

Damos en este cuaderno el texto literal de tres conferencias pronunciadas en el Departamento de Filosofía e Historia de la Ciencia del Instituto Luis Vives los días 21 y 28 de mayo y 4 de junio de 1958.

Estas conferencias recogen un avance, que consideramos de interés dentro del pensamiento y problemática biológicos del Departamento de Investigación del Instituto IbyS. Tal avance, más que una mera extensión de conocimientos, permite comprender hechos conocidos dentro de conceptos más generales y—de modo complementario—precisar mejor la interpretación de hechos concretos. Así, pues, el progreso de nuestro pensamiento biológico recogido en estas conferencias, por una parte, está vinculado a la labor anterior de dicho Departamento de Investigación (especialmente a la teoría, en él elaborada, que atribuye la causa primera de los fenómenos inmunitarios a alteraciones del citoplasma y que, por ello, encuentra en tales fenómenos una clave del acontecer intracelular) () y, por otra*

(*) Puede estudiarse esta teoría en F. Cerdón, *Inmunidad y automultiplicación proteica*, «Revista de Occidente», 1954, y en el capítulo «Inmunología», escrito por F. Cerdón para el libro *Bioquímica*, de F. Calvet (Editorial Alhambra).

parte, esperamos que repercuta favorablemente en la labor futura, ya que parece dar mayor relieve a los problemas experimentales planteados.

Proyectamos desarrollar en el próximo año, de modo más completo y extenso, las ideas expuestas en estas conferencias. Se procurará cumplir este desarrollo en las tres direcciones siguientes que se completan y para las cuales se ha reunido información y se ha reflexionado con interés creciente en los últimos años: 1) estudio de las diversas fases de la evolución de lo viviente intermedias entre la primera, de que surgió el protoplasma (fase ésta que, junto con las leyes generales de la evolución de la vida, constituye el objeto principal de las conferencias ahora publicadas), y la fase última, de evolución de las especies, cuyo estudio sentó sobre bases científicas Darwin; 2) intento de estructurar la problemática biológica de modo conforme con su objeto, esto es, de acuerdo con las sucesivas realizaciones de complejidad creciente conseguidas en las fases cualitativamente distintas por las que se ha cumplido la evolución de lo viviente, y 3) consideración del desenvolvimiento del aparato especulativo de la biología, intentando apreciar las líneas del pensamiento biológico abiertas al progreso desde Lamarck y Darwin y los conceptos, aún operantes, extraviados respecto a tales líneas o contrarios a ellas, a fin de depurar nuestro orden de ideas y darle el mayor futuro posible (lo que consigamos en esta dirección tercera constituirá nuestro homenaje activo a Darwin con

1956). Se ha iniciado este año una serie de publicaciones, bajo el título general «Una nueva teoría biológica», en la *Revista de la Academia de Ciencias de Madrid*, serie en la que se expondrá de modo sistemático esta teoría de la inmunidad y su significación biológica.

motivo del centenario de la aparición del Origen de las especies, 1859).

En la elaboración mental y en la redacción de estas conferencias me han ayudado activamente Juan Antonio Vicente y Eloy Terrón, personas dotadas de una continuidad de pensamiento y de esfuerzo, y de una sinceridad y objetividad sobresalientes; me es un grato deber manifestar aquí mi agradecimiento por su colaboración.

Por último, debo también viva gratitud a Norman Barraclough, Secretario del Departamento de Filosofía e Historia de la Ciencia, que de antiguo se ha interesado por nuestro pensamiento y ha contribuído a él con el suyo abierto y generoso; y a D. Juan Zaragüeta, Director del Instituto Luis Vives de Filosofía (al que pertenece dicho Departamento), cuyo sostenido interés por los problemas de filosofía de la ciencia y, en concreto, de la evolución biológica le llevaron a patrocinar con generosa benevolencia estas conferencias.

F. C.

Madrid, septiembre de 1958.

PRIMERA CONFERENCIA

Características generales de la realidad objetiva. Aplicación de estas características a lo viviente. Exigencias objetivas a las que debe obedecer toda interpretación de lo viviente para convenir con tales características.

CARACTERISTICAS GENERALES DE LA REALIDAD OBJETIVA

En una ponencia que presentamos este mismo año en el "Seminario Eugenio D'Ors de Ciencia de la Cultura" consideramos algunas características generales de la realidad objetiva que parecen deducirse del desarrollo de la ciencia.

La finalidad inmediata de esta ponencia era demostrar que el modo habitual de abordar el estudio de lo viviente no conviene con las características generales de la realidad objetiva; es decir, no conviene con las características que la realidad objetiva presenta en todo tipo de entes y procesos y que, por tanto, corresponden también a los seres y procesos vivientes.

A las conclusiones de nuestra ponencia fuimos llevados en el curso de nuestro trabajo como biólogos (no como epistemólogos). Nuestros puntos de vista respecto al conjunto de la realidad objetiva resultaron del esfuerzo por probarnos la validez científica general de las conclusiones obtenidas de nuestra consideración de lo viviente. En estas tres conferencias pretendemos señalar (con esa mayor claridad de juicio que permite un viaje de vuelta)

cómo se aplican a la biología tales propiedades generales de la realidad objetiva confirmadas en un principio sobre trabajo biológico.

Para el propósito concreto de estas conferencias no estimamos oportuno aducir las razones científicas que prueban para la realidad objetiva las propiedades que se expusieron en la ponencia. Vamos a limitarnos a exponer brevemente estas características para luego, atribuyéndolas a lo viviente (como parte que es del conjunto de la realidad), conseguir un enfoque objetivo de los seres y procesos vivos y, en consecuencia, de su evolución. Pasemos, pues, a reseñar brevemente las características de la realidad objetiva que el desarrollo de la ciencia parece señalarlos.

Primera característica: la realidad es explicable por sí misma.

Una primera característica de la realidad es la de *ser explicable por sí misma*. Por una parte, la realidad en todos sus aspectos, órdenes de tamaño, niveles de complejidad se ofrece como susceptible de conocimiento; pero, además, el progreso de la ciencia va salvando progresivamente soluciones de continuidad entre campos antes aislados que se integran así en sistemas cada vez más generales.

El carácter objetivo de esta propiedad de la realidad resalta del hecho de que toda teoría científica demuestra su valor de una doble manera complementaria: cara al pasado, por ser más comprensiva de los hechos conocidos y, cara al futuro, porque esta mayor comprensión le permite descubrir

hechos concretos antes insospechables. Este doble aspecto del proceso de la ciencia, que en todo el curso de su desarrollo ha ido brindando siempre la piedra de toque de sus adquisiciones sucesivas, señala sin duda que la realidad objetiva, hecha abstracción del ser pensante y de las leyes de su pensamiento, posee una profunda unidad y una interdependencia general que subyace en toda la diversidad aparente y puede dar cuenta de ella.

Segunda característica: la realidad objetiva es puro proceso o acontecer.

Como segunda característica de la realidad objetiva, impuesta por el desarrollo de la ciencia, podemos admitir que el conjunto de la realidad con todas sus manifestaciones es puro proceso o acontecer. El dinamismo incesante penetra los seres hasta su más radical intimidad, da razón de su persistencia por el equilibrio de procesos, y trascendiendo continua y plenamente de unos a otros los hace inteligibles.

De acuerdo con lo anterior es obvio que el conocimiento científico en su genuína acepción es el conocimiento (confirmable en lo posible por experimentación) de causas y efectos; y que toda sistemática—la catalogación de diversidades aparentemente esenciales—no demuestra su virtualidad científica hasta que no alumbrar conocimiento científico en sentido estricto que, por descubrir el origen de la diversidad, da categoría objetiva a la cla-

sificación y prueba que ésta no se funda en criterios subjetivos o pragmáticos.

Puntualizando lo anterior recordemos tres realizaciones del progreso científico de todos conocidas. La *primera* es que la pesquisa científica ha ido explicando los *entes* (previamente definidos, desde fuera de ellos, por sus efectos en cuanto elementos indivisibles dentro de conjuntos que los engloben) por procesos de elementos constitutivos que pertenecen, pues, a su vez, a una categoría estructural de un orden inmediato inferior.

Una *segunda* realización del desarrollo científico es que dicha resolución de los entes de un determinado orden de complejidad a procesos de elementos internos ha ido disminuyendo el número de piezas elementales distintas e irreductibles entre sí a las que la ciencia experimental ha logrado remitir en los sucesivos estadios de su desarrollo la explicación de la realidad. (Compárese el número de moléculas distintas, con el de átomos y con el de partículas elementales.)

Y la *tercera* realización notoria del desarrollo científico es que las últimas piezas elementales a las que la física actual remite la constitución de todo ente material (piezas, digámoslo de pasada, muy cortas en número y referibles unas a otras cualitativa, cuantitativa y originariamente) dejan de ofrecer contornos externos y aparecen como proceso simple.

Tercera característica: el proceso de la realidad objetiva es determinado.

El desarrollo de la ciencia ha destacado, además, algunas características del puro proceso o acontecer que es la realidad objetiva. La *primera* es que en todo tiempo y lugar el proceso va por un cauce rigurosamente predeterminado por sus circunstancias. Es decir, las mismas causas producen los mismos efectos; ni qué decir tiene que esta propiedad de los procesos naturales es el fundamento mismo, no sólo de la experimentación científica, sino de toda forma de experiencia.

Cuarta característica: todo proceso de la realidad objetiva está condicionado por el proceso universal.

Como *segunda* propiedad del proceso de la realidad objetiva, conviene señalar explícitamente que toda causa operante en la realidad objetiva procede de la realidad objetiva y todo efecto de la realidad objetiva revierte a ella. Esta propiedad, a la que corresponde la ley física de la acción y la reacción, y que tiene su expresión en la noción física de campo, significa que el acontecer en todo momento y lugar del cosmos es la resultante del proceso cósmico general. En todo lo que la ciencia ha ido descubriendo en nuestro momento y rincón del universo puede, pues, decirse que ningún proceso sale del cosmos ni entra en él, de modo que el cos-

mos queda definido como un espacio tetradimensional, curvo, limitado y cerrado. El cosmos puede imaginarse (según una noción, muy intuitiva y a la vez llena de sentido evolutivo, que debo a José Gallego Díaz) como un espacio denso de vectores que definen la intensidad y dirección del campo en cada punto y momento.

Todo proceso de la realidad se produce, pues, determinadamente y condicionado en todas sus particularidades por el proceso universal. Afirmación en defensa de la cual pueden aducirse hechos de fundamental generalidad que apoyan la noción de la coherencia radical de los procesos de la realidad objetiva.

Quinta característica: en el proceso de la realidad objetiva se coordinan procesos de unidades de un nivel en una homeostasis dinámica que constituye unidades de nivel superior. Noción evolutiva de ente.

Hay una última característica de los procesos de la realidad objetiva que me interesa considerar con algún detalle en conexión con nuestro ulterior enfoque de lo viviente. No cabe duda de que nuestra experiencia entiende continuamente en procesos de las características hasta aquí definidas; esto es, en procesos de intensidad y dirección variables condicionados determinadamente dentro de la realidad objetiva. Pero por otra parte puede decirse que estos procesos convienen con nuestras expe-

riencias sólo si abstraemos de ellas nuestro propio sensorio y los instrumentos con que apreciamos y medimos los cambios cuantitativos (las líneas de campo, el flujo) que se producen continuamente en la realidad objetiva. De hecho, de la realidad objetiva tenemos siempre, condicionándose mutuamente, junto a la vivencia de procesos, la de entes (soportes de aparente estabilidad o sustancia). Es cierto que la ciencia ha ido desentrañando estos entes y descubriendo que están constituidos por complicados procesos continuos de otros entes sucesivamente menores y menos diversos a medida que descendemos en orden de complejidad, hasta llegar—por ahora—a las denominadas partículas elementales. Pero, precisamente por ello, es forzoso admitir que la realidad objetiva, en sus diversos niveles de complejidad, coordina procesos de las unidades de nivel inferior en una homeostasis dinámica que constituye unidades de orden superior, que, en sí, nos ofrecen la impresión de entes.

Dada la evidente coherencia antes señalada de todas las manifestaciones y niveles de complejidad del conjunto de la realidad objetiva, cada unidad estructural (átomo, molécula, entidad supramolecular, célula, organismo pluricelular, etc.) no debe nunca considerarse como el conjunto cerrado de los procesos de orden inferior que lo constituyen, sino en continuo y equilibrado comercio con el exterior y persistiendo por ser la necesaria consecuencia de las acciones del ámbito; haciéndose y deshaciéndose continuamente, de modo que su persistencia, su homeostasis—más o menos efímera—, recibe la única explicación posible por el proceso de origen y el de destrucción. La única explicación de toda unidad estructural es, por consiguiente, la evo-

lutiva; podría decirse que su esencia sólo se entiende por su devenir. Se plantea, pues, el problema de cómo surge un ente del proceso de elementos suyos y de cómo interpretar evolutivamente tal ente complejo.

Un proceso de unidades de un nivel de complejidad dado va cambiando de velocidad y dirección condicionado por cambios en el ámbito en que se produce el proceso (más concretamente, por cambios en las acciones del ámbito que operan sobre el proceso, esto es, por cambios en el valor del campo respecto al proceso). De este modo, cada unidad va conducida por el gradiente del campo hasta el valor de éste de menor energía potencial respecto a la unidad misma, donde, por ello, permanece, y, en consecuencia, encuentra la posibilidad de coordinarse con otras unidades análogas (es decir, estas unidades llegan a constituir el ámbito mismo, interoperante, de esta zona del cosmos). En definitiva, para que se coordinen de modo estable las unidades inferiores (para la homeostasis de la unidad superior) como condición previa es necesario que los procesos de las unidades inferiores hayan conducido éstas a donde las acciones del medio que las aportan u originan excedan de las acciones que las separan o destruyen.

Cuando los procesos cuantitativos de aproximación de unidades elementales se resueven en la constitución de unidades de orden superior, podemos decir que se produce un cambio cualitativo, que entroniza una nueva forma de proceso. Siempre que en una inflexión cualitativa de un proceso se produzca la integración de los elementos del proceso en unidades de orden superior, hay que considerar, sin duda, dos aspectos: el destino del proceso

antiguo y el significado y destino del proceso que nace; esto es, el destino de los elementos integrantes de la unidad superior y el destino de esta misma.

Es obvio que el proceso antiguo persista, ya que el mantenimiento de las unidades superiores significa el equilibrio dinámico entre el proceso que las crea y el que las destruye; y ello, a mayor abundamiento, implica el equilibrio dinámico entre los procesos de formación y destrucción de las unidades subordinadas constituyentes. (Recuérdese, en efecto, que dada la naturaleza dinámica de la realidad objetiva este equilibrio de procesos es lo que nos comunica la vivencia de *ente* y no un estatismo yerto, vacío de sentido.) Ahora bien, ¿cómo explicarnos esta homeostasis dinámica, que hemos de admitir, de las estructuras subordinadas dentro de las estructuras de orden superior? Por dos razones: una porque el proceso antiguo experimenta la transformación cualitativa precisamente cuando ha llevado a término sus posibilidades evolutivas; *otra*, porque las mismas unidades superiores creadas ayudan a tal mantenimiento, ya que encauzan las variaciones del medio hacia la propia evolución y, de este modo, operan por su existencia misma como estabilizadores de la evolución de las unidades de que nacieron.

En cuanto al significado y destino del proceso que nace, conviene tener muy presente que cualitativamente distinto supone inexpresable por la evolución previa de sus elementos, ya que de éstos ha surgido algo antes inexistente. Por consiguiente, la evolución de la unidad estructural compleja originada estará conducida por acciones del medio que antes no operaban sobre la evolución. Recíprocamente, la unidad formada ejerce acciones, cam-

bia el medio; tanto que, en gran parte, a su nivel de complejidad estructural (en el que las antiguas acciones rectoras de la evolución están equilibradas dinámicamente en su interior) lo elemental opera evolutivamente por mediación de las unidades superiores mismas, que se interaccionan unas a otras.

Toda estructura nueva, por ser el resultado de un proceso evolutivo, toma origen en un medio que ofrece, junto con las condiciones de que dicha estructura se mantenga, las de que evolucione. Por otra parte, téngase muy en cuenta que su carácter de cualitativamente distinto de lo que le ha dado origen implica que su genuina evolución comience en unas circunstancias totalmente alejadas del estado de equilibrio; ya que la evolución de la nueva estructura, virgen de evolución previa propia, va conducida por unas acciones del medio que antes no operaban evolutivamente. Según sea la disposición y valor de estas acciones, así será el moldeamiento evolutivo de la estructura, ante la que, en su iniciación, se abren todas sus posibilidades evolutivas, imprevisibles, por tanto, por las acciones del proceso previo (o lo que es igual, impredecibles para la historia evolutiva de los elementos, aunque, ni qué decir tiene, predeterminadas por el ámbito) y sólo precisables por el nuevo relieve que el campo en que nace presenta a lo nacido.

II

PROPIEDADES DE LOS PROCESOS VIVIENTES EN CUANTO ESTOS SON PARTE DEL PROCESO GENERAL DE LA REALIDAD OBJETIVA

No cabe duda de que los organismos vivos forman parte de la realidad objetiva y que, por tanto, los procesos vivientes han de obedecer a las leyes generales de los procesos que integradamente constituyen toda la realidad. Es conveniente, pues, que nuestro análisis de la evolución de lo viviente comience por aplicar, abstractamente, a los organismos vivos las características generales de la evolución. (Sólo en segundo lugar pasaremos a inducir, sobre el examen concreto de los organismos vivientes, cuáles son las características peculiares que, dentro de la evolución general, distinguen a la evolución biológica.)

De acuerdo con las leyes generales de la realidad objetiva podemos afirmar de los organismos vivientes los siguientes puntos:

En *primer lugar*, que la vida, como parte de la realidad objetiva, es inteligible en términos de la realidad objetiva. Es decir, que puede ser objeto de conocimiento científico; y, es más, que el sistema potencial de conocimiento sobre lo viviente se integrará en un sistema de conocimiento más general.

En *segundo lugar*, hemos de tener muy presente la esencia dinámica que los seres vivos presentan en sus distintos niveles de complejidad estructural. La ciencia, al avanzar en el conocimiento de

los seres vivos desde cualquier ángulo de enfoque, los va resolviendo (como a los entes inanimados) en puro proceso o acontecer.

En *tercer lugar*, todos los procesos vivientes transcurren por cauces en los que las causas predeterminan los efectos; esto es lo que hace posible la experimentación biológica.

En *cuarto lugar*, al resolver las diversas estructuras vivientes en el proceso de sus elementos internos se observa (cuando se enjuician evolutivamente de modo correcto) que las estructuras de un determinado nivel de complejidad son menos diversas a medida que este nivel es más bajo. Evolutivamente esto es conforme con la realidad general por dos motivos: *uno*, porque, en cada nivel de complejidad, las estructuras en presencia se interinfluyen por la coherencia general de la realidad objetiva y *otro*, porque la complejidad de un orden superior entroniza la posibilidad de una diversificación de acciones del medio en más rutas evolutivas estancas entre sí.

En *quinto lugar*, todos los procesos dinámicos que se producen en lo viviente parten del ámbito y revierten a él. En su balance energético y material el ser vivo es íntegramente expresable en términos de acciones del medio inanimado sobre lo viviente y de acciones de lo viviente sobre el medio general.

En *sexto lugar*, hay que sentar la afirmación, que completa y precisa la anterior, de que, en cambio, el ser vivo no puede entenderse (es intrínsecamente ininteligible) en términos del mero análisis de los elementos inanimados que lo constituyen. Y ello aun cuando el análisis intemporal se extienda, no sólo a la naturaleza de tales elementos, sino a su funcionamiento en la economía viviente. En efec-

to, el conocimiento de una estructura viviente, como el de una estructura inanimada cualquiera que sea su nivel de complejidad, exige inducir del estudio de los elementos que actualmente la constituyen el proceso evolutivo *sui generis* que moldeó con tales elementos la estructura que se considere, proceso que es lo único que da la clave de esta estructura.

Nótese que esta exigencia del conocimiento no se limita en modo alguno a lo viviente, sino que conviene por igual a los entes animados e inanimados (al citoplasma o a la célula y al átomo o a la molécula). Se debe a que, por ser cada ente cualitativamente distinto de sus elementos, es resultado de un proceso evolutivo peculiar que exige, por tanto, un estudio objetivo especial.

III

EXIGENCIAS OBJETIVAS A LAS QUE DEBE OBEDECER TODA INTERPRETA- CION DE LO VIVIENTE

Armados de estas nociones evolutivas generales, podemos plantearnos cuáles son las exigencias científicas a que debe obedecer toda interpretación de lo viviente y, por tanto, las ideas sobre la evolución de lo viviente que bosquejaremos en las dos conferencias que siguen.

Lo viviente, como parte de la realidad objetiva, debe interpretarse en términos de esta realidad. Recusación del vitalismo.

1.^a Por ser lo viviente parte de la realidad objetiva, debe explicarse siempre en términos de esta realidad. No sólo el mantenimiento de la vida, sino también su origen, es objeto potencial de conocimiento científico por encadenamientos de causas y efectos que proceden del sector de la realidad objetiva que sostiene la vida y que revierten a este sector. La biología científica, por tanto, rechaza decididamente el vitalismo que en realidad admite que la vida procede de un principio ajeno a la realidad objetiva inanimada, que, al penetrar en zonas de esta realidad, las estructura y las dota de las cualidades de la vida. Según el vitalismo, por tanto, la vida en su carácter diferencial de lo inanimado es inexpresable en términos de lo inanimado. La biología científica, por el contrario, como un sector de la ciencia que es, y conforme con la noción de la coherencia general de los procesos del cosmos, considera que los procesos vivientes no son, en último término, sino formas particulares de los procesos inanimados y, por tanto, explicables en términos de éstos e inteligibles con una profundidad análoga a como se entiendan ellos. Habremos, pues, de esforzarnos continuamente en obedecer a esta exigencia de objetividad.

Crítica del recurso al azar para eludir un proceso incomprendido (aunque explicable por el examen de la estructura que en él se originó).

2.^a También me parece anticientífico recurrir al azar, como la biología hace con frecuencia, al tratar del origen de lo viviente en cualquiera de sus niveles de complejidad. No es difícil percibir que el azar así invocado no es sino un disfraz de la acción demiúrgica especial para la vida que postula el vitalismo. En nuestro sentir, las estructuras vivientes, desde las más simples a las más complejas (al igual, por otra parte, que las estructuras inanimadas), surgen y se mantienen a consecuencia de procesos que convienen con las fuerzas evolutivas que imperan en el estadio de la realidad objetiva del que se originan y que lo definen con máxima profundidad. Procuraremos someternos a esta exigencia segunda de objetividad, que obliga a entender la formación de una estructura viviente en virtud de un proceso implícito inevitablemente en la naturaleza general de la realidad de que nace. Desde que llega a término evolutivo esta realidad básica, se entronizan las fuerzas evolutivas que le son propias y el conjunto estadísticamente se aproxima paulatina e inexorablemente a la estructura de nivel inmediato superior que de ella se origina. Dada la coherencia de la realidad objetiva, es imposible que, sin dicho proceso previo, se produzca por azar en un punto (y menos que se mantenga) una estructura de orden superior al dominante. A mayor abundamiento, téngase en cuenta que, si se admitiera, sería en todo caso forzoso

postular que la nueva estructura, así formada súbitamente por azar (es decir, aparecida sin conexión con las fuerzas dominantes en su ámbito), habría de ser capaz, desde el momento mismo de surgir, de conformar de modo inmediato y permanente todo el ámbito que ha de soportarla, mantenerla y conducir su evolución. Es evidente que este postulado—por el principio de la acción y la reacción—significa que, recíprocamente, la estructura es resultado de las acciones evolutivas dominantes en su ámbito, es decir, que, lejos de haberse podido originar por un remoto azar, su porvenir evolutivo no puede tener otras raíces sino su historia evolutiva; de hecho, el alcance de la proyección en el futuro de toda estructura viviente es un fiel reflejo de la proyección en el pasado de las acciones evolutivas de que ha surgido. En definitiva, recurrir al azar del modo dicho supone una contradicción interna inadmisibles. ¿Cómo se explica, pues, que se sostenga en biología la noción absurda de remitir a un azar contingente el origen primero de una forma de tan inmenso porvenir evolutivo como es la vida? Sin duda, la posibilidad de sestear sin sobresalto en este recurso está condicionada porque en la mente de los biólogos que lo aplican (y en la de quienes lo justifican sin crítica) persiste—tal vez inconscientemente, pero con arraigo—la noción vulgar, clásica, pero errónea, del ser vivo como algo con existencia *per se* y no, como en verdad es al igual que toda estructura de la realidad, de entenderlo en función continua y radicalmente exclusiva de su medio. Decir que la vida se formó por un difícilísimo azar a partir de lo inanimado encubre, más que la ignorancia, la despreocupación ante un proceso general que, desde cierto estadio evolutivo

de lo inanimado, se va acercando (impulsado por las acciones rectoras de la evolución a su nivel de complejidad estructural) progresivamente a la vida, de modo que el proceso mismo es ya definidor de la vida que de él resultará. Con el expediente del azar se oculta el rasgo cósmico de la evolución viviente (es decir; que la vida es el resultado, a un cierto nivel evolutivo, de la evolución cósmica general) y, en consecuencia, se desvincula a la biología del lugar inalienable que le corresponde dentro del sistema general de las ciencias. (Ni que decir tiene que así se pierde la trascendencia que lo biológico tiene para el conocimiento general de la Naturaleza.) Nos esforzaremos, pues, en las conferencias próximas, en rehuir el azar como explicación del origen de toda estructura viviente y perseguiremos en cambio inducir este origen a partir de las propiedades fundamentales de lo que evoluciona. Esta es, repetimos, nuestra segunda exigencia de objetividad.

Crítica del intento positivista de explicar una estructura por el mero análisis, ahistórico, de los elementos que la constituyen. La bioquímica, como tal, no guarda la clave de la vida.

3.^a Las nociones evolucionistas expuestas deben asimismo ponernos a cubierto de otro extravío que hoy, desgraciadamente, enseñoorea amplios campos de la biología vigente. (Tal vez sólo escapen a la influencia de este error los estudios de filogénesis, y no completamente.) Este error consiste en intentar

forzar la explicación de una estructura viviente del mero análisis de sus elementos internos, haciendo caso omiso del proceso por el que estos elementos han llegado a integrar tal estructura. En este error incurre la extendida opinión que espera que la bioquímica o la biofísica, como tales, resolverán el problema de lo viviente. Esta ilusión, basada en el bien ganado prestigio que hoy gozan estas ciencias, no está mejor fundada que la que se puso, al alborear la ciencia moderna, en que la mecánica, entonces recién estructurada, daría la clave de la vida. Todas estas opiniones adolecen de error positivista. Hemos de sobreponernos a este error que oscurece toda la problemática biológica actual.

Antes de pasar adelante puntualicemos con un ejemplo el error positivista (en el ejemplo puede verse también que el positivismo y el recurso vicioso al azar están estrechamente vinculados). Ni anatómica y fisiológicamente se distinguen en nada los cerebros de los hombres antiguos y modernos y, por tanto, no existe ninguna dificultad inherente al cerebro de un antiguo de que en él se diera una concepción científica moderna (como, por ejemplo, la teoría de la selección natural de Darwin o la de la relatividad de Einstein). Sin embargo, a pesar de la idoneidad del órgano, era evidentemente imposible que en el cerebro de un hombre del pasado se dispusieran las conexiones nerviosas de modo tal que concibiera una de estas complejas teorías. Es obvio que el pensamiento humano exige el funcionamiento de cerebros humanos; pero, descontada esta verdad fútil, se nos impone que las concepciones determinadas de un cerebro dado resultan de su comercio con las acciones de su medio coherentes con la actividad pensante. Y así, para entender la

teoría de la relatividad hay que estudiar los hechos y teorías de la física de fines del siglo pasado, las contradicciones pertinentes que se daban en su aparato especulativo y los problemas que estas contradicciones planteaban, para comprender, por último, cómo estos problemas fuerzan la síntesis de Einstein; en una palabra, habría que estudiar la historia de las concepciones en que evolutivamente, no por azar, ha ido desarrollándose nuestro conocimiento de la realidad al nivel de complejidad de ésta en que entienden los físicos. Salta a la vista que sería totalmente improcedente (totalmente inadecuado para estudiar su objeto) inquirir el funcionamiento del cerebro para entender la teoría de la relatividad, aunque sin duda sea ésta un producto de cerebros. Las actividades superiores humanas son el supuesto de todo pensamiento científico, pero esto no impide que el estudioso de la ciencia haga abstracción (deba hacer abstracción) de estas actividades (y de la evolución ancestral del cerebro de que surgen y que las informa) para centrar la atención sobre una fase evolutiva ulterior y cualitativamente distinta que, una vez llegados a término evolutivo tales cerebros, ha resultado de la integración superior de sus actividades que denominamos ciencia.

Pues bien: tan imposible (tan incongruente con su objeto) como inducir la evolución del pensamiento humano a partir de cómo funciona nuestro cerebro es entender la vida a partir del sustrato material y energético inanimado de que los organismos vivientes están formados. Es fácil ver que esta ilusión positivista nace de ignorar que desde los elementos inanimados anteriores a lo viviente hasta la estructura viviente más sencilla existe todo un estadio evolutivo con acciones *sui generis*, ininteligibles para

el proceso previo. De hecho, en la mente ahistórica del positivista las piezas aparecen como hechas—prefabricadas—para la estructura superior; y así también este proceso evolutivo del que se prescinde se justifica por una suerte de finalismo antropomórfico.

Cada nivel de complejidad estructural debe ser objeto de una ciencia independiente. Las relaciones entre tales diversas ciencias de acuerdo con sus objetos correspondientes.

Nada de este modo de abordar lo viviente conviene con la realidad objetiva. Según la última característica que dimos del proceso general de la realidad objetiva, en la que se da cuenta de los entes interpretando la transformación de lo cuantitativo en cualitativo (y, sin duda, la estructura viviente más simple—el protoplasma—es cualitativamente distinta de las moléculas que la integran, como lo es la molécula del átomo), las acciones del medio que conducen la evolución a un determinado nivel de complejidad de la realidad objetiva no pueden coincidir con las que conducen otros niveles, ni incluso los inmediatos superior e inferior. De este modo, una clasificación objetiva de las ciencias ha de hacer coincidir éstas con los diversos niveles efectivos de complejidad, a los que, a su vez, corresponden distintas acciones y, por consiguiente, distinta metodología. Téngase en cuenta que todo ente de un determinado nivel estructural está separado de

los entes de nivel inmediato inferior que lo constituyen por un proceso evolutivo peculiar. De hecho, en el estudio de un nivel de complejidad, puede hacerse abstracción de las acciones evolutivamente operantes en otros niveles (esto es, puede operarse con los elementos que constituyen el nivel de complejidad inferior suponiéndolos entes y haciendo abstracción del equilibrio de procesos que mantienen su estabilidad). Y ello por las razones ya expuestas; a saber, 1.º, por la radical diferencia entre las acciones evolutivamente operantes en los diversos niveles de complejidad estructural; 2.º, porque las subunidades de toda estructura en evolución se mantienen en homeostasis (esto es, en virtud de los procesos evolutivos previos, se cuenta con el equilibrio de las acciones del medio que operan sobre los niveles inferiores de complejidad, integrantes de tal estructura), y 3.º, porque sobre una estructura dada no operan evolutivamente, o no operan de ningún modo, e incluso a veces ni se dañan en su ámbito, las acciones que conducen la evolución de estructuras cuyo nivel de complejidad excede del de la estructura considerada. Es más, por razones de la dinámica general de la evolución ya expuesta, en cada nivel de complejidad, *los vectores de las acciones evolutivamente operantes son, principalmente, las estructuras del mismo nivel de complejidad*. Esto explica que cuando una ciencia considera su objeto debidamente (esto es, originándose y transformándose por las acciones del medio que le son genuinas y reaccionando a su vez sobre el medio) pueda constituir (naturalmente dentro de la unidad superior—más densa y completa—del conjunto de la ciencia, unidad supra la realidad objetiva) un cuerpo cerrado de doctrina que corresponde a la interacción general de

capaz de relacionar causas y efectos y de descubrir fenómenos y leyes por previsión teórica.

De la aplicación de lo anterior a la biología podemos sacar algunas conclusiones concretas.

Ante todo, la suma de conocimientos que ha ido reuniendo el análisis morfológico y funcional de los seres vivos impone, evidentemente, que éstos han de considerarse como una estructura integrada por otras estructuras subordinadas; éstas, a su vez, por otras de orden inferior, y así sucesivamente, a través de niveles de complejidad decreciente, hasta descender a un tipo de estructuras ya no vivientes, esto es, cuya formación entendemos, e incluso logramos experimentalmente, sin concurso de la vida.

El análisis efectuado de cómo evoluciona la realidad objetiva impone, sin lugar a duda, que estas estructuras de diversos órdenes de complejidad, que integradas constituyen los organismos vivientes, no pueden ser coetáneas. En el curso de la evolución de lo viviente hubo de originarse primordialmente la estructura viviente más sencilla por un proceso evolutivo *sui generis* a partir de elementos inanimados; este proceso evolutivo hubo de ir conducido por unas determinadas acciones del medio, conformes con la índole concreta de dicha estructura más sencilla, que la transformaron hasta el límite de sus posibilidades evolutivas. Sólo al llegar a este estado, es decir, al producirse la homeostasis de la estructura viviente más simple, se darían las condiciones previas para que estas estructuras inferiores, en estado de equilibrio dinámico, pudieran a su vez iniciar, por interacciones entre ellas y con el medio, una nueva fase evolutiva cuyo resultado habrá sido la estructura viviente de complejidad inmediata superior tal como hoy la conocemos. La homeostasis

de estas nueva estructura inicia a continuación la fase evolutiva que conduce al nivel inmediato superior, y así sucesivamente, hasta llegar a los organismos pluricelulares superiores.

Significación evolucionista del concepto de la persistencia (homeostasis) de las estructuras elementales (y anteriores) en las superiores (y posteriores). Concepto evolucionista de nivel de complejidad estructural.

A riesgo de incurrir en reiteración, voy a insistir sobre este concepto de la homeostasis de las estructuras elementales dentro de las superiores. Deseo vivamente comunicar a ustedes por qué hay que admitir que una estructura subordinada interrumpe su evolución—conserva inalterado el equilibrio dinámico que da razón de ella—en el seno de una estructura superior que está en evolución. Para entenderlo hay que considerar conjuntamente las acciones con valor evolutivo que operan sobre los elementos y sobre el conjunto.

Comencemos considerando, de las dos estructuras, a la más elemental cuando se encontraba en un estadio evolutivo anterior a la iniciación de la evolución de la estructura más compleja. (No cabe duda de que este estadio se ha dado históricamente en realidad, porque lo simple hubo de iniciar su evolución antes que lo complejo, del cual lo simple es condición *sine qua non*—ni que decir tiene que siem-

pre usamos simple y complejo, elemento y conjunto, en sentido relativo.) En esta fase es obvio que las acciones del medio que determinaron la evolución no pudieron ser sino las conductoras de la evolución de la estructura elemental. Ahora bien: como indica su ulterior destino evolutivo, de la interacción de esta estructura elemental con el medio irán surgiendo brotes de la estructura superior (ya que a esta estructura conduce la evolución de la inferior) y estos brotes serán cada vez más frecuentes. Decir que surgen brotes de estructura superior equivale a decir que operan esporádicamente las acciones que conducirán la evolución en el nivel de complejidad superior (ya que toda estructura no es sino en función del medio). Ahora bien: estas acciones no coinciden con las anteriores (no pueden coincidir porque, de hacerlo, coincidirían las estructuras, lo que no es así, ya que pertenecen a distinto nivel de complejidad); por tanto, es evidente que no pueden coincidir las rutas que unas y otras acciones marcan a la estructura en evolución, y ésta, por tanto, al seguir una abandona forzosamente la otra. Evidentemente, en un principio operan evolutivamente (conducen la evolución) las acciones del medio propias del nivel de complejidad inferior de los dos considerados; en virtud de ellas las estructuras de este nivel se van ajustando a su medio, se van acercando progresivamente a las condiciones de homeostasis. Cuando la estructura inferior llega a un grado elevado de homeostasis (de estabilidad dinámica), en consecuencia se exalta la integración mutua de estas estructuras constituyendo las de nivel superior. Su mera aparición indica que están operando las acciones del medio congruentes con ellas (las acciones que las mantienen y condicionarán su evolución).

En cuanto la aparición sea lo bastante persistente para que opere sobre estas estructuras de nivel de complejidad superior la evolución—en cuanto se produzca la evolución de esta estructura—, entonces puede afirmarse (por lo antes dicho) que han dejado de conducir la evolución las acciones que operan sobre el nivel inmediato inferior y que hasta este momento determinaban la ruta evolutiva. Ahora bien: la amplitud de posibilidades evolutivas de la estructura superior está limitada por la necesidad de persistencia de la estructura inferior. En sentido figurado, es como si el sistema estructural sólo pudiera desplazarse a lo largo de líneas de campo de valor constante respecto a las primeras acciones y con un gradiente favorable a las segundas. De hecho, este desplazamiento puede alterar—de modo indirecto ya, esto es, congruente con la evolución de la estructura compleja—a la estructura subordinada, pero sólo adjetivamente, sin alterar sustancialmente la homeostasis de ésta.

Hemos insistido tanto sobre la homeostasis ulterior de toda estructura dentro de las sucesivas estructuras en que se integrará en el curso del proceso evolutivo porque esta noción tiene gran importancia para plantear debidamente los problemas biológicos. En efecto, la exacta delimitación de los niveles estructurales en los complejos organismos actuales (lo que en modo alguno parece hoy fuera del alcance de la ciencia) entregará, primero, la serie fundamental de estadios evolutivos cualitativamente distintos que ha seguido la vida en su evolución desde lo inanimado hasta su complejidad actual, y, en segundo lugar, paradigmas exactos (abstraídos del examen de muestras de un mismo nivel estructural en distintos seres vivos) de lo que fué la vida cuando

ancestralmente la evolución la había conducido hasta ese nivel evolutivo.

El establecimiento provisional de algunos de estos niveles estructurales y el estudio de las acciones determinantes de su evolución (y, por tanto, de su esencia dinámica actual) será el objeto de las dos conferencias siguientes. Para determinar deseo precisar qué exigencias de rigor deben tenerse en la interpretación de cada uno de estos niveles de complejidad.

1.^a Deslindar cada nivel dando las razones para considerarlo como tal y precisando su lugar de orden en la sucesión de estadios evolutivos (hay algunos contados casos en que ello puede ser objeto de duda).

2.^a Hay que estudiar las acciones del medio que conducen el correspondiente estadio evolutivo, procurando: *a*) que den razón profunda del mantenimiento de la estructura en el seno de los organismos actuales; *b*) que convengan con la realidad objetiva de que parten (esto es, que emanen, por decirlo así, de la estructura anterior llegada a término evolutivo), y *c*) que explique la conducción pertinente de la evolución.

3.^a Las acciones de cada estadio, por una parte, difieren de las que operan en todos los demás (de hecho, a cada estadio le corresponde una ciencia biológica objetivamente independiente de las restantes, en el mismo sentido que razonábamos es independiente toda biología de la biofísica y bioquímica). Carece, pues, de sentido extrapolar a un nivel las acciones que operan a otro nivel de la evolución biológica; recuérdese, como ejemplo, la contraposición que hicimos entre la evolución del cerebro y la del pensamiento.

Pero, por otra parte, estas acciones surgen de la

homeostasis de la estructura lograda en el estadio evolutivo anterior—son expresión de las posibilidades evolutivas de la estructura de nivel de complejidad inmediato inferior—. Según ello, las acciones que se postule que conducen un estadio evolutivo han de proceder de las estructuras subordinadas (entendidas, excusado es decirlo, en interacción dinámica con su medio). De esta manera quedan encadenadas—en los respectos inseparables espacial y temporal—las sucesivas biología, cada una de las cuales brinda los datos de partida para entender la evolución que estudia la siguiente. Y, análogamente y conforme con la coherencia general de la realidad objetiva, el estadio inicial de la evolución biológica ha de apoyarse en datos ofrecidos por la bioquímica y la biofísica, ya que la evolución biológica se apoya sobre un determinado nivel estructural alcanzado por evolución de lo inanimado.

Hay en cambio que rehuir abiertamente dos recursos: 1) abstraer una pieza de una estructura compleja de un modo no conforme con su historia evolutiva, y 2) interpretar una estructura por sus consecuencias evolutivas (lo que, como hemos visto, es imposible dada la homeostasis de lo elemental en lo complejo). Ambos extravíos de pensamiento—hijos del hábito de considerar los entes abstrayéndolos de la dinámica que los mantiene en interdependencia continua con el medio, y del consiguiente finalismo—son muy frecuentes en biología.

SEGUNDA CONFERENCIA

Resumen de las propiedades, expuestas en la conferencia anterior, que lo viviente y su evolución poseen por el mero carácter de ser parte de la realidad. Estudio de la primera fase de la evolución de lo inanimado a lo viviente que, por tanto, dió origen a la estructura común a lo viviente de nivel de complejidad más bajo (el citoplasma). Características peculiares a la evolución biológica: producirse por selección natural y leyes de la evolución de los mecanismos de herencia.

I

RESUMEN DE LAS PROPIEDADES, EX- PUESTAS EN LA CONFERENCIA ANTE- RIOR, QUE LO VIVIENTE Y SU EVOLU- CION POSEEN POR EL MERO CARACTER DE SER PARTE DE LA REALIDAD

*La evolución biológica y la evo-
lución en general.*

En la conferencia anterior, primera de este ciclo sobre la evolución de lo viviente, comenzamos considerando las características generales de la realidad objetiva que se deducen del desarrollo de la ciencia. Como lo viviente es parte de la realidad objetiva, obedece sin duda a sus características generales. Y así, en la segunda parte de la conferencia, procuramos precisar qué características indudables posee lo viviente por su solo carácter de ser parte de la realidad. Terminamos la conferencia precisando las exigencias que debe satisfacer toda interpretación de lo viviente para convenir con dichas características generales.

De hecho, pues, en la primera conferencia hemos intentado situar la problemática biológica bajo luz científica general. Nos hemos esforzado en precisar

a qué nos obliga, en nuestra interpretación de lo viviente, el cúmulo de conocimientos sobre la realidad objetiva en general ganado por el desarrollo de la ciencia hasta nuestro momento. Convencidos de que no hay progreso científico excéntrico (dicho de otro modo, convencidos de que las exigencias de rigor para toda aseveración científica vienen marcadas por todo el sistema conjunto de conocimientos científicos de cada momento), nos preocupó en la primera conferencia exponer, de antemano, en abstracto, las normas a que debe obedecer toda interpretación de lo viviente para estar de acuerdo con lo que la ciencia nos ha descubierto hasta ahora de la realidad objetiva en general. En nuestro intento de entender la evolución de lo viviente, procuraremos someternos continuamente a esas exigencias que la ciencia en general impone a la biología en particular; ustedes deben vigilar nuestra obediencia a esas leyes generales.

Por otra parte, en nuestro intento de someter a consideración científica lo viviente y su evolución, nos esforzaremos en destacar que esta sujeción al suelo firme de la realidad objetiva es lo único que permite algún vuelo sobre ella.

No hay que decir que en la conferencia anterior nos limitamos a considerar características de la realidad objetiva que, de un modo u otro, interfieren con lo peculiarmente biológico que en las dos conferencias restantes vamos a considerar. En dicha conferencia nos desentendimos, naturalmente, de correlacionar unas con otras dichas características generales, tema de extraordinario interés, pero que compete a los físicos teóricos, no a los biólogos. Basta a nuestro propósito con sentirnos asentados sobre características firmes que alcancen a toda la realidad,

sin que nos preocupe el íntimo entronque de unas características generales con otras. En efecto, dado lo determinado y complejo de nuestro objeto de conocimiento (los seres vivos), es difícil que su examen pueda descubrir conexiones entre características generales de la realidad que pasen inadvertidas a ciencias que se ocupan de fenómenos mucho más generales y simples.

En pocas palabras, lo que nos interesa (dada la coherencia general de la realidad objetiva) es sentir nuestro pensamiento biológico integrado en el pensamiento científico general.

Ahora bien: la afirmación anterior no nos hace olvidar un instante que el progreso de la ciencia se cumple no sólo por la ampliación de conocimientos, sino también (y más fundamentalmente) por la rectificación de los sistemas previos de conocimientos adquiridos. La cualidad principal del investigador es la fidelidad al objeto real en que se ocupa. Recurre a la experiencia humana colectiva, que es la ciencia, esencialmente para inquirir la naturaleza de su objeto con la máxima profundidad posible en su momento; pero cuando el examen directo de la realidad descubre que ésta está en contradicción con el aparato conceptual admitido, la fidelidad al objeto—la objetividad—obliga al investigador a enfrentarse con este aparato conceptual denunciando su debilidad descubierta e intentando corregirlo de modo que interprete coherentemente los hechos antiguos y los nuevos contradictorios. De este modo, todo punto de vista excéntrico, por así decirlo, respecto a la opinión científica dominante, si está fundado en la realidad, obliga a centrar a su alrededor todo el aparato conceptual asentándolo sobre bases nuevas más firmes.

Apresurémonos a decir que, en nuestra opinión, las características generales de la realidad objetiva recordadas en la primera conferencia presentan con vivo relieve lo viviente y su evolución, sin que—por su parte—la evolución biológica ofrezca ninguna contradicción (como era de esperar por lo antes expuesto) con el aparato conceptual que, para la evolución en general, nos ofrece la ciencia actual.

*Propiedades de lo viviente en
cuanto parte de la realidad.*

Antes de entrar en el estudio concreto de la evolución de lo viviente, vamos a hacer un breve resumen de las propiedades de lo viviente y de su evolución que, según expusimos en la conferencia primera, se deducen de las características generales de la realidad.

Para estar de acuerdo con las adquisiciones generales de la ciencia hemos de admitir, en primer lugar, que el organismo vivo, examinado en su interior, se resuelve en procesos de cuyo equilibrio dinámico resulta el mantenimiento del ser vivo (su homeostasis). Esta idea así enunciada está en la mente de todos, y precisamente el término homeostasis con esta acepción—que va penetrando en otras ramas del conocimiento—procede de la biología.

La experimentación biológica, de acuerdo con el resto de la experimentación científica, señala que todos estos procesos, de cuyo equilibrio resulta el mantenimiento de lo viviente, están determinados; esto es, las mismas causas producen los mismos efectos.

Una tercera noción, que conviene tener muy presente, es que el ser vivo no puede entenderse sino en función de su medio. Los procesos internos, cuyo complicado equilibrio dinámico constituye la esencia de cada ser vivo, parten del medio y revierten a él. Toda causa óperante en lo viviente procede, en último término, de la realidad objetiva inanimada y todo efecto de lo viviente vuelve asimismo a dicha realidad objetiva; esto significa que lo viviente (como otra parte cualquiera de la realidad) es inteligible en términos de su interacción continua con el ámbito que lo sostiene.

La evolución desde lo inanimado a la célula hubo de ser un proceso constituido por varias fases cualitativamente distintas.

Prescindamos de las interacciones de unos organismos con otros y, a este fin, consideremos un organismo capaz de vivir directamente a expensas de lo inorgánico; esto es, un vegetal. Entre un organismo vegetal por sencillo que sea y el medio que le mantiene y en el que crece y se multiplica (entre un alga unicelular, por ejemplo, y el agua con los gases, sales e iluminación convenientes) existe sin duda una diferencia abismática de complejidad. Sin embargo, la coherencia general de todos los procesos (y en particular, el hecho de que todos los procesos vivientes se produzcan en función de su ámbito—todo ser vivo está en equilibrio material y energético con su medio—) impone, evidentemente, que también el proceso por el que se originó el ser vivo

estuvo conducido por su medio inanimado—no hubo ningún momento en que tal equilibrio no se mantuviera—. ¿Cómo salvar este salto brusco de complejidad al explicar el paso evolutivo desde lo inanimado a lo viviente?

Ante todo, como razonamos en la conferencia anterior, una estructura dinámica tan compleja con respecto a lo inanimado no ha podido surgir de esto de modo directo. Minerva nació armada de la cabeza de Júpiter, pero la vida sin duda no brotó, por un solo acto de lo inerte, dotada de todos los atributos que hoy nos la definen. No sólo no ha bastado un único acto, sino que, para conseguirla, se han tenido que suceder varias fases evolutivas cualitativamente distintas.

Por ejemplo, se observan seres vivos actuales de órdenes de complejidad sucesivamente crecientes: seres unicelulares, seres constituídos por una asociación de células semejantes y seres complejos constituídos por una asociación superior de tejidos y de órganos. Es indudable que estos últimos (en cuya estructura compleja entran las de los otros como elementos manifiestos) han pasado en su evolución por períodos evolutivos que han conducido desde el estado unicelular a asociaciones de células homogéneas y, por último, a integraciones de más en más complejas de diversos tejidos. Conformes con esto, en la actualidad los biólogos remiten el origen de la vida, por lo menos, al de la forma de vida independiente más sencilla que se conoce: al de la célula.

¿Pero la célula misma pudo surgir, como tal, directamente de lo inanimado? Hemos de contestar decididamente por la negativa; para que se originaran las primeras células hubo de sucederse también toda una serie de fases evolutivas, cualitativamente

distintas, de las cuales fueron surgiendo estructuras de complejidad creciente hasta que de la última se originó la célula, con su complejidad genuina. Basta observar que, en toda célula, se aprecian estructuras subordinadas; esto es, entidades cuya dinámica y trabazón internas difieren de la dinámica y trabazón que distinguen al modo de interaccionarse tales entidades con otras porciones de la célula; dentro de cada entidad se aprecian porciones diversas. Es imposible que toda esta complejidad se haya erigido por acciones del medio inanimado conduciendo un único proceso evolutivo.

Para afirmarse en esta convicción basta reflexionar en lo que supone el aserto contrario; esto es, postular que la célula con sus atributos haya podido originarse de lo inanimado por un proceso único. Un ente (esto es, una suerte de remanso de procesos en equilibrio con el medio) no puede surgir, mantenerse, reproducirse y evolucionar sino de acuerdo con las acciones del medio; constituye siempre—por la ley de la acción y de la reacción—una suerte de proyección interna de acciones congruentes del medio. Un ente que carece de historia evolutiva respecto a su medio actual (esto es, que es la consecuencia evolutiva inmediata de su medio) ha de entenderse, según lo dicho, como el resultado de las acciones que operan evolutivamente en ese medio (ser el término de la evolución de este medio). Si admitimos, pues, que la célula procede del medio inanimado por un proceso directo (en lugar de ser la consecuencia de las acciones sumadas de varios estadios evolutivos, sucesivos e independientes) tenemos, pues, que aceptar también que en el medio inanimado actuaba, simultánea y armónicamente con el proceso celular, un conjunto de accio-

nes tan complejo como el que mantiene el complicadísimo dinamismo celular. Es decir, que el medio inanimado era tan complejo como la célula, conclusión evidentemente absurda.

Noción de fase evolutiva. Constancia en el ente actual de las fases sucesivas por las que se produjo.

La célula, por consiguiente, es resultado de una compleja historia evolutiva. Todas las estructuras, subordinadas de distintos modos, que permiten los complicados procesos que integrados constituyen la vida de la célula, son naturalmente resultado de acciones del medio. Pero estas acciones no se han producido a la vez, sino que han actuado sucesivamente (históricamente) plasmando estructuras de complejidad creciente en dirección hacia la célula.

En cada momento y lugar de la realidad objetiva operan continuamente múltiples acciones, pero de todas sólo unas determinadas son las que conducen cada fase evolutiva; de hecho, en cada fase—por las razones aducidas en la conferencia anterior—las acciones que operan más activamente impiden que las restantes dejen su huella. Las acciones que determinan la evolución en un estadio dado no pueden ser sino las que conforman la realidad correspondiente hacia la máxima estabilidad que su ámbito, más general, le permite. De este modo, al final de cada estadio evolutivo quedan remansadas en procesos dinámicos equilibrados (que nos dan en la evolución ulterior la vivencia de entes) las acciones

del medio que operan en la fase evolutiva anterior. Estos procesos dinámicos equilibrados constituyen, a su vez, una forma de realidad *nueva* y, como tal, sujeta a una *nueva* fase evolutiva. Y, en general, las acciones del medio que operaron sucesivamente sobre la evolución han ido plasmando estructuras de complejidad creciente (esto es, estructuras integradas por otras más sencillas formadas en estadios evolutivos anteriores). Para que pueda proseguir la evolución esta labor de complicación creciente (esto es, para que las estructuras formadas en un estadio evolutivo inicien otro en el que se integren dando estructuras más complejas) es necesario que las estructuras subordinadas, primero, hayan llegado a un estado de perfecto equilibrio dinámico con las acciones del ámbito que condujeron su evolución, y en segundo lugar, que este equilibrio se mantenga, para que sobre su base actúen nuevas fuerzas evolutivas. De este modo, en todo ente complejo, considerado en su relación actual con el medio, está patente su historia evolutiva en líneas generales.

Aclaremos lo anterior con el ejemplo de una estructura compleja inanimada, y supongamos que se suspenden en agua macromoléculas lineales y que éstas se enlazan entre sí por valencias secundarias. Tenemos, pues, una estructura constituida por moléculas, que, a su vez, están constituidas por átomos y éstos por partículas elementales. De esta estructura podemos hacer varias afirmaciones obvias. Con respecto a su origen, podemos decir, en primer lugar, que (como lo complejo no se entiende sin lo simple y sí a la inversa) las partículas elementales precedieron a los átomos, éstos a las moléculas y las moléculas, por último, a la asociación de moléculas considerada. En segundo lugar, los resultados del

análisis y de la síntesis se corresponden en los tres niveles de complejidad; ello, ante todo, nos señala inequívocamente que las estructuras simples al entrar en una más compleja se conservan como tales (se mantienen en homeostasis); también indica (y ello, si bien se mira, equivale a lo anterior) que las fuerzas del medio que actúan sobre los tres niveles son peculiares—tanto, que son objeto de ciencias distintas—. En tercer lugar, estas estructuras están, todas, en correlación dinámica con el medio, son función de él; para que la estructura compleja se mantenga es necesario, primero, que se hayan dado las acciones del medio que han dado origen *sucesivamente* a las estructuras de complejidad creciente, y segundo, que sigan actuando *manteniéndolas*. (Hagamos destacar que las acciones operaron en estadios distintos y que, ahora, siguen operando simultáneamente.) En una palabra, el conocimiento de la estructura compleja equivale al de su origen, y viceversa.

Lo mismo vale para el origen de los seres vivos. En cada uno de ellos hoy está, en verdad, operando toda su historia evolutiva. En una forma u otra, todas las acciones fundamentales del medio que condujeron su evolución siguen operando en su medio actual y son las que lo mantienen vivo. Dicho de otro modo, todo conocimiento ganado sobre el ser vivo es conocimiento de su historia evolutiva. Me atrevería a decir que la piedra de toque del valor de un conocimiento es la luz que arroje sobre la evolución del objeto correspondiente. (De hecho, hemos comenzado a interesarnos en la evolución de lo viviente el año pasado, cuando, inesperadamente, observamos que nuestra interpretación de los fenómenos conocidos de fotosíntesis parecía arrojar un

vislumbre sobre la evolución.) Así, pues, para entender la evolución de lo viviente—sin permitir a la fantasía ninguna fuga hacia el pasado—hay que mirar decididamente al ser vivo en sus actuales realidades ambientales. De este modo, todo el buen vino viejo, que es el enorme acervo de conocimientos adquiridos por la biología, adquiere nuevo valor al verterlo en los nuevos odres que nos brinda la problemática biológica estructurada de acuerdo con lo que conocemos de la evolución de la realidad objetiva.

Puntualización, dentro de la célula, del concepto de nivel estructural. Aplicación de este concepto a la delimitación objetiva de las diversas ciencias biológicas.

Lo anterior ha procurado dar una noción intuitiva de nivel estructural y una demostración intuitiva de que existen varios niveles estructurales en lo viviente, y más concretamente en la célula. Puntualicemos más estos conceptos.

Toda la realidad está en un continuo proceso coherente. Ahora bien: vemos zonas de la realidad donde este proceso está en equilibrio, en homeostasis, dándonos la vivencia de ente. Esta homeostasis (este ente) es siempre la culminación de un proceso evolutivo. Cuando las acciones en equilibrio son de un tipo único, la estructura es simple y una la fase del proceso. Cuando son de tipo múltiple, a cada tipo de enlace homeostático correspon-

de una fase evolutiva: el ente se ha producido por una sucesión de procesos.

Por la complejidad de la célula (por la pluralidad de sus interacciones con el medio, en homeostasis), la célula es, indudablemente, resultado de la culminación sucesiva (hasta homeostasis) de muchas fases evolutivas. Cada una de ellas ha hecho más compleja la estructura. Podemos concebir dos maneras de pasar de una estructura subordinada a otra de complejidad inmediata superior: piezas de la estructura subordinada pueden interaccionar (y que la interacción evolucione hasta homeostasis) y así constituir, por vía podemos decir sintética, la estructura superior; o bien, por diferenciación, cuando en el seno del conjunto homogéneo de una estructura, nuevas acciones del medio (condicionadas por una modificación del medio que suele depender simplemente de la culminación evolutiva de la estructura anterior) transforman parte de las acciones en equilibrio y llevan esta parte transformada, a su vez, a equilibrio, a homeostasis. Cualquiera que sea la vía, el resultado es siempre el mismo; a saber, la interacción homeostática de elementos del mismo nivel estructural (de la misma edad evolutiva).

Lo anterior nos da un criterio claro para diferenciar en lo viviente los niveles distintos de complejidad estructural (que, repetimos, corresponden a las distintas fases evolutivas). El criterio es éste: un nivel estructural opera evolutivamente (y, por tanto, efectivamente) de modo directo sólo sobre su mismo nivel; para que evolucione se requiere la homeostasis de los niveles inferiores, y su homeostasis, a su vez, es indispensable para la evolución de los superiores. Así debe entenderse también el mantenimiento actual de las estructuras. Con este cri-

terio procuraremos ir deslindando, en cuanto podamos, los niveles de complejidad estructural. Todo paso en este sentido contribuye a estructurar las ciencias biológicas de acuerdo con la indole real de los procesos biológicos y a entender la evolución de lo viviente.

II

ESTUDIO DE LA PRIMERA FASE DE LA EVOLUCION DE LO INANIMADO A LO VIVIENTE, QUE, POR TANTO, DIO ORIGEN A LA ESTRUCTURA, COMUN A LO VIVIENTE, DE NIVEL DE COMPLEJIDAD MAS BAJO (EL CITOPLASMA). CARACTERISTICAS PECULIARES DE LA EVOLUCION BIOLOGICA: PRODUCIRSE POR SELECCION NATURAL Y LEYES DE LA EVOLUCION DE LOS MECANISMOS DE HERENCIA

Propiedades químicas de la materia constitutiva de lo viviente y, en consecuencia, único origen posible de esta materia.

Armados del aparato conceptual expuesto, intentemos descubrir el nivel de complejidad inferior de lo viviente. Logrado en la primera fase evolutiva de lo inanimado en dirección hacia la vida, sobre su homeostasis descansa toda la evolución ulterior

(y toda la diferenciación actual) de los seres vivos. Naturalmente, su inducción debe efectuarse considerando directamente la materia viva en relación con su medio.

Si después de la muerte la materia constituyente de un ser vivo se aísla de otros seres vivos, y en las condiciones de su medio natural (agua en equilibrio con los gases atmosféricos, electrolitos, pH, temperatura y catalizadores propios, etc.) se deja que experimente únicamente los procesos que emanan de su constitución, sus moléculas se desintegran en moléculas sencillas e incapaces de unirse por enlaces secundarios en formaciones supramoleculares (autólisis). Puede, pues, decirse que en las condiciones materiales y energéticas de su medio natural la materia orgánica propia de lo viviente, aislada de la vida y sólo sometida a las leyes termoquímicas, se desintegra irreversiblemente. Por tanto, como en su medio natural la materia prima de lo viviente se desintegra exotérmicamente, hay que admitir que, cuando no había vida aún en nuestro planeta, la materia prima de que se formó originalmente lo viviente hubo de producirse (sólo también bajo las leyes de la química, ciencia que corresponde a la evolución de su nivel estructural) en condiciones materiales y energéticas distintas de su medio natural actual.

Con respecto a este magma orgánico primigenio es obligado precisar unas características que obedezcan simultáneamente a dos exigencias: haberse podido establecer sin concurso de la vida (ser evolutivamente anteriores a la vida; ser reproducibles *in vitro*) y ser capaces de dar cuenta del proceso evolutivo *sui generis* que, en múltiples etapas, condujo a la estructura actual de los seres vivos. Es

decir, una labor inmediata que se plantea la biología es inducir la forma de realidad química que, en abstracto, posee la posibilidad de evolucionar hacia lo viviente tal como hoy lo entendemos. Labor ulterior de la biología será contrastar experimentalmente las soluciones teóricas plausibles con el fin de conseguir datos precisos que concreten el magma orgánico primitivo cuanto permita el estudio de lo viviente.

Como hemos visto, no cabe duda de que la materia prima de lo orgánico hubo de formarse en circunstancias distintas de las que ofrecen los diversos medios colonizados por la vida. Una vez formada, cabe considerar tres posibilidades únicas; *primera*, que la materia prima de lo orgánico se dispusiera formando el magma orgánico primigenio y éste iniciara su evolución hacia la vida en el mismo medio físico en que dicha materia se formó; *segunda*, que la materia prima de lo orgánico, desde las circunstancias en que se formó endotérmicamente, hubiera pasado a un medio nuevo en el que pudiera experimentar demolición exotérmica, pero que fuera cualitativamente distinto del actual, y que, en dicho medio nuevo, se hubiera dispuesto constituyendo el magma orgánico primitivo y éste hubiera iniciado su evolución hacia lo viviente; *tercera*, que la materia prima de lo orgánico desde las circunstancias en que se formó hubiera vertido directamente a un medio físico que no se diferenciara cualitativamente de la gama de medios actuales (haciendo abstracción, naturalmente, de la modificación paulatina del medio que supone la evolución misma de lo viviente) y que, en él, se formara el magma primigenio y se cumpliera la evolución hacia la vida.

Nuestros conceptos evolutivos nos permiten decidirnos por la tercera posibilidad.

Como la evolución ulterior exige la homeostasis de las estructuras subordinadas previas, no cabe dudar de que el medio actual no ha podido cambiar sensiblemente, ya que en él han de mantenerse las acciones que condujeron todas las fases evolutivas de lo viviente. Ahora bien: tampoco cabe duda de que también ha de conservarse el nivel de complejidad previo a la vida constituido por las moléculas carbonadas con que se organizaron las asociaciones supramoleculares de más en más complejas que dieron origen a los seres vivos. Hay, pues, que admitir que, en el medio actual y a lo largo de todo el proceso evolutivo, han operado las acciones que dieron origen a estas moléculas; y hay que admitir también que estas acciones siguen actuando en lo viviente.

Esta conclusión, acorde con los principios evolutivos generales y con las características materiales básicas de lo viviente, choca con preconceptos explicables. En efecto, en el medio natural de la vida es evidente que dichas moléculas se desintegran oxidativamente con liberación de energía; de modo que en el retículo o magma primigenio (una vez vertido desde su crisol geológico a nuestro medio natural) debió emprenderse una carrera contra reloj entre su demolición y la posibilidad de formarse el primer germen de vida. El deseo humano de ayudar en esta competición al alumbramiento de la vida y la noción errónea de que la vida se ha originado por un improbable azar en el magma orgánico primigenio es lo que ha inducido a postular para este magma un medio de menor actividad desintegradora.

Pero con ello, de espaldas a la realidad, se soslaya la cuestión del origen de la vida remitiéndolo a condiciones imprecisables. Pero, como hemos dicho, el problema puede precisarse por la consideración actual de lo viviente y su medio. La dificultad concreta con que nos enfrentamos es entender por qué pasos evolutivos se formó la estructura general de lo viviente a partir de un retículo primigenio inanimado, y ello en un medio incluido en la gama de medios que ha ido colonizando la vida, en el que dicho retículo hubo de sufrir desde un principio los efectos de su desintegración oxidativa. Este retículo debe entenderse con propiedades iniciales que respondan, por una parte, a su origen inorgánico y que, por otra, tengan ya significación biológica, esto es, que hayan permitido al retículo elevarse a lo viviente: a una estructura con la característica, cualitativamente distinta de lo inanimado, de aumentar de cantidad (de propagarse), reaccionando a expensas de energía del medio contra su origen inicial endotérmico, en un medio de más bajo nivel energético.

Propiedades generales del retículo primigenio.

Pasemos a considerar, ante todo, las cualidades de tal retículo primigenio. Esto es, las cualidades que pueden admitirse con seguridad para un retículo constituido por largas cadenas carbonadas enlazadas por valencias secundarias en un medio hídrico.

En primer lugar, consideremos tal retículo en su estado de equilibrio dinámico; continuamente moléculas o grupos de moléculas constituyentes se es-

tarian desprendiendo de él y cayendo en disolución, y continuamente moléculas o grupos de moléculas desprendidas estarían integrando a él de nuevo. Así, pues, unas zonas del retículo diferirían de otras no sólo por el modo de disponerse en el espacio sus constituyentes, sino más profundamente por su ordenación estérica entendida dinámicamente. En cada punto y momento, definirían esta ordenación: a) la gama de todas las disposiciones estéricas entendidas estáticamente que resultarían posibles dados sus elementos constituyentes; b) la permanencia relativa en que se mantuviera cada una de estas disposiciones estéricas, y c) el orden de sucederse unas a otras. A igualdad de otros factores, cada ordenación estérica del retículo poseería una determinada velocidad de liberación de las piezas que lo constituyen y una determinada velocidad de reincorporar las piezas desprendidas. Por otra parte, la ordenación estérica de cada zona del retículo estaría condicionada: a) por la naturaleza y concentración relativa de las moléculas constituyentes potenciales de él que existan en el lugar dado, y b) dada la interdependencia reticular, por la ordenación estérica del ámbito reticular que rodea a la zona considerada.

En segundo lugar, si consideramos ahora los enlaces internos de las moléculas de que está constituido el retículo, es lógico admitir que, por el carácter endotérmico de estas moléculas, habrían de producirse en ellas continuamente reacciones de desintegración, esto es, rupturas de enlaces de primer orden, que implicarían una liberación de energía muy superior a la propia de los enlaces de segundo orden que mantienen a las moléculas constituyendo el retículo. Por tanto, estas reacciones químicas de