

UN SISTEMA DE REFERENCIA PARA LA INTERPRETACION DE LAS FUNCIONES BIOLOGICAS ELEMENTALES *

Por OSVALDO RAPOPORT y EDUARDO H. RAPOPORT

INTRODUCCIÓN

En este ensayo se trata de establecer una axiomática elemental ¹ a la que se considera en su totalidad como una hipótesis de trabajo (véase 43, 74 y 75 en bibliografía). Esta axiomática, como cualquier otra, puede servir de sistema de referencia para comparar las manifestaciones más importantes de la materia viva, desde sus propiedades fisiológicas, de su estructura y forma, hasta su constancia y tendencia a la formación de niveles integrativos de organización superior. Esto se hace ya que varios autores dicen que la axiomática actual no es suficiente para establecer la unidad conceptual de dicha ciencia.

En el método propuesto utilizamos a menudo el procedimiento de reemplazar un conjunto de variables por una constante, para poder seguir trabajando. A tal sustitución la denominamos "hipótesis de trabajo"; en ese sentido se efectúa una operación aproximada a la de las matemáticas. Dichas hipótesis de trabajo estarán sujetas por definición, y posteriormente, a un análisis para el estudio y determinación de las inter-relaciones de las variables que las constituyen. Esta metodología

* Queremos dejar constancia de nuestro agradecimiento a los doctores Luis De Santos, Ovidio Núñez y Raúl A. Ringuet, de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad de la ciudad Eva Perón, y Gregorio Klimovsky y Oscar A. Varsavsky del Instituto de Matemáticas de la Universidad de Cuyo, por haber revisado el escrito y sabido indicar las correcciones necesarias a tales fines.

¹ Dado que el término "axiomática" implica una terminología con la cual los autores no se pueden identificar en su totalidad, y que la única aproximación al sistema utilizado es la axiomática propuesta por Hilbert, conviene aclarar que al presente ensayo, más que una axiomática, podría denominarse como una "hipotética" de la biología. La metodología, los elementos y postulados debieran estar comprendidos dentro del mencionado término.

es aplicada en forma global y como primera aproximación al campo biológico y no dudamos que pecará por numerosas faltas, debidas a cierta inexperiencia y poca posibilidad de aplicarla con rigurosidad. Se establecen, sobre la base de lo mencionado, nuevos (o en algunos casos los mismos) postulados, pero jerarquizados y ordenados. Se puntualiza así un sistema de referencia y se analiza la materia viva desde ese nuevo punto de vista. Los resultados coinciden o no, según los casos, con los de la biología empírica, pero, en todo caso, nos permiten prever (finalidad de toda teoría) la solución de algunos problemas mediante las herramientas que posee el biólogo: la física, la química, las matemáticas y las mismas técnicas especiales de la biología. Debemos aquí aclarar que no creemos se puedan “explicar” los fenómenos biológicos por medio de dichas disciplinas, a la manera de Loeb y sus continuadores. Creemos que dicha explicación puede ser hecha así, pero implica conocimientos derivados del sistema de referencia utilizado. No obstante, pensamos que los fenómenos biológicos puedan ser *ordenados* en tal forma que la física y la química actuales puedan ser aplicadas con un éxito mayor.

Aquí intentamos una axiomática que nos lleva a analizarla en sus detalles primeros, por cuanto las deducciones que se puedan obtener a partir de dicho marco de referencia, nos han permitido establecer una coherencia lógica entre los conceptos de materia viva, organismo, funciones y propiedades que se extraen deductivamente a partir del mismo conjunto axiomático propuesto; y otras consecuencias como la posibilidad de aventurar una interpretación de las cuestiones “cantidad mínima de materia viva”, naturaleza de los virus y carácter de la autoduplicación. Dejamos sentado que si el sistema que utilizamos no condujera a resultados útiles para la práctica, tal sistema de referencia puede ser cambiado por otro más exitoso. No obstante, el hecho que se puedan unificar tales funciones y propiedades, en el sentido de estar referidas a un solo marco de referencia, nos permite afirmar que nuestra axiomática es, cuando menos, pragmáticamente aceptable.

El trabajo se halla dividido en tres partes: la primera, donde se hace una breve revisión sobre el problema de las propiedades elementales de la materia viva; la segunda, en la que se plantea y desarrolla el método propuesto (sistema de referencia) y donde se ha tratado de evitar en lo posible todo supuesto que introducido “de contrabando” pueda modificar o alterar la secuencia del planteamiento; la última parte está dedicada a las conclusiones que de aquél se pueden extraer, y que, por ser interpretaciones personales, no pueden invalidar de hecho, las proposiciones enunciadas en la segunda parte.

CRÍTICA DE LOS CONCEPTOS DE FUNCIONES Y PROPIEDADES
ELEMENTALES ATRIBUÍDAS A LA MATERIA VIVIENTE

Sin hacer un examen exhaustivo de la metodología de las ciencias biológicas, conviene dejar al descubierto, por medio de una crítica metódica, algunos de los temas que contribuyen a oscurecer, sino a impedir, la investigación conceptual y experimental en biología.

Del estudio de las propiedades de los organismos y de la constancia con que dichas propiedades se presentan, se ha introducido históricamente el concepto de funciones elementales de la materia viviente. A tales funciones, representadas especialmente por la asimilación, reproducción (y multiplicación), irritabilidad, adaptación, autorreproducción (sentido genético de la duplicación en el caso de los genes, inducción en el de los virus, etc.), ciclo vital, etc.; o la clásica sucesión: nacimiento, desarrollo, reproducción y muerte, se les ha dado en general, una equivalencia jerárquica en su carácter de manifestaciones de la materia viva.¹

Haciendo una breve revisión del inmenso cúmulo de definiciones, teorías y opiniones particulares, y citando sólo algunas de ellas, vemos que la idea de lo vivo gira siempre en torno a los conceptos expresados. Así por ejemplo Butler Burke designa con "vitalidad" a todo cuerpo que cumpla con las siguientes condiciones: existencia de protoplasma, metabolismo, tendencia a un proceso cíclico, organización y estructura, dependencia de temperatura y humedad, y susceptibilidad a las influencias externas; Bütschli define lo vivo por la "propiedad morfogenética"; Lewis por los tres atributos establecidos por Huxley: composición química singular, poder de gastar y recuperar con consiguiente crecimiento y naturaleza cíclica de sus actividades, a las que agrega la adaptación. Una tendencia más moderna, el organicismo, sustentado principalmente por Bertalanffy, ha intentado plantear la problemática de las ciencias biológicas con un criterio menos restringido, haciendo resaltar la posibilidad de establecer otras características intrínsecas, como la conservación del equilibrio dinámico y del orden jerárquico; la historicidad, individualidad, organicidad y totalidad; la conservación de la forma y tendencia a un máximo de estructuración; y, más modernamente, con el concepto de sistema quasi-estacionario y el de

¹ Con "equivalencia jerárquica" queremos dar a entender la necesidad de trasladar la taxonomía a la fenomenología vital. Es así, como veremos más adelante, donde más imperioso es el establecimiento de jerarquías. Heurísticamente, el biólogo concede en general mayor importancia o rango a ciertas características vitales que a otras; tanto es así que se considera a la irritabilidad como rasgo más generalizado que la sensibilidad nerviosa, lo mismo al gregarismo respecto del instinto social superior, la evolución respecto de la regresión, la forma celular respecto de la sincítica, etc.

equifinalidad. Salman, (61) menciona lo vivo como un mecanismo de estructura estacionaria, metabólico y perpetuo; mientras Daleq lo sinonimiza con asimilación, autonomía y reproducción; Calkins define como vitalidad la suma total de acciones, reacciones e interacciones entre las sustancias formadoras de la organización del protoplasma, y entre éste y el ambiente; mientras que a la vida la define como organización protoplasmática que manifiesta o posee un potencial de vitalidad. Russell coloca la "actividad directiva" como característica irreductible de la vida; Spinoza establece el principio de autoconservación; Lillie, el metabolismo constructivo. Otros autores prefieren dar énfasis al problema de la estructura y organización; así, por ejemplo, Haldane dice que "...el mantenimiento activo de la estructura normal y específica, es eso que nosotros llamamos vida".

Más vago se hace aún el concepto si nos remitimos a quienes opinan que de la materia inanimada a la viva, debe de haber una serie de pasos graduada y paulatina (Baitsell, Cuènot, Schäfer, etc.).

Vemos así que, de esta forma, en biología se entiende que un compuesto está vivo cuando actual o potencialmente manifiesta alguna o todas las propiedades precitadas, propiedades cuyo carácter elemental se justifica, como hemos dicho, en función de la constancia de su aparición como manifestaciones de la materia viva.

En los últimos años, los adelantos experimentados por los métodos de investigación, si bien han permitido el estudio de fenómenos principalmente fisiológicos y morfológicos, han producido poco progreso en la investigación conceptual de lo vivo. En realidad, en la mayoría de las obras en las cuales se ha intentado echar bases para una fundamentación de la biología, obras que, salvo contadas excepciones, representan variaciones sobre tendencias ya tradicionales, no se ha ofrecido un conjunto de proposiciones de referencia cuando menos provisional. En oposición al estancamiento en la interpretación de estos fenómenos generales, vemos el constante adelanto en la investigación de los fenómenos particulares, como los citológicos, genéticos, fisiológicos, etc.; tal estado conduce a un cúmulo de contradicciones sobre la naturaleza misma de estos fenómenos. Tales contradicciones saltan a la vista cuando consideramos por ejemplo el conflicto entre la genética formal y michurinista, preformación y epigénesis, forma y función, etc.

Modernamente se ha intentado reducir algunos de los términos biológicos usuales a una terminología físico-matemática, habiéndose establecido coincidencias entre estas disciplinas y la biología; pero el problema de la disociación entre sus respectivos sistemas de referencia subsiste sin modificaciones. Para ser más claros, debemos recordar que siempre se debe partir de la base que toda disciplina tiene que remi-

tirse a un solo sistema de referencia, si uno desea que tal disciplina sea coherente. En este caso existe una disociación entre los sistemas de referencia para las físico-matemáticas y la química por un lado, y la biología por el otro. Los sistemas de referencia de las ciencias primero mencionadas han sido lo suficientemente analizados en diversos tratados como para que los mencionemos aquí. Pero el sistema de referencia de la biología, especialmente la biología macroscópica, utiliza como base las funciones elementales que hemos mencionado al principio; ello implica una acentuación de la incertidumbre intrínseca en tal grado, que la biología, así considerada, escasamente puede considerarse como una ciencia. Así tenemos, entre otras, una posición clásica al respecto en Schrödinger: “la incapacidad evidente de la física y de la química actuales para explicar tales acontecimientos (los biológicos) no es razón alguna para dudar que puedan ser explicados en el futuro por estas ciencias”. Nos parece aventurada la opinión de Schrödinger. La incapacidad de estas ciencias para explicar los fenómenos vitales en relación con su relativa capacidad para explicar otros fenómenos naturales, se deriva de una errónea ordenación y sistematización de la fenomenología de la vida, y no del progreso y valor de las ciencias exactas. A la biología le falta una fundamentación lógica para poder utilizar la física en la interpretación de los fenómenos de su mecanismo, más estrictamente, le falta una unificación metodológica.

Ya Woodger (75) ha llamado la atención sobre este punto, y ha contribuido a levantar las bases de una axiomática de la biología, haciendo una formalización lógica de los postulados de esa ciencia; como bien dice el autor, “es necesario crear un *lenguaje* perfectamente controlable, por medio del cual puedan ser ordenados los conocimientos biológicos”. El movimiento por la ciencia unificada¹ ha dado fructíferos resultados y parece señalar una ruta para el ordenamiento arriba mencionado.

En cierto sentido, Schrödinger se coloca en una posición muy semejante a la de Bertalanffy. Mientras éste no cree que las leyes de la física ni de la química puedan explicar el mecanismo viviente (principio orgánico), aquél asevera que esas ciencias lo explicarán, pero con otras leyes que aún no han sido enunciadas². N. Bohr en cambio, considera a la vida como un hecho elemental que no podrá ser explicado y que debe ser tomado como punto de partida, del mismo modo que el cuanto de acción parece un elemento irracional desde el punto de vista de la física clásica, pero, tomado conjuntamente con la existencia

¹ V. CERNUSCHI, F. 1949. *El movimiento de unificación de la ciencia*, en *Ciencia e Investigación*, V, 2, 68-78.

² V. HALDANE, J. B. S., 1951. *Interacción de la Física, la Química y la Biología*, en *Filosofía del Futuro*, Cía. Gral. Edic., México, 231-250.

de las partículas elementales, forma el fundamento de la física atómica. A la misma conclusión han llegado J. Hinton (1862), S. T. Coleridge (1885), J. Gray (1933), D. Calewaert (1947) y otros.

Aparte los físicos que tratan de reorganizar el panorama biológico, los mismos biólogos teóricos suelen adoptar una posición semejante. Canella, por ejemplo, sostiene: "sin embargo hoy, como dentro de un millón de años, no obstante a los progresos de la física, de la química, de la biología y de la psicología, tendrá frente al misterio de los orígenes y de lo que son, la materia, la energía, la vida, la psiquis, que resignarse al irrefutable *ignorabimus*, ya claramente dicho hace más de un siglo por Du-Bois Reymond" (sic).

Esta posición en biología puede ser criticada desde el punto de vista metodológico; no debe olvidarse que la axiomática de la biología fundamental no ha sido aún decantada críticamente, y si entendemos que toda estructuración científica debe remitirse a un sistema de referencia cualquiera, tal sistema no ha sido aún establecido. Las cuestiones del tipo de las formuladas en la cita anterior, según Wittgenstein, Ayer, etc., no pueden ser planteadas en ninguna disciplina si no se da la metodología o los medios para la comprobación empírica o experimental de tal cuestionario. Lo más probable es que en función de una fundamentación racional de la biología, los problemas del orden anterior, no aparezcan como tales o no importe esclarecerlos. Pensamos que toda problemática da origen a una "emergencia" de cuestiones que están en función del sistema de referencia que se utilice: en la problemática materialista, por ejemplo, no entran cuestiones metafísicas, etc. Conviene mencionar lo ya aclarado por Reichenbach que un planteamiento de los problemas constituye, en sí mismo, un adelanto en el conocimiento científico.

En oposición al consenso común a estos problemas, puede sustentarse la posición que la metodología y conocimientos particulares de la físico-matemáticas y química actuales, están capacitados para explicar los fenómenos biológicos, en la medida que lo están para establecer una interpretación racional de los fenómenos físicos o químicos. La diferencia de la aplicabilidad de los mismos métodos a estas dos ramas del conocimiento particular (físico-matemáticas y química por un lado, y biología por el otro) estriba en la aparente complejidad con que se presentan los fenómenos biológicos, complejidad de manifestación originada en la naturaleza de las estructuras vivientes. Aparentemente no hay forma de establecer métodos equivalentes para determinar por ejemplo un método común que sirva para el establecimiento de una ley en biología y otra en física (se entiende que tales "leyes" deberán

atender a principios fundamentales de ambas ciencias y no a fenómenos particulares).

Pero en la medida que en la física hay fenómenos simples y fenómenos resultantes de la coincidencia o secuencia de numerosos fenómenos simples, de los que se suscita una emergencia de nuevas características que no pueden ser encaradas matemáticamente de la misma manera, en la biología sucede lo mismo. El hecho que no podamos enunciar hasta el presente ninguna ley biológica sino sólo reglas (Woodger), nos enseña que el estudio conceptual de lo vivo deberá encararse desde un punto de vista más real.

En apariencia sólo hay una manera de aclarar esta situación. Dado que todo intento de fundamentación se hace sobre la base de las propiedades de las unidades vivientes, dichas propiedades han sido tomadas como premisas sin discriminar su situación jerárquica ni su necesidad lógica. La introducción del concepto de propiedades vitales, empíricamente indiscutidas, complica enormemente el panorama, si es que no le pone vallas infranqueables; esto refirma lo expresado en las primeras líneas.

Para dar un ejemplo representativo, se puede mencionar como, a despecho de las innumerables críticas y ensayos al respecto, en biología experimental y teórica se trabaja con los conceptos tradicionales y empíricos de individuo y especie. Los inconvenientes de esta situación se reflejan de inmediato en la ciencia particular: no es posible interpretar la naturaleza de un tejido en un medio de cultivo según el concepto de individuo, ni tampoco es posible encarar los problemas de la evolución, del paso de una especie a otra, por cuanto se ignoran las características de especificidad del material con que se trabaja. También es aparentemente irreconciliable lo que se deduce de la cristalización de ciertos virus, con el concepto de organismo. Como éstos, existen numerosos ejemplos que revelan que la biología actual no ha superado la etapa de su crisis conceptual, tal como fuera enunciada por Le Dantec y otros a fines del siglo pasado.

De la misma manera, se hace forzoso establecer diferencias entre las propiedades necesarias y suficientes para capacitar a un compuesto a la vida o definirlo como vivo, y las propiedades y manifestaciones adquiridas y fijadas evolutivamente por las unidades vivientes. De este modo es posible disminuir considerablemente la complejidad del problema.

Una vez establecidas las propiedades básicas y de acuerdo con los conocimientos actuales, toda definición deberá encararse bajo el aspecto de la combinatoria de las propiedades fundamentales precitadas por un

lado, y su relación con las propiedades no fundamentales o específicas por el otro.

Es dable proponer para toda esquematización de los fenómenos biológicos, dejar a un lado aquellas propiedades o "funciones" de cuyo carácter elemental no se esté completamente seguro. De cualquier modo esta seguridad no la puede dar la constancia de su concomitancia con la fenomenología viviente. *Entendemos que sólo será posible hacer adelantos efectivos en estas disciplinas, cuando se establezcan sistemas de referencia perfectamente definidos, una metodología rigidamente aplicada y cuando los resultados, por más ajenos a la realidad empírica que sean, no se excluyan sin una rigurosa crítica respecto del método seguido.* El ejemplo de un método de ordenamiento lo podemos extraer de la geometría, es decir, de las geometrías. Desde Euclides a Lobatchewsky y luego desde éste hasta la actualidad, se han construido varias geometrías, muchas de ellas sustancialmente útiles al progreso humano. El método ha consistido en cambiar los elementos y postulados, sustituirlos por otros y utilizar rigurosos sistemas lógicos de encadenamiento de las proposiciones. A cada uno de dichos grupos de elementos, postulados y métodos, los llamaremos *sistemas de referencia* (en biología). Un ejemplo muy sencillo lo da la sustitución de coordenadas en geometría analítica; a cada una de estas coordenadas, utilizadas a diario, puede dársele el nombre de sistema de referencia, en su sentido más restringido.

Conviene no olvidar que dada la complejidad de los fenómenos vitales, cualquier disección analítica de los mismos, puede conducir a fenómenos especiales completamente distintos a los que estamos habituados; es el hábito humano que unifica y da sentido global, muchas veces careciendo de información estadística cuando menos. En todo caso, cualquier reconstrucción metodológica produciría un cierto número de resultados, algunos de aplicación inmediata a estas ciencias y otros potencialmente utilizables para nuevas investigaciones. No obstante no hay que olvidar que cualquier sistema de referencia puede ser reemplazado por otro que brinde mejores resultados, sin que con ello se niegue la utilidad de la metodología usada.

SISTEMA DE REFERENCIA

I. — *Existen procesos mediante los cuales, en función de factores físicos (inclusive radiantes), químicos y elementos materiales, simultáneos o no, se produce materia viva. A todos los complejos de factores*

suficientes para formar, con probabilidad apreciable materia viva, incluyendo el proceso en sí, los denominamos "sistemas biogenerativos".¹

II. — *La experimentación comprueba que el mecanismo fundamental que provee a un compuesto orgánico con las propiedades de la materia viva, es con toda probabilidad un mecanismo complicado. Consecuentemente un sistema biogenerativo será, como método de producción, también un sistema complejo. Es por definición una función de variables físico-químico-radiantes² que a su vez son funciones del tiempo. El sistema implica coincidencias y coordinación de factores, organización y mantenimiento.*

Empíricamente, la idea de la complejidad del mecanismo viviente es una inferencia inmediata, desde el estudio de la físico-química celular hasta el análisis de sus propiedades como unidad viviente, comportamiento, capacidad adaptativa, evolutiva, etc.

Con el propósito de aclarar la idea de los sistemas biogenerativos, los podemos imaginar compuestos por:

a) Elementos materiales y factores químicos: un sistema coloido-coacervado común a todos los tipos de protoplasma, líquido de equilibrio y sustancias en solución o suspensión, pH, reacciones.

b) Factores físicos: presión, densidad, viscosidad, tensión superficial, presión osmótica, factores mecánicos, radiaciones (solar, radiactiva o cósmica) etc. Una acción previsible de estos últimos es, además de una acción catalizadora, la de inducir en los elementos materiales reacciones en forma de síntesis asimétricas³. (Véase 15, 17, 18, 49 y 50).

c) Un proceso en el cual los factores b) influyen sobre a) y estos producen las reacciones necesarias que terminan con la formación de materia viva.

No se incluyen "factores biológicos" porque se puede admitir que la primera o primeras unidades biológicas puedan haberse originado por cualesquiera factores excepto los biológicos (abiogénesis). Si se hubiera incluido entre los factores biológicos a la organización, disposición y estructura, como lo han querido ciertos holistas, el esquema hubiera aumentado en belleza pero no en claridad.

Diversos autores han afirmado que las condiciones necesarias para la formación de materia viva en los principios de la historia de la vida sobre la Tierra, denotan una casual y complicada coincidencia de va-

¹No utilizamos el término "biogénético" (lo relativo a la biogénesis) por haber sido introducido por T. H. Huxley con un significado distinto.

²Se hace hincapié en diferenciar los factores radiantes de los físicos, dado que les asignamos un valor especial dentro del método desarrollado.

³Pringle cree en la ventaja de considerar reacciones en cadenas ramificadas en vez del esquema propuesto por Haldane-Oparin-Bernal sobre la formación original de compuestos orgánicos en base a la acción directa de las radiaciones ultravioletas.

riadísimos factores. La posibilidad de tal coincidencia afortunada es lo que llamaremos "intervalo crítico de coincidencia de factores".

III. — *De esto podemos afirmar que es extremadamente improbable la posibilidad de más de un intervalo crítico de coincidencia de factores capaces de producir materia viva, o sea de otro método, que sin ser fundamentalmente idéntico, sea capaz de producir materia viva.*

El punto precedente nos sugiere como hipótesis de trabajo: "Todos los sistemas biogenerativos son esencialmente idénticos".

IV. — *Conviene puntualizar:*

a) *Los conocimientos actuales son suficientes para definir con cierta precisión, entre qué límites deben hallarse los elementos y factores que integran el sistema biogenerativo. Ellos determinarían así un intervalo crítico.*

b) *La producción de materia viva sólo fué posible mientras los factores coincidentes del sistema biogenerativo se mantuvieron dentro del intervalo crítico de variación. Esta aseveración se hace en función de lo expuesto en III.*

c) *Asimismo, dentro del sistema biogenerativo, es posible definir un intervalo crítico más restringido que delimite sólo las variaciones de los elementos materiales (sistema coloido-coacervado). En lo sucesivo, cuando mencionemos el intervalo crítico, nos referiremos a este concepto más restringido.*¹

V. — *Aceptamos que hubo un período geológico en que el mar primitivo reunió las condiciones del intervalo crítico; mediante la acción de los factores físicos, químicos y radiantes, quedó consecuentemente integrado el sistema biogenerativo.*

Desde este punto se infiere que espontáneamente comenzó a formarse materia viva en el sistema coloido-coacervado del mar primitivo² mediante las inter-reacciones de los elementos materiales y la acción de los restantes factores. A tales fenómenos se los conoce generalmente como "formación espontánea de materia viva en el mar primitivo".

VI. — *Dado que todos los factores que integran el sistema biogenerativo son diferentes funciones del tiempo, independientes entre sí (con cierto grado) y coordinables (sólo) como sistema biogenerativo, admitimos que algunos de ellos fueran susceptibles de variar, por evolución*

¹ Como no se ha precisado aún la naturaleza de estos elementos materiales (Bernal sugiere no es condición necesaria el estado coloidal), podemos hacerlo con los siguientes términos: coloido biogenerativo, coloido o compuesto retenido, sistema coloido-coacervado primitivo, elementos materiales, etc.

² Del tipo mencionado por Oparin y otros como material a partir del cual se originaron los primeros seres vivientes. La existencia de tal sistema o coloido es una necesidad lógica.

geológica principalmente, mientras otros se mantuvieron aproximadamente constantes. Por ello aceptamos:

a) *La mayor parte de los factores físicos (radiaciones en especial) se mantuvieron aproximadamente constantes (dentro del intervalo crítico). Si geohistóricamente no han permanecido constantes, debemos considerar que dichos factores deben tener un intervalo crítico muy dilatado; o sea una acción más cualitativa que cuantitativa (17).*

b) *La mayor parte de los elementos materiales y factores químicos variaron en tal medida que salieron del intervalo crítico.*

O sea que luego de alcanzarse el intervalo crítico en la coordinación de factores biogenerativos, es evidente que tal situación no pudo haberse mantenido durante mucho tiempo. Tal coordinación se debió dislocar poco después como consecuencia de la evolución ulterior de la corteza terrestre, los cambios físico-químicos de la solución marina primitiva, atmósfera (para Haldane aparición de oxígeno molecular libre) etc. Es generalmente aceptado que el mar precámbrico se distinguió principalmente del actual por lo menos en salinidad, a lo que agregamos una disminución apreciable de coloido-coacervados, lo cual haría sumamente improbable la hipótesis de la producción "espontánea" de materia viva en los mares actuales (17, 23, 62). Consecuentemente el período en el cual se produjo espontáneamente materia viva en el mar primitivo concluyó. Tal afirmación implica que ni antes ni después de tal período se pudo producir materia viva. Sin embargo sabemos, a despecho de estas razones, que existe actualmente un acrecentamiento cuantitativo de materia viva visible en los fenómenos de reproducción, crecimiento, regeneración, cicatrización.

VII. — De lo anterior debemos aceptar que:

a) *Si el sistema biogenerativo es sistema único, toda aparición de materia viva desde ese instante debe entenderse como la compensación o restitución, en algún lugar, de los factores y elementos que salieron del intervalo crítico. Aclarando: los factores físicos y químicos, y elementos materiales (coloido biogenerativo) deben hallarse actualmente en algún lugar en la naturaleza, con sus características dentro del intervalo crítico.*

b) *Como todos esos fenómenos son observables sólo en la materia viva, inferimos que todo sistema biogenerativo acompaña a la producción de materia viva, de modo que ésta juega algún papel fundamental en la integración de dicho sistema. Para nosotros en la materia viva se reproducen de cerca las condiciones del coloido-coacervado presente en el mar primitivo cuyas características no extralimitaban el intervalo crítico. Es la compensación prevista en el punto anterior.*

Si afirmáramos que los seres vivos son capaces de producir actualmente materia viva mediante una capacidad inherente a sus funciones, caeríamos en la necesidad de admitir la duplicidad de métodos para alcanzar un mismo punto crítico biogenerativo cuya posibilidad hemos descartado. Con el objeto de aclarar este punto, hemos llamado "método espontáneo" al que produjo material viviente hasta la aparición de las primeras unidades vivientes. Denominaremos "reproducción" a la actividad actualmente productora de materia viva. De este modo podemos afirmar que el método "espontáneo" y el de "reproducción" son, desde el punto de vista de su producción, esencialmente idénticos.

VIII. — *Asentado el hecho que el sistema biogenerativo acompaña a la materia viva*¹, y que ésta provee los elementos materiales (coloide biogenerativo) compensando la desaparición de las condiciones ideales (intervalo crítico del mar primitivo), habría las siguientes posibilidades importantes para explicar el hecho que la materia viva haya podido continuar esta función a través del tiempo:

a) *El coloide biogenerativo, con variaciones dentro del intervalo crítico coexiste constantemente con la materia viva que lo mantiene.*

b) *La materia viva sintetiza dicho coloide a partir del medio, cada vez que debe formarse nueva materia viva.*

IX. — *La posición b) del punto anterior, es la posición tradicional en la biología: "la materia viva sintetiza materia viva". Este punto de vista no nos satisface porque implica dotar a un mecanismo complejo la capacidad de autoduplicación, capacidad físicamente incomprensible.*

Esta capacidad de autoduplicación (37) ha sido mencionada frecuentemente como una característica que atañe exclusivamente a la materia viva, y en realidad ha servido muchas veces para definirla (56, 61). Las definiciones están unidas o ligadas a premisas fisiológicas (funciones elementales) o a cualidades emergentes derivadas principalmente de la propiedad de reproducción y organización, cuyo análisis crítico aún no se ha intentado en forma sistemática. El concepto clásico es que la materia viva es capaz de fabricarse a sí misma a expensas de los materiales del medio, de modo que la reproducción sea una de las manifestaciones más evidentes de la actividad vital.

Asimismo el no admitir la potencialización del medio ambiente, nos llevaría a aceptar también otra complicación cual es la de reemplazar un sistema sencillo (retener el medio ambiente mediante adecuaciones, que pueden ser cibernéticamente comprensibles) por otro teóricamente más difícil, que es fabricar medios y defensas distintas de los seres

¹ Acompaña a la mayor parte de las manifestaciones vivientes, pues como veremos más adelante, no está asociado a los virus.

vivos y distintos del medio ambiente. El hecho de admitir que la materia viva poseyera la capacidad de retener parte del medio que la rodeaba para subsistir a las condiciones cambiantes de dicho medio, y proveer las condiciones necesarias, si no suficientes, para la producción de nueva materia viva, aclara el problema de la continuidad del proceso biogenerativo y el actual acrecentamiento de materia viva. Por otro lado es más fecundo, como se verá más adelante, considerar un sistema que retenga las condiciones biogenerativas que otro, a manera de una máquina, productora de materia viva.

X. — *Aceptando la posibilidad VIII. a) como hipótesis de trabajo, a los fines de producción de materia viva, todo sistema biogenerativo está completo en todas sus fases, incluyendo los elementos materiales provistos por la materia viva.*

Todas estas consideraciones nos sugieren en este punto la siguiente definición de materia viva: "Materia viva es aquella capaz de mantener, dentro de los límites del intervalo crítico de variación, a un sistema coloido-coacervado cuyas características y condiciones sean comparables a las del mar y coloido-coacervados primitivos".

Puede admitirse que en el mecanismo de la retención de dicho coloido, en determinadas circunstancias, se extralimite el intervalo crítico de sus propiedades. En tal caso dicho fenómeno deberá necesariamente ser reversible en la medida de devolver, en circunstancias adecuadas, sus propiedades primitivas. Tal sería el caso de los fenómenos de enquistamiento, vida latente, células especializadas.

Esta propiedad de retener las condiciones del mar primitivo, ha sido mencionada por diversos autores. Quinton (1899) la denominó: "Ley de la constancia marina original", estableciendo homologías entre la composición química de algunos humores animales y la concentración de sales en el mar (7, 11, 17, 51, 53). Es preciso aclarar que la retención de las condiciones marinas primitivas por los peces y luego por los animales terrestres es una adaptación muy compleja y en un nivel de organización muy superior (sangre, plasma, secreciones, humores) al mencionado en la definición de materia viva, y que se refiere exclusivamente a las condiciones del mar en que los distintos grupos taxonómicos se originaron o abandonaron tardíamente.

XI. — *Desde nuestro punto de vista, la relación que interesa destacar entre la materia viva y el coloido biogenerativo no es otra que de retención y mantención.*

Pero la coincidencia de similitud entre el coloido retenido y el sistema coloido-coacervado del mar primitivo (V. Conclusiones 1), hace

que el proceso biogenerativo se manifieste intraplasmáticamente (no restringido a intraprotoplasmáticamente, pues consideramos necesario no limitar este concepto, en el sentido de aceptar la posibilidad que también en la sustancia intercelular puedan observarse dichos fenómenos) (32).

XII. — *Desde el momento en que mediante una propiedad elemental de la materia viva, se dispone de un sistema coloido-coacervado capacitado para integrar el sistema biogenerativo, es de esperar la aparición en él, de materia viva. Este proceso que implica alguna modificación previsible (cuantitativa y cualitativa, pues parte de dicho coloido biogenerativo pasa a otro nivel de organización dado por la materia viva), permite deducir que la unidad viviente, huésped de tales fenómenos, sufra necesariamente un cierto desequilibrio. La necesidad lógica de este desequilibrio, se deriva del hecho que el coloido biogenerativo retenido, afinálísticamente, no tiene por función servir de sustrato a los procesos biogenerativos sino que integra la totalidad de la unidad viviente cumpliendo alguna función específica. Para ser más explícitos: si la materia viva retiene las condiciones biogenerativas (por una propiedad elemental inherente a ella) es de esperar que se forme nueva materia viva. Pero el mecanismo intrínseco de la formación de material vivo es otro y muy distinto al de retener las condiciones para que ello se produzca.*

En consecuencia, si admitimos un restablecimiento del equilibrio, podemos encarar las siguientes alternativas:

a) *Reversibilidad: toda partícula del coloido biogenerativo inducida a transformarse en materia viva vuelve a su estado inicial.*

b) *Restitución: la merma cuantitativa del coloido biogenerativo es compensada mediante una actividad vital que lo restituye con los materiales provistos por el medio.*

XIII. — *La alternativa XII. a) debe ser excluída por cuanto implica la anulación de todo proceso biogenerativo, y además no está justificada por ningún elemento experimental a su favor.*

Admitimos que la alternativa XII. b) es la única aceptable en función de que permite la explicación del actual aumento cuantitativo de la materia viva.

XIV. — *La mencionada capacidad de restitución la podemos sinonimizar con la asimilación, para la cual proponemos la siguiente definición: "Asimilación es el mecanismo por el cual se compensa en cantidad (o cantidad y calidad) el coloido biogenerativo hurtado de la economía fisiológica de la unidad viviente por el proceso biogenerativo*

(reproducción)". Lo denominamos *asimilación por hacerse directa o indirectamente a expensas del medio*.

Por consiguiente la asimilación queda así definida y derivada de una capacidad implícita de los seres vivos, de compensar el proceso involuntario de la reproducción. Resumiendo, llamamos *asimilación a la función mediante la cual el coloide biogenerativo se mantiene en cantidad y calidad (la función mediante la cual el coloide biogenerativo se mantiene en calidad, es justamente la propiedad de retención que adjudicamos a la materia viva)*.

Es preciso hacer la aclaración de que el sentido común que se da, en general y en los textos de biología al vocablo *reproducción*, se presta a ser interpretado en formas muy distintas.

- a) Reproducción en el nivel de materia viva.
- b) Reproducción en el nivel de organismo acelular (mitosis, escisión, paridad, brotación).
- c) Reproducción en el nivel de una célula de un metazoo o metafito (amitosis, mitosis).
- d) Reproducción en el nivel de un ser pluricelular (esquizogénesis, esquizogamia, laceración, reproducción vegetativa).
- e) Reproducción en el nivel de dos gametos que se unen (gametogénesis, meiosis, conjugación, blastotomía); y se consideran también fenómenos de la reproducción a la poliembriónia, paidogénesis, neotenia y muchos otros más. Como puede verse se habla de cosas semejantes pero en niveles de organización muy distintos, como serían mitosis al nivel de una célula y propagación de una planta por semillas. Para evitar posibles complicaciones, nos limitamos a llamar reproducción, a la misma, pero en su nivel más bajo de organización; para los demás términos sería menester hacer una jerarquización y nomenclatura adecuada.

De acuerdo con lo expresado los fenómenos de producción de materia viva (reproducción, regeneración, crecimiento, etc.) y la asimilación, serían desde este punto de vista conceptualmente diferentes de los interpretados por la biología tradicional. La reproducción sería, metodológicamente, un fenómeno previo a la asimilación; y mientras que la primera función no atañe a la fisiología primordial de la materia viva (por lo tanto no es una función primaria), la segunda se reduce inicialmente a la restitución de un coloide.¹

Por otro lado, los fenómenos de regeneración (caso de la esponja

¹ Es conveniente restringirse a una función que para nosotros es elemental, la asimilación, y no complicarla llamándola "metabolismo", que como sabemos es un complejo de mecanismos integrados por la ingestión, digestión, absorción, circulación, inspiración, asimilación, desasimilación, eliminación, egestión y almacenaje (Wolcott).

desmenuzada y filtrada, bacterias sometidas a radiaciones ultravioletas, etc.) hacen suponer que el fenómeno vital no es un fenómeno de organización y de forma; éstos serían efectos (y no causas) de la función de retención. Más aún, la cibernética nos señala visiblemente, mediante sus ensayos sobre máquinas complejas capaces de crecer, reproducirse y repararse, de poseer instintos sociales, de obtener impresiones de forma desde un punto de vista psicológico, que dichas funciones no son vitales, sino fenómenos laterales que acompañan a la compleja organización vital. En última instancia podemos aceptar que puedan haber máquinas capaces de retener el medio biogenerativo, pero las mismas no serán materia viva dado que en nuestra definición está implícito el concepto de que la materia viva tiene que haberse formado en dicho medio biogenerativo, cosa que es imposible concebir en una máquina, aunque ésta retenga dicho medio; en pocas palabras, la materia viva retiene el medio biogenerativo en el cual se originó. El hecho que la disposición de las piezas de una máquina electrónica de calcular sea semejante a la disposición de los elementos nerviosos (Wiener), o el hecho de que las mencionadas máquinas copien casi fielmente las llamadas "funciones vitales" más complejas (véase Grey Walthers, W. 1950. Sci. Am. 182:5, 42-45), nos está indicando que las mencionadas funciones vitales no son primarias y que la biología, en primera instancia, no puede reducirse a la física.

XV. — *Con referencia a las características del coloide retenido, conviene dejar sentados los siguientes puntos:*

a) *Si hemos admitido que toda unidad viviente retiene o está capacitada para retener cierta cantidad de coloide biogenerativo cualitativamente definida, el problema de determinar la cantidad de dicho coloide, deberá encararse desde el punto de vista de la fisiología o de la función que dicho coloide desempeña en la unidad viviente. Como este problema lo hemos soslayado para no comprometernos con hipótesis no comprobables, la determinación cuantitativa del coloide biogenerativo es insoluble. Cada una de las unidades vivientes podrá contener mayor o menor cantidad de coloide retenido de acuerdo con su disposición fisiológica.*

b) *El concepto de intervalo crítico no es esencialmente cualitativo sino que implica, desde luego, una cantidad mínima de coloide para integrar el sistema biogenerativo. Por consiguiente, y según lo expuesto arriba, podemos presuponer, sin afirmarlo, que existan unidades de materia viva que por su cantidad mínima de coloide retenido, sean incapaces de albergar los fenómenos biogenerativos (¿espermatozooides?).*

XVI. — *Asimismo y en función de su ulterior utilidad, definimos como organismo a cualquier cantidad de materia viva (una unidad arbitraria) capaz de mantener el coloide biogenerativo un lapso suficiente para que en él aparezca nueva materia viva (ver conclusiones).*

Esta definición implica:

- a) *que el coloide retenido debe ser cuanti y cualitativamente adecuado;*
- b) *que dicho coloide debe ser mantenido durante un lapso mínimo para que en él aparezca nueva materia viva;*
- c) *que debe soportar los procesos de crecimiento, reproducción, etc.*

XVII. — *Definimos provisoriamente como adaptación, a una propiedad inherente a los organismos, que les permite efectuar todas las auto-compensaciones necesarias para capacitarse a la asimilación por lo menos. La adaptación podrá ser, en principio, un mecanismo todo lo complejo que se quiera.*

Resumiendo.

XVIII. — *La materia viva deberá consistir en un mecanismo retentivo del sistema biogenerativo donde se encuentra un compuesto (o coloide) que ha sido históricamente la base sobre la cual se edificó dicha materia viva.*

Un organismo, para ser considerado como tal, deberá cumplir con los siguientes requisitos:

Propiedades morfológicas.

Deberá estar compuesto por dos partes integrantes por lo menos.

- a) *Compuesto retentivo.*
- b) *Compuesto retenido.*

Consecuencias fisiológicas.

- a) *Sus propiedades elementales serán: mantenimiento del coloide biogenerativo, adaptación y asimilación.*
- b) *Las propiedades no inherentes a su definición serán: crecimiento, reproducción, regeneración, etc.*

CONCLUSIONES

De los puntos especificados anteriormente se pueden extraer algunas conclusiones que surgen como inferencias inmediatas. Estas conclusiones sirven, a nuestro entender, para aclarar y delimitar el panorama referido al sistema de proposiciones enunciado.

1. — *Estructura fundamental de la materia viva*

Todo organismo deberá estar constituido por dos partes integrantes por lo menos.

A. — Compuesto o mecanismo retentivo. Este compuesto deberá actuar a la manera de un servo-mecanismo capacitado para efectuar todas las compensaciones necesarias para retener y mantener, con sus características físico-químicas dentro de cotas límites, a un sistema coloidal dado. En este caso, tales funciones son las de inducir a un coloide determinado a mantener sus propiedades dentro de un intervalo crítico de variación, a despecho de las variaciones externas; asimismo tal inducción podrá extenderse hasta provocar cualquier tipo de reajuste, mediante funciones accesorias al mantenimiento de las condiciones internas cuya tendencia a la desorganización es normal en todos los procesos naturales, excepto los biológicos (entropía).

B. — Compuesto retenido o coloide biogenerativo. Este compuesto, con un nivel de organización inferior al anterior, podría poseer por lo menos las siguientes propiedades: composición coloidal con micelas proteicas (o sustancias más simples y de igual función, como lo quieren Bernal y Pirie), ácidos nucleicos, lípidos en suspensión e hidratos de carbono en cantidades no necesariamente fijas, pH oscilando entre 7, sales inorgánicas y orgánicas, etc. Todos estos compuestos, por su composición y estructura pueden llegar a constituir un sistema capaz (mediante la inducción del mecanismo o compuesto retenido u otra inducción similar) de provocar la aparición de moléculas capaces de integrar un sistema retentivo.

Hipótesis. Un estudio superficial de la materia viva, aun utilizando los conceptos emitidos desde Boveri y Minchin, nos permiten, por homología, identificar a la materia viva (en su carácter activo) con el núcleo celular o parte de él, esto es, con el compuesto retentivo. Por otra parte y siguiendo el mismo criterio, se puede por analogía, identificar el coloide retenido (sistema biogenerativo *sensu stricto*) con el citoplasma.

Puntualizamos: es condición necesaria para estimar que un compuesto constituye un organismo, *que esté compuesto estructuralmente por un núcleo y un citoplasma cuyas funciones y propiedades estén dadas por las características arriba mencionadas*. El dualismo núcleo citoplasmático adquiere así la categoría de *necesidad* lógica, justificada por su existencia a través del reino animal y vegetal. Un examen de las propiedades que teóricamente se pueden adjudicar a ambas formaciones y su coincidencia con los datos de laboratorio, son motivo sufi-

ciente para considerar esta hipótesis como sumamente probable. Mencionaremos no obstante algunas coincidencias sugestivas:

1. El núcleo regula las funciones celulares.
2. El núcleo juega principal papel en los fenómenos de regeneración y morfogénesis.
3. El citoplasma tiene generalmente reacción alcalina a igual que el mar actual y posiblemente que el mar primigenio.

Entendemos que aquellas características no son en modo alguno suficientes, sino necesarias, pues estos datos deberán ser extraídos de cuidadosos análisis de laboratorio, estableciendo máximos, mínimos y promedios de fluctuación en la composición, volumen y propiedades de los núcleos y citoplasmas animales y vegetales. La homología y analogía establecidas nos permiten completar la definición de organismo, adjuntándole las características morfológicas de núcleo y citoplasma (compuesto retentor y retentivo); pese a ello no consideramos a esta propiedad como conmutativa, pues no todo compuesto formado por núcleo y citoplasma está capacitado de manifestarse como vivo. Se ha puntualizado que es condición necesaria, pero para ser suficiente deberán agregarse otras características obtenidas de la observación; no obstante, no descartamos la posibilidad de que utilizando este mismo sistema de referencia, se puedan obtener teóricamente las propiedades necesarias y suficientes.

2. — *La autotrofia como adaptación*

En el sistema de referencia propuesto está implicado el hecho de una rápida variación de la solución marina primitiva; esta presuposición se basa en la desaparición del gran sistema coloido-coacervado primitivo a causa de la evolución geológica y de la misma acción asimiladora de los numerosos organismos primitivos (para Haldane, 1928, el cambio de las condiciones iniciales se debió a la producción de oxígeno molecular). De este modo se efectuó la transición a la solución marina cristaloides del tipo aproximadamente igual al actual. Paulatinamente debió hacerse más sensible la desaparición de partículas en suspensión destinadas a ser retenidas (o asimiladas), por parte de las primitivas formas vivientes.

Para comprender la continuidad del proceso vital en el tiempo, es necesario admitir la hipótesis de que, dada la desaparición de partículas directamente asimilables, alguno de los troncos originales desarrollaran cualquier forma de autotrofia. *Ab initio* no es concebible, desde el punto de vista metodológico, ni siquiera la aparición de formas qui-

miótrofas, por cuanto es más simple la absorción directa de partículas del coloide biogenerativo en suspensión. En otras palabras, autotrofia significa una adaptación a un medio no apto para la asimilación. El paso a la función autotrófica permitió la no extinción de formas heterótrofas, como serían los animales, que dependieron desde ese entonces del conocido ciclo animal \Leftrightarrow vegetal (23, 26, 64).

3. — Posibilitación de un estudio experimental de algunas funciones vitales

Habiendo establecido una función teórica elemental para la materia viva, se pueden referir a ella la anatomía y fisiología.

La complejidad de la materia viva es más aparente que real. Aquel concepto de complejidad ha sido introducido al tratar de explicar un mecanismo dotado simultáneamente de complejas manifestaciones, que sin estar jerarquizadas, impiden la investigación experimental y conceptual. Al establecer una función necesaria y suficiente para las formas vivientes, se brinda la posibilidad de esta investigación, que deberá referirse esencialmente al estudio de un mecanismo capacitado para retener un sistema coloidal dado; esta retención deberá manifestarse como un mecanismo de compensaciones en función de las variaciones por inter-reacciones internas, y entre dicho sistema coloidal y el medio ambiente. Si bien el problema aparece como sumamente complejo, es técnicamente comprensible desde el punto de vista cibernético, y desde luego, infinitamente más sencillo que encarar una estructura capacitada para manifestar todas las propiedades observadas en los seres vivos.

Por otra parte, desde un punto de vista temporal, al sistema biogenerativo (véase punto II) puede considerárselo como integrado por factores constantes y factores variables, estos últimos son los que extralimitaron el "intervalo crítico" ya definido. Factores variables podrían ser: medio ambiente marino primitivo (salinidad, pH), atmósfera, concentración ambiental de alimentos directamente asimilables, etc. Por el otro lado, los factores constantes serían la materia viva y las radiaciones en general, inclusive temperatura. Constantes en la medida en que no salieron del intervalo crítico. (Véase Swardemaker, citado en 70). Una vez determinados los factores constantes mediante la observación, la investigación del mecanismo biogenerativo se debe encarar como la tendencia de dichos factores constantes, a inducir en compuestos orgánicos e inorgánicos inter-reacciones que conducen a síntesis asimétricas (o de otro tipo) y otras reacciones y combinaciones cuyo fin es la producción de los compuestos proteínicos más complejos de los seres vivos.

Del método propuesto se deriva una simplificación conceptual en la técnica de la investigación de la materia viva. Hemos separado gran parte de los factores coincidentes, dándoles características de constantes, que podrían simplificar considerablemente el planteamiento matemático de los problemas.

4. — *Asimilación, ciclo vital y evolución*

La asimilación como función derivada del desequilibrio núcleo-citoplasmático, al provocar la afluencia de sustancias susceptibles de ser incorporadas a la economía de las formas vivas, permite o admite la posibilidad de reservas de energía. Tal acción implica la prolongación de la duración del ciclo vital, y admite como conclusión *a posteriori*, mayores posibilidades evolutivas.

Lo expresado se deduce del hecho de que al aumentar la duración del ciclo vital se dilata simultáneamente la capacidad de incidencia del medio ambiente sobre los organismos (en un sentido amplio y no puramente lamarckista). La consecuencia inmediata es la producción de formas nuevas.

Se debe puntualizar, pragmáticamente, que la asimilación debió conservarse selectivamente cuando apareció en los seres vivos; y que al mismo tiempo, donde afirmamos que la asimilación se hace a expensas del medio, podemos admitir también que pueda hacerse dicha restitución coloidal a partir de materiales de reserva. Como sabemos estos se hacen a su vez a expensas del medio, no invalidando nuestro aserto.

5. — *Hipótesis de la aparición del material nuclear en el citoplasma*

Con respecto a la síntesis de sustancia nuclear dentro de los sistemas vivos, es conveniente plantear la hipótesis que dichas sustancias aparezcan en el citoplasma. Su incorporación al núcleo sería posterior (Brachet).

Esta hipótesis se deriva del hecho que hemos considerado al citoplasma como el sistema biogenerativo, con las mismas propiedades y características del sistema biogenerativo primitivo. En consecuencia, de acuerdo con el método sustentado, el citoplasma es el único lugar posible para el pasaje de sus compuestos a un nivel de organización superior, esto es, la sustancia nuclear. Esta inferencia respecto de los *dos* niveles de organización, ya prevista por Salman, es indispensable para comprender la emergencia de la propiedad típica del núcleo (retención

y mantenimiento del coloide citoplasmático). Desde el punto de vista experimental toda investigación del origen de sustancias nucleares deberá en principio hacerse en el citoplasma. Si, como afirman ciertos autores, existe formación de materia nuclear dentro del núcleo¹ (suponiendo que sea el paso de ribo a desoxi-ribonucleoproteínas o más estrictamente de RNA a DNA), tendríamos entonces que admitir que puedan existir más de dos niveles de organización, pero mientras esto no sea demostrado, no conviene *a priori* complicar artificialmente el esquema agregando otras estructuras.

6. — *Los virus constituyen materia viva pero no pueden ser definidos como organismos*

Los problemas especiales que plantean los virus como ser imposibilidad de concebir crecimiento y reproducción en virus monomoleculares, imposibilidad de cultivo *in vitro*, etcétera, se pueden analizar siguiendo los razonamientos anteriores.

El problema de la naturaleza de los virus nos sugiere el siguiente planteamiento: consideraremos como hipótesis de trabajo que todo virus es un conjunto de sustancias nucleares capacitado para ejercer las propiedades de retención, pero sin un citoplasma cuanti o cualitativamente adecuado para la función precedente. De acuerdo con las definiciones antes propuestas debe entenderse que un virus constituye materia viva pero no un organismo.

Consecuencias teóricamente previsibles:

a) No es posible cultivar los virus *in vitro*. El día que se descubra un medio sintético ideal para su cultivo, se habrá fabricado un citoplasma sintético. El virus en este caso sería un "indicador" para dicha solución.

b) Una célula invadida por virus manifestaría primordialmente una aceleración en la formación de moléculas nucleoproteicas y una disfunción como consecuencia de la imposibilidad de asimilar compensatoriamente a expensas del medio, las sustancias necesarias para equilibrar esta aceleración.

c) Los virus en estado aislado pueden presentar propiedades incompatibles con el concepto de organismo, así por ejemplo la propiedad de cristalizar (28).

d) Al decir que los virus no son organismos sino materia viva se soluciona también un problema de índole metodológico. No se trata de

¹ H. C. 1948. *Los ácidos nucleicos y la formación de la materia viva*, en *Cienc. e Invest.* Buenos Aires, IV, 9.

resolver si los virus son células degradadas por parasitismo que perdieron su citoplasma (5) o si son resultado de deficiencias metabólicas o el paso intermedio entre lo no vivo y lo vivo. Provisionalmente el problema queda solucionado, y si se llegara a comprobar una doble estructura en los virus y que estos puedan asimilar, pasarían por definición a ser organismos (12). Del mismo modo las experiencias de Boschan¹ sobre la transformación de bacterias en virus y viceversa, pueden ajustarse al sistema propuesto y al concepto de niveles de organización, tal como fuera propuesto por Salman. En este caso al virus (materia viva) le falta un nivel de organización (citoplasma) para constituir organismo.

e) Sugerimos la siguiente hipótesis de trabajo sobre el papel inductivo del núcleo durante la formación de nucleoproteínas (material nuclear).

De acuerdo con lo expresado, en todo citoplasma se produce espontáneamente material nuclear. En las células normales el núcleo induciría que dichas moléculas (nucleoproteínas) adopten una especificidad determinada (la del núcleo). Cuando el citoplasma es invadido por virus, estos modifican el campo de inducción del núcleo (véase Sirlin, J. L. 1953. *Ciencia e Invest.*, 6, p. 265-266) orientando hacia su propia especificidad la aparición normal e hipernormal de nucleoproteínas¹. Esto estaría de acuerdo con el considerar a la enfermedad por virus, como una enfermedad por disfunción celular.

f) Del análisis de lo precedente se desprende que cuando se habla de cantidad mínima de materia viva, se refiere a la cantidad mínima de materia viva para constituir un organismo. Para nosotros materia viva es aquella capacitada para efectuar la retención, pero no implica necesariamente que posea un citoplasma adecuado. Por ello el problema consiste en determinar si cualquier cantidad de materia viva constituye o no un organismo, problema que se resuelve remitiéndose a este sistema de referencia.

R E S U M E N

I. En este trabajo se hace una crítica de los conceptos de funciones y propiedades elementales atribuidas a la materia viva, haciendo notar la necesidad de establecer una fundamentación metodológica de

¹ Mencionado por MÜLDORF, A. 1951. *Die Zellteilung als Plasmateilung*. Springer-Verlag, Wien, 194 p.

¹ Es menester destacar que esta hipótesis, así como gran parte de las conclusiones expuestas, no tienen valor original (ya que en su mayoría han sido sustentadas por otros autores), sino que han sido producto de un sistema de referencia. La información bibliográfica y confrontación se realizaron con posterioridad.

la biología y la instauración de un sistema de referencia, utilizando las definiciones, axiomas e hipótesis de trabajo, y estableciendo “jerarquías” de funciones.

2. Se propone un sistema de referencia y una “hipotética” como primera aproximación a una axiomática de la biología.

3. Se definen: sistema biogenerativo, función primaria de “retención y mantención”, materia viva, reproducción, asimilación, adaptación y organismo.

4. Se señala la necesidad de separar el concepto corriente de reproducción, a la que no se considera como una función biológica primaria.

5. Se extraen conclusiones a partir del sistema de referencia propuesto, que atañen a la estructura, autotrofía, funciones vitales, asimilación, ciclo vital, reproducción, hipótesis sobre la aparición de material nuclear en el citoplasma y los virus.

S U M M A R Y

1. In this work, a critic concerning the concepts of elementary functions and properties attributed to living matter, is made pointing out the necessity of establishing a methodological foundation of biology, by means of a reference system, utilizing definitions, axioms and work hypothesis, and by establishment of “hierarchy” of functions.

2. A reference system and a “hypothetics” are proposed as the first step to an axiomatic biology.

3. Definition: biogenerative system, primary function of “retention and maintenance”, living matter, reproduction, assimilation, adaptation, and organism.

4. It is pointed out the necessity of keeping apart the current concept of reproduction, which is not considered as a primary biological function.

5. Beginning with the proposed reference system, conclusions can be obtained pertaining to the structure, autotrophy, vital functions, assimilation, vital cycle, reproduction, hypothesis concerning to the apparition of nuclear material in the cytoplasm, and viruses.

BIBLIOGRAFÍA¹

- * 1. — AYER, A. J. 1937. *Verification and experience*, en *Arist. Proceed.* XXXVII.
2. — BAITSELL, G. 1940. *A symposium on the cell theory. II. A modern concept of the cell as a structural unit*, en *Amer. Nat.* LXXIV, 750, 5-24.
3. — BAKER, J. R. 1949. *The cell theory: A restatement, history, and critique. II*, en *Quart. Journ. Microsc. Sci.*, XC, 1, 97-108.
4. — BERGSON, H. 1939. *L'évolution créatrice*. F. Alcan, Paris, 403 p.
5. — BERNAL, J. D. 1951. *The physical basis of life*. Routledge & P. Kegan, London, 80 p.
6. — BERNARD, C. 1865. *Introducción al estudio de la medicina experimental*. Emecé, Bs. As. (1947).
7. — BERTALANFFY, L. VON. 1934. *Teoría del desarrollo biológico. I-II*, Univ. La Plata.
8. — BERTALANFFY, L. VON. 1950. *The theory of open systems in physics and biology*, en *Science*, N. Y., CXI, 2872, 23-29.
9. — BERTALANFFY, L. VON. 1952. *Problems of life*. Wiley, N. Y., 216 p.
10. — BOHR, N. 1933. *Light and life*, en *Nature*, London, CVVVI.
11. — BRUNO, V. & A. 1951. *Contenido mineral do sangue de invertebrados marinhos*, en *Zoología*, 16, Univ. Sao Paulo.
12. — BURNET, F. M. 1945. *Virus as organisms*. Harvard Univ. Press.
13. — BUTLER BURKE, J. 1906. *The origin of life. Its physical basis and definition*. Chapman & Hall, London, 351 p.
14. — CANELLA, M. F. 1940. *Orientaciones de la biología moderna*. Espasa-Calpe Arg., 221 p.
15. — CARLES, J. 1950. *Les origines de la vie*. Presses Univ. France, 126 p.
- * 16. — CARNAP, R. 1934. *The unity of science*. P. Kegan, London.
17. — COLOSI, G. 1945. *Gli organismi e il mondo esterno*. La Nuova Italia, Firenze, 167 p.
18. — CUÉNOT, L. 1951. *L'évolution biologique*. Masson, Paris, 292 p.
19. — DAMIANOVICH, H. 1911. *La doctrina de la generación espontánea, su evolución y estado actual*, en *An. Soc. Cient. Arg.*, LXXI, p. 153-233.
20. — DOCKX, S. I. 1950. *Vers una synthèse moderne du savoir*. Actual. Sci. Industr., 1109, 46 p.
21. — DRIESCH, H. 1921. *La philosophie de l'organisme*. Rivière, Paris, 234 p.
22. — EPHRUSSI, B. 1935. *Phénomènes d'intégration dans les cultures des tissus*. Actual. Sci. Industr., 240, 24 p.
23. — GAMOW, G. 1949. *Biografía de la tierra*. Espasa-Calpe Arg., 262 p.
24. — GOUDOT, A. 1952. *Les quanta et la vie*. Presses Univ. France, 127 p.
25. — HALDANE, J. S. 1931. *The philosophical basis of biology*. Donnellan Lectures, Hodder & Stoughton, London, 169 p.
26. — HALDANE, J. B. S. 1947. *Mundos posibles*. J. Janés, Barcelona, 217 p.
27. — HERTWIG, O. 1929. *Génesis de los organismos*. Espasa-Calpe, Madrid, 381 p.
28. — HOFFSTETTER, R. 1948. *En las fronteras de la vida: los virus*, en *Publ. Esc. Politéc. Nac. Quito*, 44 p.

¹ Los títulos marcados con asterisco no han sido revisados en el original sino por comentarios bibliográficos.

29. — HOGBEN, L. 1930. *¿Qué es la materia viva?* Espasa-Calpe, Madrid, (1947), 268 p.
30. — HOPWOOD, T. A. 1949. *Influence of physical theory en biological thought*, en *Nature*, London, 4158, 47-49.
31. — JONES, H. S. 1944. *La vida en otros mundos*. Espasa-Calpe Arg., 224 p.
32. — JOUKOV-VEREJNIKOV, N. (et al.) 1951. *A propos des formes acellulaires de la vie et du développement des cellules*, en *La Littérature Soviétique*, Moscow, III.
33. — JUST, E. E. 1939. *The biology of the cell surface*. Blackiston, Philad., 392 p.
34. — KUNSTLER, J. & PREVOST, F. 1924. *La matière vivante*. Masson, Paris, 253 p.
35. — LABURU, J. A. DE. 1943. *El origen de la vida*. Mosca, Montevideo, 112 p.
36. — LACLAU, N. A. 1931. *Ensayos de filosofía biológica*, en *Coleg. L. Estud. Sup.*, Bs. As., 142 p.
- * 37. — LEE, R. & HANSON, W. A. 1947. *Protomorphology. The principles of cell auto-regulation*, en *Lee Found. for Nutritional Res.*, Milwaukee.
38. — LEWIS, I. F. 1934. *Adaptation: the fourth property of protoplasm*, en *J. Elisha Mitchell Sci. Soc.*, Univ. Carolina Press, L, 1/2, 14-20.
39. — LILLIE, R. S. 1945. *General biology and philosophy of organism*. Univ. Chicago Press, 215 p.
40. — LOEB, J. 1922. *La conception mécanique de la vie*. F. Alcan, Paris.
41. — MATISSE, G. 1943. *Monde vivant, monde minéral et principe d'émergence*. Actual. Sci. Industr. 1962, 32 p.
42. — MATISSE, G. 1951. *A la source des phénomènes vitaux. Vers una bio-thermodynamique*. Actual. Sci. Industr., 1162, 103 p.
43. — MEYER, A. 1934. *Die Axiome der Biologie*, en *Nova Acta Leopold. Halle*, I, 474-551.
44. — MINCHIN, E. A. 1916. *The evolution of the cell*, en *Amer. Nat.* L, 1, 4-38; 2, 106-118; 3, 271-283.
45. — NADSON, G. A. 1937. *Des certaines régularités des changements de la "matière vivante" sous l'influence des facteurs externes, principalement des rayons X et du radium*. Actual. Sci. Industr. 513, 26 p.
46. — NEEDHAM, J. 1937. *Integrative levels: a revaluation of the idea of progress*. H. Spencer Lectures, Oxford, 59 p.
47. — NEEDHAM, J. 1946. *Ordine e vita*. Einaudi, Torino, 182 p.
48. — NOVIKOFF, A. B. 1945. *The concept of integrative levels and biology*, en *Science*, N. Y., 2618, 209-215.
49. — OPARIN, A. I. 1937. *El origen de la vida*. Losada, Bs. As. (1940), 318 p.
50. — OSBORN, H. F. 1918. *L'origine et l'évolution de la vie*. Masson, Paris (1921), 304 p.
51. — PEARSE, A. S. 1936. *The migration of animals from sea to land*. Duke Univ. Press, Durham, N. Carolina, 176 p.
52. — PRINGLE, J. W. S. 1953. *The origin of life*, en *Symp. Soc. Expt. Biol.* VII, 1-21.
53. — QUINTON, R. 1904. *L'eau de mer milieu organique*. Masson, Paris, 503 p.
54. — RADL, E. 1931. *Historia de las teorías biológicas*, en *Rev. Occidente*, Madrid, vols. 1-11.
55. — REICHENBACH, H. 1951. *La filosofía científica*. Fondo Cult. Econ. México, 298 p.
56. — ROSTAND, J. 1939. *La vida y sus problemas*. Hachette, Bs. As., 235 p.

57. — ROUVIÈRE, H. 1937. *Vie et finalité*. Masson, Paris, 144 p.
58. — RUSSELL, E. S. 1943. *La finalidad de las actividades orgánicas*. Espasa-Calpe Arg. (1948), 295 p.
59. — RUYER, R. 1952. *Néo-finalisme*. Presses Univ. France, 272 p.
60. — SAINZ y SAINZ PARDO, J. 1951. *La naturaleza de los procesos vitales*, en *Rev. Ac. Cienc. Exact. Fis. Quím. Nat. Zaragoza*, VI, Ser. 2, Fasc. 1, 125-158.
61. — SALMAN, D. H. 1947. *La nature du vivant*. Actual. Sci. Industr. 1067 (Symp.)
62. — SCHAEFFER, SIR E. A. 1912. *Life, its nature, origin and maintenance*. Longmans Green, London.
63. — SCHROEDINGER, E. 1947. *¿Qué es la vida?* Espasa Calpe Arg., 120 p.
64. — SERGI, G. 1921. *L'origine e l'evoluzione della vita*. Bocca, Torino, 554 p.
65. — SINGER, CH. 1931. *Historia de la biología*. Espasa Calpe Arg., 549 p.
66. — TIMIRIAZEV, K. A. 1946. *El método histórico en la biología*. Pueblos Unidos, Montevideo, 308 p.
67. — UEXKÜLL, J. VON. 1934. *Ideas para una concepción biológica del mundo*. Espasa-Calpe, Madrid, 268 p.
68. — VENDRYES, P. 1942. *Vie et probabilité*. Michel, Paris, 382 p.
69. — VERNADSKY, W. 1932. *Sur les conditions de l'apparition de la vie sur la terre*, en *Rev. Gén. Sci.*, XLII, 10, 503-514.
70. — VIALE, G. 1934. *Le azioni biologiche delle radiazioni*. Fratelli Treves, Milano, 368 p.
71. — WALD, G. 1954. *The origin of life*, en *Sci. Am.* CXCI, 2, 44-53.
72. — WATSON, D. L. 1931. *Biological organization*, en *Quart. Rev. Biol. Baltimore*, VI, 143-166.
73. — WILSON, E. D. 1923. *The physical basis of life*, en *Science*, N. Y., LVII, 272-286.
74. — WOODGER, J. H. 1930-31. *The "concept of organism" and the relation between embryology and genetics*, en *Quart. Rev. Biol. Baltimore*, V, 1, 1-22; V, 4, 438-463; VI, 2, 178-207.
75. — WOODGER, J. H. 1937. *The axiomatic method in biology*. Cambridge Univ. Press, 174 p.