

nua, constituyen «especies» de materia, cuya estructura y propiedades «evolucionan» en períodos de tiempo que no pueden medirse con relación a la vida del hombre; por esto sus transformaciones escapan a la fisico-química, y la ciencia puede ocuparse de los estados que se presentan a nuestra experiencia actual como si su estructura y sus propiedades fuesen invariables.

El estudio genético de los seres vivientes revela que todas las «variedades» de protoplasmas constituyen una «especie» fisico-química única, en cuya estructura domina el estado coloidal y entre cuyas funciones es esencial la asimilación; el uno y la otra aparecen ya en ciertos estados de la materia no viviente, convergiendo en ésta a través de la «evolución de las especies de la materia». Sus «variaciones» determinan innumerables «formas de equilibrio» representadas por las especies biológicas, variando al mismo tiempo sus «funciones de adaptación».

La formación experimental de la materia viva es inverosímil por ignorarse la «filogenia» de las especies de la materia. En cambio, su formación natural puede considerarse un resultado permanente de la «variabilidad» de las «especies» de materia más inmediatas a ella por su estructura y sus funciones, aunque escape a nuestra experiencia actual por su extensión en el tiempo.

### Cap. III.—La energética biológica y las funciones psíquicas.

- I. Condiciones fundamentales de la energética biológica.—  
 II. Morfogenia: el equilibrio energético y las formas de los organismos.—III. Fisiogenia: el equilibrio energético y las funciones de los organismos.—IV. Las funciones psíquicas en la evolución biológica: formación natural de la experiencia.—*Conclusiones.*

#### I.—CONDICIONES FUNDAMENTALES DE LA ENERGÉTICA BIOLÓGICA

Para estudiar las funciones psíquicas mediante sus condiciones biológicas, explicando en continuidad la vida y el pensamiento, conviene establecer las condiciones generales de las permutas energéticas entre los organismos vivientes y su medio, fijando las conclusiones sintéticas que los conocimientos actuales autorizan. Ellas nos permitirán explicar el origen de las funciones psíquicas y su formación en el curso de la evolución biológica.

Al hablar de las transformaciones de energía en los seres vivos, trátase generalmente de analizar los fenómenos de asimilación y desasimilación. El problema



que nos interesa dilucidar es más amplio y más complejo que ese capítulo de química biológica frecuentado por los fisiólogos.

«Un sér vivo es, ante todo, un sistema que, de manera constante, recibe energía del exterior y la emite. Como su forma permanece estable durante ese proceso o, si cambia, lo hace con lentitud, un carácter esencial de la vida será, para nosotros, el cambio constante de energía con conservación de la forma. Tal sistema, que tiene cierta estabilidad a pesar de los cambios internos, se llama un *sistema estacionario*; los seres vivos son, pues, en primer término seres estacionarios» (1). Para que un sistema energético permanezca estacionario es indispensable que tenga una fuente que reemplace constantemente las energías que desprende: en los seres vivos, esa fuente es la alimentación, y se llama alimentos a las materias asimilables. El sistema energético de los seres vivos está representado principalmente por energía química. Ésta es, de todas las especies de energía, la más concentrada y la que mejor se conserva: las funciones de los seres vivos están ligadas estrechamente a las permutas químicas que se operan en sus células, órganos y tejidos.

Ostwald no va más allá de esas inferencias generales. Considera la asimilación como «la propiedad que tienen ciertos sistemas de fijar solamente las materias que pueden servir a su alimentación»; «esa propiedad asegura la duración del sistema». ¿Es posible la interpretación energética de los fenómenos vitales más allá de esos límites imprecisos? Sí.

Las permutas energéticas entre un sér vivo y su medio, son de dos clases; 1.<sup>a</sup>, acciones energéticas del medio; 2.<sup>a</sup>, reacciones energéticas del sér vivo.

Todas las manifestaciones vitales, inclusive los mo-

(1) W. Ostwald: «L'Energie», págs. 178 y siguientes.

vimientos pseudoespontáneos, se producen como respuestas a excitaciones exteriores, es decir, a acciones de la energía ambiente. En los movimientos provocados, el fenómeno es directo y evidente; en los pseudoespontáneos, los movimientos de la masa (molares) derivan de reacciones químicas endoplásmicas (moleculares) que son el resultado de la *acumulación de energía externa mediante la asimilación*.

Las excitaciones del medio provienen de todas las fuentes naturales de energía que pueden actuar sobre los seres vivos (mecánicas, báticas, luminosas, eléctricas, meteorológicas, etc.) La modificación que experimentan los seres vivos bajo esas influencias energéticas se llama excitación o irritación.

Podríamos, en suma, definir esta propiedad general de la materia viva, diciendo: *La excitación es la modificación de las condiciones de equilibrio fisico-químico de un organismo viviente por la acción de las energías que actúan sobre él desde el medio en que vive*.

Cada vez que la energía exterior perturba las condiciones de equilibrio de un organismo vivo la energía acumulada en su materia se desprende para restablecerlo, procurando conservar la identidad de su composición química, de su forma y de sus funciones, condiciones esenciales de su naturaleza particular. Esta propiedad de la materia viva, y de todos los organismos, es la que preside a las manifestaciones de la energética vital, determinando y orientando las manifestaciones de energía con que los organismos vivos reaccionan a las fuentes energéticas que los rodean.

Nuestra definición de la excitación como un desequilibrio producido por las fuentes energéticas exteriores, puede complementarse con esta otra: *el movimiento es el restablecimiento del equilibrio por las reacciones de la energía vital desprendida y transformada*.

Siendo diversas las excitaciones, son distintas las



reacciones provocadas en los organismos. En algunos casos, la energía vital puede manifestarse en forma similar a la energía excitante; una acción mecánica o química puede provocar una reacción mecánica o química. En otros casos, la energía exterior se transforma en cualquier otra forma de energía: una excitación luminosa puede determinar una acción mecánica, eléctrica, química, o viceversa. Por fin, en muchos organismos, la energía exterior suele acumularse en forma de energía latente y desprenderse más tarde desproporcionalmente a un nuevo excitante, o bien, el organismo la emplea para acumular secreciones que le constituyen una caparazón o esqueleto.

Este doble proceso de excitación y reacción, representado por la irritabilidad y el movimiento, ha sido designado por Sergi con el nombre de estoquinesis (1); puede considerársele como la etapa inicial de todas las manifestaciones vitales y psíquicas de los seres vivos. Sergi no ha precisado su significación en la permuta energética entre el sér vivo y su medio.

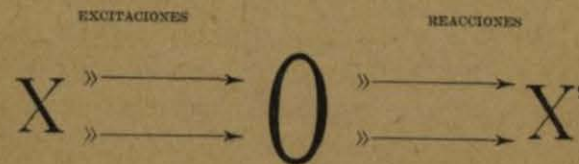
Si representamos por *O* á un organismo vivo y por *X* a las diversas fuentes energéticas que pueden actuar sobre él, tendríamos expresadas en un simple esquema las condiciones primordiales de la energética biológica.

Estas condiciones, así representadas, nos permiten hablar de «energética biológica» en términos precisos, y concebir a los organismos vivos como formas de equilibrio de la materia viva, que reciben y emiten energía, actuando como transformadores correspondientes a un sistema estacionario. Las variaciones constantes de las energías que provienen del medio, determinan la variación de los incesantes desprendimientos de energía orgánica que caracterizan a los seres vivos, desde sus

(1) Sergi: «L'origine dei fenomeni psichici», «La psiche nei fenomeni della vita».

formas elementales hasta las más complejas: los desequilibrios fisico-químicos producidos por los agentes externos activan los movimientos dirigidos a restablecer el equilibrio, es decir, a la *adaptación de los seres vivos a su medio*.

## ENERGÉTICA BIOLÓGICA



- X*, Energías externas (calor, luz, electricidad, etc.)  
*X'*, Reacciones de la energía vital.  
*O*, Organismo viviente (transformador de energía).

La excitación, desequilibrio del sér vivo por la energía externa, no es apreciable por sí misma: es una función negativa para el observador, quien sólo puede conocerla y medirla por las reacciones que provoca, principalmente por los movimientos. Este carácter nada tiene de excepcional: comúnmente medimos los diversos agentes energéticos por los efectos que determinan.

\*  
\* \*

Las manifestaciones elementales de esas permutas energéticas en los seres vivos suelen englobarse con el nombre de «tropismos». Recientemente (1) este punto fue objeto de especial estudio, por parte de Loeb, Jennings y Bohn.

Loeb buscó sus leyes generales tomando como tipo las reacciones de movimiento provocadas en ciertos se-

(1) «Congreso Internacional de Psicología». Ginebra, 1909.



res vivos por la acción de la energía luminosa (fototropismo). No ve en estos fenómenos sino dos factores: el uno es la estructura simétrica del animal, el otro es la acción fisico-química de la luz. Según su teoría, el animal, más excitado de un lado de su cuerpo, resulta *me-cánicamente* dispuesto a moverse más de ese costado, y parece volverse voluntariamente hacia el foco luminoso. Entre las principales razones que le impulsan a participar de esta opinión, están las composiciones de fuerzas obtenidas cuando un excitante actúa sobre ambos lados. Juzgó con ironía a los autores panpsiquistas que quieren ver en esos fenómenos manifestaciones de inteligencia de las plantas, las moléculas y los yones.

Jennings define los tropismos como «el conjunto de reacciones por las cuales un organismo se orienta y mantiene su orientación definitiva, colocando el eje de su cuerpo en una posición fija con relación a un agente exterior de excitación». Reprocha a las modernas «teorías de los tropismos» el haber aplicado este concepto a cierto «comportamiento» de los animales inferiores, basando su explicación sobre procesos demasiado simples, y fundando exclusivamente sobre el tropismo la interpretación de todos los actos de ciertos animales inferiores, o sobreestimando la parte del tropismo en el comportamiento de esos organismos.

Bohn confirma la opinión de Loeb sobre los tropismos. Tal como lo concibe, *el tropismo no tiene nada que se pueda calificar de psicológico*. Es una simple reacción de *simetría* respecto de los excitantes exteriores. «Consideremos el cuerpo de un gusano anillado en movimiento; a derecha e izquierda del plano de simetría los *mismos* movimientos, algunas veces muy complejos, son ejecutados; si la luz hiere el costado derecho más que el izquierdo, estos movimientos se harán más ligeros a derecha o izquierda (según el estado químico de la materia viva), y este contraste puramente cuantitativo entre

las dos mitades del cuerpo obligará al animal a marchar siguiendo una línea curva. He aquí el «fototropismo» de los zoólogos». Estos tropismos son, según Bohn, comparables al tropismo de los botanistas. Uno de los primeros rasgos de los tropismos es el siguiente: un animal presenta un tropismo cuando, sometido a varias fuentes de excitación, no se deja atraer por la una o la otra, pero se mueve de tal manera que se aproxima poco a poco a la posición por la cual ambos lados de su cuerpo son igualmente excitadas. Por otra parte, un animal que presenta un tropismo, describe un movimiento de picadero después que se le ha destruído la simetría de recepción. Bohn establece la diferencia que existe entre el tropismo y la *sensibilidad diferencial*. En el tropismo, la fuerza que obra permanece constante; en la sensibilidad diferencial, el animal resiste á una variación de la fuerza que obra. No encuentra que la variabilidad de los tropismos sea un argumento válido contra su teoría, siendo esta variabilidad muy explicable por la de los estados químicos de la materia viva. Reivindica la concepción determinista: «Es bien evidente que todo, en la actividad de un animal, se reduce á un encadenamiento estrictamente determinado de procesos fisico-químicos». Separa dos grandes tendencias actuales en psicología animal: la una que procura analizar el determinismo de los movimientos de los animales; la otra que clasifica los actos de los animales inferiores bajo denominaciones tan vagas y tan espiritualistas como las de «psíquicos» o «voluntarios».

Además, Bohn no admite que los tropismos sean bien adaptados. Pueden serlo accidentalmente, pero no forzosamente; decir lo contrario es caer en el error de los finalistas. Desde luego, las manifestaciones de la «memoria asociativa» vienen a contrabalancear, en ciertos casos, los funestos efectos de algunos tropismos. La sensibilidad diferencial es la gran causa perturbadora de los



tropismos. «Creo firmemente, dice, que las ideas finalistas se deben aquí aplicar aún menos que en otra parte».

La naturaleza de los tropismos es variable. Todas las observaciones actuales, lo mismo que las posibles, podríamos sintetizarlas en la siguiente ley general: *existen tantas formas de tropismo cuantas son las fuentes de energía natural que pueden actuar sobre los seres vivos, modificando sus condiciones de equilibrio físico-químico.* (Barotropismo, quemotropismo, fototropismo, galvanotropismo, heliotropismo, etc.) Se trata de hechos muy conocidos y difundidos.

Sea cual fuere su interpretación teórica, todas esas manifestaciones podemos reducirlas á una expresión simple dentro de la energética biológica. Las diversas fuentes de energía ambiente producen desequilibrios físico-químicos en los seres vivos (excitaciones) y determinan desprendimientos de energía manifestados por reacciones adaptativas (movimientos) estrictamente subordinadas a aquéllas y dirigidas a restablecer el equilibrio entre los seres vivos y su medio (adaptación). *La capacidad de restablecer el equilibrio energético depende de la asimilación, que almacena energía y restaura los desprendimientos realizados durante los procesos vitales.*

En los organismos pluricelulares, estas permutas energéticas revisten formas diferentes, aunque substancialmente no varían. «La energía es en ellos mayor, pues no está acumulada solamente en una célula, sino en todas las que componen el sér vivo; pero se presenta unitaria en todos los elementos similares que constituyen un tejido. Todas las energías similares de cada elemento no son autónomas, sino asociadas y confundidas en una sola energía. Un músculo, que es un compuesto de muchas fibras, transformaciones de células, tiene una energía que deriva de la función de cada fibra, pero actúa como una substancia única dotada de una única energía. Lo mismo ocurre en los otros tejidos vi-

vos; ellos tienen, como los unicelulares, energía acumulada, pero no la desprenden sin excitantes.....» «Los organismos pluricelulares sufren, como los unicelulares, acciones exteriores que dirigen sus funciones vitales; pero en vez de sufrir esas influencias o acciones sobre una célula o un elemento, las sufren sobre su agregado, que reacciona como un sistema unitario. Esas influencias determinantes pueden estar modificadas en los organismos pluricelulares, o manifestarse indirectamente, por la influencia de uno o más centros interiores al organismo, aunque siempre, en última instancia, depende de las influencias externas de toda clase» (1).

Traduciendo en términos precisos ese concepto de Sergi, diríamos que las diferencias energéticas del medio en que viven los organismos pluricelulares, determinan en éstos diferentes sistematizaciones de composición y estructura, que se traducen (á través de la evolución filogenética) por la especialización de la materia viva en tejidos y órganos adaptados a las diversas funciones necesarias para restablecer continuamente el equilibrio entre el organismo y su medio.

Sin entrar al estudio de las permutas energéticas que constituyen el proceso de la asimilación y la desasimilación en los organismos, ampliamente tratadas en los libros de química biológica, nos limitaremos a formular este principio general: *todos los procesos biológicos son simples manifestaciones de una incesante permuta energética en sistemas estacionarios. Los organismos pluricelulares actúan como baterías de acumuladores energéticos; todas sus manifestaciones son formas complejas de los desequilibrios físico-químicos provocados por las energías exteriores (irritabilidad) y de reacciones de la energía acumulada, restauradoras del equilibrio (movimiento).*

(1) Sergi: «La psiche nei fenomeni della Vita», pág. 63.



## II. MORFOGENIA: EL EQUILIBRIO ENERGÉTICO Y LAS FORMAS DE LOS ORGANISMOS

Hemos dicho que en un momento dado de su evolución infinita, y en ciertas condiciones particulares de composición atómico-molecular, la materia adquiere ciertos caracteres que la presentan a nuestra observación con las propiedades llamadas funciones vitales: la materia es viviente. Esa evolución es un fenómeno natural cuyas condiciones hemos explicado mediante una hipótesis conforme con los datos de la filosofía científica. La estabilidad de la estructura atómico-molecular de las «especies químicas» es relativa. Muchas experiencias recientes parecen probar que los mismos cuerpos simples no poseen la invariabilidad que antes se les atribuía; con más razón puede afirmarse la variabilidad de las especies de materia cuya estructura molecular es compleja y la de esas combinaciones químicas que constituyen los protoplasmas vivientes.

No insistiremos sobre la constitución química de los protoplasmas. Lo que nos interesa conocer particularmente son las condiciones físicas de equilibrio que resultan de la heterogeneidad entre la composición química de un organismo y la de su medio.

Físicamente considerados, los protoplasmas son insolubles y viscosos; el estado de «plasma coloide» es común a todas las materias organizadas que desempeñan funciones vitales. Esos caracteres determinan la adquisición de una forma en un medio líquido, forma que es inestable tratándose de protoplasmas vivos y depende del movimiento mecánico del medio. Examinando una masa de protoplasma vivo suspendida en un líquido inmóvil, «parece estar en reposo en un líquido

en reposo»; sin embargo, la heterogeneidad de composición química entre la materia viva y el medio determina fenómenos de ósmosis, que producen movimientos moleculares incesantes, imperceptibles para el observador. Una masa plásmica no viviente acabaría por llegar a un estado de equilibrio químico con su medio, después de establecerse un régimen de cambios osmóticos cuya duración sería limitada; pero en un protoplasma «el equilibrio no puede resultar de esas permutas ósmicas mientras el protoplasma vive, a causa de las reacciones químicas que se producen incesantemente en su seno. Esas reacciones químicas se alimentan de las materias solubles que han penetrado por endósmosis a la masa plásmica considerada y producen ciertas materias solubles capaces de difundirse por exósmosis en el líquido ambiente. Luego no hay equilibrio posible, pues las reacciones químicas lo destruyen a medida que la endósmosis tiende a realizarla, y puede decirse que las reacciones químicas incesantes mantienen un movimiento permanente de permutas osmóticas entre el protoplasma y su medio» (1). La observación directa no permite advertir esa permuta de energías químicas, pues no es visible; vemos, en cambio, sus manifestaciones exteriores, las consecuencias de esa actividad vital, traducidas por variaciones de la forma o desplazamientos de la masa. Las permutas interiores son continuas (movimientos moleculares) y sus consecuencias exteriores pueden ser permanentes o episódicas (movimientos molares), dependiendo de las permutas osmóticas entre el plasma y su medio, a través de la superficie del plástido.

Estas permutas osmóticas tienen dos resultados: 1.º, determinan la forma de la masa protoplásmica; 2.º, producen movimientos de la masa en su medio.

La correlación entre la forma y la composición quí-

(1) Le Dantec: «Traité de Biologie» pág. 47.



mica guarda todavía muchos secretos si se quiere penetrar sus causas últimas, trátase de la materia inorgánica, de la organizada o de la viviente. Es una cuestión que excede los dominios de la experiencia y su explicación se mantiene en el terreno de las hipótesis; así se ha llegado a explicar la forma geométrica y las propiedades de los cristales por la disposición de partículas semejantes en red geométrica y semejantemente orientadas. La relación entre la estructura atómica, la orientación molecular y la forma, no ha sido afectada por el descubrimiento de los «cristales líquidos», cuyo estudio ha ampliado nuestras nociones sobre los estados físicos de la materia, demostrando que los caracteres de rigidez y anisotropía de los cristales sólidos pueden estar más o menos atenuados (1).

Le Bon considera que el origen de ciertas formas es más comprensible reduciéndolas a casos en extremo simples, como ser atracciones moleculares en un medio líquido. «Cuando se introduce en una solución acuosa una gota de un líquido de presión osmótica distinta, las moléculas de ambos líquidos son atraídas o repelidas, formando algunas veces figuras regulares. También es posible, combinando las atracciones y repulsiones de origen eléctrico, obtener figuras muy variadas» (2). Valiéndose de medios análogos, puede obtenerse la producción de formas imitando la de especies vivientes, por la acción de fuerzas moleculares que hacen germinar sales metálicas en soluciones que establecen condiciones osmóticas especiales. Son notorias las innumerables experiencias realizadas desde Traube hasta Leduc, cuyos últimos resultados son realmente asombrosos (3). Sin creer

(1) Gaubert: «Les cristaux liquides», *Revue Scientifique*, 1909.—  
Ch. Maurain: «Les états physiques de la matière. 1909, cap. VII.

(2) Le Bon: «L'Évolution des forces», 354.

(3) Estevan Leduc: «Théorie Physico-Chimique de la Vie»,  
Paris, 1910.

que esas formas artificiales puedan representar la vida ni nos acerquen a resolver el problema de la generación espontánea, fuerza es reconocer que sus autores han confirmado este hecho fundamental: las condiciones de equilibrio osmótico entre una especie química y su medio pueden ser la causa inmediata de sus caracteres morfológicos.

Todo induce a presumir que son fenómenos de igual naturaleza los que determinan la forma de los organismos vivientes, y en esa orientación están encaminadas las inducciones de Le Dantec. La «forma de equilibrio» de una masa viva dependería de las condiciones en que efectúa las permutas energéticas con el medio en que vive.

Hemos dicho que la condición esencial de esas permutas es la composición atómico-molecular de la materia viva, representada por sus caracteres físico-químicos, variable dentro de ciertos límites, aunque las variedades se mantienen dentro de la unidad de la especie. Cada variedad posee condiciones de equilibrio distintas representadas por modificaciones morfológicas: son las innumerables formas vivas que constituyen los reinos animal y vegetal (1).

El paralelismo entre la composición química y la forma ha encontrado su más valiosa corroboración en un hecho fundamental observado por varios autores: existe una evolución química concomitante con la evolución morfológica en todos los organismos vivos. Esas variaciones de composición y de estructura son un resultado de la adaptación, es decir, de la equilibración entre las condiciones energéticas de la materia viva y las condiciones energéticas del ambiente; la circunstancia de efectuarse en espacios de tiempo inobservables ha impedido durante muchos siglos co-

(1) F. Houssay: «La Forme et la Vie».



nocer la variabilidad de las especies vivientes, hecho indiscutido hoy.

La forma de un plasma coloide es el resultado de las condiciones mecánicas realizadas en torno suyo; los movimientos molares de permuta osmótica realizan condiciones mecánicas que «limitan la dimensión» del protoplasma y «le hacen tomar una forma de equilibrio»; pero como esas condiciones mecánicas dependen de las reacciones químicas intraprotoplasmáticas, resulta que la forma de la masa viviente guarda relación con su composición química en un momento dado (1).

Esta correlación entre la estructura fisicoquímica, la forma y las propiedades, es un caso particular de nuestra hipótesis general respecto de la evolución de los diversos estados o «especies» de materia. Por otra parte, Ducceschi confirma las teorías de Le Dantec, señalando que al lado de la evolución morfológica existe una evolución química de los organismos; precisa como sigue sus características fundamentales: «Existe una filogénesis química que se nos manifiesta como un aumento numérico de las sustancias proteicas contenidas en los diferentes organismos, proporcional a la mayor diferenciación de los protoplasmas de los tejidos. La diferenciación de las sustancias proteicas que acompaña a la diferenciación estructural, es debida, verosímilmente, a modificaciones en las relaciones cuantitativas de los grupos elementales que constituyen la molécula proteica y a variaciones isoméricas en la posición respectiva de esos grupos, más bien que a una agregación progresiva de éstos. A la diferenciación y a la adaptación de las estructuras histológicas parecen corresponder fenómenos análogos en la constitución de las sustancias proteicas, en el sentido de una participación cuantitativa y de una disposición estereoquímica más útiles de

(1) Le Dantec: *Loc. cit.*, págs. 43 a 53.

los grupos elementales, según sus aptitudes químicas; a la división funcional del trabajo sirve probablemente de base la diferenciación entre las propiedades químicas de los núcleos elementales que componen la molécula proteica» (1).

La noción de «una forma específica ligada a una constitución química», enunciada por Le Dantec, y que parece a Dastre (2) excesiva, puede completarse agregando: «y a todas las condiciones físicas, químicas y mecánicas del medio en que se encuentra».

Tales son las conclusiones más verosímiles de los actuales conocimientos físicos y biológicos. Ellas nos autorizan a formular los siguientes principios generales.

La forma es la condición de equilibrio de una especie química en un medio dado, y en el caso particular de la materia viva la forma es la condición de equilibrio propia de su composición química con relación a la de su medio; las variaciones de la composición química y las de la forma son correlativas; los organismos vivos poseen la forma determinada por sus condiciones de energética fisico-química.

### III.—FISIOGENIA: EL EQUILIBRIO ENERGÉTICO Y LAS FUNCIONES DE LOS ORGANISMOS

La expresión perceptible de las reacciones energéticas entre un sér vivo y su medio son los movimientos. Todos los que se producen en los seres vivos son trans-

(1) Virgilio Ducceschi: «Les problèmes biochimiques dans la doctrine de l'évolution», *Archives italiennes de Biologie*, tomo XLIII.

(2) Dastre: «La Vie et la Mort».



formaciones de la energía ambiente, son reacciones determinadas por excitaciones externas. No existen movimientos espontáneos.

Hemos aceptado que las reacciones endoplásmicas (moleculares) mantienen las reacciones de permuta osmótica en la superficie del protoplasma (molares); en el ejemplo de un plástido suspendido en un líquido, tendríamos que ellas mueven el líquido, pero el movimiento no lo vemos, como no vemos la corriente de aire movida por un ventilador. En cambio, si el movimiento no es igual en toda la superficie (por heterogeneidad en la composición química del plasma o del líquido) se produce un desplazamiento visible de la masa plásmica, como el de un aeroplano movido por una hélice.

En esos fenómenos las causas no son visibles. Las reacciones químicas endoplásmicas y los movimientos moleculares son tan invisibles como los fenómenos osmóticos de la superficie; solamente vemos el movimiento de la masa que de ellos resulta, y no viendo las causas creemos que los efectos son espontáneos. Tan simple error es la causa de que muchos pretendan considerar los «movimientos espontáneos» como característicos de la vida y como expresión de la misteriosa «fuerza vital», que sería capaz de producir movimientos fuera de las condiciones habituales de la mecánica energética.

Este proceso de reacciones entre el protoplasma y su medio ha sido expresado claramente por Le Dantec en términos de fisico-química, haciendo la descripción de los fenómenos vitales «en el lenguaje del equilibrio» (1). Intentaremos traducirlos en términos de energética, encuadrando así el problema dentro del lenguaje de la filosofía científica.

(1) Le Dantec: *La stabilité de la vie*. París, 1910. Trata en esa forma algunos nuevos problemas de energética biológica.

Lo esencial de la actividad vital es la constante y doble permuta de energía entre el protoplasma y su medio, y entre los diversos componentes de la masa protoplásmica. La ósmosis de la masa produce desequilibrios molares; las reacciones endoplásmicas producen desequilibrios moleculares. En ciertos períodos la energía endoplásmica se acumula a expensas de la energía ambiente: es la asimilación; en otros casos la disipación de energía es mayor que la acumulación: es la desasimilación. En la evolución normal de todo sér vivo el crecimiento está representado por el predominio de la condensación de energía y la senilidad por el predominio de la disipación energética sobre la acumulación.

Asimilar, es, pues, un modo de condensar energía química a expensas del medio, transformándola. En este sentido la vida se presenta como un caso particular de la energética fisico-química.

Para probar que los movimientos molares son la consecuencia de los cambios osmóticos entre la plástida y el medio, Le Dantec considera a una plástida en un medio homogéneo, al que se agrega una sustancia soluble. Toda la superficie de esa plástida es el sitio de movimientos osmóticos entre su sustancia y la del medio; si el medio es homogéneo, esos movimientos parciales son de igual intensidad en toda la superficie y se equilibran, no dando a la masa un movimiento molar apreciable. Pero consideremos al medio líquido dividido por un plano vertical en dos zonas de diferente saturación por una sustancia soluble en vías de disolverse. A la derecha el régimen de permuta osmótica estará modificado, conservándose igual a la izquierda; el movimiento endosmótico será, por ejemplo, más fuerte que el exosmótico en la zona derecha, no ocurriendo así en la otra. Luego, si había equilibrio, éste se romperá; habrá desplazamiento de conjunto del plástido hacia