radicales que toman agua líquida contenida en las más pequeñas anfractuosidades de la tierra, y *c)* en las delgadas capas cilíndricas interiores de células proliferantes (de cambium) que van a lo largo del tronco, ramas y raíces y que al morir constituyen las conducciones generales del vegetal que aportan en doble sentido los elementos del medio celular, para ofrecer éste, completo, a todas y cada una de las células.

Ni que decir tiene que si los vegetales extienden directamente el medio celular y proliferan sobre este medio establecido por ellos, los anima-

les se propagan sobre ese conjunto de células y medio celular que son los vegetales.\* Podemos decir que el mundo vegetal facilita preformado el medio celular que necesitan las células animales. En sus líneas básicas, la evolución de los animales consiste en el perfeccionamiento de la toma de noticia de vegetales para incorporárselos. Puede decirse que el medio celular (que, como hemos visto, sigue siendo el medio de los vegetales) encontró, con el gastrulado saprofita, una rampa ascendente que desembocó en un medio con un grado más de complejidad, en el que los organismos han de tomar noticia de organismos pluricelulares: el medio animal.

\* \*

Rebasa de mi propósito (y de la cabida de este prólogo ya dilatada al máximo) ni siquiera esbozar el orden en que se han ido complejizando y diversificando los estímulos que guían la acción de los animales, durante la evolución conjunta de los animales y su medio. A este respecto he de limitarme a hacer algunas observaciones:

1. En primer lugar, la complejización de estímulos tuvo que producirse progresivamente asociando, de diversos modos, estímulos nuevos a los ya operantes a fin de guiarse mejor en lo ya conocido. Puede servir de modelo y pauta de esta asociación cada vez más compleja, la primitiva que hemos estudiado de estímulos táctiles y químicos.

\* Posteriormente los animales dilataron, aplicando su propio modo de acción, los límites del medio celular establecido por los vegetales (véase, a continuación, la observación 5).

2. La aptitud de asociar estímulos se ha ido perfeccionando, en el curso de la filogenia, por dos tipos de ventaja selectiva. Constituye una ventaja selectiva del primer tipo toda asociación de estímulos que permita apreciar precozmente la presencia de otro ser pluricelular para responder con la adecuada pauta motora. Es evidente que con arreglo a esta ventaja se han tenido que ir desarrollando, mano a mano, la aptitud de percibir a distancia y la aptitud de dirigirse hacia objetivos alejados. Nótese que esta segunda aptitud implica el desarrollo de asociaciones de estímulos ejercidos por la propia actividad motora del animal y percibidos por terminaciones nerviosas internas (interoceptores táctiles).

3. No se olvide que estos estímulos considerados aisladamente actúan sobre células (sobre las terminaciones sensoriales) y, por tanto, no difieren esencialmente (son meras adaptaciones) de alguno de los estímulos que actúan sobre el común de las células. Lo que los constituye en estímulos animales no es sino una doble vinculación: por una parte, a otros estímulos de distinta naturaleza pero de la misma procedencia (gracias a la estructuración regular del medio animal); y, por otra parte, al hecho de que actúen sobre terminaciones sensoriales de un haz nervioso neuronal, capaz de dar respuestas «reflejas» o integradas (del tipo de las estudiadas) y de vincularse con otros haces análogos en haces más gruesos que puedan dar respuestas integradas más complejas (gracias a la estructuración del organismo animal).

4. Deseo señalar, también, el segundo tipo de ventaja selectiva que ha ido perfeccionando la

aptitud de asociar estímulos procedentes de un ser vivo (vegetal o animal) que los permita distinguirlos de los de otra especie y dar, en cada caso, una respuesta adecuada. En virtud de la aptitud creciente de apreciar y distinguir mejor las pautas de conducta y las propiedades de unos animales por otros se han ido perfeccionando (y diferenciando) progresivamente y recíprocamente unos a otros. El medio ha podido ofrecer a los animales un número creciente de asociaciones de estímulos y, en definitiva, se ha producido la evolución conjunta de la biosfera durante la etapa de la evolución de las especies.

5. Por último, los animales asocian estímulos de otros animales y de plantas con estímulos del medio habitual de éstos (por ejemplo, el verdor con la presencia de agua o de sombra). También asocian distintos estímulos del medio físico (la conformación conocida del terreno anuncia una determinada fuente, etc.). Es obvio que estas asociaciones de estímulos sólo han podido resultar útiles (y, en consecuencia desarrollarse en la filogenia la aptitud de hacerlas) después de que el animal aprendió a desplazarse en busca de la presa, en virtud del proceso de desarrollo de la motilidad supracelular coordinada que inició el vegetal gastrulado primitivo. Además, téngase en cuenta que las notas del medio físico son señales de organismos vivos, que son los que constituyen el medio genuino del animal; o a la inversa que cuando los organismos vivos son señales de datos físicos del medio, estos datos son cualidades ambientales (agua, sombra, etc.) que por el entramado de los animales tienen el mismo valor para muchas especies. En fin, merece notarse que esta úl-

tima asociación, por el animal, de procesos ambientales le ayuda a enriquecer su medio interno celular con un grado de eficacia mayor que el vegetal. (Baste recordar la ingestión de agua bebiendo, la aspiración de aire respirando y todas las funciones auxiliares del metabolismo cumplidas con ayuda de actividad motora.) El animal ejerce un nuevo tipo de influencia sobre la realidad —interaccionando, en provecho propio, lo alejado y lo inconexo— que crece continuamente con la evolución animal y que culmina en el hombre, en el que adquiere un grado más de eficacia.

\* \*

Todos sabemos que los animales en el curso de la vida individual aprenden a ajustar su conducta a la realidad. La técnica de los reflejos condicionados enseña inequívocamente que la recepción repetida de un nuevo estímulo que se relacione regularmente con la experiencia previa del animal, modifica la conducta del animal frente a dicho estímulo: el animal es moldeado por estímulos de su medio, el animal aprende. Creo que estamos en condiciones de dar un paso más y sacar la plena conclusión que cabe deducir de la técnica de los reflejos condicionados y decir: que el animal está todo él moldeado por estímulos de su medio; que el animal —como todo organismo— es explicable sola y exclusivamente en términos de su medio actual y efectivo; que el animal no es sino aprendizaje (su tipo especial de aprendizaje). A esta opinión dialéctica empujan dos tipos de consideraciones.

1. La primera consideración es la existencia

de medios coherentes con las especies animales. Si el modo de conducirse los animales es función exclusivamente de su medio, del hecho de que existan conjuntos de animales con la misma conducta (especies) se deduce la necesidad de que cada especie tenga su medio propio, capaz de moldear siempre una misma conducta. El estudiar este medio, el definirlo, el considerar su evolución paralela con los organismos animales y, en fin, el estudiar cómo brinda estímulos moldeadores de la conducta ha sido un *leitmotiv* dominante en toda mi exposición. La repetición de los resultados (de los ejemplares de las especies) no es sino un reflejo de estructuración de la realidad que los produce.

2. La segunda consideración es el carácter de organismo que se nos impone en los animales. A mi modo de ver, la continuidad de experiencia de cada animal nos demuestra la individualidad de éste que ha de estar definida por un campo unitario, automantenido por una sucesión lineal ininterrumpida de actos de un mismo modo de acción.\* Si la conducta del animal en la experimentación humana está moldeada (y moldeada reversiblemente) por asociaciones de estímulos, *siempre*, desde el momento mismo en que se integra la conciencia de un animal, ha de estar moldeándose por ellos. Todo el animal es, pues, pura y exclusivamente, condicionamiento de reflejos ani-

\* No necesito señalar que esta noción se opone a la estratificación de la conciencia humana en dos niveles gobernados por dos sistemas de señales (inducción viciada de mecanicismo de la escuela de Pavlov) y, a mayor abundamiento, a las concepciones mágicas de Freud.

males. No hay reflejos absolutos, todos están condicionados por el medio.

Para entender esto hay que precisar cuál es el momento de iniciarse este proceso ininterrumpido; esto es, el momento del desarrollo embrionario en que surge el animal. Si el campo físico automantenido que define al animal es el campo magnético integrado por la actividad conjunta de las neuronas de un haz nervioso paralelo, el proceso necesariamente ha de surgir al integrarse el primer haz. El proceso ontogénico reproduce el filogénico y, en este momento, sobre la actividad coordinada de innumerables células surge actividad supracelular, animal.

\* \*

Pero si el animal desde que surge como organismo unitario (como conciencia) está moldeado exclusivamente por su medio coherente, esta afirmación rotundamente dialéctica, no invalida la herencia sino que ayuda a entender los fenómenos hereditarios de un modo científico (esto es, en términos de procesos del medio) y aún más de un modo científico evolucionista (esto es, como resultado del proceso de evolución conjunta de los organismos y sus medios).

Sin entrar en el concepto de herencia específica animal ni en cómo se produzca esta herencia, para nuestro propósito nos basta decir que el huevo fecundado de los animales de una especie dada «hereda» (en virtud de selección natural) las siguientes propiedades:

1. La capacidad de iniciar un proceso onto-

génico de partición celular y de interacciones celulares determinadas, tal que resulte de él una estructura somática, y en particular nerviosa, de una determinada complejidad y aptitud.

2. Una vez surgido el modo de acción animal (la individualidad animal) —muy probablemente por saltos de integración gradual— el proceso embrionario heredado muestra otra cualidad, a saber, la aptitud de ir ofreciendo al embrión una sucesión ordenada de estímulos tal que condicione la denominada conducta congénita del animal (la posición de una gama de reflejos al nacer).

3. Por último, una vez colmado su proceso embrionario, el animal hereda «el medio estructurado en especies» al que se ajusta la conducta específica congénita, medio que moldeará la conducta individual hasta la muerte.

Así, pues, todos y cada uno de los animales heredan una organización nerviosa de una cierta complejidad y un medio determinado cuya riqueza de estímulos conviene con dicha complejidad. La vida del animal es un juego recíproco incesante entre él y su medio. El modo de actividad es el mismo para todos los animales, de manera que para entender el modo de producirse esta actividad podemos remitirnos a un caso muy sencillo. ¿Cómo podemos concebir, por ej., que surja y se mantenga la asociación de estímulos táctiles y químicos que desencadenaba la respuesta motora de ingestión del gastrulado primitivo? Nos sugiere una respuesta nuestra noción de «acción refleja» animal producida ya en el interior de un solo haz de cilindroejes, cuyas terminacio-

nes sensoriales estén todas especializadas en reaccionar al mismo estímulo. La novedad esencial que se ha cumplido en el haz nervioso paralelo (más concretamente en el sector de sus cilindros) es ofrecer a las células del haz unos estímulos regulares que señalan la actividad de otra célula del haz. Es evidente que esta estructura (conseguida como culminación de un proceso conducido por otras ventajas de que ya hemos hablado) ofrece a su vez innumerables posibilidades de coordinar, en provecho del conjunto, la actividad neuronal.

Por ejemplo, la diferenciación de dos haces de fibras paralelas, cuyas terminaciones posean células sensoriales especializadas en percibir los dos tipos de estímulos (táctiles y químicos) y que incidan en un haz nervioso común, antes de iniciarse la parte efectora, posee la doble posibilidad de que el haz nervioso estimulado por el tacto y el haz nervioso estimulado por el glutacion actúen uno y otro al unísono, pero asimismo y por la misma razón, que las neuronas intercalares del tronco aferente común perciban como estímulos: cuando está estimulado al unísono el haz táctil; cuando lo está el del glutacion; cuando lo están ambos simultáneamente; y cuando no lo está ninguno. La experiencia del animal enseñará selectivamente a desencadenar la respuesta motora de ingestión sólo en el tercer caso.

\* \*

Del mismo modo, y con la evidente ventaja selectiva de que el animal perciba muchos estereotipos de circunstancias simultáneas, cada una con distinto sentido para orientar la actividad

del animal, se ha ido perfeccionando en el curso de la filogenia una *periferia* de terminaciones nerviosas cada vez más diversificada y un número cada vez mayor de haces de cilindroejes (de nervios) paralelos que van confluyendo en haces cada vez más gruesos, más integradores. En el haz aferente, central, en el que confluyen cilindroejes de todos los haces, se concibe que puedan diferenciarse por cada neurona numerosísimos estímulos distintos, del campo integrado, cada uno de los cuales corresponde a un estereotipo general de estímulos (conocido, quasi conocido o desconocido) recogido *a la vez* por todas las terminaciones sensitivas del animal (por todo el conjunto de sus íntero y exteroceptores).

En nuestra opinión, y en contra de la concepción asociacionista que asimila el animal a su estructura nerviosa y ésta a un artefacto, el animal toma, pues, siempre noticia conjunta e integrada de datos, de una complejidad potencial dada por la complejidad estructural de su sistema de terminaciones periféricas. Esta complejidad le permite distinguir una gran gama de estereotipos de circunstancias que se den con regularidad en su ámbito. De hecho, el animal constantemente se integra con el medio (al nivel celular) por su periferia; pero se mantiene como algo distinto de ella (capaz de reaccionar como un todo integrado) y ello gracias a ese campo superior integrado.

De lo anterior parecen deducirse dos leyes:

1. Cuanto más se diferencian, se diversifican, las terminaciones sensitivas periféricas de un animal, mayor es la riqueza en ramas del árbol de

haces nerviosos. En el campo magnético que se establece sobre cada haz se produce en todo momento, por el carácter unitario del campo, una sola unidad de acontecer. Parece que estas unidades de acontecer se han de suceder con velocidad creciente (y, sobre todo, sus estímulos tener un valor esencialmente más integrador) a medida que los haces confluyen de la periferia al centro. En el estrato más elevado del neuroeje de un animal, se producirá, pues, un continuo acontecer de un ritmo de transformación (de un tempo) característico de la especie, que integra en un proceso unitario, al nivel animal, todos los impactos múltiples y aislados que inciden simultáneamente sobre las terminaciones sensitivas, al nivel celular.

2. Por otra parte, si comparamos los estratos superiores de los cilindroejes de las diversas especies, su tempo de acontecer será tanto más rápido cuanto más diversificada esté la periferia. Es evidente que ambos procesos así correlacionados espaciotemporalmente,\* el de la rapidez del ajuste de la respuesta del animal como un todo a la realidad y el de la estimulación compleja de su periferia nerviosa: a) se exaltan en el curso de la filogenia (son mayores en los animales superiores) y b) responden rigurosamente a la estructura del medio (como conviene al hecho de que la estructura interna y la del medio se hayan ido conformando la una a la otra, paso a paso, en el curso de las eras).

\* Esta correlación espaciotemporal es índice del salto de nivel, del cambio de cualidad del modo de acción (del celular al animal).

Es fácil entender que el mismo tipo de relaciones entre el campo integrado animal y las neuronas gobernadas por este campo explica cómo el campo integrado animal determina la conveniente respuesta motora a cada estereotipo de circunstancias (de estímulos). De hecho, en la vertiente efectora del sistema nervioso, las sucesivas zonas reticulares (entre ellas la corteza cerebral, la más compleja) constituyen la periferia de esta rama efectora, a donde afluyen los «estímulos, ya informados, de la acción motriz» que en definitiva ponen en juego los estereotipos de acción motora que haya enseñado la progresiva experiencia refleja del animal.

Interesa observar que, a su vez, la actividad motora tiene terminaciones sensitivas cuyos datos se integran con los demás datos de la periferia. Esto permite que el animal perciba, no sólo el medio, sino el resultado de su actividad sobre el medio, gracias a lo cual el animal guía su conducta por su experiencia. Esta facultad es la que, transformada cualitativamente a nuestro nivel, se traducirá (con la integración del medio humano) en la conciencia de nuestros yos humanos.

*Concepto de organismo animal y de organismo en general, en términos de la evolución biológica y de la evolución general de la realidad*

Resumamos ahora algunas conclusiones sucesivas de nuestra exposición, para destacar un aspecto de la evolución general de la realidad que se me ha impuesto en el curso de este trabajo muy

objetivamente, casi a contrapelo de mis preceptos.

Vimos como unas determinadas células llegaron a alargarse y a disponerse dentro del animal en posición paralela y a perfeccionarse seleccionándose por la aptitud de reaccionar simultáneamente a determinados estímulos celulares del medio. Esta selección se verificó ciertamente por ventajas selectivas, no para ellas en particular, sino para la asociación pluricelular de que formaban parte. A pesar de ello, estas células seguían relacionándose exclusivamente unas con otras constituyendo cada una la forma suprema de individualidad, dentro de una mera asociación de células (del mismo modo que lo son un animal en un rebaño o en un enjambre, o el individuo humano en la sociedad). Sobre estas células aún no se ha construido un modo de acción integrado superior; obedecen exclusivamente a estímulos celulares estereotipados y sus respuestas se constituyen en estímulos celulares también estereotipados de otras células.

Se entiende que esta evolución, una vez producida, ofreciera un nuevo tipo de estímulos, como estudiamos en la pág. 48; en el entorno de las preneuronas e íntimamente vinculado a ellas, como consecuencia necesaria de su modo de acción, se estableció un campo magnético general común, que oscila siempre que cualquiera de ellas actúa. El que estas células aprendieran a responder a estas oscilaciones, a tomarlas como estímulos para su acción, supuso una enorme ventaja selectiva para el conjunto pluricelular; la necesidad de actuar simultáneamente, que las había dispuesto en haces paralelos, encontró así una

solución mucho más eficaz: basta que una de las células capte el estímulo común e inicie la respuesta, para que esta iniciación se constituya en estímulo colectivo de las restantes células nerviosas del haz. De este modo, la asociación pluricelular, el preanimal gastrulado, consiguió movimientos excelentemente coordinados.

Estos estímulos poseen una característica que los diferencia de todos los demás estímulos celulares. Los demás se explican por la historia de la célula, los nuevos van a dar cuenta de la futura organización supracelular (del animal). Vamos a analizar el carácter diferencial de estos nuevos estímulos que los impone como algo singular, aún antes de descubrir su valor para entender el organismo animal y, es más, un aspecto general de la realidad.

Es evidente que los restantes estímulos celulares: *a*) son estímulos ejercidos por el medio natural de las células y *b*) modifican el campo eléctrico integrado (que mantiene a las células como un todo) por decirlo así de abajo a arriba —por vía del trastorno de su protoplasma. Podemos decir que estos estímulos amenazan la integridad del campo definidor de la célula y que éste recupera su equilibrio gobernando a un nivel inferior, a su protoplasma.

El nuevo estímulo que actúa privativamente sobre las neuronas tiene las propiedades contrarias: *b*) es un estímulo no ejercido por el medio natural de las células y *c*) incide sobre el campo eléctrico integrado (que mantiene a la célula como un todo) pero de arriba abajo —por vía del campo de la célula. Esta alteración difiere pro-

fundamente de las alteraciones determinadas por los estímulos celulares.

En primer lugar se trata de alteraciones ligeras que energéticamente no amenazan la integridad del campo celular (alteraciones análogas circunstanciales se producen constantemente en el común de las células, pero pasan inadvertidas entre los impactos esencialmente más intensos de los estímulos celulares).\* En segundo lugar, estas ligeras alteraciones del propio campo celular no pueden ser corregidas por la célula por razones obvias: toda respuesta de la célula, como un todo, consiste siempre en modificar su campo eléctrico mediante gobierno de actividad protoplásmica y esta respuesta, evidentemente, es incongruente con el estímulo (que es el resultado integrado de la actividad de muchas células), es mucho más intensa, más circunscrita y sobre todo más lenta que él.

En pocas palabras, entre el campo magnético integrado resultante de la actividad conjunta de las neuronas y los campos eléctricos que determi-

\* Sin duda aquí opera una ley evolutiva general que se cumple en todo salto de nivel pero que desistimos de estudiar en este lugar. Nos limitamos a sugerir a) que en la evolución del nivel celular se han afinado necesariamente los estímulos percibidos por las células (aspecto de la evolución de estos organismos que progresa de la mano con la nivelación y homeostasis crecientes del medio celular) y b) que en la asíntota de esta afinación está la percepción de las oscilaciones magnéticas determinadas por la actividad neuronal. Hace algún tiempo señalamos esta ley en el surgimiento de la actividad protoplásmica y —dentro del nivel animal— en la inflexión cualitativa esencial que supone el surgimiento del hombre.

nan la acción individual de éstas se establecen (como no puede menos de ser entre distintos niveles de integración) relaciones en los dos sentidos pero irreversibles. Ahora bien, es evidente que la función rectora se asume por el nivel alto más amplio, más débil y más rápido, único que es capaz de integrar la toma de noticia por el animal de su medio complejo.

Este nivel alto es esencialmente más complejo y más rápido que cada neurona aislada y no puede sujetarse a la influencia de ésta. En cambio, a él se pliega la neurona, por un proceso de selección natural (de ventajas selectivas para el organismo supracelular) que afina la aptitud de responder o no a las alteraciones del alto. Pero deseo insistir en la esencial novedad que supone la constitución de éste (sin duda la mente animal) que reproduce el mismo acontecimiento básico que, a un nivel de integración inferior y más remoto, supuso el surgimiento de la célula como culminación de la evolución integrada de protoplasma y su medio, y a un nivel de integración todavía más bajo y más antiguo, el surgimiento del protoplasma a partir del magma molecular primigenio.

La realidad entera, la biosfera, como hemos visto, es lo que adquiere un nuevo sentido, una nueva red de conexiones supracelular que se constituye en protagonista de la evolución en la tierra. Parece como si los procesos no fueran ya para la célula; el conjunto de ellos se ha elevado a un nivel de coorden general explicable por sí mismo: a un nivel, cuya característica es una capacidad esencialmente más alta que la celular de tomar noticia del entorno. El proceso general inteligible de complejización del medio que hemos seguido

desemboca en el surgimiento de campos circunscritos coherentes capaces de entenderlo. La realidad inteligible descubre su cara complementaria, la realidad inteligente. Denominamos organismos a estos campos circunscritos resultantes de un proceso conjunto de la realidad que, por el hecho de constituirse, adquieren la capacidad sorprendente de gobernar en su beneficio los procesos parciales de que surgieron, esto es, manifiestan lo que denominamos una forma de conciencia.

\* \*

Pero la conciencia no puede surgir de la nada. Parece oportuno hacer una última consideración general. Esta noción de organismo animal es un concepto científico en cuanto define un ser en términos de procesos de la realidad (los procesos de la evolución biológica). ¿Podemos relacionar los organismos con un entorno todavía más amplio, a fin de precisar el concepto ganado de organismo? Como simples sugerencias voy a señalar lo siguiente que resume del modo más esquemático posible el sentido general del proceso de la realidad que parece percibirse desde la evolución biológica.

En todos los niveles de la realidad se distinguen procesos y seres, éstos aparentemente estancos, yertos. Los procesos son el motor de la realidad y los seres el resultado. No hay más posibilidad que explicar el proceso por el ser y el ser por el proceso.

A su vez, dentro de los procesos (dentro del acontecer continuo de la realidad) hay que distinguir dos tipos de procesos; por su coherencia y complementaridad es mejor decir dos direcciones

de proceso, cada una de las cuales permite y alimenta a la otra. Son la de organización creciente (cuya ley descriptiva es la selección natural de los más aptos para tomar noticia del medio) y la de organización decreciente (cuya ley descriptiva es el segundo principio de la termodinámica). El proceso en la primera dirección lo constituye los organismos que determinan un proceso activo de jerarquización de energía. El proceso en la segunda dirección parecen determinarlo los niveles inferiores que ejercen hacia sí un proceso de nivelación de energía.

De pasada digamos que los *seres*, en contraposición a los procesos, (en biología los *somas* de distinto nivel, en contraposición a los organismos de distinto nivel), por otra parte, son el resultado de la interacción de los procesos en las dos direcciones opuestas y, por otra, permiten explicar que los procesos de una dirección condicionen a los de la dirección contraria. Son por una parte el instrumento de los organismos y, a la vez, el resultado, hasta un estado de equilibrio dentro de un entorno, de un proceso de desintegración.

Si comparamos ahora las dos grandes direcciones de los procesos, la de integración creciente con consumo de energía y la de desintegración creciente con liberación de energía, resulta evidente un hecho: que son complementarias, que se automantienen la una a la otra.\* Pero la evolución biológica parece enseñar otro hecho, a saber: que el proceso de un nivel dado (que esencialmente

\* Nótese que en dirección ascendente los *modos de acción* de los diversos niveles de organismo *se estratifican en orden inverso* que los seres ordenados por los físicos en orden decreciente.

significa la creciente toma de noticia del medio congruente por los organismos) lleva aparejada la uniformidad —la homeostasis— creciente del medio y de los estímulos. El hecho parece sugerir que el carácter determinado de los procesos naturales en dirección de la integración (que los hace inteligibles para organismos de niveles más altos) se debe a la misma toma activa de noticia de la realidad coherente circundante que, al estudiar la evolución biológica, se nos impone que opera en la dirección opuesta ascendente. Por tanto la conciencia puede identificarse con la coherencia general de la realidad; la conciencia del campo unitario y coherente definidor de cada organismo posee un grado de complejización dado por la amplitud del proceso evolutivo coherente del que el organismo surgió y al que, una vez surgido éste, gobierna mediante la toma de noticia del proceso integrado de la realidad que lo mantiene, que en eso, al fin y al cabo, consiste su actividad «refleja».

*El segundo método de estudiar la actividad animal. La enfermedad de los animales y su significación biológica*

Hemos visto que el individuo animal en cuanto organismo está definido por un modo integrado de acción que lo mantiene en constante interacción con su medio; también hemos señalado que esta interacción del individuo y su medio no se produce directamente, sino que es el resultado de integrar los efectos, sobre el sistema nervioso, de constantes influencias ejercidas por procesos ambientales sobre innumerables células de muy diverso tipo (íntero y éxteroceptores); estas influencias determinan procesos neuronales, que son los que están en relación directa con el modo de acción propio y definidor del animal o del hombre como unidad indivisible. Por consiguiente, la enfermedad (el proceso que trastorna la actividad integrada del organismo animal) se concibe que pueda tener dos tipos de causa primaria:

1. Un primer tipo de enfermedad sería el de las provocadas por procesos ambientales que incidan sobre el interior de células a las que trastornen de modo primario y que, en consecuencia, se perturben las señales que transmiten los receptores de algún órgano, con la consecuencia secundaria de que se trastorne la coordinación de fun-

ciones sobre la que se sostiene la actividad animal en estado de salud. *Este modo de enfermar responde al concepto clásico de enfermedad.* El agente patógeno puede incidir sobre distintos niveles de organización, el celular y los subcelulares; por ejemplo, en un envenenamiento por CO, la molécula del gas actúa (necesariamente al nivel molecular) sobre hemoglobina y provoca una anoxia general que repercute sobre la actividad de células nerviosas y, secundariamente, ese trastorno es lo que perturba la actividad del animal (o del hombre) como un todo. *El organismo en este tipo de enfermedad se trastorna —por decirlo así— de abajo arriba.*

2. El otro tipo de enfermedad sería el de las provocadas cuando se trastorna la relación que entre ellos guardan los procesos ambientales cuya coordinación («estereotipia externa») mantiene la coordinación interna de funciones sobre la que se sostiene la actividad animal en estado de salud («estereotipia interna»). De hecho, la coordinación de los procesos ambientales de este tipo (cuyo conjunto orgánico puede definirse como medio de un animal o del hombre) es lo que determina la experiencia integrada del animal, conforme a la cual la actividad animal regula (gobernando las actividades neuromusculares) todos los procesos internos para conseguir la conducta general adecuada a cada situación. Es evidente que el trastorno del medio así entendido hace que pierdan su valor de adaptación las respuestas aprendidas. En consecuencia, la coordinación de respuestas interiores deja de ser la adecuada a las condiciones exteriores, lo que supone desajustes de algunas células con sus medios, y, como efecto secundario,

lesiones de células de un determinado órgano. Ni que decir tiene que estos desajustes actúan, a su vez, como en las enfermedades del primer tipo, provocando círculos viciosos; ahora bien, por su origen, *este tipo de enfermedad, a la que suele denominarse «neurosis de órgano» difiere de la anterior y puede decirse que constituye un trastorno de arriba abajo.*

FAUSTINO CORDÓN

