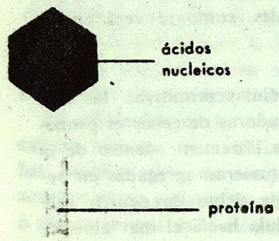
en estado inerte y luego penetrando de nuevo y siendo reactivados por otra célula pudieron ser los antepasados de los modernos virus. Actualmente los virus se comportan exactamente de esta manera. En primer lugar, están formados principalmente por ácidos nucleicos, siendo el otro único compuesto estructural una vaina externa de proteínas 2-13 Obsérvese, por tanto, que los virus no son ni células ni organismos; son mucho menos que células u organismos. En segundo lugar sabemos que por lo menos algunos virus son fragmentos desprendidos de una masa de ácidos nucleicos de una célula. Tales fragmentos estimulan la célula a elaborar mantos proteicos a su alrededor. Los virus así formados escapan de la célula huésped, desintegrándola a menudo en el proceso. Luego subsisten libres en el agua o en el aire. Sabemos, además, que todos los virus modernos son completamente inertes en estado libre y que únicamente se reactivan si penetran en otra célula. En tales infecciones un virus puede utilizar la organización de la célula huésped para la formación continuada de virus. Por lo tanto, los virus pueden considerarse como parásitos infecciosos y podemos observar que los primeros virus pudieron originarse tan pronto como existieron las primeras células.

Tipos de organismos. Entre los organismos unicelulares primitivos, dos tipos estructurales llegaron a tener una particular significación en la evolución ulterior. Como ya se ha mencionado brevemente, las primeras células poseyeron probablemente ácidos nucleicos formadores de genes suspendidos libremente. Con frecuencia estos compuestos se asociaron íntimamente con proteínas, formando complejos que en la actualidad denominamos *nucleoproteínas*. En algunas células descendientes de estas células primitivas, las nucleoproteínas se agregaron entre sí formando grumos sueltos. Luego, en cada célula uno de estos grumos quedó embebido dentro de la sustancia celular y en contacto directo con ella.

El grupo de organismos que presentó tal disposición celular interna puede designarse colectivamente con el nombre de *moneras*. Todavía en la actualidad existen representantes de este grupo; siendo las más conocidas de ellas las *bacterias* 2-14 Se desconoce con exactitud la ascendencia exacta de las modernas bacterias. Pero tanto en la estructura como en la función, las bacterias existentes en la actualidad se aproximan mucho a nuestra idea de cómo pudieron ser las primeras moneras. Puede concebirse fueran los antepasados de las modernas bacterias.



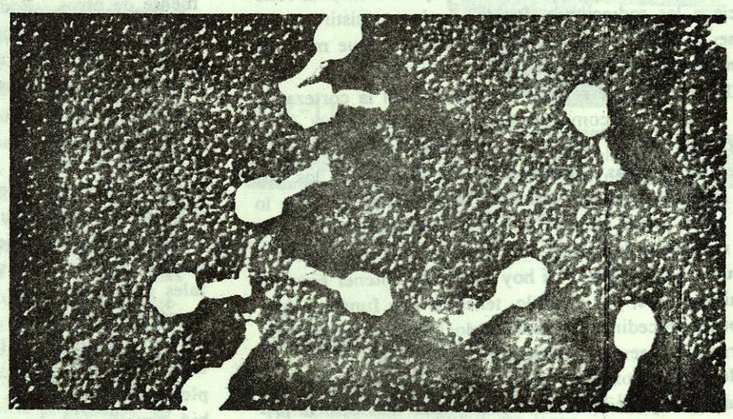


Fig. 2-13 **Forma y estructura de los virus actuales.** La fotografía corresponde a una micrografía electrónica de virus. Se conocen virus de muy diversas formas. El esquema muestra la composición típica de los virus, con el ácido nucleínico en el centro y la envuelta de proteína en el exterior. (Fotografía por cortesía del Dr. R. M. Herriott y del Dr. J. L. Barlow, Johns Hopkins University, y «J. Gen. Physiol.» vol. 36, pág. 17.)

Otro grupo actual, probablemente descendiente también de las primeras moneras, son las *algas verdeazules*. Estos organismos primitivos se asemejan en muchos aspectos a las bacterias, incluyendo la manera cómo las nucleoproteínas portadoras de los genes se disponen en su interior. Por consiguiente, podemos afirmar que las primeras células existentes sobre la tierra originarían probablemente un grupo primitivo de moneras el cual, a su vez, estaría constituido por los antepasados de las modernas moneras, representadas actualmente por las bacterias y las algas verdeazules.

A juzgar por estas formas vivas, las moneras desarrollaron cuatro de los cinco métodos de nutrición. Las algas azules son ampliamente fotosintéticas y las bacterias pueden ser fotosintéticas, lo mismo que quimiosintéticas, parásitas o saprofitas. Evidentemente, todos los métodos excepto la alimentación holotrófica, se desarrollaron en el grupo. Podemos también añadir que las moneras continuaron en conjunto siendo básicamente unicelulares. Algunas bacterias y muchas algas azules forman colonias de células, a menudo en forma de filamentos (ver capítulo 8), pero la mayoría basan todavía su éxito actual en las ventajas de la unicelularidad: tamaño microscópico, que permite una rápida reproducción, números enormes de individuos y distribución cosmopolita. Como es bien sabido, muchas clases de bacterias compiten incluso con el hombre con gran éxito.

En un segundo grupo importante de células, descendiente de las células más primitivas, los gránulos de nucleoproteína que contienen a los genes en cada célula se condensaron a su vez formando una masa central. Pero, además, alrededor de esta masa se formó una fina membrana con lo cual la nucleoproteína no estaba ya en contacto directo con el resto de la sustancia celular. Tal agregado de nucleoproteína incluido en una membrana dentro de una célula es lo que se llama actualmente *núcleo* celular. Las células primitivas que desarrollaron un núcleo diferenciado portador de genes pueden considerarse constituyendo colectivamente el grupo de los *protistas* fig. 2-15

Estos organismos están representados hoy por cuatro grupos principales, a saber, las *algas*, los *hongos*, los *mixomicetos* y los *protozoos*. Estos últimos son casi totalmente unicelulares. Pero en los tres primeros grupos, sólo los miembros más antiguos, los primitivos, son unicelulares, mientras que los tipos posteriores son diversamente pluricelulares. Forman colonias sencillas y complejas, y

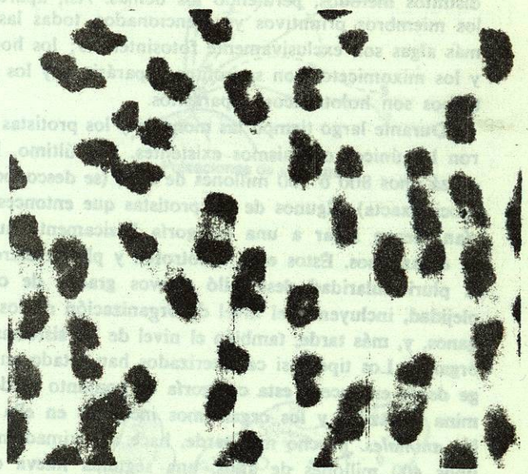
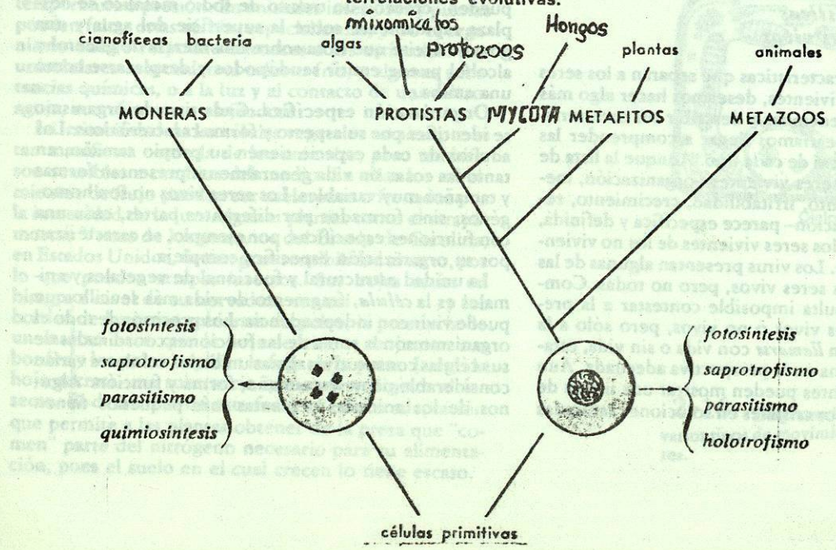


Fig. 2-14 **Ácidos nucleicos dispersos en una bacteria.** El nombre de la bacteria aquí representada es el de Escherichia coli. Algunas de las células se presentan como individuos aislados; otras están unidas formando cadenas. La coloración hace que los ácidos nucleicos aparezcan como formaciones oscuras. Obsérvese la dispersión de estas formaciones en la sustancia celular de una bacteria. (Cortesía de Society of American Bacteriologists, from A. G. Smith, «J. Bacteriol.», vol. 59, 1950.)

2-15 Las categorías principales de organismos y sus probables interrelaciones evolutivas.



en algunos casos altamente avanzados también forman tejidos. En cuanto a la nutrición se presentan cuatro métodos: fotosíntesis, holotrofismo, saprofitismo y parasitismo. La quimiosíntesis al parecer no evolucionó. Algunas de las algas primitivas unicelulares que viven hoy día, pueden obtener alimentos por dos o más de estos procedimientos. Por ejemplo, un individuo determinado puede fotosintetizar, o comer, o subsistir como saprofito. Esta múltiple capacidad puede haber sido bastante corriente entre los protistas primitivos. Muchos de los descendientes, sin embargo, sólo retienen uno o dos de los distintos métodos, perdiendo los demás. Así, aparte de los miembros primitivos ya mencionados, todas las demás algas son exclusivamente fotosintéticas; los hongos y los mixomicetos son saprofitos o parásitos, y los protozoos son holotróficos o parásitos.

Durante largo tiempo las moneras y los protistas fueron los únicos organismos existentes. Por último, hace quizá unos 800 ó 900 millones de años (se desconoce la época exacta), algunos de los protistas que entonces vivían dieron lugar a una categoría básicamente nueva de organismos. Éstos eran holótrofos y pluricelulares y la pluricelularidad desarrolló nuevos grados de complejidad, incluyendo el nivel de organización de los órganos, y, más tarde, también el nivel de los sistemas de órganos. Los tipos asi caracterizados han estado en auge desde entonces; esta categoría en conjunto se denomina metazoos y los organismos incluidos en ella son los *animales*. Mucho más tarde, hace aproximadamente unos 400 millones de años, una segunda nueva categoría fundamental evolucionó a partir de los antiguos protistas. Esta categoría es la de las metafitas y comprende a las *plantas*. Una notable cantidad de pruebas indican que los antepasados específicos de las metafitas fueron ciertas algas fotosintéticas pluricelulares. La fotosíntesis siguió siendo una característica de las plantas y la pluricelularidad llegó a ser tan compleja como en los animales; las metafitas poseen en todos los casos órganos y en los más avanzados también sistemas de órganos.

Podemos concluir deduciendo que el mundo viviente es hoy una colección de moneras, protistas, metazoos y metafitas. Como hemos visto, las moneras y los protistas realizaron su evolución independientemente y más o menos directamente desde las primeras células y de diferentes protistos salieron después los animales e, independientemente, en una época posterior, las plantas (véase fig. 2-15

En este capítulo hemos revisado las fases principales de la historia química primero y luego biológica de la Tierra De hecho, ningún punto de esta historia puede calificarse como de "origen" de la vida. La célula fue el producto más importante de los primeros 3.000 millones de años, pues fue el primer producto capaz de vivir. Pero los compuestos orgánicos más primitivos disueltos en el océano poseían ya las propiedades que finalmente tenían que hacer posible la vida. Estos compuestos, a su vez, debían sus características particulares a las propiedades de varios compuestos más sencillos. El potencial de la vida arranca como mínimo de los átomos individuales originarios, y el origen de la vida a partir de los átomos no fue sino una explotación, paso a paso, de sus propiedades.

CARACTERISTICAS DE LOS SERES VIVOS

Características de los seres vivos

Al tratar de las características que separan a los seres vivientes de los no vivientes, deseamos hacer algo más que simplemente mencionar y describir sus características distintivas; desearíamos llegar a comprender las bases químicas y físicas de cada uno. Aunque la lista de propiedades de los seres vivientes –organización, metabolismo, movimiento, irritabilidad, crecimiento, reproducción, y adaptación– parece específica y definida, la línea que separa a los seres vivientes de los no vivientes es bastante tenue. Los virus presentan algunas de las características de los seres vivos, pero no todas. Comprendiendo que resulta imposible contestar a la pregunta de si *son* seres vivos o no vivos, pero sólo a la pregunta de si deben *llamarse* con vida o sin vida, establecemos el problema en la perspectiva adecuada. Aun los objetos no vivientes pueden mostrar una u otra de estas propiedades. Los cristales en soluciones saturadas pueden "crecer", un trocito de sodio metálico se desplaza rápidamente sobre la superficie del agua y una gota de aceite que flota sobre una mezcla de glicerol y alcohol puede emitir seudópodos y desplazarse como una amiba.

Organización específica. Cada tipo de organismo se identifica por su aspecto y forma característicos. Los adultos de cada especie tienen su propio tamaño, en tanto las cosas sin vida generalmente presentan formas y tamaños muy variables. Los seres vivos no son homogénos, sino formados por diferentes partes, cada una con funciones específicas; por ejemplo, se caracterizan por su organización específica compleja.

La unidad estructural y funcional de vegetales y animales es la *célula*, fragmento de vida más sencillo que puede vivir con independencia. Los procesos de todo el organismo son la suma de las funciones coordinadas de sus células constitutivas. Estas unidades celulares varían considerablemente en tamaño, forma y función. Algunos de los animales y plantas más pequeños tienen

cuerpos de una sola célula; el cuerpo de un hombre o un roble, en contraste, está formado por incontables miles de millones de células unidas.

La célula misma tiene organización específica, pues todas tienen tamaño y forma característicos, por los cuales pueden ser reconocidos. La célula posee *membrana plasmática* que aísla la substancia viva del medio, y un *núcleo*, parte especializada de la célula, separada del resto por la membrana nuclear. Como veremos más adelante, el núcleo desempeña papel fundamental en la regulación de las actividades celulares.

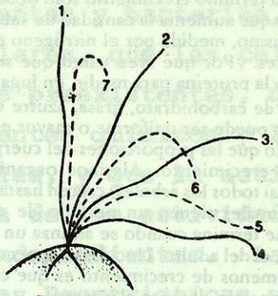
Los cuerpos de vegetales y animales superiores están organizados en formaciones de complejidad creciente; las células se disponen en *tejidos*, los tejidos en *órganos* y los órganos en *sistemas*.

Metabolismo. La suma de las actividades químicas de la célula que permiten su crecimiento, conservación y reparación, recibe el nombre de *metabolismo*.

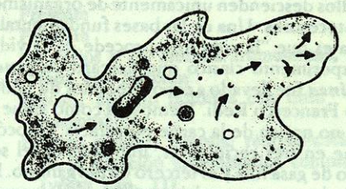
Movimiento. La tercera característica de lo viviente es su posibilidad de desplazarse. El movimiento de muchos animales no requiere comentario –ondulan, reptan, nadan, corren o vuelan. El movimiento de los vegetales es mucho más lento, menos fácil de observar, pero indudablemente existe. Algunos animales (esponjas, corales, ostras, ciertos parásitos) no cambian de lugar, pero están provistos de cilios o flagelos que agitan el ambiente vecino y en esta forma atraen alimentos y otras substancias necesarias a la vida. El movimiento puede ser resultado de contracción muscular, agitación de proyecciones celulares microscópicas parecidas a pelos llamados *cilios* o *flagelos*, o de expansión y retracción lentas de una masa de substancia celular *(movimiento amiboideo)* 2-16 El movimiento de flujo de la materia viva en las células de las hojas vegetales se denomina *ciclosis*.

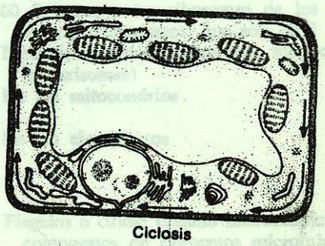
Irritabilidad. Los seres vivos son irritables, por lo que responden a estímulos y cambios físicos o químicos de su medio inmediato. Los estímulos que pueden producir una respuesta en casi todas las plantas y animales son cambios de color, intensidad o dirección de la luz, variación de temperatura, presión o sonido y cambios de la composición química de la tierra, el agua o el aire a su alrededor. En el hombre y otros animales superiores, algunas células del cuerpo están muy especializadas y responden a ciertos tipos de estímulos: los bastones y conos de la retina responden a la luz, algunas células de la nariz y los botones gustativos de la lengua a estímulos químicos, y las células especiales de la piel a cambios de temperatura o presión. En animales inferiores y plantas pueden faltar estas células especializadas, pero el organismo entero responde entonces a los estímulos. Los unicelulares responden al calor o frío, a algunas substancias químicas, o a la luz y al contacto de una microaguja, acercándose o alejándose.

La irritabilidad de las células vegetales no siempre es tan manifiesta como la de los animales, pero también son sensibles a cambios del medio. En ellas los movimientos de flujo pueden ser acelerados o frenados por la intensidad de la luz. Algunas plantas como el atrapamoscas Venus de los pantanos del Estado de Carolina, en Estados Unidos, tienen gran sensibilidad al tacto, por lo que pueden atrapar insectos. Sus hojas están en bisagra a nivel de su nervadura central , y los bordes de las hojas cubiertas de pelos; la presencia de un insecto hace que la hoja se cierre, se juntan sus bordes y los pelos impiden la fuga de la presa. Luego la hoja secreta una substancia que mata y digiere al insecto. El desarrollo de esta facultad es una adaptación que permite a las plantas obtener de la presa que "comen" parte del nitrógeno necesario para su alimentación, pues el suelo en el cual crecen lo tiene escaso.



Pulsaciones de un flagelo


Movimiento ameboide


Ciclosis

2-16 . Diagrama ilustrativo de varios tipos de movimientos celulares.

Crecimiento. El crecimiento, que es el aumento de masa celular, puede producirse por el *tamaño* de las células o su cantidad. El aumento de tamaño de la célula puede deberse a simple ingestión de agua, pero este aumento de volumen no suele considerarse como crecimiento. El término crecimiento sólo debe aplicarse a los casos en que aumenta la cantidad de substancia viva en el organismo, medida por el nitrógeno o las proteínas presentes. ¿Por qué cree usted que se emplea el nitrógeno o la proteína para medir, en lugar de utilizar la cantidad de carbohidrato, grasa, azufre o sodio? El crecimiento puede ser uniforme o mayor en unas partes, de modo que las proporciones del cuerpo cambian durante el crecimiento. Algunos organismos (por ejemplo, casi todos los árboles) crecen hasta su muerte. Muchos animales tienen un periodo de crecimiento definido que termina cuando se alcanza un tamaño característico, el del adulto. Uno de los aspectos notables de los fenómenos de crecimiento es que cada órgano sigue funcionando durante el mismo.

Reproducción. Si hay alguna característica que pueda considerarse *sine qua non* de la vida, es la de reproducirse. Como veremos los virus más simples no tienen metabolismo; no se mueven ni crecen, pero como pueden reproducirse y sufrir mutaciones casi todos los biólogos los consideran como seres vivos. Aunque en una época se pensara que los gusanos nacían de los pelos de caballos en los charcos, que las moscas brotaban de la carne en putrefacción, y las ranas del lodo del Nilo, sabemos ahora que todos ellos descienden únicamente de organismos similares antecesores. Una de las bases fundamentales de la biología es que "la vida sólo procede de la vida".

El experimento clásico que descartó la ***generación espontánea*** fue llevado a cabo alrededor de 1680 por el italiano Francesco Redi. Demostró como sigue que las moscas no nacían de la carne putrefacta; colocó trozos de carne en tres recipientes, uno abierto, el segundo cubierto de gasa fina y el tercero de pergamino. Los tres pedazos de carne se pudrieron, pero sólo aparecieron larvas en la carne del recipiente abierto. Se encontraron algunas larvas sobre la gasa del segundo recipiente, pero no sobre la carne; en la carne cubierta de pergamino, no había larvas. En esta forma Redi demostró que las larvas nacían de huevos puestos por moscas atraídas por el olor de dicha carne. Otras observaciones demostraron que las larvas se transformaban en moscas, que a su vez ponían más huevos, Louis Pasteur, unos 200 años más tarde, demostró que las bacterias no nacen por generación espontánea, sino que proceden de bacterias preexistentes. Los virus filtrables submicroscópicos no nacen de material no vírico por generación espontánea; la multiplicación de los virus exige la presencia de otros virus antecedentes.

Más adelante estudiaremos el problema del origen primigenio de la vida; es probable que hace miles de millones de años, cuando las condiciones químicas y físicas de la superficie de la Tierra eran muy distintas a las actuales, los primeros organismos vivos acaso nacieron de substancia inerte.

El fenómeno de la reproducción puede ser muy sencillo, como si un individuo se divide en dos . En muchos animales y vegetales requiere la producción de espermatozoides y óvulos especializados que se unen para formar el huevo fertilizado o cigoto, de donde se desarrolla el nuevo organismo. La reproducción de algunos parásitos comprende formas muy diferentes; cada una da lugar a la siguiente hasta que se completa el ciclo y aparece el adulto.

Adaptación. La propiedad de una planta o animal para adaptarse a su medio es la característica que le permite resistir a los cambios del medio. Cada especie puede adaptarse en un medio que le convenga o modificarse para resistir mejor al medio en que se encuentra. La adaptación puede comprender cambios inmediatos que dependen de la irritabilidad de las células o de las respuestas de los sistemas enzimáticos a inductores o represores , o ser el resultado de fenómenos de selección y mutación a largo plazo . Es evidente que un organismo aislado no puede adaptarse a todos los medios posibles, por lo que habrá lugares donde no pueda sobrevivir. La lista de factores que limitan la distribución de una especie es casi infinita: agua, luz, temperatura, alimento, rapaces, competidores, parásitos y otros muchos.

Células Procarioticas y Eucarioticas:

Uno de los conceptos generales más amplios y fundamentales en la biología es la teoría celular. En la actualidad esta teoría afirma que todo lo vivo, animales, plantas y bacterias, estan formados por células y productos celulares, que las células nuevas se forman de la división de células preexistentes, que hay parecido fundamental entre los componentes químicos y las actividades metabólicas de todas las células, y que la actividad de un organismo en conjunto es la suma de las actividades a interacciones de las unidades celulares independientes. Las células pueden ser de dos tipos, las llamadas Procarioticas y las Eucarioticas; las diferencias fundamentales de las mismas se describen en seguida.

Tabla 3.1 Comparación de la célula procariótica y eucariótica

	Procariotas	*Eucariotas*
Estructura y función nucleares:		
Membrana nuclear	Ausente	Presente
Nucléolo	Ausente	Presente
DNA	Molécula simple, no acomplejada con histonas	En varios o en muchos cromosomas, acomplejada con histonas
División	No hay mitosis	Mitosis; aparato mitótico con huso microtubular
Reproducción sexual	Proceso fragmentario; no hay meiosis; generalmente sólo se reorganizan porciones de la dotación genética (véase cap. 10)	Proceso regular; meiosis; reorganización de la dotación cromosómica completa (véase cap. 11)
Estructura y organización citoplasmáticas:		
Membrana plasmática	Generalmente carece de esteroles	Suelen estar presentes los esteroles
Membranas internas	Relativamente simples; mesosomas	Complejas; retículo endoplasmático; aparato de Golgi
Ribosomas	70 S	80 S, excepto los ribosomas de los mitocondrios y cloroplastos, que son 70 S
Orgánulos membranosos simples	Ausentes	Presentes: vacuolas, lisosomas, microcuerpos (peroxisomas)
Sistema respiratorio	Es parte de la membrana plasmática o del mesosoma; no hay mitocondrios	En los mitocondrios
Aparato fotosintético	En membranas internas o vesículas organizadas; no hay cloroplastos	En los cloroplastos
Formas de motilidad:		
Movimiento flagelar	Flagelos de tamaño microscópico; cada flagelo está compuesto de una fibra de dimensiones moleculares	Flagelos o cilios; tamaño microscópico; compuestos de elementos microtubulares dispuestos según un modelo característico de nueve exteriores dobles y dos centrales simples
Movimiento no flagelar	Motilidad deslizante	Corrientes citoplasmáticas y movimiento ameboide; movilidad deslizante
Microtúbulos	Probablemente ausentes	Extendidos: flagelos, cilios, corpúsculos basales, aparato del huso mitótico, centríolos
Tamaño	Generalmente pequeño, suele ser de < 2 µm de diámetro	Generalmente mayor, 2 µm a >100 µm de diámetro

* La constante de sedimentación es un parámetro físico de una partícula medido con una ultracentrífuga analítica, y es función del tamaño y forma moleculares. Las constantes de sedimentación se expresan habitualmente en unidades llamadas «Svedbergs», abreviado S, denominadas así por el científico sueco que fue pionero de la ultracentrifugación analítica. Si no se especifica otra cosa, la constante de sedimentación se mide en agua a 20 °C.

CAPILLA ALFONSINA