

CAPÍTULO VI

PROPIEDADES FISIOLÓGICAS DE LA CÉLULA

Irritabilidad. Excitantes de la irritabilidad. Clasificación de las actividades celulares. División del trabajo. Funciones nutritivas de las células.

Como expusimos ya en las generalidades de los elementos anatómicos, la célula es un sér viviente que, en medio de su subordinación al conjunto orgánico, goza de cierta autonomía funcional.

La virtud que toda célula viva posee de entrar en acción bajo la provocación de los estímulos exteriores, se llama *irritabilidad*. *Irritación* designa la irritabilidad en acto ó en ejercicio.

La irritación depende de dos condiciones: la presencia de la máquina celular en sus integridades morfológica y química; y las variaciones químicas ó dinámicas del medio pericelular, variaciones que se designan generalmente con el nombre de *estímulos* ó de *excitantes*.

Se sigue de aquí, que la célula no puede entrar en función espontáneamente, sino que necesita siempre del concurso de un estímulo de origen exterior que conmueva su mecanismo y despierte sus actividades. La energía que la célula despliega en sus movimientos no es otra cosa que la reflexión de las energías que, ya en estado de tensión, ya en forma de fuerzas vivas, llegaron del mundo exterior.

En las células federadas constitutivas del organismo de los animales superiores, los estímulos son de dos clases: *fisico-químicos* (toda variación de composición química ó todo cambio dinámico del medio pericelular); y *vitales*, es decir, las excitaciones provocadas por otros elementos, tales como las células nerviosas, etc.

En los seres mono-celulares, los estímulos son siempre fisico-químicos. Ahondando en el mecanismo de los estímulos, se ve que todos ellos, aun los vitales, proceden, en definitiva, del mundo exterior.

El mismo estímulo, en igualdad de condiciones, provoca en la célula la misma manifestación; pero todas las células no responden idénticamente á la influencia del mismo estímulo. Esto depende de la especial estructura de cada una. Así, el calor y la luz desenvuelven en ciertos elementos fenómenos de contracción, en otros, actos de síntesis química, etc.

Pueden distribuirse los estímulos de origen exterior, como propone O. Hertwig, en cinco grupos: estímulos *térmicos*, *luminosos*, *eléctricos*, *mecánicos* y *químicos*.

Temperatura. — Elevando la temperatura del medio de 40° á 50°, mueren ya muchos infusorios, así como muchas células de tejido de los animales. Un calor moderado aviva los movimientos amiboides. El frío es resistido mejor que el calor, particularmente por las plantas, cuyas células pueden volver á la vida, aun cuando el jugo celular aparezca más ó menos congelado.

Luz. — La piel del camaleón, la de la rana, la de los cefalópodos, etc., presenta unas células conjuntivas estrelladas, cuyo protoplasma alberga granos de pigmento. Bajo la acción de la luz, estas células (*cromatóforos*) retraen sus expansiones, y como el pigmento ocupa menos extensión superficial, la piel del animal se aclara; lo contrario sucede en la obscuridad, donde el pigmento se extiende y la piel se oscurece. Si, mediante el cloroformo, se paralizan los cromatóforos del camaleón (por acción local sobre la piel), la luz no induce en ellos contracción alguna hasta que el narcótico es eliminado.

La influencia de la luz sobre ciertas algas é infusorios, no es menos curiosa. Así, cuando se ilumina parcialmente una preparación en que se conservan *euglenas* vivas (*Euglena viridis*), estos infusorios se acumulan rápidamente en la región iluminada.

Electricidad. — Las corrientes de inducción determinan contracciones y como apotonamiento del protoplasma de las células de la *tradescantia* (pelos estaminales), suspendiendo las co-

rrientes de granitos. En los leucocitos, se encogen rápidamente los pseudopodos, adquiriendo el cuerpo celular forma redondeada.

Verworn ha descrito, con el nombre de *galvanotropismo*, un fenómeno curioso. Cuando se pone en el porta-objetos eléctrico una gota de agua que contenga numerosos ejemplares de *Paramacima aurelia*, estos protistos se orientan en el sentido de las curvas de corriente y se acumulan en el polo negativo.

Excitantes mecánicos.—El simple contacto con otros elementos provocaría, según Massart y Bordet, la contracción de los leucocitos. El contacto con un cuerpo extraño suscita en las fibras musculares un acto de contracción, y en las nerviosas la producción de una corriente.

Excitantes químicos.—Son los de influencia más general, aunque menos conocida. Indicaremos aquí algunos de aquellos cuya acción se ha estudiado mejor.

El oxígeno excita los movimientos de los leucocitos y de casi todas las células susceptibles de contraerse. La sensibilidad de ciertos microbios (aerobios) por el oxígeno es tan grande, que pueden emplearse como reactivo de mínimas cantidades de este gas. Si, á ejemplo de Engelman, se pone en una gota de agua que contenga microbios una alga microscópica, la pequeña cantidad de oxígeno que ésta exhala en presencia de la luz, atrae rápidamente las bacterias, las cuales acaban por rodear completamente el vegetal.

El éter, el cloroformo, el hidrato de cloral, suspenden rápidamente los movimientos del protoplasma, y hasta la evolución del óvulo fecundado. Eliminados estos agentes, las funciones vitales se restablecen.

Entre las acciones determinadas por agentes químicos, una de las más interesantes es las que Pfeiffer ha llamado *quimiotaxis*. Es la propiedad que tienen muchos micro-organismos, y los mismos leucocitos de la sangre, de ponerse en movimiento en la dirección de las corrientes de difusión determinadas por un agente químico, que se designa *substancia reclamo* ó *substancia quimiotáctica*. Este fenómeno, señalado primeramente por Pfeiffer en los zoospermos de las criptógamas, ha sido estudiado re-

cientemente en los leucocitos, por Büchner, Massart y Bordet, Gabritchewsky, Metchinikoff, etc. Cuando se abandona bajo la piel de un animal un tubito capilar cerrado por un extremo, y lleno en parte de una substancia disuelta, puede ocurrir una de estas tres cosas: ó que el tubo se haya llenado de leucocitos, ó que no haya penetrado ninguno, antes bien se hayan alejado de la substancia en cuestión, ó que sólo se haya insinuado alguno que otro, y esto de modo inconstante. En el primer caso, la substancia se llama *quimiotáctica positiva* ó *materia reclamo*; en el segundo *quimiotáctica negativa*, y en el tercero *quimiotáctica indiferente*. Las materias reclamos más enérgicas están representadas por los productos elaborados por las bacterias y acaso por los principios derivados de la descomposición de éstas (Büchner), lo que explica el notable acúmulo de leucocitos que tiene lugar en los parajes del organismo donde se han intrusado ciertos microbios (*staphilococcus piogenes aureus*, *streptococcus piogenes*, *bacillus anthracis*, etc.).

Probablemente todo cadáver celular exhala materias quimiotácticas positivas, dado que los leucocitos suelen englobar cuantos detritus y pedazos celulares encuentran en su camino, para llevarlos al bazo ó eliminarlos á través de las superficies libres. En algunos casos cabría suponer también la influencia de la excitación táctil del leucocito al chocar con cuerpos extraños.

Clasificación de las actividades celulares.—Las modalidades de la irritación pueden condensarse en tres grupos: fenómenos de la vida de relación, tales como movimientos; fenómenos de la vida nutritiva (asimilación, desasimilación, respiración, secreciones), y fenómenos de la vida generativa (división celular y conjugación).

División del trabajo.—En la época embrionaria, cuando las hojas blastodérmicas no se han formado aún, los elementos del embrión no parecen tener otras funciones que las de nutrirse y reproducirse; pero en cuanto se constituye el mesodermo con sus diversas derivaciones, y el ecto y entodermo, con aquellos plegamientos que se convertirán, andando el tiempo, en médula espinal y en intestino, comienza á establecerse la división del trabajo, entregándose cada tejido á una labor particular. Y es

de notar que esta división del trabajo precede en el embrión á la diferenciación anatómica. Así, las células cardíacas, mucho antes de mostrar su estriación protoplasmática característica, dan comienzo á sus contracciones; las células sanguíneas, antes de modelarse definitivamente, se entregan ya á su especialidad funcional de formar hemoglobina y atraer el oxígeno, etc.

Concluida la evolución del organismo, cesa asimismo el reparto de papeles en la escena orgánica. Cada célula, sin dejar de cultivar las actividades generales de nutrición y generación, perfecciona una ó varias funciones, que constituirán su profesión orgánica y su título, digámoslo así, á la participación de los recursos nutritivos en la gran república celular. Las actividades nutritiva y proliferativa, verdaderos gajes de la vida social de las células, sólo en casos contadísimos son sacrificadas en aras del principio de la división del trabajo. Por excepción, puede citarse la célula nerviosa, que, entregada á la importante labor de poner en relación todas las partes del organismo y de presidir y reglar el trabajo y nutrición de los demás elementos, ha renunciado el derecho á la reproducción.

FUNCIONES NUTRITIVAS DE LAS CÉLULAS

Los elementos anatómicos poseen la virtud de reaccionar sobre el ambiente en que viven, eligiendo y asimilándose las materias susceptibles de reponer los desgastes sufridos en el ejercicio de las actividades funcionales ó profesionales.

Para comodidad expositiva, distinguiremos en el proceso nutritivo varios actos: prehensión, absorción, digestión, asimilación, desasimilación, respiración y secreción.

Prehensión del alimento. — Los animales monocelulares, tales como los amibos é infusorios, que se alimentan de presas muertas ó vivas, pueden ejecutar verdaderos actos de prehensión y englobamiento. En los amibos, la prehensión se verifica con ayuda de ciertas expansiones emitidas por el protoplasma, las cuales agarran la partícula alimenticia y la conducen al espesor del cuerpo celular; en éste permanece hasta sufrir, caso de ser

digestible, una verdadera digestión. En los infusorios, la prehensión del alimento se efectúa á favor de pestañas ó flagelos contráctiles, órganos permanentes de locomoción del animal.

Las células fijas de tejido de los animales no necesitan consagrarse á la pesquisa del alimento; gracias á la división del trabajo, la prehensión, selección y disolución de aquél, corre á cargo de ciertos tejidos (muscular, glandular, epitelial, etc.), cuya labor armónica tiende á formar, entre los corpúsculos de tejido, un medio químico adecuado á la reparación nutritiva.

La célula animal federada no se alimenta, sino que es alimentada, siendo de su incumbencia solamente elegir las substancias más apropiadas á su nutrición y al desempeño de su profesión orgánica. Por excepción, los leucocitos y algunos corpúsculos conectivos de los animales superiores, han conservado, y acaso perfeccionado, el hábito de cazar cuerpos extraños vivos ó muertos, y de someterlos á un acto de digestión intra-protoplásmica.

Esta función de los leucocitos y células conectivas, ha sido llamada *fagocitosis* por Metchnikoff, quien le concede grande importancia, pues le atribuye la defensa del organismo contra las intrusiones de los microbios patógenos.

Por lo demás, la fagocitosis no es solamente un fenómeno de defensa, es también un proceso fisiológico indispensable á la organización definitiva de ciertas partes. La absorción de los órganos larvares (cola de renacuajo, etc.), la desaparición de vasos embrionarios en partes que no deben tenerlos (epiploón mayor del conejo, etc.), la demolición del hueso embrionario, la desaparición de los hematíes gastados, la destrucción y remoción de las células muertas ó agostadas, son actos que los leucocitos realizan, aprovechando al efecto su cualidad de agarrar y encarcelar todas las partes sólidas y de tamaño no muy grande que encuentran en su camino. Es probable que influya también en este fenómeno el proceso quimiotáctico.

Absorción. — Así se llama el acto en virtud del cual penetran y se esparcen por la célula las substancias alimenticias disueltas. Semejante fenómeno no es un proceso puramente físico, pues la célula escoge ciertas substancias y rechaza otras.

Digestión. — La célula no se incorpora los materiales del medio en el estado en que los encuentra, sino que los hace sufrir cambios especiales con ayuda de fermentos semejantes á los segregados por las glándulas. Esta actividad digestiva debe ser mucho más eficaz en los micro-organismos independientes y leucocitos que se alimentan, tanto de sustancias disueltas, como de partículas insolubles. Algunos microbios derraman fermentos sobre el terreno mismo en que vegetan, para reblandecerlo y transformarlo en líquido alimenticio.

Del mismo modo, las células de las plantas, durante el tiempo de la germinación, se alimentan de las reservas nutritivas almacenadas en las semillas y tubérculos. Estos materiales (almidón, grasas, azúcares, albuminoides) son absorbidos, previa disolución operada por diastasas especiales, análogas á las segregadas por el aparato digestivo de los animales. En el período adulto, la planta, en vez de gastar reservas, las crea, apelando á materiales sustraídos del aire ó del terreno.

Asimilación. — Consiste en la incorporación á la máquina celular, tanto de los principios arrebatados por la desasimilación, como de las reservas nutritivas que deben subvenir á necesidades funcionales ulteriores. Así, las células glandulares, no sólo asimilan lo necesario á la reparación de sus desgastes, sino las primeras materias destinadas á formar el producto secretorio.

Desde el punto de vista del trabajo químico efectuado en el protoplasma al utilizar los materiales alimenticios, difieren las plantas de los animales.

La *célula vegetal* aprovecha para su alimento materias minerales, particularmente el agua y el ácido carbónico. Con ayuda de la clorofila y del concurso de la luz, el protoplasma descompone el ácido carbónico del aire, se apodera del carbono y sintetiza el almidón, el azúcar, las grasas y hasta los mismos albuminoides, utilizando como factores químicos el agua, el ácido nítrico y sulfúrico del suelo.

La *célula animal* se alimenta de las materias orgánicas sintetizadas por el vegetal: el almidón, los azúcares, las grasas y los materiales protéicos, sustancias que transforma en otros principios y que destruye por oxidación.

Dinámicamente, la *célula vegetal* es una máquina que transforma fuerza viva en fuerza de tensión, y químicamente, representa un laboratorio donde dominan los fenómenos de reducción sobre los de oxidación.

Dinámicamente, la *célula animal* es un aparato que transforma las fuerzas de tensión en fuerzas vivas, y químicamente, un laboratorio donde dominan los fenómenos de combustión ú oxidación.

Cuando la asimilación contrapesa exactamente las pérdidas sufridas, la célula mantiene estrictamente su volumen; mas si lo incorporado domina sobre lo desasimilado, se opera un aumento de tamaño.

Este crecimiento se observa, sobre todo, en la época embrionaria, durante la cual, ciertos elementos pueden adquirir una estatura tres ó cuatro veces más grande que la originaria. El crecimiento es, en ciertos casos, *bilateral*, como ocurre en las células musculares; *unilateral*, como sucede en los prismas cristalinos; y *multilateral*, como en las células nerviosas. El crecimiento excéntrico, uniforme, se verifica en el óvulo y las células adiposas.

Desasimilación. — Es el acto en virtud del cual una parte de los materiales de la célula se disuelve y transforma, pasando al medio ambiente, para ser total ó parcialmente eliminada. En su esencia, la desasimilación es tan enigmática como la asimilación: vemos los resultados, pero ignoramos las causas.

Respiración. — La célula atrae el oxígeno disuelto en los plasmas que la rodean, al objeto de quemar una parte de sus materiales de reserva y de organización, y producir ácido carbónico, vapor de agua y calor, que acaso aproveche el protoplasma como manantial de fuerza viva para ejecutar trabajo útil. El oxígeno aborda la intimidad de los tejidos, conducido por los hematíes, de cuya hemoglobina se aparta á la menor sollicitación de parte de las células.

Secreciones y excreciones. — Propiamente, llámase *secreción* el acto por el cual las células engendran materias especiales, disueltas ó amorfas (diastasa, pepsina, trispina, ácido hidrocórico, etc.), destinadas á operar la digestión de los alimentos.

Esta función, corre principalmente á cargo de las células glandulares (glándulas mamaria, hepática, pépsicas, salivares, etc.).

Excreciones. — Son las substancias desasimiladas, impropias para la nutrición, que, después de circular por la sangre, deben ser eliminadas por ciertas glándulas (riñón, hígado, etc.).

Dependiendo la formación de substancias excrementicias del acto mismo de la desasimilación y desgaste celular, todo elemento vivo será capaz de producir excreciones. Entre ellas, unas son líquidas, se difunden rápidamente á lo lejos, y son arrastradas por la sangre y linfa á los emunctorios naturales; pero otras se solidifican en cuanto salen del protoplasma, permaneciendo alrededor de la célula, y constituyendo las *cápsulas* y las *materias amorfas ó intercelulares*.

Si el producto de secreción se exhala por una de las caras de la célula, fórmase lo que se llaman *chapas ó cutículas* celulares. Tal acontece en los elementos epiteliales del tubo digestivo, en los prismas cristalinos (formación de la cápsula), y en las células más profundas del cuerpo de Malpigio. En la piel de muchos animales, particularmente en la de los insectos, las células pueden elaborar un número extraordinario de chapas superpuestas.

Cuando el producto segregado se derrama indistintamente por todos los lados de la célula, construyése una gruesa *cápsula* (óvulo, células cartilaginosas), es decir, una membrana espesa, transparente, cuyo grosor guarda relación con la edad del corpúsculo secretor.

Por último, la materia amorfa ó intercelular, tan abundante en los tejidos cartilaginosos, óseo y conjuntivo, depende de que, siendo muchas las células secretorias, el producto de cada una se confunde, elaborándose grandes masas intersticiales, donde no es posible marcar la obra individual de cada elemento.

Muerte de las células. — El organismo es como un pueblo, cuyos individuos se renuevan muchas veces durante la vida de la colectividad.

Hay elementos, cuya vida dura solamente algunos días, v. gr., los elementos epiteliales de la piel y los de algunas glándulas; otros, como los cartilaginosos, musculares y conjuntivos, pro-

longan su vida varios años; pero á todos superan en longevidad los nerviosos, que subsisten tanto como el organismo.

El grado de vulnerabilidad, y, por tanto, la mayor ó menor facilidad de muerte accidental, varían para cada tejido. La menor oscilación de temperatura ó de composición del medio nutritivo, aniquila las células nerviosas y musculares; en cambio, ciertos epitelios, los leucocitos, los corpúsculos conjuntivos, etc., soportan impunemente alteraciones bastante graduadas de calor y de medio alimenticio, etc.

De esta resistencia se saca partido para observar vivos estos elementos, y sorprender sus actividades fisiológicas. Semejante persistencia vital, fuera de las condiciones mesológicas normales, se advierte, sobre todo, en los animales de sangre fría. En general, puede afirmarse que la vida celular es tanto más resistente y autónoma, cuanto menos diferenciación alcanza la célula en el desempeño de una actividad funcional específica.

El *modo de muerte* tiene origen, unas veces por sobrecarga de materiales extraños (grasa, eleidina, keratina, hemoglobina, etcétera); otras por una suerte de disolución (óvulo no fecundado, células granulosas de la vesícula de Graaf, leucocitos, etc.).

La *remoción del cadáver* se efectúa, ya por simple desprendimiento en una superficie inmediata (epitelios), ya por *fagocitosis*. En este caso, la célula muerta es englobada por leucocitos, y acaso destruida en el bazo ó en la médula ósea.

Acción del núcleo en la vida nutritiva de la célula. — El núcleo aislado, como el protoplasma aislado, son incapaces de vivir. Si á ejemplo de Nussbaum, cortamos en fragmentos un infusorio, sólo el trozo que albergue el núcleo continuará viviendo, y reparará lo que falta. Créese que influye también el núcleo en las funciones de secreción y de asimilación de la célula.