

sultado: determina una adherencia que se opone en cierta medida á los movimientos.

Supongamos, en el fondo levantado de un vaso lleno de agua, una esferita de vidrio y un cristal delgado del mismo peso; la atracción molecular entre el fondo del vaso y los dos objetos tendrá lugar solamente en una pequeña parte de la esfera, en tanto afectará á todo el trozo de vidrio; así, ligeros esfuerzos, los que provienen de un movimiento del líquido del vaso, por ejemplo, harán que ruede la esfera, en tanto el trozo de vidrio permanecerá inmóvil. Esta disposición va á estorbar, pues, los movimientos generales de la amiba; como su cuerpo no es rígido, no pudiendo las causas que determinan en cada punto de la superficie el nacimiento de una fuerza (reacciones químicas) (véase pág. 50), variar de lugar fácilmente todo el cuerpo á causa de la adherencia, ocasionarán una deformación de su contorno y la aparición de pseudópodos, acompañada de lenta traslación por el movimiento llamado precisamente amiboide.

Así, cuando la amiba se ha adherido á un cuerpo sólido, las causas (quimotropismo, por ejemplo), que originarían un movimiento de conjunto en una dirección determinada de esa plástida suspendida libremente en el agua, le dan en las condiciones de adherencia un movimiento amiboide. En efecto, cuando la amiba está suspendida libremente en el agua no se deforma, lo que ha hecho decir á Bruno Hofer que es preciso que se adhiera á un cuerpo sólido *para poder emitir pseudópodos*. Se considera efectivamente con excesiva frecuencia la formación de los pseudópodos como un fenómeno debido á cierto impulso procedente *del interior*. Bruno Hofer describe á la amiba segregando una sustancia viscosa (absolutamente hipotética por lo demás) de manera que se adhiera á un cuerpo sólido para poder emitir pseudópodos y alimentarse por consiguiente. Hay que desconfiar de lo que tiene de teleológica esta manera de expresarse. La

adherencia de la amiba al cuerpo sólido proviene de la poca rigidez de su superficie, que la permite aplastarse al influjo de las atracciones moleculares; luego, una vez determinada esa adherencia, las causas que hace un momento podían producir un movimiento de conjunto no pueden ya producirle más que local, una deformación (1).

INGESTIÓN.—Pero si la amiba no puede tocar las paredes del vaso que la contiene, tampoco puede ser tocada por los corpúsculos sólidos que están en suspensión en el medio ambiente; esos corpúsculos no pueden adherirse á su superficie y penetrar en su interior.

Recordemos el vaso que contiene agua y mercurio; si una fuerza exterior cualquiera tiende á hacer penetrar en el mercurio un cuerpo extraño suspendido en el agua, sabemos que sólo conseguirá aplastar la membrana ficticia de separación; el cuerpo extraño podrá así penetrar en un agujero, en un hoyo abierto en la superficie del mercurio y lleno de agua, pero no penetrará en la sustancia del mercurio ni se pondrá en contacto con él. Si el cuerpo sólido es bastante reducido y la fuerza que sobre él actúa bastante grande para hundirle profundamente en el mercurio, la cavidad llena de agua en que está englobado podrá cerrarse por completo, la superficie del mercurio parecerá unida al exterior, pero un poco más bajo habrá una cavidad cerrada por todas partes, y en esa cavidad, *llena de agua* y rodeada de mercurio, se hallará el cuerpo sólido de que hablábamos.

(1) L. Errera ha emitido otra teoría del movimiento amiboide, basándose en las variaciones de la tensión superficial de un líquido con la temperatura: «La tensión superficial de un líquido disminuye á medida que la temperatura se eleva, de suerte que, si en todas partes de la superficie no es la misma, las partes frías y de gran tensión atraerán á las partes calientes y de tensión débil» (*Bull. Soc. Bel. Microsc.*, 1887). No se comprende de qué procederán en las amibas esas diferencias de temperatura, cómo se explicaría el quimiotacismo, etc.

La gran densidad del mercurio hace intervenir fuerzas que estorban para la comparación, y su opacidad, por otra parte, se opone á que el fenómeno que acabamos de describir entre suficientemente por los ojos. Tomemos otro ejemplo análogo para fijar las ideas. Imaginad en un vaso agua y aceite separados por una superficie horizontal, y un corpúsculo pesado mojado por el aceite. Si ese corpúsculo es bastante pesado, habrá de pasar al agua, deprimirá la superficie de separación y se hallará en un hoyo abierto en la superficie del agua y lleno de aceite (fig. 4.<sup>a</sup>).

Si la gravedad sigue obrando, el hoyo se cerrará por completo; el cuerpo sólido extraño estará dentro de una gota de aceite, encerrada á su vez en el agua; *no estará*

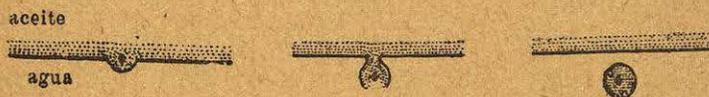


FIGURA 4.<sup>a</sup>

*directamente sumergido en el agua.* Es un experimento que todos pueden hacer mojando en aceite limadura metálica.

Notad bien que, si hubiéramos tenido aceite más pesado que el agua, y, efecto de la gravedad, nuestro corpúsculo sólido, mojado por el agua, hubiera tenido que pasar de este medio al aceite situado debajo, se habría hallado de la misma manera dentro de una gota de agua metida en el aceite, y esto es verdad, de manera general, respecto á dos líquidos cualesquiera, separados uno de otro por una tensión superficial considerable.

Lo es en particular para nuestra amiba; se mueve constantemente en el agua, semejante á una gota de aceite que resbalara deformándose por la superficie de un cuerpo sólido sumergido cualquiera. Cuando llega á las proximidades de un corpúsculo sólido, éste no puede

tocarla según hemos visto, pero, debido al movimiento mismo de la amiba ó á una acción molecular propia que se produjera entre el corpúsculo y la superficie de la amiba, hay en este caso fuerza bastante para deprimir la membrana ficticia de separación y meter hacia el interior del protoplasma el corpúsculo mojado por el agua; comprendemos fácilmente ahora cómo ocurre que ese corpúsculo, una vez que ha penetrado en la amiba, no se halle en contacto con su protoplasma, sino dentro de una gota de agua metida en él; se encuentra, si podemos expresarnos así, *en el exterior* del protoplasma, como el que está metido en una campana de buzo está en situación exterior con respecto al agua del mar.

No ha habido *adición*; el agua no puede mezclarse con el protoplasma, y, consiguientemente, ni ella ni el cuerpo sólido que contiene participan todavía de las reacciones de la vida elemental manifiesta del protoplasma; ha habido *inclusión*, pero no *adición*. La palabra *inclusión* podría muy bien conservarse en este caso, puesto que el fenómeno es común á las materias muertas y á las amibas. La palabra ingestión se usa en su lugar, y, limitando su significado, podemos adoptarla para seguir la costumbre, pero hay que definirla de una manera precisa: la *ingestión* es el fenómeno á consecuencia del cual un cuerpo extraño se encuentra dentro de una gota de agua encerrada en el protoplasma, en una *vacuola* de contenido acuoso dentro del protoplasma (1).

Este fenómeno de la ingestión es nuevo para nosotros. No le habíamos encontrado en los rizópodos reti-

(1) La palabra ingestión se usa sobre todo para los protozoarios. Se aplica á algunos grupos de ellos, y á esos animales solamente si se la da el significado preciso que resulta de nuestra definición; pero hay que guardarse de emplearla para el hombre, por ejemplo, respecto al cual tendría un significado distinto. Por este error posible hubiéramos preferido adoptar la palabra *inclusión* ó *envacuolamiento*.

culados; en estos últimos animales, un cuerpo extraño, primeramente mojado por el agua, penetraba en el sarcoda mismo; en la amiba, ese cuerpo extraño, bañado en el agua, se encuentra en un momento dado, sin salir de ella, rodeado por todas partes por el protoplasma de la amiba; dicho de otro modo, sin dejar de ser exterior al protoplasma, se encuentra en una situación especialísima con respecto al mismo.

Se puede anticipar que la naturaleza del cuerpo sólido no influirá en nada en la posibilidad de su ingestión, siempre que sus dimensiones y su densidad no sean obstáculo material para ello; efectivamente, la observación lo comprueba (1). Corpúsculos absolutamente desprovistos de valor nutritivo pueden ser ingeridos si su forma y su tamaño lo permiten; por el contrario, otros que serían nutritivos no pueden ingerirse por su tamaño demasiado grande. Era interesante comprobarlo, porque, viendo muchos naturalistas en la ingestión un acto *querido* por la amiba, se han preguntado si sabría elegir entre sustancias útiles y perjudiciales.

PROPIEDADES DE LA VACUOLA.—¿Cuál va á ser la consecuencia de esa situación especialísima del cuerpo extraño dentro de una vacuola de contenido acuoso? Vamos á asistir á un fenómeno muy general, y que no se diferenciará, cualquiera que sea la naturaleza del cuerpo ingerido, porque depende solamente de las propiedades de esa vacuola de dimensiones reducidísimas.

En primer lugar, la presión es muy grande en el interior de ella por el hecho mismo de la tensión superficial. Se demuestra en física que la presión determinada

(1) Pero es cierto que en el fenómeno de ingestión, cuando tiene lugar en cuerpos que no son insolubles, háy que tener en cuenta cierta parte de influjo quimiotáctico.

por una membrana elástica de forma esférica obedece á la siguiente fórmula:

$$p = \frac{2a}{r}$$

siendo  $r$  el radio de la esfera y  $a$  un coeficiente que, en el caso de que nos ocupamos, es precisamente la medida de la tensión superficial que limita la vacuola. El radio  $r$  es, á lo sumo, de 3 ó 4  $\mu$ ; la presión será, pues, por centímetro cuadrado:

$$p = \frac{2a}{0,0004} = a \times 3000$$

cantidad muy grande si  $a$  es considerable como en el caso que nos ocupa.

Esta presión explica lo que ocurre cuando las deformaciones del cuerpo conducen á las proximidades de la superficie de la amiba una vacuola que acaba de formarse, y que se rompe bruscamente y proyecta al exterior el cuerpo que contenía. El cálculo anterior nos muestra también la importancia de las acciones moleculares en una vacuola tan pequeña, y no nos admirará encontrar en ella la difusibilidad en extremo rápida que pone en evidencia la observación siguiente: Cuando el cuerpo ingerido es un trozo de oscilaria, alga en la que un pigmento azul, la ficocianina está añadida á la clorofila, ese pigmento se extiende *rapidísimamente* en la vacuola, *mucho* más rápidamente que lo haría en el agua en condiciones normales, y la vacuola se torna azul en un instante, mientras que la oscilaria, poco ha verde azulada, se torna verde. Las condiciones de difusibilidad son, por tanto, muy especiales en esa vacuola de dimensiones muy pequeñas.

DIFUSIÓN HACIA LA VACUOLA.—El protoplasma es definido por Van Tieghem: «La *mezcla* con el agua de un

número más ó menos grande de principios inmediatos diferentes en vías de transformación continua» (1). Hay que entender bien que esta definición se aplica á la sustancia constitutiva del cuerpo de una plástida en estado de actividad, y que quizá es peligroso decir que así se define el *protoplasma*. El protoplasma de una plástida es una sustancia definida ó un conjunto de sustancias definidas, y la plástida, en estado de actividad, es asiento de reacciones múltiples entre el protoplasma mismo, el agua y varias sustancias contenidas en ésta; se observa la *mezcla* de todo esto en la sustancia constitutiva de la plástida en estado de actividad. Pues bien, entre las sustancias que constituyen esta mezcla, sobre la que insistiré largamente en otro lugar, varias son rápidamente difusibles en el agua, otras son susceptibles de desplegarse por dialisis (2). Pero acabamos de ver que la vacuola, introducida en el interior de esa mezcla, presenta condiciones de difusibilidad muy especiales; su contenido va, pues, á cargarse rápidamente de las sustancias difusibles que la rodean. Además, como hay separación efectiva del contenido de la vacuola y del medio en que se encuentra, podrá haber no solamente difusión hacia su interior, sino descomposición de las sustancias fáciles de descomponerse por dialisis. Es lo que hace observar la experiencia.

Sabido es que generalmente una sustancia salina, sometida á la dialisis, deja escapar el ácido más pronto que la base; hay, por tanto, motivo para prever que si se producen descomposiciones por dialisis el contenido de la vacuola habrá de tornarse poco á poco más ácido que el medio en que se abre; es lo que ocurre precisamente, y los reactivos colorantes sensibles permiten

(1) Véase el cap. IX.

(2) No hay probablemente en este caso más que dialisis y no difusión propiamente dicha.

demostrar que, al cabo de cierto tiempo, el contenido de la vacuola, ligeramente alcalino al principio, ha adquirido una acidez marcada, aun cuando el medio que la rodea sea ligeramente alcalino.

La acidez del líquido vacuolar tiene gran importancia. Krükenberg ha demostrado, en efecto, que se puede extraer pepsina de ciertos protoplasmas (los de mixomicetos, por ejemplo, que es fácil proporcionarse en grandísima abundancia); pero consideraba que esta pepsina había de permanecer inactiva porque estaba en un medio alcalino; y sabido es que la pepsina no puede disolver los albuminoides más que en una disolución ácida. Pues bien, en nuestra vacuola, el líquido complejo que resultará al cabo de algún tiempo de las difusiones y de las dialisis producidas será precisamente ácido, y si contiene pepsina, procedente del medio ambiente, será capaz de disolver sustancias albuminoides. Ahora bien, la disolución en las vacuolas de las amibas de cuerpos de infusorios muertos, de partículas de albúmina coagulada..., etc., ha sido observada por experiencia; es, pues, probable que se encuentre pepsina en el contenido de dicha vacuola al cabo de cierto tiempo.

¿Conviene llamar *secreción* á ese cambio en la composición del contenido vacuolar? ¿No es más bien un abuso peligroso é inútil de la palabra?

Estamos habituados á considerar la secreción como una operación en la cual el cuerpo que segrega interviene activamente. En el estómago del hombre, la producción del jugo digestivo ácido no es consecuencia del solo hecho de que la cavidad estomacal *existe* entre las células secretoras; sabemos que la producción de ese jugo y su emisión en el estómago se hallan bajo la dependencia de un influjo nervioso particular que determina la actividad propia de las células secretoras. Aquí nos encontramos con un caso muy diferente: la presencia de una vacuola de contenido acuoso en el protoplas-

ma *basta* para provocar todos los fenómenos que observamos; la vacuola de reducidas dimensiones, dotada de propiedades difusivas especiales, *arrastra*, por decirlo así en provecho suyo al protoplasma ambiente, que se deja despojar *pasivamente* por difusión ó dialisis de sus productos difusibles y dialisables. Observaremos una actividad *propia* de la plástida en el mantenimiento de la constancia de las propiedades generales del protoplasma á pesar de su pérdida por difusión; será el fenómeno de asimilación á que llegaremos en la aproximación segunda. En cuanto al de difusión, fenómeno en que el sarcoda no interviene más que pasivamente, no podemos aplicarle la palabra secreción. Si lo hiciéramos, habríamos de considerar fatalmente ese acto como determinado por un impulso partido de la plástida (comparación instintiva con el hombre); llegaríamos á preguntarnos si el núcleo influye en la secreción; á investigar como Greenwood «si la presencia de un cuerpo sólido cualquiera en la vacuola determina la *secreción*; si esa secreción es la misma cuando el cuerpo que hay en la vacuola es nutritivo ó indigesto..., etc.» Los resultados experimentales, respondiendo afirmativamente á todas esas cuestiones, han permitido deducir que no se presentan (1), que no hay secreción, sino un fenómeno que debe atribuirse á la *actividad física propia*, á las propiedades físicas especiales de una gota de agua de dimensiones muy exiguas, colocada en un protoplasma de que la separa una gran tensión superficial.

DIGESTIÓN.—Al cabo de algún tiempo de existencia, la vacuola contiene un líquido complejo de reacción ácida; la observación al microscopio nos enseña que muchas sustancias son solubles en ese líquido; esto es verdad,

(1) Ó más bien, que no se presenta sino á consecuencia de un error antropomórfico.

por ejemplo, por lo que respecta á cuerpos de infusorios, partículas de albúmina coagulada..., etc.

He aquí un fenómeno que debemos considerar como *digestión*, puesto que es, exactamente como en el hombre, una disolución efectuada *aparte del organismo* por líquidos que provienen del organismo. La digestión es, por otra parte, un fenómeno puramente químico.

En el caso más general, el cuerpo sólido ingerido contendrá partes solubles y partes insolubles en el líquido vacuolar. Las partes solubles serán disueltas, *digeridas*; las otras permanecerán intactas. Si el cuerpo ingerido es, por ejemplo, una célula vegetal con cubierta de celulosa ó impregnada de sílice, como ocurre en las diatomeas, la cubierta celular insoluble dejará pasar el disolvente, que vendrá á dirigir el protoplasma vegetal interior. Ese protoplasma, poco ha no mezclable con el agua, podrá ahora, así disuelto, atravesar el tabique celular y difundirse en la vacuola.

He aquí una causa nueva de complejidad para el líquido vacuolar, que va á contener de esta suerte, á más del agua inicial, productos difundidos del protoplasma ambiente y otros procedentes de la disolución de los cuerpos extraños ingeridos.

A este conjunto de modificaciones químicas hay que atribuir las físicas que se observan al microscopio; la vacuola se hace menos distinta porque su refrangibilidad se torna más próxima á la del protoplasma ambiente; al propio tiempo, *está menos separada* de ese protoplasma, es decir, que la tensión superficial que hay entre ella y él es cada vez menos enérgica, lo cual se observa por la notabilísima disminución de la presión intra-vacuolar.

DIFUSIÓN HACIA EL PROTOPLASMA: ADICIÓN.—Resultado inmediato de esa pérdida de tensión superficial es facilitar la difusión de la vacuola hacia el protoplasma. La difusión se caracteriza, de una manera general, por la

tendencia á la distribución homogénea de las sustancias entre dos líquidos contiguos; al cabo de cierto tiempo se establece el equilibrio.

Ahora bien, al principio, el contenido *líquido* de la vacuola era agua del medio; no podía hacer, por tanto, más que ganar, que cargarse de principios nuevos procedentes de la sustancia ambiente; pero, gracias á la adquisición de éstos, ese contenido ha venido á ser un disolvente para parte al menos de los cuerpos ingeridos. La vacuola, por tanto, va á contener en adelante, en *estado líquido*, sustancias que no proceden del protoplasma ambiente y se hará necesaria para el equilibrio una nueva difusión; pero esta vez tendrá lugar á expensas de la vacuola y en provecho del protoplasma.

He aquí, en fin, el fenómeno de *adición*. Es evidéntísimo que cuando un infusorio, por ejemplo, se ha disuelto en el líquido vacuolar, pueden los productos resultantes, por difusión hacia el protoplasma de la amiba, reparar en cierta medida las pérdidas de sustancia debidas á las combustiones de la vida elemental; se trata, pues, de una verdadera *adición*.

Si la palabra *absorción* no tuviera ya en fisiología significado especialísimo (1), se aplicaría muy bien aquí en su sentido etimológico, tanto más cuanto que se aplica en el mismo sentido á las sustancias muertas. Conservaremos la palabra *difusión*; tiene la ventaja de indicar por sí misma que el primer fenómeno «difusión hacia la vacuola», y el segundo «difusión hacia el protoplasma» tie-

(1) Absorción quiere decir en el hombre: paso al medio del organismo, *entre* los elementos histológicos, de los productos de la digestión, y no paso directo al protoplasma de los elementos histológicos; por tanto, la absorción no es todavía la *adición* de sustancia nueva al protoplasma, mientras que en las amibas la difusión hacia el protoplasma es una verdadera *adición* (véase capítulo XIX, *Medio interior*).

nen por resultado, como siempre ocurre con los fenómenos de difusión entre dos flúidos colocados uno al lado de otro, establecer el equilibrio entre el protoplasma y el líquido vacuolar. Cuando se obtenga el equilibrio, el contenido de la vacuola no podrá dar nada ya al medio ambiente ni tomar nada de él; será un cuerpo inerte que se verá eliminado un poco más tarde.

En resumen, la *adición* en la amiba se opera por un procedimiento muy complejo, que puede dividirse en varios tiempos:

1.º *Ingestión ó envacuolamiento* (es decir, formación de una vacuola de contenido acuoso).

2.º *Difusión hacia la vacuola*, cuyo contenido acuoso se vuelve ácido y adquiere propiedades disolventes especiales.

3.º *Disolución de los ingesta en la vacuola (digestión)*.

4.º *Difusión hacia el protoplasma*, hasta que los cambios se hayan equilibrado; es la *adición inmediata*.

Podemos observar al paso que en la amiba la *adición de sustancias líquidas* al protoplasma es la única que puede tener lugar. Jamás observamos la *adición directa* de un cuerpo sólido ó de un protoplasma completo, según hemos visto con tanta evidencia en los reticulados.

Es inútil que en la continuación de este estudio insista sobre la *adición* en los infusorios ciliados; aparte la *ingestión*, que es de un mecanismo más complicado, todos los demás fenómenos son idénticos en esos seres á los que hemos seguido en las amibas. Por otra parte, no encontraremos jamás en los seres poliplástidos á cuyo estudio nos dedicamos un elemento anatómico de complejidad comparable á la de los infusorios ciliados (1).

En todos los protozoarios que hemos estudiado, la

(1) He descrito los fenómenos de *ingestión* en los infusorios ciliados en *La matière vivante*. Encyclopédie Léaute.

adición puede tener lugar á expensas de los cuerpos sólidos, que en los reticulados penetran directamente en el sarcoda, pero que solamente se introducen en los demás en una vacuola acuosa en el interior del plasma.

Fenómenos semejantes de ingestión de corpúsculos sólidos se encuentran en algunas plástidas especiales que forman parte del organismo de los metazoarios, es decir, de esos seres compuestos de asociaciones de células diferenciadas y cuya organización más elevada es la del hombre; no citaremos más que un ejemplo que se ha hecho célebre desde los trabajos de Metchnikoff: los fagocitos ó glóbulos blancos emigradores. Pero en los metazoarios casi siempre se efectúa la nutrición general del sér por otro procedimiento.

PLÁSTIDAS PARÁSITAS Y VEGETALES.—Ciertos protozoarios están *completamente* rodeados de una capa resistente continua que se opone á la penetración de los corpúsculos sólidos en el interior de su protoplasma; tan sólo por ósmosis á través de esa membrana puede verificarse la adición. Esos protozoarios son parásitos internos ó externos de seres de organización más elevada; cada uno de ellos tiene una morada especial que puede variar muy poco en ciertos casos, absolutamente nada en otros. Las opalinas viven en el tubo digestivo posterior de las ranas; las gregorinas, las más de las veces en el tubo digestivo de artrópodos cuya especie es determinada para cada clase de ellas. El medio es relativamente fijo para esos seres, porque alimentándose siempre los animales en que viven poco más ó menos del mismo modo, el contenido del tubo digestivo debe igualmente variar poco.

Otros protozoarios tienen una morada mucho más especial; hay coccidia, por ejemplo, que sólo puede vivir en determinado tejido de cierta especie animal, en el *interior* de las células, en el protoplasma, es decir, en un

medio de composición enteramente constante (1). La adición osmótica que se produce en esas coccidias es quizá enteramente simple. Es probable que, en todo caso, sea menos compleja que la que va á ocuparnos, relativa á las células vegetales, puesto que la coccidia no puede vivir fuera de su medio especialísimo.

Por el contrario, el medio necesario para la vida de las plástidas vegetales es, en general, menos determinado, y la plástida misma tiene en muchos casos la propiedad de modificarle antes de que el fenómeno de adición se produzca.

En todos los casos que hemos estudiado, de adición hecha á plástidas animales á expensas de cuerpos sólidos, hemos visto que casi siempre esos cuerpos eran protoplasma ó sustancias de origen protoplásmico. Por el contrario, vemos en gran número de plástidas vegetales la facultad de adicionarse sustancias tomadas directamente del reino mineral; el trabajo de síntesis que habrá de operarse en la célula será más considerable. Parte del trabajo preparatorio se efectúa, no obstante, fuera de la célula, según ya hemos dicho.

Así se ha observado la salida por difusión de ciertos fermentos, de diastasas especiales que modifican profundamente el caldo en que se las cultiva; pero, entonces, encontramos en el fenómeno de adición los tiempos siguientes:

- 1.º Difusión hacia el interior.
- 2.º Modificación química del medio (digestión).
- 3.º Difusión hacia el interior del fermento ó adición.

(1) La composición del medio que la coccidia encuentra en la célula en que mora es siempre la misma *al principio* de la evolución de dicho esporozoario; varía luego por el influjo mismo de la vida elemental manifiesta del parásito, y esas variaciones determinan la evolución notable de este último (véase *Evolución en medio limitado*, capítulo XIII).

Y como el caldo es muy diferente del protoplasma del fermento, habrá en seguida una asimilación, fenómeno al que llegaremos inmediatamente.

Se ve que esta serie de operaciones es absolutamente comparable á la que hemos observado en las amibas, puesto que en esos seres la vacuola debe ser considerada como exterior al protoplasma.

En todos los metazoarios superiores se repetirá lo mismo en último término, con una complicación más, la división del trabajo entre las células diferenciadas que componen el organismo.

Los alimentos serán colocados por el acto de la prehensión, seguido de varios otros, en cavidades especiales (estómago, intestino), *exteriores* al organismo. Ciertas células distribuídas en la pared de esas cavidades *segregarán activamente*, bajo el influjo de una excitación especial procedente de las células nerviosas, jugos digestivos; habrá *digestión* en el exterior del organismo. Luego, por el mecanismo de la absorción, los productos digeridos serán adicionados al medio líquido en que se bañan los diversos elementos histológicos; esas células se alimentarán, finalmente, por ósmosis y á expensas de ese líquido elaborado, como las opalinas lo hacen en el recto de una rana; *la adición* tendrá lugar al nivel de cada célula.

No insistimos más en esas cuestiones, que se exponen detalladamente en todos los tratados de fisiología. Solamente debemos conservar de ese estudio en la memoria que, salvo el número bastante limitado de casos en que la adición directa puede tener lugar como en los rizopodos reticulados, ésta no se produce más que por difusión, por ósmosis. Produzca esta difusión entre el protoplasma y una vacuola ingerida en su seno, ó entre el protoplasma y un medio elaborado exterior, es exactamente lo mismo, puesto que hemos visto que debe considerarse el contenido de la vacuola como exterior al protoplasma.

## CAPÍTULO IV

### Merotomía.

Con sus elementos constitutivos diferentes, protoplasma y núcleo, colocados el uno con respecto al otro de cierta manera, la plástida puede producir el efecto de una máquina montada que no funciona sino merced á la ordenación especial de sus partes.

En realidad, todos los fenómenos que acabamos de estudiar, movimiento y adición, eran fenómenos protoplásmicos, es decir, que tenían lugar en el protoplasma. ¿Pueden esos fenómenos considerarse como manifestaciones de propiedades del protoplasma de la especie de que se trate? Para poder afirmarlo, debemos demostrar que una parte cualquiera del protoplasma de la plástida posee esas propiedades, es decir, que puede manifestar esos fenómenos cuando está, en las condiciones normales en que la plástida vivía, separada del resto de ella. Si observamos esto, podemos afirmar que el movimiento y la adición no son los resultados del funcionamiento de una máquina montada, sino manifestaciones de propiedades químicas del protoplasma de la plástida. Ahora bien, es lo que precisamente nos enseñan los experimentos de merotomía *en el curso de una observación rápida*.

Estos experimentos consisten en lo siguiente: dividir