

Pág. 97

PARA COMENZAR

- a) Se utiliza un flujo de electrones, es decir, una corriente eléctrica.
 - b) La imagen no se puede observar directamente porque nuestro ojo no puede observar un flujo de electrones, por lo tanto, se hace incidir este flujo en la pantalla de un televisor y se observa la imagen que en él se forma.
- El número de aumentos es la relación entre la medida de la imagen y la medida real del objeto.
 - El número de aumentos de un microscopio óptico se define como:

$$NA = \frac{\text{medida de la imagen}}{\text{medida real}}$$

Por lo tanto, la medida mínima que ha de tener una estructura celular para poder observarla con un microscopio óptico de 1000 aumentos será:

$$1000 = \frac{0,2 \text{ mm}}{\text{medida real}}$$

$$\text{medida real} = 0,0002 \text{ mm} = \mathbf{0,2 \mu\text{m}}$$

- Las células eucariotas son aquellas que tienen núcleo, es decir, tienen su material genético rodeado por una doble membrana. Una célula eucariota es una estructura biológica constituida por membrana, citoplasma y núcleo.

Pág. 98

- Se sabía que los vegetales estaban constituidos por unas estructuras que recordaban las celdas de una colmena, que se denominaron células; que el color rojo de la sangre era debido a unas células rojas, los denominados glóbulos rojos; que en el esperma había unas células flageladas, los espermatozoides, y que había organismos constituidos por una sola célula, como por ejemplo los protozoos, las levaduras y las bacterias.
- En las imágenes A y B se pueden observar las siguientes estructuras: membrana, citoplasma y núcleo.

Pág. 99

- No son la forma de vida más pequeña posible porque no pueden reproducirse por sí solas, necesitan de los orgánulos de otra célula. No son la unidad morfológica de los seres vivos porque los seres vivos no están constituidos por virus.
- Quiere decir que la célula contiene toda la información sobre cómo construir su estructura y sobre cómo controlar su funcionamiento, y que es capaz de multiplicar esta información y transmitirla a las células hijas.

Pág. 100

$$\mathbf{5} \text{ En } \text{\AA}: 0,25 \mu\text{m} \cdot \frac{10000 \text{\AA}}{1 \mu\text{m}} = \mathbf{2500 \text{\AA}}$$

$$\text{En nm: } 0,25 \mu\text{m} \cdot \frac{1000 \text{ nm}}{1 \mu\text{m}} = \mathbf{250 \text{ nm}}$$

$$\mathbf{6} \quad 500000 \text{ daltons} \cdot \frac{1 \text{ g}}{6,023 \cdot 10^{23} \text{ daltons}} \cdot \frac{10^{12} \text{ pg}}{1 \text{ g}} = \mathbf{8,301 \cdot 10^{-7} \text{ pg}}$$

Pág. 101

- La variedad de formas depende de la estirpe celular a la que pertenezcan, de su edad y de su momento funcional.
- Las células prismáticas de los ejemplos corresponden a células de los epitelios. Su forma se debe a su función y a las tensiones que soportan debido a las uniones entre las células contiguas.

Pág. 102

- El volumen del citoplasma es el volumen total y el volumen del núcleo es el 8% del total ($V_n = 4000 \cdot 8/100 = 320 \text{ mm}^3$). Según esto, la relación nucleoplasmática es:

$$RNP = \frac{vn}{(vc - vn)} = \frac{320 \text{ mm}^3}{400 \text{ mm}^3 - 320 \text{ mm}^3} = \mathbf{0,0869}$$

Pág. 103

- Los orgánulos celulares transductores de energía presentan una doble membrana, tanto los cloroplastos como las mitocondrias. La diferencia respecto al núcleo es que la doble membrana nuclear presenta poros que comunican el citosol con el nucleoplasma.
- Que ambos son estructuras rodeadas por membranas.

Pág. 104

- Los tilacoides de las cianobacterias son estructuras delimitadas por membranas que realizan la fotosíntesis con desprendimiento de oxígeno. Sin embargo, los clorosomas del resto de bacterias son estructuras delimitadas por paredes proteicas que realizan la fotosíntesis sin desprender oxígeno.
- A diferencia del ADN bacteriano, el ADN de las arqueobacterias está asociado a histonas, igual que en las células eucariotas.

Pág. 107

- El nucléolo está constituido básicamente por proteínas y ARN. Sintetiza el ARN nucleolar (ARNn), que se convierte en los diferentes ARNr imprescindibles para la formación de los ribosomas. Puede haber más de uno por célula y será de mayor tamaño cuanto más actividad tenga la célula, ya que precisará de mayor número de proteínas y, por tanto, de ARNr.
- Porque se ve desplazado por la gran vacuola central que presentan este tipo de células.
- Los orgánulos y estructuras exclusivos de las células vegetales son los cloroplastos y la pared celular.

Las vacuolas no son orgánulos exclusivos de las células vegetales, ya que también las poseen las células animales, pero son más pequeñas y ocupan un menor volumen celular.

Pág. 108

- 17 Un colorante vital como, por ejemplo, el azul de metileno que permite observar estructuras vivas.

Pág. 110

SABER HACER

- 18 La hematoxilina es un colorante básico. Al ser colorante básico, se unirá a estructuras ácidas como, por ejemplo, los ácidos nucleicos del núcleo. También se ha empleado eosina.
- 19 Es bueno para observar las estructuras ácidas de las células como los núcleos celulares que contienen ácidos nucleicos con abundantes radicales ácidos, a los que se une el colorante.
- 20 Se han deshidratado porque, en este caso, el medio empleado en el montaje es hidrófobo.
- 21 Sí, dado que al realizar el montaje de la preparación, el medio de montaje se consolida y permite obtener una preparación definitiva.

Pág. 111

SABER HACER

- 22 Tejido muscular estriado.
- 23 La parafina fundida es un líquido apolar y el agua (muy abundante en los tejidos biológicos) es un líquido polar, por lo que, los dos líquidos son inmiscibles y, por tanto, la parafina no penetraría en el interior del tejido biológico.
- 24 El planchado consiste en introducir las muestras cortadas con el micrótopo en agua corriente templada para conseguir que se extiendan.
- 25 Los cortes se hidratan antes de teñirlos porque, al contrario que la parafina, los colorantes son acuosos.

Pág. 113

- 26 Si se compara el poder de resolución del ojo humano (100 μm) con el del microscopio óptico (0,2 μm) y con el del microscopio electrónico (4 \AA), se deduce que:

- El microscopio óptico puede aumentar la resolución del ojo unas 500 veces:

$$100 \mu\text{m} / 0,2 \mu\text{m} = 500$$

- El microscopio electrónico puede aumentar la resolución del microscopio óptico también unas 500 veces:

$$2000 \text{\AA} / 4 \text{\AA} = 500$$

Pág. 114

PARA REPASAR

- 27 a) Robert Brown.
b) Rudolf Virchow.
- 28 Pensaba que las células se podían formar por agregación de orgánulos. Por ejemplo, un núcleo inicial se iba recubriendo de orgánulos hasta formar una célula.
- 29 Los ribosomas se descubrieron gracias al perfeccionamiento del microscopio electrónico en 1952, que aplicado en microbiología, permitió también el descubrimiento de otras estructuras, como los lisosomas, los peroxisomas o las vesículas sinápticas.
- 30 $1 \text{ mm} = 10^3 \mu\text{m} = 10^6 \text{ nm} = 10^7 \text{\AA}$.
 $1 \text{ g} = 10^{12} \text{ pg} = 6,023 \cdot 10^{23} \text{ daltons}$ o uma.
- 31 Por la fuerza de cohesión entre las moléculas de agua.
- 32 $V = \frac{4}{3} \pi r^3$; $4 \cdot 10^{-6} \text{ mm}^3 = \frac{4}{3} \pi r^3$; $3 \cdot 10^{-6} \text{ mm}^3 = \pi r^3$;
 $0,95492 \cdot 10^{-6} \text{ mm}^3 = r^3$; $r = 9,847 \cdot 10^{-3} \text{ mm}^3$;
 $r = 9,847 \mu\text{m}$.
- 33 Siendo r el radio del núcleo, el radio celular será $r_c = 5r$ (5 veces mayor que el radio del núcleo). Según esto:

$$RNP = \frac{vn}{(vc - vn)}$$

$$RNP = \frac{\frac{4 \pi r^3}{3}}{\frac{4\pi(5r)^3}{3} - \frac{4 \pi r^3}{3}} = \frac{4 \pi r^3}{4 \pi \cdot 124 r^3} = \frac{1}{124} = 0,008$$

- 34 a) Porque un aumento de volumen en una célula globular no está acompañado de un aumento proporcional de su superficie, sino que a medida que aumenta el volumen celular disminuye la relación superficie/volumen. Esto lleva a una situación en la que la superficie resulta insuficiente para permitir la entrada y salida de todas las sustancias que precisa la célula. Por otro lado, como la cantidad de ADN no aumenta, se puede llegar a un volumen citoplasmático tal, que el ADN sea incapaz de controlar.
- b) Una forma globular puede indicar que la célula es joven, porque para evitar el problema antes mencionado, la mayoría de las células, a medida que aumentan de volumen adquieren formas aplanadas o filiformes para mantener constante su relación superficie/volumen.
- 35 a-5; b-1; c-6; d-2; e-4; f-3; g-7; h-10; i-8; j-9.
- 36 La célula A es una célula animal. 1: aparato de Golgi, 2: vesícula de secreción, 3: centriolos, 4: cromatina, 5: cilios; 6: ribosomas, 7: peroxisoma, 8: retículo endoplasmático liso, 9: mitocondria, 10: poros nucleares, 11: retículo endoplasmático rugoso, 12: membrana plasmática, 13: flagelo y 14: nucléolo.
- La célula B es una célula vegetal. 1: nucléolo, 2: poros nucleares, 3: centrosoma, 4: cromatina, 5: membrana plasmática, 6: pared celular, 7: plasmodesmo, 8: vacuola,

9: ribosomas, 10: retículo endoplasmático rugoso, 11: aparato de Golgi, 12: vesícula de secreción, 13: citoesqueleto, 14: cloroplastos, 15: retículo endoplasmático liso y 16: mitocondria.

- 37** El sistema endomembranoso es el conjunto de estructuras membranosas intercomunicadas y de vesículas aisladas derivadas de ellas. Lo forman el retículo endoplasmático liso y rugoso, el aparato de Golgi, las vacuolas, los lisosomas, los peroxisomas y los glioxisomas.

Este sistema está presente en todas las células eucariotas. Las estructuras que lo componen se encuentran en las células animales y vegetales excepto los glioxisomas, que solo se encuentran en las células vegetales y los lisosomas que solo se encuentran en las células animales.

Características de las células animales que no tienen las células vegetales	Características de las células vegetales que no tienen las células animales
Matriz extracelular Lisosomas Centriolos Cilios Flagelos Gránulos de reserva de glucógeno	Pared celular de celulosa Plasmodesmos Estructuras similares a los lisosomas Gránulos de reserva de almidón
Diferencias de tamaño	
Aparato de Golgi muy grande Vesículas (Vacuolas pequeñas) Núcleo central	Aparato de Golgi pequeño Vacuolas muy grandes Núcleo lateral

- 39** 1: oculares, 2: tubos ópticos de los oculares, 3: tambor o revólver, 4: objetivo, 5: platina, 6: diafragma, 7: fuente de luz, 8: pie o base, 9: columna, 10: tornillo micrométrico, 11: tornillo macrométrico y 12: brazo.
- 40** Que no se pueden distinguir dos objetos que estén a menos de 200 nm de distancia.

	Número máx. aumentos	Poder resolución	Tipo de imagen
Microscopio óptico (MO)	1200	0,2 μm	Se ven los colores si existen.
Microscopio electrónico de transmisión (TEM)	1000000	4 Å	Imagen proyectada en pantalla fluorescente, en blanco y negro y del objeto en dos dimensiones.

	Número máx. aumentos	Poder resolución	Tipo de imagen
Microscopio electrónico de barrido (SEM)	200000	200 Å	Imagen proyectada en pantalla fluorescente, en blanco y negro, y del objeto en tres dimensiones.

- 42** Un microscopio electrónico.

Pág. 115

PARA PROFUNDIZAR

- 43** La bacteria de la imagen mide aproximadamente 9 cm, como la micrografía está hecha a 30000 aumentos, la medida real es 30000 veces más pequeña, es decir:
Medida aparente (MA) = Medida real (MR) · Número de aumentos ; $90 \text{ mm} = \text{MR} \cdot 30000$; $\text{MR} = 0,003 \text{ mm} = 3 \mu\text{m}$.
- 44** R. L.
- 45** Se trata de cilios celulares. La imagen A es un *Paramecium* observado con un microscopio óptico. La imagen B es un *Paramecium* observado con un microscopio electrónico de barrido (*scanning*) y la imagen C es una sección longitudinal de un cilio (ultraestructura) observado con un microscopio electrónico de transmisión.

Pág. 117

CIENCIA EN TU VIDA

- 46** El poder de resolución es directamente proporcional a la apertura numérica, y esta lo es a los rayos de luz que inciden en la muestra. Por lo tanto, cuantos más rayos incidan, más clara es la imagen y mayor será el poder de resolución.
La longitud de onda del flujo de electrones, que se utiliza en los microscopios electrónicos, es más pequeña que la longitud de onda del flujo de fotones de la luz visible, que se emplea en los microscopios ópticos. Esto implica que, con el flujo de electrones se consigue un mayor aumento. Con este tipo de microscopía se pueden observar estructuras subcelulares, es decir, más pequeñas que una célula.
- 47** En la microscopía de fluorescencia confocal. Consiste en un microscopio de fluorescencia que emplea como fuente de luz un láser y en el que se ha añadido un colimador que impide que llegue luz procedente de distintos planos. La luz pasa por toda la superficie del objeto y los datos se vuelcan en un programa informático que realiza la reconstrucción tridimensional del mismo.

- 48** Es un colorante fluorescente o fluorocromo empleado para ver ADN con un microscopio de fluorescencia. Los fluorocromos son sustancias que emiten luz al ser iluminadas con luz ultravioleta. Sus electrones captan la energía de la luz ultravioleta y ascienden a orbitales superiores, al regresar a sus orbitales originales, devuelven la energía absorbida en forma de radiación de menor longitud de onda.
- 49** La microscopía confocal emplea como fuente de luz un láser, de forma que todas las radiaciones tengan la misma longitud de onda y no se disperse. Este tipo de microscopio también presenta, a diferencia del de fluorescencia, un colimador que impide que llegue luz de planos diferentes al que se está enfocando.
- 50** Por inmunofluorescencia suelen observarse proteínas, principalmente anticuerpos. En microscopía óptica se emplea una sustancia fluorescente o colorante como marcador, y en microscopía electrónica, una sustancia con un metal pesado.
- 51** Los especialistas, antes de observar las células al microscopio las preparan y las procesan. A nivel celular se emplean técnicas de fijación e inclusión en resinas epoxi y acrílicas.