

un estímulo nervioso puede desarrollar energía eléctrica. En los nervios comunes, aunque no sean activos, se manifiestan corrientes eléctricas ligeras que requieren los instrumentos más delicados para apreciarlas. Ahora bien: estimulado un nervio, estas corrientes se afectan inmediatamente por manera tal, que en circunstancias apropiadas aumentan de intensidad, lo que se calcula fácilmente con el galvanómetro. Este instrumento ofrece en estos casos medios sencillos para estudiar el carácter del impulso nervioso, pudiendo determinarse por él que dicho impulso avanza por el nervio como una onda, cuya extensión, forma y altura en varios puntos se aprecia de un modo aproximado.

¿Qué significación tienen estos hechos? Reunidos, llevan á la conclusión de que la energía nerviosa es correlativa de las otras energías físicas. Puesto que el impulso se produce por las otras formas de energía y éstas pueden á su vez modificarse por él, se impone la deducción de que ese impulso sólo es un tipo especial de energía desarrollada en el interior del nervio, una forma de movimiento ondulatorio peculiar á la substancia nerviosa, pero en correlación con los otros tipos de energía y desarrollada por ellos.

Sentado esto, el desarrollo de un impulso nervioso significaría que cierta porción del alimento se desmenuza en el organismo para poner en libertad energía y que ésta se acompaña de eliminación de ácido carbónico y calor, lo cual se demuestra fácilmente en el trabajo muscular. Un músculo es susceptible de contraerse después de algún tiempo de separado del cuerpo, y estudiándolo en estas condiciones se verá que al contraerse da origen á ácido carbónico y otras substancias,

y desprende calor. En los experimentos tantas veces citados se ha visto, que cuando el individuo sujeto á la experiencia hace un movimiento, éste se acompaña de eliminación de residuos y desarrollo de calor, lo que no parece tan demostrado en las acciones del sistema nervioso. Aunque se han hecho experimentos minuciosos, es lo cierto que no se puede producir elevación de temperatura cuando un impulso nervioso pasa á lo largo de un nervio, no observándose tampoco eliminación de desperdicios.

En suma, todo tiende á demostrar que el impulso nervioso es una forma de movimiento y, por tanto, de energía en correlación con otros tipos de energía física. Mas el nervio es una máquina muy delicada y el total de su energía muy mínimo. Un reloj pequeño es un mecanismo más fino que una turbina y su marcha dependerá del buen ajuste de sus piezas. La turbina puede ser muy tosca y, sin embargo, muy eficaz, mientras que el reloj ha de estar hecho con precisión extrema, á pesar de lo cual, la turbina desarrollará mucha más energía que el reloj y podrá poner en movimiento muchas máquinas de una fábrica, y el reloj sólo podrá moverse á sí mismo. El sistema nervioso es un mecanismo perfectamente ajustado y muy susceptible de descomponerse, y su acción sólo desenvuelve una cantidad de energía pequeña, sí, pero tan sujeta á la ley de la conservación de la energía como lo está una gran masa muscular.

12. **Sensaciones.**—Avanzando aún más, se observará que es posible hallar conexión entre la energía física y las *sensaciones*, que son producidas por formas exteriores de movimiento. El organismo tiene, por ejemplo, un aparato capaz de

afectarse por las ondas vibratorias del aire, que se llama *oído*. Se compone de partes ajustadas de tal modo, que pone las ondas vibratorias en movimiento, el que á su vez producirá estímulo que se extenderá por todo el nervio auditivo. Como resultado de ello, el aparato se pondrá en acción y enviará un impulso á todo el nervio auditivo, siempre que la forma externa de movimiento, denominada *sonido*, choque con el órgano. En otras palabras, el oído es un aparato destinado á cambiar vibraciones aéreas en impulso nervioso. Igual acontece con el nervio óptico, que tiene en uno de sus extremos un mecanismo fácilmente excitable por las vibraciones lumínicas del éter, y por eso se estimula siempre que esas vibraciones ponen en movimiento el aparato visual, repitiéndose el mismo fenómeno en los demás órganos sensorios. Cada uno tiene un mecanismo destinado á transformar ciertas formas de energía externa en nerviosa, del mismo modo que un dinamo sirve para convertir el movimiento en electricidad. Si el órgano se inutiliza, la forma exterior pierde toda su acción y el individuo queda sordo, ciego, etc.

13. **Fenómenos mentales.**—En el análisis hecho hasta ahora no hay vacilación en reconocer la correlación entre la energía física y la nerviosa. Por más que ésta sea muy sutil y sólo afecte nuestros instrumentos de medición en condiciones excepcionales, el hecho de que las fuerzas nerviosas son afectadas por las físicas y de que pueden medirse directamente, indica su conexión con dichas fuerzas físicas; pero cuando se trata de aquellas partes menos conocidas del sistema nervioso, hay que detenerse.

Puede imprimirse la fuerza exterior á los órga-

nos de los sentidos; puede convertirse esta fuerza en estímulo nervioso; puede seguirse ese estímulo hasta el cerebro como un movimiento ondulatorio; pero aquí hay que hacer alto. Ignórase cómo se trueca el impulso nervioso en sensación, lo cual es importantísimo. El carácter mental de la sensación parece basarse en una categoría propia de la sensación misma, y por lo tanto no se puede considerar como una forma de la energía física, á pesar de los grandes esfuerzos que se han hecho en este sentido.

Las sensaciones pueden medirse en cuanto á su intensidad, lo que depende hasta cierto punto de la intensidad del estímulo que las despierta. La onda física del impulso nervioso excita indudablemente la sensación mental. En el crecimiento del individuo el desarrollo de sus facultades mentales es paralelo al de sus nervios y su cerebro, lo que prueba que dichas facultades dependen de la estructura cerebral. Se ha visto, además, que en unas partes del cerebro (las células cerebrales) ocurren cambios cuando se excitan como actividades mentales. Esta serie de hechos indica una asociación entre la parte mental de las sensaciones y la estructura física del órgano; pero no demuestra ni puede demostrar jamás correlación entre ambas. La falta de semejanza en los fenómenos intelectuales y los físicos es tan absoluta, que no es posible establecer conexión entre ellos. Es imposible concebir la parte mental de una sensación como forma de onda nerviosa en movimiento y si se toman en consideración los otros fenómenos asociados con el sistema nervioso—los procesos mentales más definidos—faltan siempre datos comparativos. No se puede imaginar el pensamiento humano medido por uni-

dades, y es inútil cuanto se intente para encontrar correlación entre unos fenómenos y otros. Es verdad que ciertos psicólogos, dejando á un lado el vacío radical que existe entre el espíritu y la materia, han tratado de formar un concepto de la naturaleza física de la inteligencia; pero el principal resultado de sus investigaciones ha sido la formación de un concepto de la naturaleza física del cerebro. La posibilidad de describir un cerebro complejo desarrollándose paralelamente á una inteligencia compleja, se ha considerado como equivalente á la prueba de su identidad; y en todos los esfuerzos hechos en este sentido se ha prescindido siempre de que el estímulo de un nervio, proceso puramente físico, no es lo mismo que una sensación mental. Es muy aventurado decir lo que el porvenir revelará; pero el hecho es que la parte mental del organismo no está ni puede estar incluida en el concepto de la naturaleza mecánica del ser viviente.

14. **El ser animado.**—Recorriendo los estudios hechos hasta aquí, ¿cuál debe ser nuestro criterio acerca del funcionamiento del ser animado? Ante todo, está justificado el compararlo con una máquina, puesto que en lo que concierne á sus relaciones con la energía física es simplemente un mecanismo más complicado. La recibe como composición química y la devuelve como calor, onda en movimiento, etc. Lo que no puede resolver, en definitiva, es la posibilidad de incluir otras formas de actividad nerviosa y mental en la misma categoría, ó si deben considerarse como pertenecientes á un dominio especial fuera del campo de la energía física, pudiendo decirse tan sólo que es inconcebible medir estas energías. La completa disparidad entre el pensa-

miento y el movimiento ondulatorio de cualquiera clase que sea, da á conocer que en lo relativo á la inteligencia, ese don superior de los seres, no es exacta ni cosa parecida la comparación del organismo con una máquina.

Cuanto á la segunda parte de la cuestión, esto es, si las fuerzas naturales bastan para explicar el funcionamiento de la economía animal, se puede dar una aclaración más satisfactoria. La circulación, la respiración, las secreciones, todos los fenómenos fisiológicos y ciertas fases, á lo menos, de la acción del sistema nervioso, caen bajo el dominio de las fuerzas físicas y químicas.

15. **El mecanismo viviente como constructor y destructor de los cuerpos compuestos.**—El mecanismo viviente difiere en un punto de todas las máquinas. De la acción de éstas resulta la destrucción del material orgánico y, por consiguiente, *degeneración de la substancia*. Por ejemplo, una máquina de vapor recibe carbón, cuerpo de composición química compleja y lo descompone en compuestos más simples para dejar en libertad su energía acumulada. Examinando las máquinas artificiales, se ve que todas destruyen los compuestos químicos superiores: en ellas es muy común la producción de calor como fuente de energía, calor que sólo se desarrolla fraccionando los compuestos químicos. Lo propio acontece en los laboratorios. Ciertamente, el químico obtiene á veces compuestos complejos de otros simples, pero para ello se ve obligado á emplear el calor, que lo consigue destruyendo una cantidad de compuestos complejos mayor que la que él elabora. Es, por tanto, un hecho, que las máquinas y los procedimientos químicos artificiales dan como resultado final la degeneración de la materia.

En el organismo vivo, por el contrario, se realiza el proceso de *construcción*. Todos los compuestos químicos superiores reconocen por origen los seres vivientes. Cuando las plantas verdes crecen al sol, toman compuestos simples y los combinan para formar otros más complejos, resultando un aumento de compuestos químicos muy complicados. Para esto emplean la energía del sol que después almacenan en los compuestos formados, produciéndose de este modo almidón, aceites, sustancias protéideas, madera, etc., que más tarde se usan en las máquinas artificiales. El ser animado construye, mientras que las máquinas destruyen: el uno acumula rayos de sol en compuestos complejos, mientras que las otras se apoderan de estos rayos y los utilizan. El organismo viviente se podría comparar más bien á una máquina solar que recibiera su energía directamente del sol, más, mucho más que á una máquina común. Aun cuando nada diga esto en contra de que dicho organismo sea algo como una máquina, indica, sí, que es enteramente distinto y que posee propiedades que ninguna máquina tiene. *Sólo el organismo vivo aumenta la suma de los compuestos químicos más complicados.*

Debe observarse, sin embargo, que este poder constructor, en oposición al destructor, no lo tiene más que un grupo especial de seres organizados, la planta verde. Todas las demás plantas incoloras y los animales todos, viven destruyendo estos compuestos y utilizando la energía que ponen en libertad. Verdad es que el animal ejecuta algunas operaciones constructoras elaborando material compuesto de cuerpos más simples, como la conversión del almidón en grasa; pero en esta operación destruye gran cantidad de materias orgáni-

cas para proveerse de energía constructora, y el resultado es más bien una degeneración de compuestos químicos que una construcción. Por más que la facultad de construir esté limitada á la planta verde, separa radicalmente los seres organizados de las otras máquinas; pues si bien el químico puede hacer cuerpos complejos de otros simples, si bien la máquina puede emplear los rayos del sol, sólo el organismo aumenta en el universo la suma de compuestos químicos complejos.

16. **El factor vital.**—Á pesar de todas estas explicaciones acerca de los procesos vitales, bien se deja ver que no se ha llegado al punto culminante de la cuestión. Se han explicado muchos procesos secundarios, mas los primarios están aún por resolver. En el estudio de la digestión se ha comprendido todo hasta que se llegó á la propiedad vital de la secreción glandular; en el de la absorción estuvo todo á nuestro alcance hasta que se llegó á la propiedad vital de las células absorbentes; la circulación se entiende perfectamente hasta que se llega á la contracción del corazón y de los músculos de los vasos sanguíneos; las secreciones se explican en parte, pero hay asimismo en ellas fenómenos vitales. Como se ve, se han resuelto los problemas secundarios: cuanto á los primarios, hay que atribuirlos á las propiedades de los tejidos. La relación entre los actos y los fenómenos generales de la correlación de las fuerzas es bastante sencilla. Que un músculo es como una máquina en el sentido dado á esta palabra, es indudable; mas, por qué funciona este músculo, no se explica con decir que deriva su energía del material alimenticio transformado: hay algo superior que lo mueve, y quedan, por tanto, sin explicación puramente física, los fenómenos

fundamentales, por más que se hayan resuelto los secundarios.

Hasta ahora sólo se ha estudiado la economía en conjunto; pero ya se ha visto que las diversas partes de ese conjunto son activas de por sí, y que sus fracciones, á más de las funciones del organismo en general, poseen propiedades vitales. Débese, por consiguiente, hacer abstracción de esta maquinaria que embrolla el problema y ver si se pueden hallar las unidades fundamentales que revelan estas propiedades desligadas del mecanismo secundario que ya ha ocupado nuestra atención. Hay que volver al problema relativo á la célula y el protoplasma, toda vez que, si en alguna parte ha de encontrarse la explicación de la parte vital, reducida á sus términos más simples, ha de ser en ambas cosas, que nos han de servir como de fundamento en los estudios biológicos, los cuales tienen por objeto *la investigación de las leyes puramente de la vida*; los relativos al espíritu ó alma, sus facultades y operaciones pertenecen á la *Psicología*.

CAPÍTULO III

LA CÉLULA

1. Propiedades vitales.—Ya se ha visto que las actividades vitales del organismo se explican por las leyes químicas y mecánicas, aceptando como base de aquéllas las propiedades vitales simples de los fenómenos de la vida. Débese abordar ya más de cerca el fondo del problema y ver si es posible investigar el origen de estas propiedades fundamentales y explicarlas.

Ante todo, ¿qué son estas propiedades? Las facultades vitales son diversas y están cimentadas en todas las formas de la actividad vital. Sin embargo, libres de complicaciones, pueden reducirse á cuatro: (1) *irritabilidad*, ó sea la propiedad que posee la materia viva de reaccionar cuando se la estimula; (2) *movimiento*, ó sea la propiedad de contraerse por un estímulo; (3) *metabolismo*, ó sea la cualidad de absorber los alimentos y de producir en ellos ciertos cambios químicos que, ó los convierten en más tejido vivo, ó los descomponen para poner en libertad su energía; (4) *reproducción*, ó sea la propiedad de producir nuevos individuos. De estas cuatro actividades simples se derivan todas las demás, y si se pudiere encontrar una explicación para ellas, se habría explicado el organismo animado. Concediendo que ciertas partes del cuerpo pueden asimilar alimento y reproducir, y que tienen la facultad de contraerse cuando se irritan, se puede formar idea de las otras funciones del organismo por la aplicación de estas propiedades á tan complicada maquinaria. Pero éstas son las fundamentales, y sólo teniendo conocimiento exacto de ellas se llegará al fondo del problema.

Á medida que se pasa de los animales más complicados á los que lo son menos, se notará una simplificación gradual del mecanismo, hasta que éste desaparece en apariencia, y se verá que están provistos de menor número de facultades y que sus adaptaciones son menos delicadas, sin que por eso dejen de ser las mismas las propiedades fundamentales de todo organismo. Los tipos inferiores del mundo orgánico son simples en el número de sus componentes, pero poseen facultades de asimilación y de crecimiento idénti-