

ANTONIO DE GREGORIO ROCASOLANO

DOCTOR EN CIENCIAS

CATEDRÁTICO DE QUÍMICA GENERAL DE LA UNIVERSIDAD
DE ZARAGOZA

Estudios Químico Físicos sobre la Materia Viva

2.^a EDICIÓN

ARTES GRÁFICAS
G. CASAÑAL
ZARAGOZA.—1918

ESTUDIOS QUÍMICO FÍSICOS

SOBRE LA

MATERIA VIVA

POR

Antonio de Gregorio Rocasolano

DOCTOR EN CIENCIAS
CATEDRÁTICO DE QUÍMICA GENERAL
DE LA
UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

2.^a EDICIÓN

ZARAGOZA
TIPOGRAFÍA DE GREGORIO CASAÑAL, COSO, 98

1917

CAPÍTULO I

IDEAS PRELIMINARES

CONSTITUCIÓN DE LA MATERIA

La unidad material átomo, que en el concepto químico es la menor cantidad de un cuerpo simple que puede entrar en combinación, era considerada hasta hace muy pocos años como indivisible: hoy se la considera como un agregado del que forman parte *electrones* en constante estado de agitación y atraídos hacia el centro del átomo, por una electricidad positiva repartida en la esfera atómica (Lord Kelvin), o por un centro positivo alrededor del cual giran (Lorenz y Lamor). Un agrupamiento electrónico, sometido a un movimiento en torbellino, forma el átomo y de la reacción originada por el éter ambiente, se deriva una tendencia a la concentración del sistema.

La unidad átomo, es el elemento de construcción de la materia, pero de ningún modo una unidad indivisible, porque está formado por la reunión de unidades más sencillas, entre ellas los electrones en equilibrio cinético, siendo las propiedades del átomo, consecuencia de propiedades electrónicas. El considerar el átomo como agregado de electrones en equilibrio cinético, es una consecuencia fundada en investigaciones de muy diversa naturaleza; se deduce del estudio de la conductibilidad metálica, del de las disoluciones que son electrolitos, de las cuales se separa un átomo gramo, por 96537 culombios por valencia química; del estudio de la luz considerada hoy como formada por ondulaciones electro magnéticas de determinada frecuencia; de la acción de campos magnéticos sobre luz polarizada, en los cuales se demuestra que la partícula emisiva tiene una carga

Divisibilidad
del átomo.

eléctrica, demostrando el fenómeno de Zeeman que las constantes físicas de estas partículas son las del electrón.

Concepto del electrón.

Los electrones son átomos de electricidad, cuya existencia han puesto en claro entre otros fenómenos los de radiactividad: los cuerpos radiactivos están formados por átomos que espontáneamente emiten partículas electrizadas (rayos β), de las que determinadas sus constantes físicas, se encuentra que son las de los gránulos, átomos eléctricos o electrones; y esos átomos radiactivos, agitados en su equilibrio cinético, expulsan además de electrones, partículas materiales electrizadas de mayor tamaño que el electrón, átomos de helio, quedando así el átomo primitivo convertido en un resto que no es evidentemente el de que se partió, tiene otra masa y nuevas propiedades: resulta de estos hechos, que en el interior del átomo existe una energía cinética considerable, pudiendo llegar a concebir que los electrones, conectados con el átomo, poseen una fuerza viva enorme.

Los átomos de gran peso atómico, los más pesados, los radiactivos, expulsan constantemente electrones y iones electrizados, transformándose a su vez en átomos menos pesados, capaces de expulsar de nuevo electrones y convertirse en átomos más ligeros que a su vez se desintegran; luego en el concepto químico actual de cuerpo simple, unos cuerpos se transforman en otros, reduciéndose el papel del hombre, al de simple observador de estos fenómenos, en los que no puede hasta hoy ni aun modificar su velocidad, mucho menos provocarlos.

En la formación de los distintos cuerpos simples no hay otras diferencias que el formar en unos o en otros diferentes agrupaciones electrónicas, construyendo edificios atómicos distintos, con distinta energía y fuerza viva acumulada. Este electrón, es el mismo, sea cualquiera el tubo de Crookes que lo libera, la naturaleza de los electrodos o los restos de gas que le llenan, como si el electrón, fuera una substancia primordial de que los átomos están compuestos, hecho del que puede deducirse que la materia es una, única en su origen, y esto puede admitirse aun cuando falte todavía la prueba experimental de pasar de unos cuerpos simples a otros, en todos los casos, a voluntad del experimentador.

Resulta que el electrón es una unidad universal con la que

se edifica la materia y con arreglo al principio de la conservación de energía, con solo las fuerzas electrónicas, podemos considerar formados los cuerpos simples.

Hay, pues, una hipótesis que se denomina «teoría eléctrica de la materia» que supone el átomo formado por electrones positivos y negativos de manera que forman un sistema estable agrupados los electrones positivos en el centro del sistema (Guye)¹ (*) y repartidos los negativos en la parte más excéntrica. Según estas ideas, la energía que los átomos deben contener acumulada ha sido calculada por Drumeaux² resultando que un gramo de materia debe contener 2.10^7 caballos hora, cifra tan enorme, que constituye realmente una dificultad para concebir la teoría eléctrica de la materia. Lord Kelvin y Thomson³ suponen que la electricidad positiva se distribuye de una manera uniforme en el interior de una esfera que contiene electrones negativos y éstos toman en el espacio atómico una posición que depende de su número, resultando tanto más complicada la configuración del átomo, cuanto mayor sea el número de estos corpúsculos.

Según las ideas de Ramsay, el electrón debe colocarse en la lista de los cuerpos simples, y siendo su peso atómico 2.000 veces menor que el del hidrógeno, la materia eléctrica resulta, según estas consideraciones, la más sencilla, y por consiguiente la primordial.

Otra hipótesis y ésta parece más racional, supone constituida la materia por una mezcla de electrones y unidades materiales, resultando unidas electrostáticamente, las partículas materiales positivas por interposición de electrones negativos: el estudio de los rayos α desprendidos por los cuerpos radiactivos, permite suponer que las partículas positivas, son de magnitud atómica y resulta probable, que el átomo de hidrógeno, constituya el elemento material primordial, que forma todos los otros cuerpos simples, al unirse con átomos de electricidad.

Recientemente, Guye⁴ ha llamado la atención sobre el interés que presenta para el estudio de los fenómenos interatómicos el empleo de un sistema de unidades y propone tres unida-

Teoría eléctrica de la materia.

La materia formada por un agregado de unidades materiales y electrones.

(*) Estos números se refieren a la nota bibliográfica que va al final de cada capítulo.

des fundamentales: la carga del electrón e_0 , la inercia del electrón a pequeñas velocidades m_0 y la velocidad de la luz en el vacío V , relacionados estos tres valores por la fórmula teórica

$$m_0 = \frac{2}{3} \frac{e_0^2}{\alpha V}$$

en la que α representa el radio de la esfera sobre la que se reparte la carga e .

Unidad de la
materia.

Expuestas estas ideas, no tiene interés para el objeto que nos proponemos, el desarrollarlas y demostrar, que puede admitirse como muy lógica la idea de la unidad de la materia, como la de la unidad de la energía, y yendo todavía más lejos, se establecen hipótesis, según las cuales, la materia no es otra cosa que energía condensada. Basta, a nuestro objeto, admitir esta teoría de la unidad de la materia como un hecho real, susceptible de interpretaciones distintas. Prout,⁵ en 1815, conceptuaba al hidrógeno como la materia primordial y a los cuerpos simples como polímeros de este elemento químico, idea apoyada más tarde (1857) por Dumas, admitiendo que los pesos atómicos de los cuerpos simples eran múltiplos exactos de los del hidrógeno, y abandonada después, por consecuencia de los delicados trabajos de Stas sobre determinaciones de pesos atómicos, de los que dedujo, que no existiendo un máximo común divisor de los pesos atómicos; las ideas de Prout, eran erróneas. En estos últimos años, el estudio de la radiactividad ha puesto muy en claro este asunto; la separación de átomos de helio de los átomos de radio, de uranio, etc., prueba que esos átomos existen en los átomos de los elementos radiactivos, y como el peso atómico del helio con relación al hidrógeno es exactamente 4, puede suponersele formado por la unión de cuatro átomos de hidrógeno. Aparte estos hechos, los notables trabajos de Norman Lockyer,⁶ sobre la composición química de los astros, contribuyen con un poderoso argumento a favor de la hipótesis que supone el hidrógeno como materia primordial universal. Deduce este investigador, como consecuencia de sus observaciones, que la materia simple evoluciona y que bajo la influencia de muy altas temperaturas, los cuerpos simples se disocian progresivamente, para llegar a las formas primitivas, hidrógeno,

helio y que por enfriamiento, los átomos de estos elementos se condensan, para formar cuerpos simples de mayor peso atómico.

La constitución más racional que se puede atribuir al átomo, es considerarlo como formado por unidades de materia que poseen una carga eléctrica positiva y por átomos de electricidad negativa, o electrones, unidos los unos a los otros por atracción electrostática.

Constitución del átomo.

Y es un hecho muy digno de llamar la atención, que a pesar de la transformación de las ideas sobre el concepto del átomo, las leyes y fundamentos de la Química atómica no han sufrido grave alteración⁷. El átomo continúa siendo el elemento de construcción, la menor cantidad de un cuerpo simple que puede formar parte de una combinación.

Toda la serie posible de cuerpos simples, proporciona los átomos que de diverso modo se unen, *se combinan*, para formar las variadísimas moléculas de los cuerpos compuestos. Las combinaciones y en general las reacciones químicas que para formar las combinaciones se verifican, tienen siempre lugar con variación y con intervención de energía: de estas reacciones químicas, se conocen leyes fundamentales y gracias a ellas, puede seguirse la marcha de los fenómenos químicos, de modo análogo a como la Astronomía determina trayectorias de los cuerpos celestes; se estudia *cómo* las reacciones químicas se verifican, sin poder explicarse de un modo evidente *por qué* se realizan de aquel modo.

Combinación química.

Los cuerpos que apreciamos como porciones limitadas de materia, están constituídos, según las ideas clásicas, por dos elementos primordiales: materia y energía, y aun cuando ninguno de estos dos elementos puede ser definido con exactitud, por sus propiedades fijamos su concepto, admitiendo que la materia está dotada de *una actividad interna* que es la energía, y de tal modo estos dos elementos primordiales aparecen unidos, que la materia se manifiesta siempre por la energía y la energía por la materia.

De la intervención de la teoría cinética para explicar la constitución de la materia, se deduce, que la cantidad de calor que contiene un cuerpo, sea el que fuere su estado de agregación, está representada por la suma total de la energía cinética de sus

Energía interna.

moléculas; esta energía total está compuesta, por la energía de movimiento de los centros de gravedad de las moléculas, mas por la fuerza viva del movimiento de rotación de éstas, mas de las vibraciones realizadas por los átomos en la molécula misma. Este último componente se denomina *energía interna* del sistema (Clausius), y varía siempre que los cuerpos experimentan una transformación química, pudiendo conceptuarse la *energía química*, como el componente principal de la energía interna: la intensidad de energía química, varía de unos cuerpos a otros, es el origen de las transformaciones de energía que en las reacciones químicas se verifican, y aparece como una forma de energía potencial, que únicamente se manifiesta cuando los cuerpos se encuentran en condiciones de verificar una transformación química. La termodinámica, da una definición precisa de esta energía interna y mide numéricamente, si no su valor total absoluto, las variaciones que sufre.

Es artificial la división de la materia en mineral y orgánica.

Las ideas generales expuestas, se aplican hoy absolutamente a todos los cuerpos, sean orgánicos o minerales, en los que se reconocen los mismos elementos químicos para la formación de sus moléculas, las mismas fuerzas interviniendo en su formación y las mismas leyes generales dirigiendo los fenómenos que en todas las reacciones químicas se verifican. Hace menos de un siglo, se separaban los compuestos minerales de los orgánicos, aun después de reconocer la unidad de composición, porque se admitía, simplemente porque nada se había demostrado en contrario, que las especies orgánicas eran producidas exclusivamente por la intervención de la *fuerza vital*, sin la cual se consideraba imposible producir ningún cuerpo de los construídos en los organismos vivos. La síntesis de la urea realizada por Woebler en 1828 y todos los trabajos de síntesis química, que a partir de esa fecha se han hecho, han demostrado plenamente que no sólo la misma materia, sino las mismas fuerzas, intervienen en la formación de los compuestos minerales u orgánicos, entre los cuales no existe más frontera, que la que convencionalmente ha establecido el hombre por razones que ya solamente tienen un relativo valor pedagógico, fundadas en una porción de propiedades diferenciales que ninguna de ellas tiene carácter fundamental, en las que fundan una división de la Quí-

mica, que todavía persiste, en Inorgánica y Orgánica, cuyo valor estriba únicamente, en que facilita la exposición de hechos y dicen que también el estudio de la Ciencia Química.

Queda pues establecido, que la división de los cuerpos en minerales y orgánicos es perfectamente artificial; el hombre ha establecido, como otras muchas, esta división que no existe en la Naturaleza y se deduce de aquí el primer fracaso de la fuerza vital como causa misteriosa que presida la formación de los compuestos orgánicos, modificando las fuerzas que rigen la formación de los compuestos minerales. Aplicada a la formación de las especies orgánicas, la fuerza vital no ha tenido realidad más que en la imaginación de los filósofos y los ensayos de síntesis de los compuestos albuminoideos, a que más adelante nos referiremos, demostrando que ni las albúminas, cuya síntesis, por lo difícil que es, no se consiguió orientar hasta hace pocos años, son ya para el químico «nebulosas irresolubles» ni hacen excepción a la Química sintética.

La materia orgánica y mineral, en conjunto, forma asociaciones que presentan con las especies químicas, y aun con la reunión de especies químicas que el hombre agrupa, una serie de propiedades diferenciales, estimadas como fundamentales, y que dan lugar a clasificar los seres en *vivos e inertes* y del mismo modo a la materia en *viva e inerte* y así llegamos a plantear la cuestión que más nos interesa para el objeto que nos proponemos. Vamos a estudiarla, tomando como base la idea de que es un problema de gran interés para las Ciencias Naturales, el de reducir a la unidad la múltiple serie de fenómenos que se estudian y que para llevar el asunto a su verdadero terreno, debe tenerse en cuenta (Kant) que es un deber científico elemental explicar mientras podamos, por las propiedades de la materia y las formas conocidas de la energía, los fenómenos que con transformación de materia se producen.

Seres vivos e
inertes

CONCEPTO DE LA VIDA

«La vida, dice Aristóteles, es el principio substancial que hace que un ser se mueva a sí mismo»; concepto que desarrollado por Santo Tomás de Aquino ⁸, concreta más el carácter de

ser viviente diciendo: «son vivientes las cosas que se llevan a algún movimiento u operación; y las que no poseen en su naturaleza, el excitarse a un movimiento u operación, no pueden llamarse vivientes si no es por vía de semejanza.» La vida tiene por particular atributo, no meramente el movimiento, sino el que la virtud que le mueve se encuentra embebida en el mismo ser en tal grado, que cuanto más íntima e identificada con su existencia poseyera un ser esta actividad, más alta vida gozará⁹. Viven todas las cosas que dentro de sí poseen el principio de su propia operación.

De esta doctrina se deduce, que la vida exige principalmente tres condiciones. 1.^a: Que el principio de movimiento u operación, sea interno; no es vital el movimiento de una piedra que cae. 2.^a: Que el término de la acción vital sea el mismo viviente; las operaciones vitales terminan con el sujeto que las posee. 3.^a: El ejercicio de la vida envuelve perfección del viviente, porque un ser viviente es el principio y el término de su movimiento vital; claro es que el ejercicio, o acto segundo de la vida, lleva consigo una actualidad o sea una perfección subjetiva del viviente como viviente.

Los seres inteligentes, son más perfectos que los animales dotados solamente de instinto y éstos que los vegetales que careciendo de instinto sólo ejecutan movimientos acomodados a su ruda capacidad, y así se justifica la definición que de los seres vivientes dan los escolásticos, diciendo que, además de la naturaleza y perfecta determinación que les viene de fuera, exigen actuarse así mismos por operación de suyo inmanente.

La vida, según puede deducirse de estas ideas, será tanto más perfecta, cuanto en más alto grado posea las condiciones que completan la interna actividad. El principio y causa de la vida es el alma, siendo la vida efecto del vigor del alma a la que por esta causa, se la llama *spiraculum vite*, luego el alma es principio de la vida del cuerpo y elemento intrínseco que junto con el cuerpo constituye la naturaleza del viviente.

Definiciones de
la vida.

Varios otros conceptos o definiciones de la vida se han dado, insuficientes todas (Cl. Bernard), muchas de ellas recopiladas por el fisiólogo Beaunis, pero en la mayoría de ellas, solo se atiende para definir, a los efectos de la vida. Bichart define diciendo: «La

vida es el conjunto de las funciones que resisten a la muerte»; definición que comenta el Dr. Cerise diciendo, que resistir los esfuerzos exteriores que destruyen los seres vivos, implica la idea de una fuerza distinta a las influencias físico-químicas. Beclard dice, «La vida es la organización en acción». Treviranus dice, «La vida es la uniformidad constante de los fenómenos con la diversidad de las influencias exteriores. Fluorens, «La vida es una forma servida por la materia». Spencer, «La vida es la adaptación continua de las relaciones internas con las externas». Le Dantec, «La vida es el resultado de una coincidencia entre las condiciones estructurales internas y las condiciones externas del medio ¹⁰» y todavía puede citarse la célebre paradoja de Cl. Bernard «La vida es la muerte», queriendo significar que la actividad vital se manifiesta, por una destrucción de los tejidos que funcionan.

Las manifestaciones vitales de la materia, se suponen según las ideas de muchos filósofos y algunos biólogos (los vitalistas), como consecuencia de un principio o agente distinto esencialmente de la energía que forma con la materia los cuerpos inertes. Este principio o causa, que también denominan la forma o la fuerza vital, reside en la materia, no es material y le suponen irreductible a las leyes de la Física y de la Química, siendo algo muy distinto a la energía productora de los fenómenos físicos y químicos.

Para encontrar la primera exposición científica del vitalismo, hay que llegar hasta los tiempos de Aristóteles con su teoría del alma triple. Modernamente, el Profesor Driesch de Heidelberg, ha vigorizado estas ideas tanto que, para algunos, sus trabajos son pruebas decisivas en favor de la fuerza o principio vital ¹¹. Los trabajos de Driesch sobre los fenómenos de autoregulación, de regeneración y de restitución, llevan a su autor a la consecuencia, de que no son reductibles a fuerzas físico-químicas ¹² ni a meros organicismos, sino que hay algo distinto que preside y dirige a lo que el autor llama *potencia prospectiva* o *entelequia* conservando con este nombre la denominación de Aristóteles, aunque lo que para Aristóteles era una realidad, que reside en la materia viva, para Driesch sería un factor especial de explicación. Comentando Donau la obra de Driesch, dice, ¹³ que es la expo-

Vitalismo.

sición más sólida que existe del vitalismo y que ninguna doctrina mecanicista de la vida podrá constituirse, sin antes señalar los errores de la obra de Driesch.

Hipótesis mecánicas.

La explicación de los fenómenos vitales por hipótesis mecánicas, tienen su origen según todos los autores, en Descartes que parodiando a Arquímedes, decía, «Dadme materia y movimiento y os construiré el Universo»; pero antes que Descartes, el español Gómez Pereyra, médico de Medina del Campo, escribió un libro que intitulaba «Antoniana Margarita» en el que se esforzó en demostrar que los brutos carecen de alma sensitiva, y todavía un ilustre filósofo de la antigüedad, Dicearco, discípulo de Aristóteles, cuyos escritos tanto apreciaba Cicerón que les llamaba «mis delicias», afirmó¹⁴ que los hombres carecen de alma, diciendo que la sensación y conocimiento dependen precisamente de la disposición material de la máquina y negando todo otro principio, espíritu o forma, distinto de la materia.

Actualmente muchos biólogos suponen que no existe más que materia y energía, siendo suficientes estos factores, para explicar absolutamente todos los fenómenos vitales, dependiendo las diferencias que entre la materia viva y la inerte se aprecian, de las particulares propiedades que la materia viva presenta, por consecuencia de los variables grados de dispersión que en ella adopta la materia.

He aquí planteado el problema del concepto de la vida en dos términos bien opuestos: de una parte, los fenómenos vitales producidos por consecuencia de una causa interna, un principio o fuerza vital que produce los fenómenos característicos de la vida, esencialmente distintos de los observados en la materia inerte, y de otra, se busca una explicación de los fenómenos vitales en causas físico químicas o mecánicas, idénticas a las que producen los que se estudian en la materia inerte.

Los psicobiólogos denominan *autoteleología*, la finalidad que se observa en el modo de ser y obrar de los seres orgánicos y considerada esta finalidad totalmente distinta a la que se ve en las leyes de la Física y de la Química, la suponen irreductible a sus principios deduciendo como consecuencia,¹¹ que en los organismos vivos es preciso admitir una causa especial y ade-

cuada de donde dimana esa actividad, distinta de la que muestran los seres inertes.

Por otra parte, el Profesor Loeb del Instituto Rockefeller, asegura ¹⁵ que el conjunto de los fenómenos vitales, podrá ser expuesto en términos físico-químicos y nuestra vida social y ética, tendrá una base científica en armonía con los resultados de la Biología científica, establecida a raíz de las investigaciones de Lavoisier y Laplace (1770) sobre el calor animal, que compararan con un proceso físico-químico.

No tiene interés para el objeto que nos proponemos, citar testimonios de los más ilustres mantenedores de las doctrinas que se sostienen en uno y otro campo, ni mucho menos, detallar argumentos en contrario, de materia que siempre es objeto de enconadas discusiones, por ser este un asunto de los que más apasionan los espíritus.

Las variadas ideas que sobre esta cuestión emiten los biólogos, pueden reducirse a las dos tendencias expuestas ¹⁶, como así mismo lo hace Prenant ¹⁷, denominando a los primeros, *vitalistas dualistas* y a los segundos, *monistas materialistas*.

Creemos sin embargo, que variando algo los términos de la cuestión, es posible que las dos tendencias sean compatibles, limitándolas y aceptando la idea de que la vida puede, para su estudio y por su origen, fraccionarse en dos aspectos, regido el uno por las ideas *vitalistas dualistas*, que constituyen la doctrina de los escolásticos, y el otro por las de los *monistas materialistas* que solo admiten la materia y la energía que se encuentran en todos los cuerpos, vivos o inertes, como productoras de los fenómenos naturales.

El Angel de las Escuelas, que ha visto estas cuestiones con mayor clarividencia que filósofo alguno, dice textualmente hablando de las formas substanciales en los vivientes ¹⁸: «Unos filósofos dicen, que el agente natural solamente dispone la materia; la forma, que es la perfección última, proviene de principios sobrenaturales, *cuya opinión es falsa por dos razones*. Primera: porque como el ser de las formas naturales y corporales no consista sino en la unión con la materia, el mismo agente parece ser el que *las produce*, que *el que transforma la materia*. Segunda: porque como las formas de la misma no excedan a la vir-

Las formas
substanciales
según Santo
Tomás.

tud orden y facultad, de los principios agentes en la naturaleza, *no parece haya necesidad de reducir el origen de las mismas en principios más altos*»; y más adelante, tratando la misma cuestión continúa: «de este género de formas *hay que excluir al alma racional* porque es substancia por sí subsistente, que puede existir, unida o separada de la materia.»

Términos en que debe plantearse el concepto de la vida.

Teniendo el cuidado de separar, de hacer una excepción para el alma humana, las fuerzas que se manifiestan en los cuerpos inertes, *las que transforman la materia*, bastan para explicar los fenómenos vitales, siendo éstos, aquéllos por los que se realizan las transformaciones múltiples que la materia de los seres vivos sufre sin cesar; en una palabra, la vida que solo puede comprenderse en la materia, aun en la cantidad mínima donde los fenómenos vitales pueden realizarse, que es en el concepto, clásico actual la célula. Aparte de esta forma de vida, e independientemente de esta vida material, aunque conectada con ella durante un corto espacio de tiempo, hay para el hombre una vida espiritual con principio y sin fin, la del alma humana que en unión íntima con la vida material, da lugar a una serie de fenómenos que no tienen explicación si para explicarlos, queremos buscar base en la Física y en la Química o en la Mecánica.

Nos parece tan fuera de razón buscar en principios más altos la causa de fenómenos vitales, como por ejemplo, el movimiento de un músculo, los de nutrición, etc., como afirmar que el contenido moral de la vida del hombre, deseos, esperanzas, ilusiones, sufrimientos, etc., etc., se expliquen por fenómenos físico-químicos. Suponemos cierto, que los seres vivos ponen en juego para sus cambios naturales la energía y la materia y con solo estos dos factores pueden encontrar explicación satisfactoria multitud de fenómenos vitales; pero los fenómenos propios de la vida superior, como la aptitud para comparar sensaciones, de donde resulta el pensamiento, los actos de razón, los estados de conciencia, etc., son actos de una vida inmaterial que se sirve de la materia y de la energía para recibir sensaciones, pero que de ellos resulta el juicio, el recuerdo, que de ningún modo son actos de transformación material. Augusto Comte, fundador del positivismo francés, afirmaba¹⁹ que la sensibilidad no puede reducirse a un fenómeno físico o químico.

Admitiendo cualquiera de las dos escuelas en toda su pureza, no hay posibilidad de estudiar razonadamente todos los fenómenos que en conjunto determinan la vida; haciendo una excepción para el alma humana, única substancia que constantemente se crea, pues para la materia y para la energía el día del descanso dura todavía (Bosuet), pueden explicarse los fenómenos vitales dentro de las ciencias experimentales, tomando como base la Física, la Química y la Mecánica, así como también las Matemáticas más allá del cálculo de probabilidades²⁰, aunque las ecuaciones biomecánicas, siendo físicas, químicas o mecánicas, son de orden superior y con gran número de variables.

Si no se hace la excepción del alma humana y absolutamente todos los fenómenos vitales quieren explicarse con ayuda exclusiva de las ciencias experimentales, se cae en una doctrina que es una ética química, como la enunciada por Loeb en 1912, que comenta A. J. Ferreyra²¹, terminando por afirmar muy lógicamente, que ni el proceso químico ni el instinto, pueden explicar la primera ley de la moral científica. Parte Loeb de las manifestaciones más sencillas del instinto, considerando el caso de los tropismos, como la manifestación de un instinto o de una impulsión y la explica como consecuencia de procesos fotoquímicos²², para afirmar después, que la pretendida voluntad, es producida por la acción de la luz, de la que resultan masas de productos fotoquímicos, que desarrollan energía en las partes simétricas del cuerpo, terminando por afirmar que el llegar al análisis fisico-químico de nuestros actos, es solo cuestión de tiempo.

Vamos a estudiar, fenómenos fisico-químicos íntimamente relacionados con la vida que tiene por base la materia y la energía, quedando separados para el filósofo, para el teólogo, para el creyente, los actos de vida superior, conectados en su primera época con los fenómenos vitales que estudiamos, para continuar su vida espiritual desligados de ellos.

En estas condiciones planteado el problema, de las dos escuelas pueden entresacarse ideas y hechos experimentales perfectamente compatibles y con ellos queda planteado el asunto en términos más razonables.

ORIGEN DE LA VIDA

Principio de la vida en la Tierra.

Cuantos han investigado sobre el origen de la vida, están conformes en afirmar, que la vida tuvo principio en la tierra, reconociendo que las primeras formaciones de la corteza terrestre, contienen solamente materia mineral sin restos de seres vivos, y nadie afirma la eternidad de la vida en la materia, aun entre los que creen en la eternidad del tiempo, del espacio y de la materia. La teoría de evolución supone un tiempo en el cual, las condiciones en que se hallaba la tierra, hacían imposible la vida, tal como hoy la comprendemos. La vida hizo pues su aparición, en un medio puramente inerte por efecto de condiciones favorables para su desarrollo o por un acto creador.

Cómo se interpreta el origen de la vida.

Actualmente puede afirmarse, que la materia viva nace en sí misma, no originándose más que de la ya existente. El problema del origen de la vida se plantea de modo distinto: creen unos, que en la serie de generaciones ha de llegarse forzosamente a un organismo primero, que no pudiendo recibir de otro la vida, la recibió directamente del Autor de la naturaleza, y creen otros, que la materia viva ha tenido un origen natural, resultante de fenómenos físico-químicos sin admitir prueba alguna de otra influencia activa. Haeckel plantea el asunto en este dilema²³ «si no se admite la hipótesis de la generación espontánea, estaremos forzados a recurrir al milagro de una creación sobrenatural».

Helmholtz, Thompson, Arrhénius y otros, sostienen la teoría de que la vida en nuestro planeta tiene su origen fuera del mismo, suponiendo Arrhenius la intervención de las ondas luminosas, para hacer llegar a la tierra gérmenes pequeñísimos que supone errantes por el Universo. Pero aun estas hipótesis no resuelven la cuestión que discuten, puesto que se parte en ellas de la preexistencia de la materia viva.

Admitido que el origen de la vida radica en un acto especial del Creador, por el cual infundió a la materia la actividad vital, queda descartada la posibilidad de que la materia inerte con su energía, forme por sí sola seres vivos, aun cuando mediante los fenómenos de nutrición se incorpore a la materia viva. Los seres

vivos son organismos donde la materia y la energía, sin cesar se transforma; pero en ellos reside ese algo misterioso generador de los procesos vitales, que dirige la acción de las fuerzas físico-químicas y que en nada se parece a ellas. Dentro de estas ideas, es perfectamente lógica la afirmación de Liebig, cuando decía: «jamás el Laboratorio ha dado ni dará una célula, una fibra, un músculo, un nervio, en una palabra, una sola parte del organismo, dotada de todas las propiedades vitales»²⁴.

De estas ideas no participan muchos filósofos y biólogos, ni son tampoco las de todos los teólogos, pero no cabe duda, que bajo el punto de vista de las ciencias experimentales, son las más cómodas, pues admitido como origen de la vida un acto creador, está de hecho descartado todo trabajo de investigación dirigido a desentrañar este problema.

La generación espontánea.

A pesar de las muchas y muy respetables opiniones que en contrario se expresan, puede admitirse que la materia y la energía han sido creadas con propiedades por las cuales, fuera de todo acto especial de creación, haya aparecido la vida, bien entendido, que solamente la vida que indispensablemente necesita de la materia para manifestarse y hecha excepción, pero excepción única, para el alma humana.

La mayoría de los biólogos admite hoy, porque no estima suficientes los hechos que algunos oponen en contrario, la afirmación de Tiedemann²⁵: «no conocemos un solo cuerpo vivo que haya nacido por la acción de fuerzas físicas o químicas» o de otro modo²⁶, «con todo el progreso de la ciencia no se ha obtenido un solo organismo, que no sea efecto de un germen preexistente». En la edad media se aceptaba que los insectos encontrados en la carne en putrefacción, tenía su origen en la misma carne; Ledi demostró que aquellos insectos no aparecían, si antes no se habían depositado los gérmenes en la misma carne, pero la generación espontánea aun continuó admitiéndose para los organismos inferiores, hasta que Pasteur con sus memorables experiencias la declaró imposible, y en estos trabajos se funda todo el sistema de la antisepsia.

Al citar los importantes trabajos de Pasteur, recordamos como dato curioso, que las ideas de Pasteur en las que se ha fundamentado la microbiología general, fueron rudimentariamente

Trabajos de Pasteur y de Maumus.

expuestas en una sentencia por Marco Varron, el más docto de todos los romanos, al que S. Agustín llamó *Doctíssimus Romanorum*. Afirmó M. Varron que el aire está lleno de unos invisibles insectos que entrando por la respiración en nuestros cuerpos, son causa de todas las dolencias que padecemos²⁷. De qué manera, en aquella época en que el microscopio no se conocía, pudo M. Varron darse cuenta de la existencia de los microorganismos que viven en el aire, no se sabe, pero el hecho existe.

La generación espontánea, si existe, no ha sido nunca sorprendida por el hombre. Algunos biólogos admiten la generación espontánea y oponen a la afirmación de Liebig que antes hemos citado, esta otra de Bastian²⁸: «Si la vida llega a obtenerse experimentalmente, ello será en un Laboratorio químico». El médico inglés Bastian hizo en el año 1870 algunos ensayos sobre la heterogénesis de los seres vivos²⁹, afirmando que no hay límite entre la naturaleza inanimada y la animada: por aquella época, la intervención de Pasteur estudiando estos asuntos fué decisiva y terminada su discusión con Pouchet, discutió con Bastian, hasta que en 1877, una experiencia de Pasteur, sin réplica³⁰, puso fin a esta discusión, demostrando que Bastian no había tenido en cuenta que a los esporos no los destruye el calor a 100° sino a 120°.

Los caldos de cultivo esterilizados, en los que la vida no aparece si no se hace previamente la siembra del microorganismo, forman un sistema aparentemente estable, que se parece en mucho a las disoluciones sobresaturadas bien conservadas. Operando Ostwald con el salicilato de fenilo (salol), le conserva fundido en tubos de vidrio cerrados y no cristaliza hasta que toca con un hilo de platino que contenga un pequeño cristal o germen cristalino: este fenómeno se repite en multitud de casos y tiene interés, la comprobación que Ostwald ha hecho de que este germen en varios casos estudiados (hiposulfito de sodio, clorato de sodio, etc.), ha de tener un peso mayor de un cierto límite para cada caso, que es de un orden de magnitud, comparable con el de los microbios⁴².

Hasta 1908 Bastian no volvió a insistir en sus ideas, pero en esta fecha³¹ y en 1910, presentó a la «Royal Society» una Memoria en la que detalla nuevas experiencias con las que cree

haber resuelto el problema de la generación espontánea. Estos nuevos trabajos del médico inglés, han sido refutados por Maumus de una manera completa³² demostrando el error de las experiencias de Bastian, que ha muerto sin conocer las experiencias de Maumus contrarias a las suyas.

Respecto de esta cuestión de la generación espontánea podrá afirmarse que no tiene en la actualidad confirmación experimental, pero conceptuamos muy arriesgado afirmar que no exista o que su comprobación sea imposible porque se presenta llena de dificultades.

La reproducción artificial de los fenómenos vitales, tiene en Biología una importancia análoga a la que en Química orgánica tiene la síntesis: la confirmación *in vitro* de las observaciones que *in vivo* se realizan, eleva el nivel de la Biología como Ciencia y son muchos los biólogos que en la actualidad trabajan en este sentido. La bibliografía sobre esta materia, se ha enriquecido mucho en estos últimos años, y un grupo de investigadores trabaja en lo que denominan síntesis de la vida, reproduciendo en medios inertes, formas y aun estructuras elementales de la materia viva. Parte de estos trabajos constituyen, según la denominación dada por Herrera en 1903, la Plasmogenia; tienen interés, porque demuestran la decisiva intervención de las acciones físico-químicas en la determinación de las formas de los seres vivos, y porque reproducen con materia inerte, algunos fenómenos considerados como exclusivos de la materia viva.

Biología
sintética.

Plasmogenia.

Las publicaciones de los hermanos Mary³³, las de Víctor Delfino³⁴, las de Herrera³⁵, las de Leduc³⁶, las de Kückuch, etcétera y otras muchas, detallan los trabajos de investigación realizados, y por ser dato que ningún publicista ha tenido en cuenta, y en cambio hemos visto afirmaciones en sentido contrario, hacemos constar que el Sr. García Díaz, Médico que fué de la Armada, ha sido el primero que realizó en España trabajos experimentales de morfogénesis, dando cuenta de ellos en una conferencia que dió en el Ateneo de Madrid (1885) estableciendo una serie de consecuencias que publicó «El Siglo Médico» y que dió origen a una interesante controversia sostenida en la misma Revista por el autor de estos trabajos y «Un médico

de aldea»³⁸. En sus experiencias el señor García Díaz, establecía cinco clases de procedimientos morfogénicos: por compresión, ejemplo, el epitelio; por suspensión, ejemplo, la fibra célula fusiforme; por difusión, la substancia homogénea con cavidades; por inyección y filtración combinados con una leve acción química, ejemplo, el tejido alveolar; calorífico neumático, ejemplo el vaso, la célula estrellada.

Los plasmogenistas, según su propia declaración³⁹ no tratan, *a lo menos por ahora*, de fabricar organismos semejantes a los que se mueven en nuestro alrededor, sino solamente poner en presencia cuerpos cuyas acciones recíprocas manifiestan las fuerzas y producen morfologías semejantes a las fuerzas y a las morfologías de los organismos. Este solo hecho tiene un gran interés porque para muchos, destacando entre otros la autoridad de Cl. Bernard, la materia y la forma deben separarse, porque la forma es dirigida por una actividad misteriosa y en los laboratorios sólo ha de poder estudiarse la materia, nunca la forma.

Como nuestro objeto y el de nuestras investigaciones es

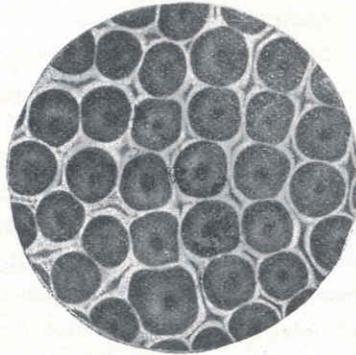


Figura 1.^a

mucho más modesto que el que se proponen los que se esfuerzan en resolver directa y experimentalmente el problema del origen de la vida, no documentamos más las ideas expuestas que actualmente se prestan a interminables discusiones. Sin embargo, estos trabajos no deben silenciarse y merecen tenerse en cuenta, porque demuestran experimentalmente la inter-

vención de las fuerzas físico-químicas en el desarrollo de la materia organizada, y este hecho tiene importancia, porque significa que no es necesaria la intervención de fuerza alguna distinta a las que posee la materia inerte, para producir formas de seres vivos, ya que esto se hace experimentalmente en los Laboratorios sin que por ello se trueque la materia inerte en ma-

teria viva, como en algunos casos creen los apasionados por estas ideas y como en otros casos comentan regocijadamente los que sostienen ideas contrarias, con el poco piadoso fin de satirizar la investigación opuesta a sus opiniones.

Hemos reproducido muchas experiencias de las que los plasmodistas detallan en sus publicaciones, principalmente las descritas por Leduc³⁶, y entre las varias fotografías que de ellas hemos obtenido, reproducimos en la fig. 1.^a una estructura parecida al parénquima de algunas plantas, obtenida extendiendo sobre una placa de vidrio, una disolución de gelatina al 3 por 100 que contenía ferrocianuro potásico y dejando caer sobre ella pequeñas gotas de sulfato de cobre que forman el ferrocianuro de cobre y que al coagular en el medio viscoso en que se encuentran, adopta una estructura que en



Figura 2.^a

algo se asemeja a la de un tejido. La fig. 2.^a representa un crecimiento osmótico, obtenido igualmente sobre una placa de gelatina de mayor viscosidad que la anterior, y que contenía ferrocianuro de potasio; al añadir gotas de cloruro férrico, el azul de Prusia que se produce crece en la masa de gelatina, adoptando formas que recuerdan el desarrollo de una espora de hepática, produciendo al germinar el protonema.

CONCEPTO DE LA BIOLOGÍA GENERAL

La palabra Biología fué introducida en la ciencia en el año 1802, simultáneamente por Lamarck y por Gottfried-Reinhold. Más tarde, Robin y Raspail, iniciaron los estudios de Química biológica⁴⁰, en la que se estudian los procesos químicos corre-

lativos a los fenómenos vitales. Actualmente todas las Ciencias de la Naturaleza contribuyen a establecer la Biología general, estando sus distintas ramas, tan estrechamente unidas, que constituyen un haz sin que las unas estén subordinadas a las otras.

La Biología es ciencia que estudia la vida en todas sus múltiples manifestaciones. Las Ciencias Biológicas, *anatómicas, fisiológicas o embriogénicas*, se establecen después con el concepto de *comparadas* y el hecho de que después del aspecto descriptivo venga el de relacionar los caracteres deducidos, demuestra⁴¹ que en la diversidad de formas vivientes, no hay diferencias absolutas entre las especies.

Fisiología
general.

Los problemas de la Biología, estudiando caracteres de todos los seres vivos, son comunes a la Zoología y a la Botánica: cuando un zoólogo o un botánico estudia el proceso vital, hace obra de fisiólogo y entonces la Física y la Química fundamentan su labor, proyectando luz en el oscuro camino que recorre. Claudio Bernard en sus «lecciones sobre los fenómenos de vida comunes a los vegetales y a los animales» (1867), obra que después ha sido ampliada por Dastre⁴², estableció la Fisiología general. La división de los seres en animales y vegetales no significa una diferenciación fundamental en sus fenómenos vitales, pues entre los dos reinos, hay analogía funcional y de ningún modo dualismo fisiológico. Los vegetales son efectivamente organismos de síntesis, cuando, por ejemplo, en su función clorofílica captan energía que procede del sol y materia que procede del aire y de la tierra; pero simultáneamente, los vegetales obran como organismos de análisis, quemando materias orgánicas y consumiendo energía en sus funciones de respiración, perfectamente análogos a los que se realizan en los animales. La fisico-química de la materia viva, es una, sea vegetal o animal el organismo que la posea: la vida de las plantas, como la de los animales, implica procesos analíticos o de destrucción, producidos por acciones diastásicas.

Al establecer Bichat la Anatomía general en 1801, le dió como objeto el hacer la descripción de los diferentes tejidos simples que forman los órganos, concentrando la vida en los tejidos. Más tarde, a la noción de tejido en general se añade la del elemento anatómico o célula, desarrollando Mirbel la idea de

que el ser vivo, es un ser colectivo formado de pequeñas unidades que tienen vida propia y Turpín, insistiendo en la individualidad de cada unidad, demostró que los organismos más complejos, se derivan de una célula.

Las ideas de Bichat, cuyo error fué, indudablemente, debido a los medios de investigación de su época, se extendieron a la Fisiología, aunque después, al constituir Cl. Bernad la Fisiología general⁴³, afirmó que el problema se concentra completamente en el elemento histológico. Actualmente, queda reducida la Anatomía y la Fisiología general a la Anatomía y Fisiología de la célula, y Max Verworn⁴⁴, entre otros, establece este concepto afirmando que la célula es el constituyente elemental de la materia viva, el substratum de todos los fenómenos vitales, siendo evidente que la Fisiología general, no puede ser más que una Fisiología celular.

CARACTERES VITALES

La materia de que son hechos los seres vivos, presenta tres grandes caracteres⁴⁵; 1.º: Se conserva idéntica a sí misma; 2.º: Tiene capacidad de adaptación a su medio; 3.º: Se reproduce a sí misma y se desarrolla según una dirección determinada.

En los seres vivos, se manifiestan un conjunto de fenómenos que constituyen la vida, durante los cuales, evolucionan entre un principio y un fin, poseyendo en el transcurso de esta evolución, una cierta individualidad y una forma.

La materia que constituye los seres vivos, posee una alterabilidad que contrasta (esta es la apariencia) con la estabilidad de los cuerpos inertes.

Alterabilidad
de la materia
viva.

Esta propiedad diferencial se cumple siempre que comparemos términos extremos; pero abarcando el conjunto para establecer comparaciones más exactas, este carácter diferencial del que algunos (Bichat entre ellos) deducen una diferencia esencial entre la materia viva y la materia inerte, no tiene tal carácter. Muchísimos sistemas químicos claramente inertes, como por ejemplo, las rocas, sometidas como están a la acción de los agentes atmosféricos, sufren una constante transformación, de velocidad mucho menor que la de las transformaciones de la

materia viva, pero que la transformación indicadora de la inestabilidad del sistema existe, no hay duda alguna, y la diferencia que algunos califican de esencial, se reduce a una desigual velocidad, es decir a un más o un menos. Otros sistemas, no vivos, presentan más visible este carácter de inestabilidad constante, en los sistemas coloidales, por ejemplo, y hay que concluir, que la inestabilidad química no es un fenómeno característico de la vida, aunque algunos así lo consideren. La materia inerte evoluciona sin cesar y la estabilidad que le atribuyen los que solo juzgan por la apariencia, es una transformación de pequeña velocidad. Sea viva o inerte, la materia evoluciona aunque en velocidades diferentes; considerando el mundo sideral, los astros evolucionan constantemente, aunque su evolución en conjunto sea más lenta que la de las pequeñas masas que observamos en los fenómenos terrestres.

Evolución de la materia inerte.

Los componentes químicos dispersos en la materia viva, sea cual fuere su grado de complejidad química, son productos sintéticos, formados por la unión de radicales más sencillos, verificándose esta conjunción, por las mismas fuerzas que las síntesis que se realizan *in vitro*, aunque de manera mucho más compleja, por las especiales condiciones del medio en que se verifican.

Crecimiento de los seres vivos.

Los organismos vivos, después de su aparición, crecen con aumento de masa y desarrollo de forma, presentando estos caracteres una limitación, aunque distinta para cada especie.

Crecimiento de los cristales.

Este fenómeno vital está íntimamente relacionado con los fenómenos de nutrición en los cuales, el metabolismo de la materia viva no tiene, en concepto de muchos, fenómeno equivalente en la materia inerte, constituyendo la función esencial de la vida. Si comparamos el crecimiento de un cristal de sulfato de cobre, por ejemplo, en su agua madre, con el de microorganismos en su caldo de cultivo, se observa en efecto, una diferencia esencial; el cristal se nutre con moléculas dispersas en el agua, y aun con el agua misma, incorporándolas a su masa tal cual son y crece sin eliminar materia de distinta composición química que el medio de que se nutre; la materia no sufre transformación, dejando pasar el fenómeno de la formación del hidrato de la sal, porque no tiene interés ahora fijarnos en ese fenómeno de combinación, simultáneo con el crecimiento del cristal. Si consideramos ahora

el microorganismo, que crece y se desarrolla en su caldo de cultivo, o el organismo que realiza estas funciones en su medio de vida, observaremos que las materias con que se nutre sufren una metamorfosis química, antes de ser asimiladas, o sea incorporadas, a su propia materia y simultáneamente el mismo organismo elimina otras sustancias que él elabora y que por ser incompatibles con sus exigencias de composición química, las expulsa mediante secreciones: este es en esquema el fenómeno de la nutrición, que se considera como característico de la vida, afirmando al propio tiempo, que nada semejante se observa en los sistemas inertes.

Fenómenos de nutrición.

Los fenómenos de nutrición encuentran en la Física y en la Química las ideas fundamentales para alcanzar una explicación

racional; constituyen el rasgo más característico de la vitalidad y todos los demás caracteres de la materia viva, hasta la reproducción, están subordinados a los fenómenos de nutrición.

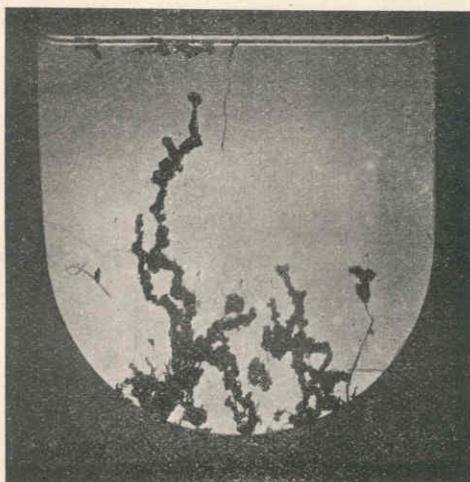


Figura 3.^a

Fenómenos que alguna analogía presentan con los de nutrición en los seres vivos, aunque de extrema sencillez, pueden observarse, cuando en ciertas condiciones se provoca la coagulación de algunos sistemas coloidales. Sea, por ejemplo, una disolución de silicato de sodio de $D = 18^{\circ} B$ puesta en una cubeta, a la que se añade un pequeño cristal de cloruro férrico; se realiza una reacción química de doble descomposición, en la que se forma silicato férrico, que se deposita lentamente en forma de gel, formando una membrana osmótica que envuelve una peque-

Crecimientos osmóticos.

den observarse, cuando en ciertas condiciones se provoca la coagulación de algunos sistemas coloidales. Sea, por ejemplo, una disolución de silicato de sodio de $D = 18^{\circ} B$ puesta en una cubeta, a la que se añade un pequeño cristal de cloruro férrico; se realiza una reacción química de doble descomposición, en la que se forma silicato férrico, que se deposita lentamente en forma de gel, formando una membrana osmótica que envuelve una peque-

ña masa de líquido y que opone distinta resistencia a que la atraviesen las diferentes moléculas del sistema (fig. 3). Consecuencia de la presión osmótica que así se desarrolla es el crecimiento aparente del gel que se nutre no con moléculas de silicato sódico, ni de cloruro férrico, sino con moléculas de silicato férrico; es decir, que toma del medio, no las moléculas existentes, sino las que se forman en la reacción química de la que el crecimiento osmótico es consecuencia, no incorporando a su masa las de cloruro de sodio que simultáneamente se forman y que se dispersan en el medio de crecimiento. Este fenómeno es en lo inerte un simu-

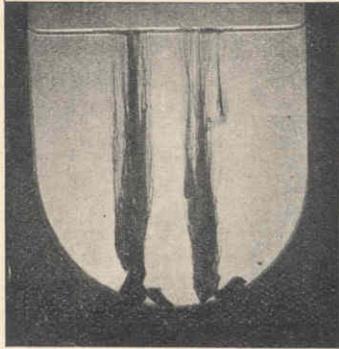


Figura 4.ª

lacro de la nutrición; es de una gran sencillez comparado con las complejas reacciones químicas que en la nutrición de la materia viva se realizan; pero demuestra que en la materia inerte pueden observarse fenómenos que alguna analogía tienen con los de nutrición considerados como específicos y característicos de la materia viva. La fig. 4.ª representa otro de esos crecimientos osmóticos, en gels de silicato de calcio y de silicato de níquel, entre los muchos que hemos reproducido en el Laboratorio y que especialmente ha estudiado Leduc⁴⁶ con mucho detalle.

Si para estudiarlos más cuidadosamente hacemos estos crecimientos en las cubetas de una linterna de proyección y proyectamos con bastante amplificación, se observa muy claramente una circulación por las diferentes formas tubulares y ensanchamientos, que se originan, y si alguno de estos tubos se rompe, se realiza inmediatamente una cicatrización.

La selección de
materias
en la nutrición
celular.

Estudiando los fenómenos de nutrición celular, se ha establecido, y aun obras de muy reciente publicación lo afirman, que la película protoplásmica, regula la entrada y salida de sustancias que exige el intercambio celular, *por un proceso de selección misteriosa* que no explica satisfactoriamente las leyes de la ósmosis. Y aquí aparece de nuevo la fuerza misteriosa que quie-

bra todas las leyes de la Física y de la Química. Pero en la materia inerte, pueden también observarse esos fenómenos de *misteriosa selección*: operando con una membrana de caucho como superficie de separación, observó Flusín, que el sulfuro de carbono, el cloroformo, el tolueno, el éter, y en general todos los líquidos solubles en el caucho atraviesan el tabique con velocidades proporcionales a su solubilidad, mientras que el alcohol y otros líquidos que no presenten aquella propiedad, no le atraviesan; estudiando Nernst este mismo asunto con diferentes membranas, llegó a la misma consecuencia, y así se establece, que esa elección misteriosa de las membranas celulares para dejarse atravesar o nó por distintos cuerpos, queda reducida, a la solubilidad de los cuerpos en los lipoides celulares (Overton) que forman parte de la composición de las capas límites de las células⁴⁸.

Los fenómenos de nutrición obedecen a las leyes generales de la físico-química: el carbono, oxígeno, hidrógeno, nitrógeno, etc., elementos fundamentales de la materia viva, recorren en los dos reinos, a través de las unidades vivas, ciclos determinados y así la materia viva sin cesar se renueva, persistiendo la forma como manifestación tangible de la individualidad. En el transcurso de los fenómenos de nutrición se realiza una degradación energética (ley de Carnot-Clausius).

Consecuencia de los fenómenos de nutrición, son los de crecimiento y desarrollo de la forma en los seres vivos, que se verifica cuando no se consume en las síntesis de la asimilación, toda la energía procedente de la degradación de la materia ingerida. Este crecimiento, se define por *intus-suscepción*; es decir, que las moléculas incorporadas, no se quedan en la superficie, sino que son trasladadas a través de las constituyentes del organismo que crece, resultando así este crecimiento esencialmente distinto, del que como el realizado en los cristales, es por *yuxtaposición*, es decir, en forma que las moléculas que se incorporan al cristal que crece, se colocan adheridas a las que forman la superficie límite: la materia incorporada a un organismo, posee propiedades que antes de su incorporación no tenía, y este es finalmente el carácter al que se concede más valor diferencial.

En los crecimientos osmóticos, claramente inertes, de ma-

Modos de
crecimiento.

terias minerales, como por ejemplo los citados u otros muchos que pueden producirse, hay crecimiento por *intus-suscepción*, las moléculas que se incorporan, no se acumulan en la superficie límite, sino variadamente en la superficie o en la misma masa del gel y la materia que al crecimiento se incorpora, tiene propiedades distintas a las de las materias en que el crecimiento se realiza, luego en la materia inerte, aparecen aunque en el mayor grado de sencillez, estas propiedades que se consideran como características y diferenciales, de la materia viva.

Por otra parte cuando se trate de comparar, debe establecerse la comparación entre términos que guarden alguna semejanza; no debe compararse el crecimiento de un cuerpo sólido como el cristal con el de un cuerpo líquido como el plasma celular. La adición de una materia líquida inerte más o menos viscosa a otra, no se realiza por superposición sino por interposición y cuando se observa el crecimiento de órganos sólidos que forman el neuro o dermato esqueleto, huesos, conchas de los moluscos, escamas de los peces, etc., se observa como en los cristales, verdadera superposición porque como en los cristales la nutrición de esos órganos se localiza en la superficie.

Los seres vivos adquieren una forma típica que tienden a restablecerse cuando algún accidente la altera, pero este carácter no es suficiente por sí solo para definir el ser viviente, pues los cristales tienen también su forma típica y reparan sus mutilaciones presentando relaciones de semejanza entre los de constitución química análoga, de tal modo, que la forma caracteriza al mineral no con menos rigor que la forma anatómica al animal o a la planta.

El obtener por métodos fisico-químicos formas y estructuras que en algo se asemejan a las de la materia viva, no significa que la materia inerte se haya convertido en materia viva, pero sí puede deducirse de estos trabajos que las fuerzas fisico-químicas, que la energía que posee la materia interviene eficazmente en la organización de la materia viva. Como en los seres vivos, se observa que las formas de las producciones osmóticas, evolucionan y comenzando por una forma sencilla su desarrollo da lugar a partes más diferenciadas.

El problema de la reproducción de los seres orgánicos es

uno de los más importantes de la Biología. Las células vivas, se multiplican por un proceso que es una verdadera reproducción celular, y con tal intensidad, que hace decir a Buffon⁴⁹, que la Naturaleza en general, tiene más tendencia a la vida que a la muerte, pues en cuanto la es posible, procura organizar los cuerpos, de modo que pudiera decirse con algún fundamento, que si toda la materia no está organizada, consiste en que los seres organizados se destruyen recíprocamente: la actividad de la Naturaleza para producir seres organizados, no tiene límite en sí misma, pues solo la detienen, impedimentos y obstáculos exteriores.

Fenómenos de reproducción

La reproducción de los individuos, por la que se perpetúan las especies, son los fenómenos más característicos de la vida, y no tiene interés aquí detallar el conjunto de fenómenos biológicos por los cuales, los organismos dan origen a otros organismos semejantes, fenómenos que para su estudio se separan en grupos, de ovogénesis y espermatogénesis, de la fecundación, de la partenogénesis, de la morfogénesis y por último el estudio del problema de la herencia.

El fenómeno de reproducción, tal como en los seres vivos se realiza, no tiene hoy en la materia inerte fenómeno con el que pueda identificarse; llegar a esto, sería resolver de plano el problema del origen de la vida; todos los trabajos de síntesis biológica, no han llegado a demostrar plenamente que la materia inerte presente fenómenos de reproducción idénticos a los de la materia viva. Sin embargo, los que en este género de investigaciones trabajan, dicen que el obtener la multiplicación de los seres vivos por fuerzas físico-químicas o por síntesis, es una obra progresiva³⁶, y debe investigarse sobre el mecanismo físico en cada período, para después ordenar los períodos o fases separadamente reproducidos.

Los trabajos que en este sentido se han realizado son muchos; los de verdadera importancia son pocos y entre estos, citamos los de Leduc sobre la intervención de las fuerzas de difusión y de presión osmótica. Hemos repetido con buen éxito estas experiencias; en algunas, hemos introducido modificaciones de viscosidad y otras, a pesar de las cuales, los fenómenos se verifican tal como su autor dice, pero sobre estas materias no

Intervención de las fuerzas físico-químicas en el desarrollo de la carioquinesis.

nos parece oportuno insistir aquí, pues se prestan más a la discusión que a la exposición de hechos concretos.

La representación del fenómeno de la división carioquinética de las células operando en medios inertes, puede hacerse del modo siguiente (Leduc): sobre una placa de vidrio se extiende una disolución de gelatina al 3 por 100, y se deja después caer una gota de disolución de gelatina pigmentada con tinta china que representa los cromosomas (gota del centro en la figura 5.^a). Las gotas extremas, representativas de los centrosomas son de disolución concentrada de cloruro de sodio (gran presión osmótica), pigmentadas con eritroxina. Por la acción de fuerzas derivadas de la difusión y de la presión osmótica, se observa en el desarrollo del fenómeno, una serie de transformaciones en la forma y en la estructura de las gotas sembradas en la gelatina, que recuerdan en orden sucesivo y regular las transformaciones y movimientos de la división del núcleo celular. Las fotografías de la fig. 5.^a las hemos escogido entre las que forman una cinta cinematográfica que hemos impresionado en nuestro Laboratorio, y que representa la totalidad del fenómeno.

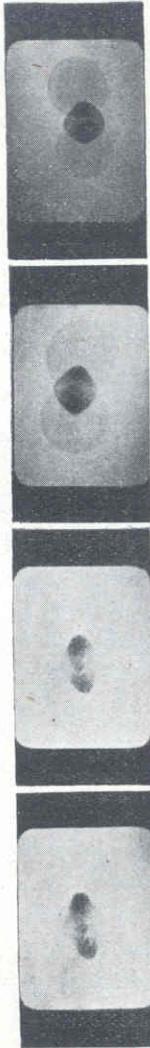


Figura 5.^a

El proceso de evolución de forma, que en esta experiencia es muy parecido en algunas fases a la que en la carioquinesis celular se detalla, se observa bien, no en las fotografías adjuntas, que por su pequeño tamaño no se prestan a esta observación ni aun en la experiencia original directamente; pero se reconocen muy bien al ampliar la imagen en la proyección cinematográfica, con detalles de cambio de estructura que no precisa consignar aquí.

Sobre el mecanismo íntimo de los fenómenos de carioquinesis no puede darse una explicación precisa: la experiencia de síntesis que acabamos de citar, demuestra la intervención de fuerzas físico-químicas en el desarro-

llo de esa fuerza de multiplicación celular, pero no explica el fenómeno de una manera completa como tampoco lo explica la hipótesis de Strasburger, fundada en el quimiotactismo de los centros directores, ni las ideas de Van Beneden, Boveri, Herwig, etcétera; pero basta a nuestro objeto dejar demostrado, que la única explicación racional vendrá del lado de la físico-química.

Otras muchas experiencias ha realizado también Leduc, investigando sobre las fuerzas que pueden intervenir en el fenómeno de la multiplicación por segmentación, experiencias sobre reproducción por síntesis de estos fenómenos, que a quien le interese conocerlas, debe consultar la publicación original³⁶.

El Profesor Stockard⁵⁰ en sus investigaciones, realizadas en la estación biológica de Woodshall, descubrió que la adición de una pequeña cantidad de cloruro de magnesio al agua de mar, ocasiona notables cambios en el desarrollo de los huevos de los peces. De estos trabajos se deduce, que una modificación en la composición química del medio, trae como consecuencia, una notable transformación en el desarrollo.

Por otra parte, las investigaciones experimentales de Mead⁵¹ y de Loeb sobre la naturaleza del fenómeno de la fecundación, les llevaron a realizar experiencias⁵² de partenogénesis artificial, de cuyos trabajos deduce su autor la consecuencia, de que el problema de la fecundación debe estudiarse dentro de la Física y de la Química. Los citados autores, e independientemente de ellos Matthews⁵³, han demostrado, que ciertos huevos pueden experimentar el correspondiente desarrollo, independientemente de la fecundación normal, por la acción de diferentes compuestos químicos: antes, un huevo que no hubiera sido fecundado, debía perecer, hoy por efecto de una acción química, puede evolucionar y producir un organismo vivo. Se impone pues⁵⁴, atribuir a acciones químicas, esos importantes procesos vitales.

Otro carácter de la materia viva considerado también, antes más que ahora como diferencial de la materia inerte, es la acción de los antisépticos y de los tóxicos: por acción de los antisépticos, los fenómenos vitales se refrenan o se anulan, y por los tóxicos, a dosis suficiente, la vida de los organismos cesa. Fenómenos análogos a estos presenta la materia inerte, entre los que se estudian en la catalisis química; los catalizadores, modi-

Intervención de las acciones químicas en la fecundación.

Antisépticos y tóxicos.

fican la velocidad de las reacciones químicas; algunos, los negativos, disminuyéndola y esta acción es perfectamente semejante a la de los antisépticos sobre la materia viva.

Tóxicos de la materia inerte.

El platino coloidal es un catalizador positivo de la reacción por la cual el agua oxigenada, se descompone en agua y oxígeno, actuando así, aun a la concentración de 10^{-8} (1,7 gramos de platino, en 500.000 litros de agua)⁵⁵; pero ciertos cuerpos en presencia, como el cloruro mercúrico o el ácido cianhídrico, paralizan la acción catalizante, obrando como venenos del catalizador.

En muchas reacciones químicas que son el fundamento de algunas industrias, encontramos casos análogos; por ejemplo, en la fabricación del ácido sulfúrico por procedimientos de contacto, la reacción por la cual el anhídrido sulfuroso se combina con el oxígeno para formar el anhídrido sulfúrico, se refrena y hasta puede llegar a paralizarse, por la presencia del anhídrido arsenioso, que obra en este caso como veneno del catalizador y por ello, cuando el anhídrido sulfuroso ha sido obtenido por tostación de las piritas, precisa purificarle excrupulosamente, antes de que reaccione con el oxígeno.

Acción y reacción.

En la materia inerte, se cumple siempre el principio de la acción y de la reacción, así como en los sistemas físicos o químicos en equilibrio, se cumple el principio de Le Chatelier. En analogía con estos hechos, aunque con intensidades variables, la materia viva responde con un cambio a toda excitación o acción que viene del exterior. En la materia viva, se dice que hay siempre una desproporción entre la acción y la reacción, pero en fenómenos mejor conocidos, por ejemplo, en la descomposición violenta de las materias explosivas, se manifiesta también aparentemente, esta desproporción entre la causa y el efecto.

Inercia.

La ley de la inercia, que para algunos es peculiar de la materia inerte, se aplica a los seres vivos cuya aparente espontaneidad no es más que la forma de réplica a un estimulante. Cl. Bernard definía la irritabilidad, como propiedad del protoplasma, de ser puesto en actividad y de reaccionar, bajo la influencia de excitantes exteriores.

Adaptación.

En los organismos vivos, se observa una relación entre su conformación orgánica y el medio o ambiente en que viven: co-

mo consecuencia de la influencia recíproca entre los agentes exteriores al organismo y la materia viva propiamente dicha, se produce el mecanismo de la evolución. Lamark dice⁵⁶ que la estructura de los organismos, está en armonía con las condiciones en que viven (adaptación).

Es muy probable que las variaciones de forma de los organismos, sea en el fondo de origen químico y efecto de la modificación química de los componentes de la materia viva: a este fin, tienen mucho interés las delicadas investigaciones de Armand Gautier⁵⁷ sobre las variedades de la especie *Vitis vinifera*: las modificaciones que producen la variación de razas, residen en las de las sustancias constitutivas del protoplasma, de donde se deduce que ha de ser la Química, la que abordará experimentalmente el estudio de todos estos fenómenos vitales, que muchos colocan fuera del alcance de la investigación físico-química.

Los hechos de adaptación, son explicados por una realización previa de estructuras, que se encuentran en armonía con el medio; esta idea desarrollada por Cuenot⁵⁸, es aceptada por muchos biólogos. El determinar las leyes generales que expresan la armonía que une el organismo vivo a su medio es el gran problema biológico.

Por último, para terminar de exponer fenómenos característicos de la vida, quedan por citar la vejez y la muerte.

La vejez, según trataremos más adelante al estudiar la micela dispersa en los sistemas coloidales, puede considerarse como consecuencia de una variación en la actividad bioquímica de estos sistemas, que tiene por causa variaciones en la relación de superficie y masa de aquellas unidades físicas (las micelas), y la muerte, último acto de la vida (Schäfer) puede considerarse, según nuestras investigaciones sobre el movimiento browniano, y sobre el estudio ultramicroscópico de la célula viva que más adelante citaremos, como un fenómeno físico-químico, reducido al paso de un hidrosol a hidrogel, o en otros términos, a un fenómeno de coagulación completa.

Vejez y muerte.

Entre los fenómenos vitales estimados como característicos de la vida y los que la materia inerte presenta, no aparece solución de continuidad; en los sistemas coloidales se encuentran

multitud de fenómenos que pueden considerarse como intermedios entre unos y otros, levantando así el velo que cubre todos esos fenómenos que muchos consideran cómodamente como misteriosos, aunque estudios son estos que muchas veces se reciben con una inconcebible e implacable hostilidad.

La vida de la materia es un fenómeno físico-químico.

Por nuestra parte, dejando fuera de las ciencias naturales, el misterio del pensamiento, el de la consciencia, y todos los actos propios del alma humana que Dios crea y a Dios vuelve, no admitimos que estén fuera del estudio de las Ciencias Naturales, todos los otros fenómenos que son consecuencia de la vida de la materia, o sea todos los fenómenos vitales en los cuales la materia sin cesar se transforma. Considerada en estos fenómenos, la vida es un fenómeno físico-químico, muy complejo por los variados componentes químicos de la materia viva, y muy difícil de estudiar porque es un conjunto de fenómenos que se realizan en condiciones muy próximas a las de equilibrio de estos sistemas, aunque siempre tienen lugar en estado de desequilibrio constante, pues el equilibrio, es incompatible en los fenómenos vitales.

Visto el conjunto de caracteres que esquemáticamente acabamos de relatar, resulta que no puede lógicamente admitirse una interrupción o un salto en la serie de los fenómenos naturales. Si generalizando mucho el concepto de vida, se admite que vive todo aquello que evoluciona entre un principio y un fin, conservando en el transcurso de esta evolución una cierta individualidad y una forma, la vida tiene realidad, en un concepto mucho más amplio que el que de ordinario se considera.

CONSERVACIÓN Y DEGRADACIÓN DE LA ENERGÍA, EN EL TRANSCURSO DE LAS REACCIONES VITALES

La materia y la energía, creadas en principio por el Autor de la Naturaleza, se rigen en sus transformaciones por leyes generales, que la vida no en la realidad, pero sí aparentemente trastorna. La ciencia contemporánea, ha puesto en claro el encañamiento maravilloso de todos los fenómenos, dejando entrever el origen único de la materia y de la energía, así como una génesis racional de todo lo creado.

Las leyes naturales son universales, no son ni físicas, ni químicas, ni biológicas, y se cumplen en la materia mientras se realizan los fenómenos. Una fuerza (Cl. Bernard), no es más que otra fuerza transformada, como una materia procede de la transformación de otra. Meyer en 1842, asemejó los animales a las máquinas térmicas, y unos años después el Profesor de Breslau, Heindenhain afirmaba que bajo el concepto de la transformación termodinámica, el animal, es el motor más perfecto. El químico Dumas, comparando la *máquina viviente* con los motores de vapor, afirmaba que la identidad de principios referentes a sus respectivas fuerzas, se manifiesta clara y evidente.

El principio de la conservación de energía, que se cumple en el transcurso de las reacciones químicas, se cumple también en las manifestaciones vitales. Si fuese posible hacer recorrer a un organismo vivo un ciclo completo, es decir, hacerle realizar una serie de actos físico-químicos, terminados los cuales se encontrara exactamente en su estado inicial y se midiera durante el transcurso de este ciclo las variaciones de energía, se deduciría que las cantidades de energía absorbidas y las emitidas, no se presentan en las mismas formas pero son equivalentes.

Conservación
de la energía.

No es posible hacer recorrer a un organismo vivo un ciclo completo para volver exactamente a su estado inicial, pero a pesar de esta dificultad, ha sido posible resolver experimentalmente el problema que se plantea en el caso hipotético citado.

Atwater operó, encerrando sujetos en cámaras calorimétricas, y así como es imposible hacer pasar periódicamente a un ser, por un estado rigurosamente semejante al estado inicial, es posible realizar series de ciclos imperfectamente completos y compensar los errores. Determinando en el transcurso de largos períodos, las diferencias entre la cantidad de calor Q de los alimentos y de las excreciones y las cantidades de calor Q' absorbidas por el calorímetro, encuentra para el espacio de tiempo 24 horas, entre otros datos igualmente concordantes, los siguientes:

Experiencias de
Atwater.

Valores de Q	2304 cal ^s	2118 cal ^s	2288 cal ^s
Valores de Q'	2279 cal ^s	2136 cal ^s	2278 cal ^s

El aparato de trabajo utilizado por el Prof. Atwater, gracias

a la esplendidez del Departamento de Agricultura de Washington, es una cámara, en la que el sujeto de la experiencia, se acomoda bien para vivir unos días encerrado. Este aparato, reúne las condiciones de ser adiabático e isotérmico, además lleva los medios precisos para recoger y valorar el vapor de agua exhalado; para medir las cantidades de oxígeno y de gas carbónico que consume y produce y un medio para transformar en calor por el fenómeno llamado de las corrientes de Foulcault, el trabajo mecánico.

El conjunto de las primeras experiencias que duraron 43 días, dió para Q el valor 469.898 calorías y para Q' 470.470 cal. números suficientemente concordantes para afirmar, que el principio de la transformación de la energía se cumple en los fenómenos vitales, como en los fenómenos químicos o físicos de donde se deduce, que mediante el proceso vital, la energía recibida por el ser, es íntegramente restituida (Rubner).

Trabajo mental.

Todavía va más lejos Atwater en sus conclusiones, pues teniendo en cuenta la actividad intelectual del individuo, afirma que en todas las formas de la actividad del organismo, la cerebral inclusive, no hay más radiaciones emitidas ni se desenvuelven otras energías, que las comprendidas en las denominaciones calor y trabajo. El Profesor Lehmann, de la Universidad de Copenhague, realizó investigaciones sobre el metabolismo durante el trabajo mental⁵⁹, deduciendo que un trabajo mental de naturaleza y magnitud dadas, produce en un mismo sujeto un aumento constante en la cantidad de gas carbónico expirado y por consiguiente corresponde, lo mismo que un trabajo físico, a una cantidad de energía constante. Cuanto mayor sea la dificultad del trabajo mental, mayor es la producción de gas carbónico; resultando así, que en el sistema nervioso, como en cualquier otro órgano, la actividad es un trabajo producido a expensas de la energía química disponible, que activa el metabolismo del órgano que funciona.

Experiencias de
Chauveau.

Por otra parte, las experiencias de Chauveau sobre el trabajo muscular demuestran, aunque por métodos distintos, conclusiones análogas y determinan numéricamente que el calor producido por las reacciones de la materia viva, tienen el mismo equivalente energético, que el calor producido por la materia inerte.

Los trabajos de Chauveau, han sido el origen de una escuela experimental, en la que sobresalen los trabajos de Morat, Weiss, Rubner, Lamblig, Dasta y otros, de los que se deduce, que el mantenimiento de la vida, no consume ninguna energía que le sea propia: toda la que pone en acción, la toma bajo forma de energía química potencial. El *primum movens* de la actividad vital, es la energía química acumulada en los principios inmediatos de los organismos.

Todos los fenómenos vitales como los físicos o los químicos, son formas de movimiento (Mayer) susceptibles de transformarse unas en otras, deduciéndose como concepto de energía, la capacidad que tienen los cuerpos para producir trabajo mecánico. La energía en forma mecánica que en la materia viva se manifiesta procede de la transformación de la energía química; pero asemejado el animal a una máquina de vapor (Dumas), cabe preguntar si como en estos transformadores térmicos, se pasa en los organismos de la energía química a la mecánica, sirviendo de puente o forma intermediaria, la energía calorífica; el estudio de un organismo considerado como máquina térmica, podrá darnos alguna idea sobre este asunto.

Transformación
de la energía
química en me-
cánica.

Sea el organismo humano: por aplicación de métodos calorimétricos, Atwater, Benedict, Carpenter y otros, han determinado el *rendimiento del motor* humano, o sea la cantidad de energía exteriorizada en forma de trabajo mecánico, con relación a la cantidad de energía desprendida en las reacciones químicas que determina el metabolismo de la alimentación: este rendimiento es como mínimo 0,20, es decir, que el 20 por 100 de la energía desprendida puede ser transformada. Conocido el rendimiento de la máquina térmica, fácil es aplicando el teorema de Carnot,

$$R = \frac{T - T'}{T}$$

calcular la diferencia de las temperaturas correspondientes a este rendimiento, sabiendo que la temperatura normal del músculo, 37°,5, es una de las dos temperaturas en presencia; sea la de salida del transformador. Se deduce que la de entrada deberá ser 115° para tener 0,20 de rendimiento, temperatura esta, que por ser incompatible con la integridad de los tegidos, demuestra

que el transformador animal (el músculo) no es una máquina térmica.

Interviene la tensión superficial.

M. d' Arsonval supone⁶⁰, que la transformación de la energía química en trabajo mecánico, se hace por intermedio de una variación de tensión superficial, idea que ha sido después desarrollada por Imbert⁶¹. Las investigaciones de Lippman⁶², sobre los fenómenos electro capilares, demuestran que toda deformación de una superficie tiene por efecto la producción de una corriente eléctrica e inversamente, una corriente eléctrica, produce una deformación de superficie, como demuestra la experiencia de la ameba mercuríca de Ostwald (1).

El trabajo mecánico de los músculos, no significa una excepción del segundo principio de la termodinámica, si se abandona por imposible la idea de una transformación previa de la energía química en calorífica y se admite que la energía química se utiliza después de su transformación en energía eléctrica, modalidades diferentes de una misma forma superior de energía.

Degradación de la energía.

Actualmente, se distinguen cualidades de energía, según la proporción de energía utilizable que contienen y se consideran como formas superiores de energía, la mecánica y elástica, la eléctrica y la energía química libre y como formas inferiores, la luminosa y la calorífica, representando el principio de Carnot, la tendencia natural de la energía a pasar de las formas superiores a las inferiores, es decir, a degradarse.

Sin detallar más estos hermosos trabajos, basta a nuestro objeto dejar sentado, que el principio de la conservación de la energía, se aplica a los fenómenos que se realizan entre la materia inerte, como se aplica a los fenómenos vitales, sin que haya hecho alguno, experimentalmente confirmado, que autorice a decir que un principio vital propio de los seres vivos, absorbe para sostenerse, la menor cantidad de energía, y apareciendo muy artificial el sostener que en el ciclo de la evolución energé-

(1) Consiste esta experiencia, en colocar en una cápsula o vaso de fondo plano, una gota de mercurio recubierta por una capa de ácido sulfúrico o de ácido nítrico diluido y añadir un pequeño cristal de $Cr_2 O_7 K_2$; si se toca con un alambre de hierro la gota de mercurio, ésta se contrae o emite pseudópodos realizándose análogo fenómeno espontáneamente, cuando le alcanzan algunas ondas de ácido crómico, producido por la acción del ácido nítrico o sulfúrico sobre el cristal de dicromato.

tica de los seres vivos, hay una fase misteriosa de la energía inaccesible a la observación del hombre.

La calorificación, es la propiedad característica (Planck) propia del *sistema viviente* termodinámicamente considerado y bajo el punto de vista biológico, la termogénesis es uno de los atributos esenciales de la materia viva: estos fenómenos están subordinados al principio Carnot-Clausius⁶³ y de la generalización del principio de Carnot, hecha por Clausius, a todo ciclo cerrado reversible, es fácil demostrar que «en todo sistema material cuya transformación es isotérmica y en ciclo cerrado, necesariamente se desprende calor», lo cual equivale a decir que en el animal viviente, el metabolismo energético, ha de tener lugar necesariamente con desprendimiento de calor.

El término de las transformaciones energéticas de los animales es la energía térmica, que antes acumularon los vegetales, devolviendo los animales al medio cósmico, la energía que los vegetales captan.

CONCEPTO DE LA MATERIA VIVA

Es un hecho comprobado por las experiencias de merotomía celular, que separados el citoplasma y el núcleo, componentes de la célula, siguen viviendo, aun cuando su vida se extingue pronto: para que la evolución vital siga su curso, es preciso que esos dos componentes permanezcan asociados, pero para regenerar el proceso vital, basta que subsistan partículas asociadas del uno y del otro y así el organismo celular se regenera: estas experiencias demuestran, que la célula, más que asociación de órganos estructurados, es asociación química de sustancias recíprocamente activas y partiendo de esta consecuencia, el análisis científico, va más allá de la célula y coloca la generación del proceso metabólico en la materia viva, formada por la asociación de los componentes citoplásmicos y los nucleares.

La complejidad del protoplasma, no es suficiente en sí, para el sostenimiento de la vida, precisa la existencia de la substancia nuclear, pero una explicación fundamental de los fenómenos vitales, no la tendremos, hasta después de conocer las transforma-

Citoplasma y
núcleo.

ciones químicas que tienen lugar en ese complejo que constituye la materia viva.

La materia viva es un líquido más o menos viscoso.

La materia viva, representando lo estrictamente indispensable para producir las reacciones bioquímicas, es un líquido viscoso, en el que todo proceso vital tiene su asiento. En el concepto químico físico, forma un sistema disperso muy complejo, que contiene variados grados de dispersión, y en el concepto químico, es un sistema en constante estado dinámico de varios componentes, cuya estructura o constitución química, es muy distinta. Esta materia en estado de constante transformación, toma del medio en que vive porciones de materia, las fija, las asimila, las hace sufrir una cierta evolución, un ciclo, durante el cual, constituyen su materia misma, y después por desasimilación vuelven al medio ambiente, con estructura química distinta a la que tenían cuando comenzó el ciclo.

La materia viva presenta en los diversos organismos y aun en uno mismo, gran variedad de composición, pero como bajo el punto de vista químico estas múltiples variedades tienen analogías de composición, puede hablarse de la materia viva de modo general, pues las mayores diferencias de orden químico, residen en los productos que la materia viva elabora y que retiene o elimina según la estructura peculiar de cada organismo, separándolos de la circulación vital. Se establece pues, para la materia viva, una cierta unidad química cuyas variaciones, más que específicas son estructurales.

De entre los constituyentes químico-físicos de la materia viva, el más importante es sin duda alguna el sistema coloidal, de cuya constitución forman parte, las unidades físicas denominadas micelas que se transforman en los procesos vitales pero persistiendo en ellas un conjunto de caracteres que las definen y por ellos, se puede establecer algunas relaciones de semejanza entre la compleja materia viva, y las relativamente sencillas dispersiones coloidales de tal modo, que las funciones elementales de la vida, pueden reconocerse en la micela⁶⁵.

En el estudio de la constitución de los organismos, los biólogos se han detenido ante la célula que consideran como unidad, pues afirman, que para que los fenómenos vitales se produzcan precisa por lo menos una célula: este es realmente el término de

las exploraciones microscópicas, pero ocurrirá en la célula unidad en Biología, lo que ha ocurrido con el átomo unidad en Química? Puesto que el microscopio, ha revelado en el corpúsculo viviente partes inertes, ¿no cabría considerar la célula, como un terreno de cultivo explotado en comunidad solidaria, por habitantes microscópicos o ultramicroscópicos?⁶⁶ y admitido esto, por qué no pensar que semejantes seres pudieran vegetar libremente en las aguas y en toda suerte de materias orgánicas disueltas?

Probable existencia de unidades vivientes más sencillas que la célula.

Nuestro biólogo insigne, el Dr. Ramón y Cajal, al referirse a lo que por brevedad llama teoría citocolonial, confiesa que «después de un período de repugnancia, en parte motivada por las exageraciones y extravíos de algunos citocolonistas, la hipótesis (existencia de unidades vivientes más sencillas que la célula) presentase actualmente a mi espíritu, con caracteres de creciente verosimilitud y simpatía; es más, hemos descubierto algunos hechos de metamorfosis intracelular, difícilmente explicables si no se acepta que el armazón protoplásmico es algo vivo y relativamente autónomo, a su vez integrado por unidades vivientes invisibles».

La materia viva tiene marcada tendencia a constituir células que continúan siendo unidades morfológicas y aun estados de adaptación que ofrecen condiciones favorables para el intercambio de sustancias. Pero la materia viva es más importante en sí misma que por su tendencia a formar células y por ello la investigación sobre la estructura y composición química *de la materia viva, no de las células*, es el problema capital de la biología⁵⁴.

La moderna Bioquímica con sus exploraciones ultramicroscópicas, debe llevar la disección del organismo celular, hasta resolver esa irresoluble nebulosa en micelas que presentan los fenómenos más elementales de la vida, y como el tránsito del estado coloide al cristalino, es problema experimentalmente resuelto, se vislumbra la continuidad en los diversos aspectos de la materia, partiendo de la unidad en la creación.

El investigador científico, usando de los más poderosos medios de acción de que actualmente dispone, ha sitiado esa fortaleza considerada por muchos como inexpugnable, el maravilloso

Alcazar de la vida: pasado algún tiempo y perfeccionados los medios de investigación, esa fortaleza quizá acabará por rendirse y estamos persuadidos de que en la actualidad, hay una brecha, producida por el estudio de los coloides, por la cual se puede penetrar y desentrañar alguno de sus secretos, siquiera sean estos por hoy los de orden más elemental; pero principio quieren las cosas...

Decía Aristóteles, que lo maravilloso es el principio de la Filosofía, y así también puede decirse que es el principio de la Biología, aunque afirmaba después, que lo maravilloso tiene su origen en nuestra propia ignorancia.

NOTA BIBLIOGRÁFICA DE LAS PUBLICACIONES A QUE HEMOS HECHO REFERENCIA EN ESTE CAPÍTULO

1. Guye, *Journal de chimie physique*, t. 2.^o, pág. 549, año 1904; t. 3.^o, pág. 188, año 1905.
2. Drumeaux, *La theorie corpusculaire de l'electricité*. París, 1911.
3. Lord Kelvin, *Philog. Mag.*, t. 3.^o, pág. 257, año 1902.
J. Thomson, *Phil. Mag.*, t. 7.^o, pág. 237, año 1904.
4. Eug. Guye, *Archives des Sciences phs. et natur.*, 15 Enero 1916.
5. Prout, *Du rapport entre les pesanteurs specifiques des corps dans leur état gazeux et des poids de leurs atomes*, año 1815.
6. Norman Lockyer, *L'evolution inorganique*. París, 1905.
7. L. Bermejo, *Algunas consideraciones acerca de la materia elemental*. Discurso inaugural, pág. 82. Universidad de Valencia, curso 1913-1914.
8. Santo Tomás de Aquino, *Summa theologica*. Parts prima, Ques 18, art. 1.^o.
9. Santo Tomás de Aquino, *Tratado de veritate*. Ques 4, art. 8.
10. F. Le Dantec, Conferencia sobre *Las dos tendencias biológicas* ante la Societé des amis de l'Université. París 28 Enero 1909.
11. P. Pujiula, Conferencias sobre *La Vida y su evolución filogenética*. Valencia, 1915, pág. 124; pág. 151.
12. H. Driesch, *Philosophie des organischen*.
13. P. Donau, *Revue des Questions Scientifiques*, t. XVIII. Julio 1910.
14. P. B. Feyjóo, *Teatro critico*, t. 3.^o. Discurso 9, núm. 15, Madrid, 1768.
15. Loeb, Discurso en el primer Congreso internacional de Monistas. Hamburgo, 10 Septiembre 1910.
16. D'Arcy W. Thomson, *Les grands problemes de la Biologie*.

Discurso Presidencial ante la Sección de Zoología de la A. Británica para el Progreso de las Ciencias. 31 Agosto 1911.

17. A. Prenant, *Tratado de Histología*, t. I, pág. 12, 1904.
18. Santo Tomás de Aquino, *Quæstions disputate*. Tomo I de Potencia. Quæst. III, art. I, pág. 124. Friburgi Helv., 1883.
19. A. Comte, *Curso de Filosofía positiva*, vol. 2.º, 1838.
20. Moriz Benedikt, *Biomechanik und Biogenesis*, 2.º edición. Jena, 1912.
21. A. J. Ferreyra, *Una ética química*, Revista de Filosofía, Cultura, Ciencias y educación. Buenos Aires, Septiembre 1916.
22. J. Loeb, *La conception mecanique de la vie*. Trad., pág. 141. París, 1914.
23. Hæckel, *Histoire de la creation des etres organisés d'apres les lois naturelles*, trad., pág. 304. París, 1877, 2.º edic.
24. Lange, *Histoire du materialisme*, trad., t. II, parte II, cap. 1.º.
25. Tiedemann, *Traite de Physiologie*, t. I, pág. 132. París, 1881.
26. Balfour Stewart et Tait, *L'univers invisible. Etud. physiques sur l'etat futur*, pág. 305. París, 1883.
27. Fr. Benito Feyjóo, *Teatro critico universal*, t. VII, Discurso I. *Lo máximo en lo mínimo*, n.º 35, Madrid, 1768.
28. H. Charton Bastian, *L'origine de la vie*, 2.º edic., pág. 104.
29. H. Ch. Bastian, *Nature*, 1870.
30. Charpentier, *Les microbes*.
31. H. Ch. Bastian, *Evolution de la vie*, París, 1908.
32. Maumus, *L'origene de la vie, etc.*, Revue Scientifique. París, Agosto 1916.
33. A. y A. Mary, *Organismes primordiaux, La síntesis de la organización, Principios de Plasmogenia*, Gaceta Médica Catalana, números 913, 914, 915, 916, 917, 918, año 1915, trad. de V. Delfino.
34. Víctor Delfino, *Inducciones plasmogenistas*, Semana Médica, número 18. Buenos Aires, 1916.
35. Herrera, *Nociones de Biología*.
36. Stephane Leduc, *La Biologie synthetique*. París, 1912.
37. *A propósito de una conferencia*, El Siglo Médico, Madrid 29 de Marzo de 1885.
38. El Siglo Médico, 12 Abril, 26 Julio, 9 y 16 de Agosto de 1885.
39. A. y A. Mary, *La Síntesis de la vida*, Gaceta Médica Catalana, t. XLVIII, n.º 925, año 1916.
40. A. Giard, *Bull. scientifique de la France et de la Belgique*, t. XXVI pág. 451, 1898.
41. F. Le Dantec, *Elements de Philosophie biologique*, pág. 4. París, 1911.
42. Dastre, *La vie et la mort*, Bibliothèque de Philosophie scientifique, París.
43. Claudio Bernard, *Rapport sur les progres et la marche de la Physiologie generale en France*, 1867.

44. Max Verwornn, *Physiologie generale*, trad. de la 2.^a edic. allem., p. VII y p. 650. París, 1900.
 45. E. Gley, *Les sciencies biologiques et la biologie generale*. Lección inaugural del curso de Biología general College de France. 8 Diciembre 1908.
 46. Stephane Leduc, *Teorie Physio-chimique de la vie et generations spontanées*, pág. 143. París, 1910.
 47. Haberlandt, *Physiologische Pflanzenanatomie*, 1904.
 48. José R. Carracido, *Los lípoides celulares*. Asociación Española para el Progreso de las Ciencias. Congreso de Valladolid, 1915.
 49. Buffon, *Historia Natural*, t. 3.^o, cap. II. Edición de la Biblioteca popular económica. Madrid.
 50. Stokard, *The development of artificially produced Cyclopean fish, The magnesium Embryo*, Journal Expt. Zoology., vol. VI, páginas 285-337, 1908.
 51. A. D. Mead, *Biological Lectures*, at Woods Hole, Boston. 1898.
 52. Loeb, *La conception mecanique de la vie*, trad. París, 1914, pág. 141.
 53. A. P. Matthews, *Some ways of causing mitosis in unfertilized Arbacia eggs Amer.*, Journ. Physiol., 1900, VI, 343-347.
 54. Charles S. Minot, *Problemas modernos de Biología*. Conferencias en la Universidad de Jena. Trad. Barcelona, 1914, pág. 134 y pág. 35.
 55. Fred. Swarts, *Cours de Chimie inorganique*, pág. 691. París, 1908.
 56. Lamarck, *Philosophie zoologique*, 1809.
 57. Ar. Gautier, *Revue generale des sciences*, 15 Enero 1892, página 28.
 58. Caullery *L' etat present du probleme de l'evolution*. Lección de apertura de curso en la Universidad Harvard, 24 Febrero 1916.
 59. Lehemann, *Le metabolisme pendant le travail mental*, Revue scientifique. París 16 Agosto 1913.
 60. D'Arsonval, *Arch. physiol. norm. et pathol.*, 1880.
 61. Imbert, *Traité de physique biologique*, t. I, pág. 441. París, 1901.
 62. Lippman, *Journ. de physique*, t. 3.^o, pág. 41, 1874, y serie II, t. 2.^o, pág. 116. 1883.
 63. E. Alcobé, *Intervención de la Termodinámica en la Biología*. Discurso inaugural. Universidad de Barcelona, curso 1914-1915.
 64. José R. Carracido, *Tratado de Química biológica*, pág. 362. Madrid, 1903.
 65. José R. Carracido, *El estado coloide en la materia viva*. Lección inaugural del curso de Química biológica, 1912-13. El Monitor de la Farmacia. Madrid, 5 Enero 1913.
 66. S. Ramón y Cajal, *Asociación Española para el Progreso de las Ciencias*. Congreso de Madrid. Discurso inaugural, t. I, pág. 23, 1913.
-