

¿Cómo funciona una célula?

I 22

LA
CIENCIA
PARA
TODOS

BIOLOGÍA

ANTONIO
PEÑA

Fisiología celular



¿CÓMO FUNCIONA UNA CÉLULA?

Comité de selección

Dr. Antonio Alonso
Dr. Francisco Bolívar Zapata
Dr. Javier Bracho
Dr. Juan Luis Cifuentes
Dra. Rosalinda Contreras
Dra. Julieta Fierro
Dr. Jorge Flores Valdés
Dr. Juan Ramón de la Fuente
Dr. Leopoldo García-Colín Scherer
Dr. Adolfo Guzmán Arenas
Dr. Gonzalo Halffter
Dr. Jaime Martuscelli
Dra. Isaura Meza
Dr. José Luis Morán
Dr. Héctor Nava Jaimes
Dr. Manuel Peimbert
Dr. José Antonio de la Peña
Dr. Ruy Pérez Tamayo
Dr. Julio Rubio Oca
Dr. José Sarukhán
Dr. Guillermo Soberón
Dr. Elías Trabulse

La Ciencia para Todos

Desde el nacimiento de la colección de divulgación científica del Fondo de Cultura Económica en 1986, ésta ha mantenido un ritmo siempre ascendente que ha superado las aspiraciones de las personas e instituciones que la hicieron posible. Los científicos siempre han aportado material, con lo que han sumado a su trabajo la incursión en un campo nuevo: escribir de modo que los temas más complejos y casi inaccesibles puedan ser entendidos por los estudiantes y los lectores sin formación científica.

A los 10 años de este fructífero trabajo se dio un paso adelante, que consistió en abrir la colección a los creadores de la ciencia que se piensa y crea en todos los ámbitos de la lengua española —y ahora también la portuguesa—, razón por la cual tomó el nombre de La Ciencia para Todos.

Del Río Bravo al Cabo de Hornos y, a través de la mar océano, a la Península Ibérica, está en marcha un ejército integrado por un vasto número de investigadores, científicos y técnicos, que extienden sus actividades por todos los campos de la ciencia moderna, la cual se encuentra en plena revolución y continuamente va cambiando nuestra forma de pensar y observar cuanto nos rodea.

La internacionalización de La Ciencia para Todos no es sólo en extensión sino en profundidad. Es necesario pensar una ciencia en nuestros idiomas que, de acuerdo con nuestra tradición humanista, crezca sin olvidar al hombre, que es, en última instancia, su fin. Y, en consecuencia, su propósito principal es poner el pensamiento científico en manos de nuestros jóvenes, quienes, al llegar su turno, crearán una ciencia que, sin desdeñar a ninguna otra, lleve la impronta de nuestros pueblos.

Antonio Peña

¿CÓMO FUNCIONA UNA CÉLULA?

Fisiología celular



SEP
SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



la
ciencia/122
para todos

Primera edición (La Ciencia desde México), 1995
Segunda edición (La Ciencia para Todos), 2000
Tercera edición, 2009
Segunda reimpresión, 2016

Peña, Antonio

¿Cómo funciona una célula? Fisiología celular / Antonio Peña. — 3ª ed. — México : FCE, SEP, Conacyt, 2009

133 p. : ilus. ; 21 × 14 cm — (Colec. La Ciencia para Todos ; 122)

Texto para nivel medio superior

ISBN 978-607-16-0125-4

1. Célula 2. Biología 3. Divulgación científica I. Ser. II. t.

LC QH631

Dewey 508.2 C568 V.122

Distribución mundial

La Ciencia para Todos es proyecto y propiedad del Fondo de Cultura Económica, al que pertenecen también sus derechos. Se publica con los auspicios de la Secretaría de Educación Pública y del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

D. R. © 1995, Fondo de Cultura Económica
Carretera Picacho-Ajusco, 227; 14738 Ciudad de México
www.fondodeculturaeconomica.com
Comentarios: laciencia@fondodeculturaeconomica.com
Tel.: (55)5227-4672

Se prohíbe la reproducción total o parcial de esta obra, sea cual fuere el medio, sin la anuencia por escrito del titular de los derechos.

ISBN 978-607-16-0125-4

Impreso en México • *Printed in Mexico*

<i>Introducción</i>	9
I. Las moléculas y las células	19
De qué estamos hechos	19
Los azúcares, almacenes de la energía solar	20
Las grasas	23
Las proteínas	27
Los ácidos nucleicos	29
Otros componentes de las células	33
Las asociaciones de las moléculas	33
Las membranas celulares	35
Los complejos supramacromoleculares	37
Los virus	40
Los organelos celulares	44
II. El metabolismo: las transformaciones de las moléculas en las células	45
El metabolismo proporciona materiales y energía	45
Cómo tomamos los materiales del exterior.	46
Anabolismo y catabolismo (construcción y destrucción de moléculas)	47
Metabolismo, energía y vida.	48
Las vías metabólicas y las enzimas.	50
Las coenzimas, las vitaminas y el metabolismo	51
Las principales transformaciones de los azúcares	53
La degradación de las grasas	57
Las transformaciones de las proteínas	59
El ciclo de los ácidos tricarbóxicos	63

Unas vías están conectadas con otras	64
La regulación del metabolismo; el control por el ADP (el trabajo)	66
Variaciones de las vías	68
III. <i>Los componentes celulares</i>	71
La pared celular y la protección de las células	71
La membrana celular	73
Los organelos celulares	78
El retículo endoplásmico	80
El aparato de Golgi	83
Las mitocondrias y la energía celular	85
Los cloroplastos	89
La vacuola	93
Los lisosomas	96
Los centriolos	97
Los microtúbulos y los microfilamentos	98
El núcleo	99
La división celular	102
La síntesis de las proteínas	105
La diferenciación celular	106
El nucléolo	107
El citosol	107
IV. <i>La especialización celular</i>	110
Los organismos procariontes	111
Los eucariontes	112
Los organismos unicelulares	112
Los organismos pluricelulares	117
Una célula muscular	118
Las células nerviosas	123
Las células sensoriales	127
Una célula adiposa, ¿una célula floja?	129
Las células del hígado y el metabolismo	130
Otras células	131
<i>Bibliografía</i>	133

INTRODUCCIÓN

Uno de los temas de mayor interés para los seres humanos es sin duda el funcionamiento de las células, si no por otra razón, porque de ellas estamos hechos. Como unidades básicas de estructura y función en los seres vivos, su conocimiento resulta esencial para entender cómo trabajan los tejidos, los órganos y los sistemas. La agregación de las células confiere a éstas propiedades adicionales, pero ello no modifica la mayoría de sus propiedades originales, pues sus funciones básicas siguen siendo las mismas; un organismo multicelular, no importa lo complejo que sea, basa su funcionamiento en el de cada una de sus células, simplemente agregando funciones a las ya existentes en cada una.

Los estudios sobre el comportamiento celular se originaron en múltiples esfuerzos de investigación paralelos, que poco a poco fueron convergiendo en un solo camino, tendiente a integrar todos los conocimientos obtenidos.

A partir de la invención del microscopio por Anton van Leeuwenhoek, se inició el estudio de las características de las funciones celulares más simples que podían ser observadas con este instrumento, como la división de las células. La llegada del microscopio abrió la posibilidad de observar objetos muy pequeños, y tuvo a la vez el mérito enorme de haber estimulado

la curiosidad de los estudiosos por conocer más sobre las propiedades y características de tejidos y células.

De manera independiente, a partir de los primeros decenios del siglo XIX, se inició el estudio de la composición química de los organismos vivos. Con cierta rapidez se llegó a definir un gran número de compuestos de todos tipos y complejidades que se podían aislar de los organismos vivos; se constituyó así una vasta área del conocimiento humano llamada *química orgánica*.

Uno de los organismos que desde tiempos anteriores a los que registra nuestro calendario atrajo la atención de los humanos, gracias a su fácil empleo en la fabricación del pan y del vino, fue la levadura. Pero sólo a comienzos del siglo XIX se iniciaron los estudios encaminados a conocer su funcionamiento, en un principio en el marco de numerosas consideraciones religiosas y filosóficas. Fue Theodor Schwann, científico alemán, quien propuso que la levadura, un organismo vivo, era la responsable de la fermentación. Schwann fue víctima de una violenta polémica iniciada en su contra por otro científico, Justus von Liebig, quien no sólo se opuso a sus ideas, sino que hizo cruel burla de ellas. Muchos años después, Louis Pasteur realizó los interesantes experimentos que confirmaron las ideas de Schwann, y que fueron en cierta forma los precursores de la actual biotecnología. Gracias a ellos se demostró que los problemas de la pobre calidad de la cerveza francesa frente a la alemana provenían de la presencia de bacterias en los inóculos de levadura que se utilizaban para la producción de la bebida, con lo que surgió la posibilidad de resolver el problema.

La levadura es capaz de realizar la siguiente transformación:



Así, el interés por las levaduras se debe a que el CO_2 (bióxido de carbono) produce burbujas en la masa de harina que le

dan suavidad y aroma al pan ya horneado, y a que el alcohol es el principio activo de cientos y quizá miles de bebidas alcohólicas en el mundo, y una sustancia de gran interés industrial como solvente.

Hacia fines del siglo XIX, Eduard Buchner describió la capacidad de las células rotas de levadura, que podrían ser consideradas muertas, para fermentar el azúcar. Este descubrimiento abrió la puerta para que muchos otros científicos se dedicaran al estudio de tal transformación. Desde un principio se puso de manifiesto la enorme dificultad que implicaba aclarar la naturaleza del proceso y se necesitaron muchos años de trabajo y la labor de numerosos y brillantes investigadores para caracterizar el gran número de compuestos que intervenían en él. Quedó claro que había sustancias complejas, que se llamaron enzimas (del griego *zýmē*, que quiere decir levadura), que eran responsables de producir las transformaciones de unos compuestos intermediarios en otros, y con el tiempo se fueron encontrando muchas otras sustancias que participaban también en la fermentación. Posteriormente se descubrió que en el tejido muscular de los animales se daban transformaciones semejantes y luego se vio que el mismo proceso, como tal o con algunas variaciones, también lo realizaban miles de organismos y prácticamente todos los tejidos vivos conocidos. Hacia los primeros años del siglo XX, de esos descubrimientos había nacido la *bioquímica*.

A continuación se emprendieron también estudios sobre las transformaciones de otras sustancias, como las grasas y las proteínas. El trabajo de decenas de años de miles de investigadores en el mundo ha llevado al estado actual de conocimiento que tenemos sobre el metabolismo, esa enorme y complicada serie de transformaciones de las sustancias que ingerimos o que producimos en nuestro organismo.

Al mismo tiempo, y con microscopios cada vez mejores, se avanzó en la descripción de la estructura de los microorganismos.

mos, los tejidos animales y vegetales y su componente unitario, la célula. Aunque en un principio fue una labor ardua, combinada a menudo con gran imaginación y especulación, el conocimiento del interior de la célula aportó hechos reales y teorías; con gran lentitud se fue formando una imagen de sus componentes, hasta llegar a asignar funciones particulares a cada uno. Uno de los grandes avances modernos fue el invento del microscopio electrónico, que aclaró conceptos, amplió los conocimientos y que, aun en la época actual, aporta cada día nueva información sobre la fina estructura de nuestras células.

Al final de los años cuarenta del siglo xx se inició por fin el camino hacia la integración del conocimiento sobre las formas o estructuras de las células. Por estas fechas se logró aislar los organelos celulares y comenzó el difícil trabajo de aclarar sus funciones. A partir de entonces dio inicio un trabajo mejor coordinado para conocer y relacionar esas funciones con las estructuras, lo que llevó a que, en la época actual, la adquisición de nuevos conocimientos gire alrededor de un esquema general que reúne lo que se sabe sobre la composición y el funcionamiento de las moléculas, las estructuras celulares, las células mismas, los tejidos, los órganos y los individuos.

Las características estructurales de los componentes celulares se pueden estudiar en las células íntegras. También, en ocasiones, es posible deducir conceptos fisiológicos a partir de imágenes de la actividad celular, como sucede en el curso de la división celular, de donde se ha obtenido muchísima información sobre los cromosomas, su duplicación y su papel en la transmisión de las características hereditarias de unas células a otras, así como sobre otras propiedades que las células presentan durante su división.

Por el contrario, en el caso de otros organelos, sería difícil obtener información a partir de la sola observación de la célula. Para conocerlos ha sido necesario obtenerlos en forma más o menos pura, a partir de homogeneizados celulares o remoli-

dos de las células hechos con ciertas precauciones. El caso del fraccionamiento de las células hepáticas (del hígado) puede ejemplificar el sencillo procedimiento que se sigue para obtener algunos de sus componentes. En la figura 1 se ilustra el sistema que se emplea para fraccionar, por centrifugación a distintas velocidades, los elementos de las células.

Para hacer un homogeneizado, primero se cortan con tijeras fragmentos pequeños de tejido y luego se les deposita en un medio isotónico, es decir, un medio que contenga una concentración de sustancias semejante a la de las células u organelos, para evitar que los cambios de la presión osmótica alteren la estructura y la función de los componentes. El homogeneizado así obtenido se vierte en un tubo de centrífuga, pasándolo a través de una gasa para eliminar los fragmentos no rotos de tejido y otro material fibroso que éste pudiera contener. Si se le somete a centrifugación a una velocidad suficiente para aumentar a 600 veces la fuerza de la gravedad ($600 \times g'$), en unos 10 minutos se van al fondo del tubo las células no rotas y los núcleos. También es factible utilizar procedimientos adicionales para purificar los núcleos, lavándolos de diferentes maneras y volviendo a separarlos por centrifugación.

El sobrenadante de esta primera centrifugación se puede someter luego a una fuerza centrífuga 15 000 veces mayor que la gravedad. De esta manera se obtiene un paquete o pastilla de material en el fondo, que contiene en su mayor parte mitocondrias, lisosomas y otras partículas, como los centriolos. También hay procedimientos para purificar cada uno de estos componentes.

Si se toma el sobrenadante de esta segunda centrifugación y se le somete ahora a una fuerza centrífuga 105 000 veces mayor que la fuerza de la gravedad durante 60 minutos, se obtiene otro paquete o pastilla en el fondo, de la llamada fracción microsomal (de microsomas), compuesta principalmente por vesículas del retículo endoplásmico, muchas de las cuales tienen