

tico, permaneciendo quizá siempre distintos los cromosomas macho y hembra.

Interin se ha estado verificando esta mezcla de cromosomas, el centrosomo se ha dividido en dos partes, cada una de las cuales se rodea de una estrella y se dirige á los extremos opuestos del núcleo (Fig. 42). Sigue después una división del núcleo exactamente igual á la de la célula normal (Figs. 28-34). Los dos cromosomas se hienan longitudinalmente (Fig. 43), y la mitad de cada

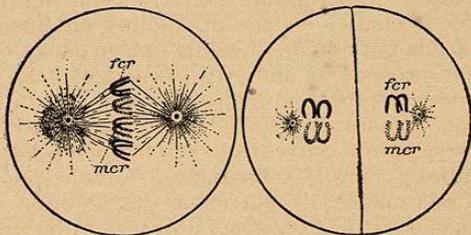


FIG. 43.

FIG. 44.

FIG. 43.—Plano ecuatorial formado por la división de cada uno de los cromosomas en dos mitades por división longitudinal.

FIG. 44.—Las mitades de los cromosomas separadas para formar dos núcleos cada uno con su centrosomo macho y hembra. El óvulo se ha dividido en dos células.

uno de ellos va á formar un nuevo núcleo (Fig. 44). Una vez hendidos así los cuatro cromosomas, cada uno de los dos núcleos hijos contendrá naturalmente cuatro cromosomas, dos derivados del padre y dos de la madre. Las divisiones del óvulo continúan rápidamente el proceso normal de la división celular hasta que de este óvulo proceden al acaso centenares de millares de células que se van arreglando ordenadamente en el adulto. Todas tendrán, por supuesto, cuatro cromosomas

y, lo que es más importante, la mitad procederá directamente del macho y la otra mitad de la hembra. Por tanto, hasta en la vida adulta las células del animal contendrán probablemente cromatina originada por descendencia directa de cada uno de los padres.

7. Importancia de la fertilización.—Muchas y muy valiosas son las conclusiones que se deducen del proceso de fertilización. Evidentemente los cromosomas son la parte de la célula que contiene los caracteres hereditarios transmitidos del padre al hijo, lo cual se deduce de que los cromosomas son la sola porción de la célula que en el óvulo fertilizado procede de ambos progenitores. El nuevo producto puede heredar de cada uno, y de aquí que los caracteres esenciales hereditarios deben asociarse con la parte de la célula que se deriva de ambos. Pero la substancia del óvulo procede sólo de la madre; el centrosomo, en algunos casos á lo menos, si no en todos, sólo procede del padre, mientras que los cromosomas se originan de los dos: luego esos caracteres generales hereditarios deben estar asociados con los cromosomas.

Sentado esto, puede comprenderse, siquiera sea en parte, el objeto de la fertilización. Como se verá, es preciso que el ser animado herede caracteres de más de un individuo, sin lo que no se producirían las numerosas variaciones que contribuyen á la formación de ese ser. Tal ha sido el objeto del proceso de la unión sexual de las células reproductoras: transmitir á la nueva célula cromatina procedente de los dos progenitores. Pero, si las dos células reproductoras se unieran inmediatamente, el número de cromosomas sería doble en cada una de las generaciones sucesivas, para evitar lo cual se eliminan las células polares,

disminuyendo así la cantidad de cromatina. La unión de los dos pronúcleos no tiene otro fin que el de producir un núcleo que contenga cromosomas y, por tanto, los caracteres hereditarios de cada padre, la subsecuente hendedura de estos cromosomas y la separación de las dos mitades en núcleos hijos, son una garantía de que todos los núcleos y todas las células del adulto poseerán caracteres hereditarios de ambos progenitores.

La célula de un animal consta de tres partes distintas, y activas: la substancia celular, los cromosomas y el centrosomo. De éstas, la celular parece transmitida por la madre, el centrosomo proviene con mucha frecuencia del padre y los cromosomas de ambos. Sin embargo, no está todavía demostrado que el centrosomo sea parte constante de la célula, pues en algunas no se encuentra y hay razones para creer que puede formarse fuera de las otras partes de ella. El núcleo desciende siempre directamente de otro de células preexistentes, por manera que hay una descendencia no interrumpida entre los núcleos de las células de un individuo y los de sus antecesores. Esta continuidad no existe en los centrosomas, porque mientras que en la fertilización el centrosomo se transmite del padre al hijo, se cree que pueda desaparecer en las células subsiguientes y haberse vuelto á desarrollar de otras partes. El único punto de la célula en que está demostrada la continuidad del padre al hijo es el núcleo y especialmente los cromosomas. Todos estos hechos prueban la importancia de dichos cromosomas y enseñan que deben mirarse como los que contienen los caracteres más importantes que constituyen la individualidad de la célula.

8. **¿Qué es el protoplasma?**—Los estudios microscópicos han suministrado datos bastantes para enseñar que el protoplasma ha revestido un aspecto enteramente nuevo. Los procesos más sencillos de la vida son tan admirables y envuelven la acción de un mecanismo tan complicado, que no se puede admitir ya la primitiva noción del protoplasma como base física de la vida. No hay vida sin asimilación, crecimiento y reproducción, y dados nuestros conocimientos, estas propiedades sólo se encuentran en esa combinación de cuerpos llamada célula. La vida, á lo menos, la vida de la célula, no es una propiedad del compuesto químico protoplasma, sino resultado de las actividades de su mecanismo. No se sabe qué acepción dar actualmente al término protoplasma. Tal como antes se empleaba, significaba los contenidos de la célula, y en el concepto de esa palabra se veía algo como un compuesto químico homogéneo uniforme en todos los tipos de la vida. Pero ya se sabe que la célula no contiene una sola substancia, sino un gran número de ellas, sólidas, gelatinosas y líquidas, cada una con su composición química. Nadie conoce el número de compuestos químicos que existen en el material antes llamado protoplasma: sábese, sí, que son muchos y que están combinados formando una estructura física. ¿Á cuál de estos cuerpos debe seguirse llamando protoplasma? ¿Cuál de ellos es en la actualidad la base física de la vida? La descripción hecha de la vida de la célula demuestra que ninguno de ellos es un material sobre el que los químicobiólogos pueden fundar una teoría química de la vida. Como se ha visto, esta teoría se funda en el concepto de que la primitiva substancia era un compuesto químico definido. Éste no

se ha descubierto, y las revelaciones del microscopio en estos últimos años han sido tales, que han hecho perder toda esperanza de descubrirlo. Parece imposible reducir la vida á una base más simple que la que ofrece esa combinación de cuerpos á que se daba el nombre de protoplasma, palabra que hoy se emplea con distinta acepción por diferentes autores. Unas veces se refiere á todos los contenidos de la célula, otras sólo á la substancia celular que está fuera del núcleo; en una palabra, no es éste el primitivo protoplasma.

Esta conclusión responde á una de las preguntas fundamentales. En el Capítulo primero se vió que las actividades generales de los seres orgánicos se reducían fácilmente á la acción de una máquina, con tal que se tuviesen los poderes vitales fundamentales que residen en las partes de ella. Entonces se preguntó si estas propiedades fundamentales eran las de un compuesto químico ó si se reducían á la acción de máquinas más pequeñas. La primera respuesta que los biólogos dieron á esta pregunta fué, que la asimilación, el crecimiento y la reproducción son propiedades simples de un compuesto químico; respuesta inexacta. Las actividades vitales no se manifiestan por compuestos químicos; sólo por la célula. Así es que se queda reducido el problema otra vez á comprender la acción de una máquina.

Bueno será detenerse aquí un momento para hacer notar que esta posición aumenta gravemente las dificultades para resolver el problema de la vida. Si se hubiera probado que la base física de ésta era un compuesto químico, el problema de su origen habría sido químico. En la Naturaleza existen fuerzas químicas que bastan

para explicar la formación de cualquier compuesto químico; y el problema hubiese sido sólo tener en cuenta ciertas circunstancias que hubieran producido una combinación química que diera nacimiento á esa base física de la vida. Pero ahora, que se ha encontrado que la substancia más sencilla de ella es una máquina, no se puede hallar en aquellas fuerzas causas suficientes para su formación. Las fuerzas y la afinidad química explicarán compuestos más ó menos complejos, pero no la formación de una máquina, que es resultado de fuerzas de naturaleza enteramente diversa. El hombre puede construir máquinas con compuestos químicos unidos por manera tal que su mecanismo produzca ciertos resultados: puede, por ejemplo, con trozos de hierro y acero hacer una locomotora; pero la acción de ésta depende, no de las fuerzas químicas que constituyen el acero, sino de la acción de las partes de la máquina unas con otras.

9. **Reacción contra la doctrina celular.**—Adquirido con mucha lentitud el conocimiento de las células, el concepto acerca de ellas había de pasar por diferentes modificaciones. Consideróse primero como la parte fundamental; pero esta idea cedió pronto su puesto á la de que el protoplasma era el que tenía vida. Con la influencia de tal idea, la doctrina celular se desarrolló del modo siguiente: la célula es simplemente un fragmento de protoplasma y la unidad de la materia viva. Los cuerpos de los animales superiores y plantas están formados por gran número de estas unidades celulares, y las actividades del organismo entero, son la suma de las actividades de sus células. Á medida que se fueron descubriendo más hechos, esta teoría cambió lentamente. La

importancia del núcleo adquirió cada vez más influencia, y este cuerpo llegó á tener en poco tiempo tal preponderancia, que eclipsó al protoplasma. Las actividades admirables del núcleo pronto dieron margen á que se considerara como la parte más importante de la célula, mirándose las demás como secundarias. Entonces se pensó que la célula era un poco de materia nuclear rodeada de partes accesorias, y el ser esta materia la única que se transmite de generación en generación le dió mucho más valor.

Este fué el período de apogeo de la doctrina celular. La célula era la unidad de la acción viviente, y los animales y plantas superiores eran simplemente colonias de dichas unidades. Un animal no es más que una asociación de unidades independientes, como una ciudad es una asociación de ciudadanos independientes. La organización de los animales era sólo el resultado de esas unidades. Allí no había actividades del organismo como un todo, sino de sus partes independientes. La vida de la célula era superior á la vida organizada. Del propio modo que en una ciudad se da el nombre de municipio á la acción combinada de sus habitantes, los actos del organismo son solamente la acción combinada de sus células individuales. En los últimos años se levantó una reacción decidida contra estas ideas, habiéndose comprobado hoy que son insostenibles. Es indudable que la substancia celular no queda enteramente eclipsada por la importancia del núcleo. Que éste es un centro vital más valioso, es innegable; pero también lo es que ambos juntos son los que constituyen la substancia de la vida. La complicada estructura de la substancia celular y la resuelta actividad manifestada por sus fibras

en el proceso de división celular, indican que forma una fracción de la célula de la que no se debe prescindir en el estudio de la vida. El descubrimiento del centrosomo como elemento morfológico distinto, añadió mayor complejidad á la substancia de la vida y probó que ni esa substancia ni el núcleo podían considerarse como la célula ó como los constituyentes de la vida. Verdad es que no se conoce el origen de este centrosomo, ignorándose si se transmite de una á otra generación como el núcleo, ó si puede formarse de nuevo de la substancia celular en la vida de la célula ordinaria, lo que no obsta para que se le reconozca como órgano importante de la actividad celular. Así, la célula misma prueba que ella no es un fragmento de materia celular rodeado de partes secundarias, sino la reunión de muchos componentes relacionados entre sí y acaso de igual valor.

Otra serie de observaciones debilitaron esa doctrina en otro sentido. Se había supuesto que el cuerpo del animal ó la planta multicelular se componía de unidades independientes. Los microscopistas modernos empezaron á indicar que las células no están separadas en realidad unas de otras, sino conectadas por fibras protoplasmáticas. Se determinó que en gran número de tejidos diversos las fibras del protoplasma iban de una á otra parte por manera tal, que las células estaban en relación vital. Pretendiase que dicha conexión existía y que el ser orgánico, en vez de constar de muchas células independientes, lo constituía una gran masa de materia viva que se reunía por pequeños centros provistos de un núcleo. Ni esta conclusión está todavía demostrada, ni tiene la bastante importancia para probar un hecho; pero

es obvio que estas sugerencias modificaban decididamente el concepto de que el cuerpo vivo era un conjunto de células independientes.

Hay aún otro orden de ideas que alteran la teoría celular. Reina la creciente convicción de que no hace formar juicio exacto del organismo el considerarlo simplemente como la suma de las actividades de las células individuales. Según esta creencia, un ser vivo puede no tener organización hasta que aparezca como resultado de la multiplicación celular. Cifándose á un caso concreto, el óvulo del zoófito llamado *estrella de mar* puede no poseer la organización que le corresponde. El óvulo es una estrella sola y la estrella de mar es un conjunto de células; y de la misma manera que un habitante de los bosques no contiene en sí la organización de una gran ciudad, puede la célula no contener la organización de una estrella de mar. Los descendientes de aquel habitante pueden reunirse y constituir la ciudad, como los descendientes del óvulo pueden combinarse y dar origen á la estrella. Acaso nadie haya llevado á un punto tan extremado la doctrina celular; mas algunos de los que más han dirigido y sostenido esa teoría se han acercado mucho á este modo de mirar la cuestión, y sin duda se han inspirado en él para desarrollarla.

No podía sostenerse mucho tiempo esta teoría de la célula. No obstante de que el óvulo es una célula sola, no puede rechazarse la creencia de que de alguna manera contiene la estrella de mar. No quiere esto decir que lleve en sí la estructura de ese zoófito; pero sí se está obligado á deducir que en ella está encerrada potencialmente la estructura del animal. La relación entre sus partes y las fuerzas que en ella hay son tales, que colo-

cada en condiciones apropiadas se desenvuelve en una estrella de mar. Otro óvulo en idénticas circunstancias desarrollará un erizo ó una ostra. Si estos tres óvulos tienen el poder de desarrollarse en tres animales diferentes, es claro que en iguales circunstancias puede haber en ellos diferencias correspondientes, por más que cada óvulo no sea más que una célula. De uno ú otro modo, cada uno de ellos debe contener el adulto que le corresponda: en otros términos, la organización debe estar en el interior de las células y, por tanto, no se produce por asociaciones de ellas.

Acerca de este punto ha habido muchas complejidades y se han hecho no pocos experimentos. La presencia de alguna organización en el óvulo es clara; pero el significado de este hecho no lo es tanto. ¿La organización del adulto existe en la totalidad del óvulo ó sólo en su núcleo y especialmente en los cromosomos que, como es sabido, encierran los caracteres hereditarios? ¿El desarrollo del óvulo es debido al desdoblamiento de alguna estructura ya existente, ó esa estructura está desarrollándose constantemente en condiciones más y más complicadas á causa de que sus componentes entran en nuevas relaciones? Para contestar á estas preguntas, los experimentadores han emprendido la tarea de fraccionar células en desarrollo para determinar las facultades de estos fragmentos. Los resultados han sido hasta ahora contradictorios, pero arrojan la bastante luz para que se pueda considerar ya al óvulo como una célula simple no diferenciada. De algún modo contiene ya los caracteres del adulto, y si se recuerda que estos caracteres que se han de desarrollar del óvulo están determinados aún en sus más mínimos detalles, como por ejemplo, la herencia de una

marca congénita, se hace patente que el óvulo es un cuerpo extraordinariamente complejo. Y, sin embargo, no es más que una célula sola que conviene en todos sus caracteres generales con las otras células. La organización debe mirarse, pues, como algo superior á la célula que existe dentro de ella misma ó, á lo menos, dentro del óvulo y que dirige su desarrollo. Preciso es convenir en que puede haber diferencias tan importantes entre dos células como las que hay entre dos plantas ó animales adultos. No puede menos de haber entre las dos células que constituyen el óvulo de la estrella de mar y el del hombre diferencias que corresponden á las que hay entre él y el zoófito. La organización es superior á la estructura celular y la célula misma es una organización de unidades más pequeñas.

Como consecuencia de estas consideraciones, se ha efectuado en estos últimos años una reacción contra la doctrina celular tal cual antes se concebía. Aunque el estudio de la célula se considera todavía como la clave para la interpretación de los fenómenos vitales, los biólogos ven más claro cada día que deben llevar sus investigaciones más allá de la simple estructura celular para explicar esos fenómenos: y á pesar de que este estudio ha esparcido mucha luz en las cuestiones relativas á la vida, ha resuelto poco del fondo del problema que existía antes de que empezara la serie de descubrimientos que inauguró la fórmula de la doctrina del protoplasma.

10. **Actividades fundamentales de la vida localizadas en las células.**—Ya se puede preguntar si los conocimientos adquiridos han ayudado á encontrar una explicación de los actos fundamentales de la vida, á los que se reducen los procesos vita-

les. La irritabilidad, la contractibilidad, la asimilación y la reproducción son propiedades que pertenecen á la célula, y en el origen de estas propiedades es donde se pretende hallar la base de la actividad vital.

Véase, ante todo, si hay algunos hechos que indiquen que algunas partes de la célula se relacionan con estas propiedades fundamentales. Lo primero que se ve es que el núcleo está íntimamente relacionado con el proceso de reproducción y más aun con el de herencia. Así se ha creído durante mucho tiempo, y hoy se ha demostrado palpablemente por experiencias hechas sobre fragmentos de células de animales unicelulares. Como queda dicho, los trozos que poseen un núcleo pueden continuar viviendo por sí mismos y reproducirse, al paso que los que carecen de él no pueden hacerlo. Comprueba aún más este hecho el proceso de fertilización del óvulo. Éste es muy grande y la célula reproductora macho muy pequeña, y la cantidad de material transmitido á la nueva célula por la madre es mayor que la derivada del padre. Pero el hijo hereda igualmente del padre y de la madre y, por tanto, los caracteres hereditarios se han de hallar en algún elemento legado á la nueva célula en partes iguales por ambos. Ya se ha dicho que el único elemento que llena este requisito es el núcleo y, muy especialmente, los cromosomos del núcleo. Débese, por tanto, considerar el núcleo como agente especial en la reproducción de la célula.

He aquí otra vez una evidencia concluyente, al parecer, de que el núcleo domina esa parte del proceso asimilativo de que se habló al tratar de los procesos constructivos. Los procesos metabólicos de la vida son á la vez constructores y

deconstructores: por los primeros, el material que entra en la célula en forma de alimento, se transforma en tejido celular, linín, microsomas, etc.: y por los segundos, se desmenuzan en fracciones mayores ó menores para poner en libertad su energía y producir las actividades de la célula. Si los destructores actuaran solos, el organismo continuaría manifestando su actividad hasta que se agotasen los productos almacenados en él para tal objeto, pero moriría por falta de material que destruir. La vida es incompleta sin ambos procesos. Ahora bien: en la existencia de la célula pueden atribuirse los procesos destructores á la substancia celular y los constructores al núcleo. En una célula fraccionada, las fracciones que carecen de núcleo continúan por cierto tiempo manifestando actividades vitales, mas no vive mucho (Fig. 25). El fragmento es incapaz de asimilar su alimento lo bastante para elaborar más material: ínterin retenga en su interior cantidad de tejido ya formado para su metabolismo destructor, sigue moviéndose activamente y conduciéndose como una célula completa, pero al fin muere por inanición. Por otra parte, los fragmentos que contienen un trozo de núcleo, aunque sólo conserven una pequeña parte de material celular, se alimentan, asimilan y crecen, esto es, continúan en ellos los cambios destructores así como los constructores. Esto significa que el núcleo preside los procesos constructores, pero no que la substancia celular no tome participación en dichos procesos. El núcleo es el que domina el metabolismo constructor, si bien no lo posee en totalidad.

Es igualmente claro que la substancia celular es el asiento de la mayor parte de los procesos

deconstructores que constituyen la acción vital. Esta substancia es irritable y contráctil. Los fragmentos celulares sin núcleo son bastante sencillos y pueden moverse tan fácilmente como las células normales. Además, las diversas fibras que rodean los centrosomas en la división celular y cuyas contracciones y dilataciones separan los cromosomas en dicha división, forman parte de la substancia celular. Estos son los resultados del metabolismo destructor, y debe deducirse, por tanto, que estos procesos destructores radican en la substancia celular.

El centrosomo es demasiado problemático todavía para hacer comentarios sobre él. Parece que es una parte del mecanismo para producir la división de la célula, pero no se sabe más á este respecto.

En suma, el cuerpo de la célula es una máquina para producir cambios químicos destructores y poner en libertad la energía que contienen los compuestos desmenuzados, que inmediatamente se convierte en calor, movimiento, etc. Sin embargo, esta destrucción química sólo es posible después que esos compuestos han hecho parte de la célula. Ésta posee un núcleo que la pone en condiciones de asimilarse su alimento, es decir, de que lo convierta en substancia propia. El núcleo contiene además una materia admirable, la cromatina, que ejerce en cierto modo una influencia dominadora en su vida y que se transmite de una á otra generación por descendencia continua. Por último, la célula tiene el centrosomo, que obra sobre la división celular por manera tal, que divide por igual esta cromatina entre los descendientes posteriores, haciendo que todas las células hijas sean iguales á la madre.

Por consiguiente, se debe considerar la célula como una pequeña máquina cuyas piezas se adaptan perfectamente y en cuyo interior se excita la actividad química. El combustible que le es suministrado se combina por las fuerzas químicas con el oxígeno del aire. La intensidad de esta oxidación depende de la temperatura, del alimento que ha de oxidarse y del oxígeno que suministre el aire, deteniéndose el mecanismo y muriendo la célula cuando cesa la provisión de combustible y de aire. La energía en libertad en esta máquina se transforma en movimiento, calor, etc. Es cierto que no se comprende lo bastante la construcción del mecanismo para explicar cómo se verifica esta transformación; pero no puede dudarse de la existencia del mecanismo, y la estructura de la célula es suficientemente compleja para que se pueda realizar dicha transformación. La irritabilidad de la célula se comprende fácilmente: está formada por compuestos químicos muy inestables y cualquiera estímulo ó alteración en una de sus partes tenderá á trastornar su estabilidad química y producir reacciones, que es lo que se entiende por irritabilidad.

Así, la célula debe considerarse como un pequeño laboratorio químico en el que ocurren los cambios antedichos, por más que no se comprendan. El resultado es que algunos compuestos se desmenuzan y que parte de los fragmentos quedan en libertad ó se segregan, mientras que otros permanecen y forman compuestos más complejos, los que se conservan en el cuerpo de la célula y crecen confusamente, hasta que ésta se hace lo bastante grande y se divide.

Si una máquina se rompe, cesa de llenar su cometido, y si la rotura llega á ciertos límites, queda

inútil. Lo propio acontece con la célula si se rompe, sea por causa mecánica, por la temperatura ó por otro motivo; deja de funcionar y muere. Contiene gran poder para reparar las averías ínterin son reparables; pero una vez que se detiene su actividad, no vuelve á recobrarla.

Además de las sencillas funciones que se acaban de mencionar, los seres vivientes realizan otras; pero aquéllas son las fundamentales, y si se pudiesen explicar bien, se llegaría á la apreciación de la esencia de la vida. Una vez entendido cómo la célula se mueve, crece y se reproduce por sí misma, se puede estar seguro de obtener la explicación de los otros fenómenos vitales como consecuencia natural. Comprendidos dichos fenómenos fundamentales, se habrá realizado el propósito de incluir los de la vida en las leyes químicas y mecánicas.

Pero, ¿se han sometido estos fenómenos fundamentales á una explicación inteligible? Preciso es confesar que no. Se les ha sometido á la acción de las fuerzas químicas funcionando en una máquina; pero la máquina misma es ininteligible. La célula no es más comprensible que el organismo en su totalidad. La explicación que se creía haber encontrado hace algunos años en el protoplasma, ha fracasado sin que la haya sucedido otra. Falta el concepto de lo que es la substancia primitiva de la vida. Todo lo que se puede decir es, que ella, el más maravilloso de los fenómenos naturales, sólo se produce en el interior de un mecanismo peculiar llamado célula y que es el resultado de la acción de las fuerzas físicas sobre ese mecanismo. Se dista hoy tanto como se distaba hace cincuenta años de comprender el modo de actuar ese mecanismo ni su estructura. La

solución del problema se halla aún más lejos de lo que se hallaba.

11. **Sumario.**—Ya se está en el caso de comprender la altura á que se ha llegado en este asunto. Cuanto á la explicación del organismo viviente como una máquina, se ha tenido éxito en los problemas secundarios. La respiración, la circulación, la digestión y los movimientos se han explicado fácilmente por los principios de química y de mecánica: aun los fenómenos del sistema nervioso son comprensibles hasta cierto punto por una fórmula mecánica, haciendo abstracción de los puramente mentales ó de la inteligencia, á los que no ha podido ni puede llegar la investigación puramente científica. Los fenómenos todos se reducen á actividades fundamentales manifestadas por partículas sencillas de materia viva, libre por el complicado mecanismo orgánico. Sin embargo, cuando se estudian estos fragmentos se ve que son algo más que simples trozos ó partículas de materia, siendo á la vez piezas de un mecanismo intrincado, cuya acción no hay ni esperanzas de llegar á comprender. La descripción sola de la actividad celular basta para demostrar que esas piezas dependen de su mecanismo propio, de la misma manera que no se puede dudar que estas propiedades fundamentales de la vida se explican como resultado de fuerzas químicas y mecánicas que obran por medio de este mecanismo. Pero, cómo sucede ésto, ó qué es lo que constituye la fuerza directiva é inteligente que corresponde al maquinista, eso no se sabe.

Por consiguiente, la explicación puramente mecánica del ser animado carece de base. Se puede entender algo de la construcción de su estructura exterior; mas, las piedras fundamentales

sobre las que ésta se basa, son ininteligibles, lo que hace que sólo en parte se comprenda el funcionamiento del organismo. Éste para seguir la comparación, es una máquina, ó mejor dicho, una serie de máquinas unas dentro de otras. El conjunto es una máquina, sus componentes son máquinas separadas, y cada uno de estos componentes consta de máquinas cada vez más pequeñas, hasta que llega á ser necesario el microscopio para poder apreciarlas. Aun las partes antes llamadas unidades son máquinas, y cuando se reconoce lo complejo de estas células y sus maravillosas actividades, se está autorizado á creer que se encontrarían todavía más máquinas en el interior de esas unidades. La actividad vital queda reducida, por tanto, á una complicada y múltiple serie de máquinas que obran armónicamente unas con otras produciendo el conjunto un resultado único: *la vida*.