

Lente esférico
(con forma de
metra)

Sitio donde
se colocaba
el objeto a ser
observado

Perilla para
rotar el
objeto a ser
observado

Perilla para
poner a la
altura del lente
el objeto a ser
observado

Efraín J. Moreno

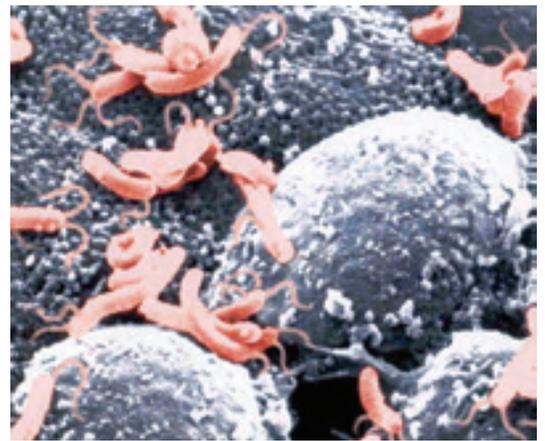
10 El mundo de los microorganismos

Antes del siglo XVII, los seres vivientes más pequeños que se conocían eran insectos diminutos, pero visibles. Nadie pensaba que existieran criaturas de tamaño tan pequeño que no pudieran verse. En 1676, el holandés Anton van Leeuwenhoek, utilizando microscopios contruidos por él mismo, observó por vez primera algo absolutamente desconocido: el mundo de los microorganismos.

Los microorganismos

Entre todos los seres vivos, los microorganismos constituyen el grupo más numeroso y paradójicamente el menos conocido. Ellos están presentes en todos los ambientes y son tan importantes que si no existieran, el resto de las formas de vida, incluyendo la especie humana, tampoco existiría. El término *microbio* es equivalente al de microorganismo, pero esta palabra tiene por lo general una connotación negativa. En todo caso, los microorganismos son un grupo realmente muy grande, del cual solo nos referiremos a las bacterias, los protozoarios, los virus y algo más: los arqueas, priones y viroides.

Una tarea interesante: aplica una pequeña encuesta a 10 de tus amigos y familiares acerca de lo que entienden por la palabra *microbio*; analiza la respuesta y determina si tiene una connotación positiva o negativa. Coloca el resultado en una tabla como la siguiente.



El *Helicobacter pylori* es un microbio que produce sustancias que inician la transformación maligna de las células estomacales, la principal causa de úlcera gástrica y del cáncer estomacal en humanos. Fuente: <http://cancerdoctor.wordpress.com/2009/06/19/el-microbio-del-cncer-helicobacter-pylori-parte-2/>

Persona encuestada	Análisis de la definición de microbio	
	Connotación positiva	Connotación negativa
1- Pedro		X

Borrelia, bacterias de la clase espiroqueta, causa enfermedades en humanos transmitidas principalmente por las garrapatas y piojos.



Staphylococcus aureus, bacteria que produce cambios en los alimentos haciéndolos peligrosos para su consumo.



Vibrio vulnificus, bacteria que vive en el agua causante del cólera y otras enfermedades.



Bacterias

Si dejáramos un pedazo de carne olvidado en la cocina, podríamos observar que transcurrido algún tiempo, este se torna descolorido y desprende un olor desagradable. La causa de que se haya descompuesto se debe a la acción de unos diminutos seres que conocemos como bacterias, de las cuales existen varias clases. Algunas parecen unos pequeños bastoncitos, son los llamados bacilos; otros, conocidos como *espirilos*, tienen forma de espiral o de tornillo. Muchas bacterias tienen forma de bolita (cocos) y otras, los *vibriones*, tienen la forma de una coma. Las formas bacterianas son tan pequeñas que para medirlas es necesario usar una unidad conocida como micra, que equivale a la milésima parte de 1 milímetro (una micra $\mu = 0,001$ mm).



¿Sabías que las bacterias son tan pequeñas que en una muela pueden vivir hasta mil millones de ellas? Por eso es tan importante cepillarse los dientes. Fotografía con microscopio de una muestra de placa bacteriana causante del mal aliento. Fuente: www.juanbalboa.com

Durante muchos años, las bacterias han sido clasificadas por su forma. A esta clasificación se sumó el resultado de la aplicación de una técnica de coloración bacteriana, que se denomina Tinción de Gram, en honor a su inventor, el médico danés Hans Christian Gram. Esta es una técnica en que se utilizan, de acuerdo a una secuencia dada, dos pigmentos: violeta de genciana y safranina. Las bacterias se clasifican Gram (+) si se tiñen del color violáceo del primer colorante, y Gram (-) si toman la coloración rosada de la safranina.

Bacterias Gram +



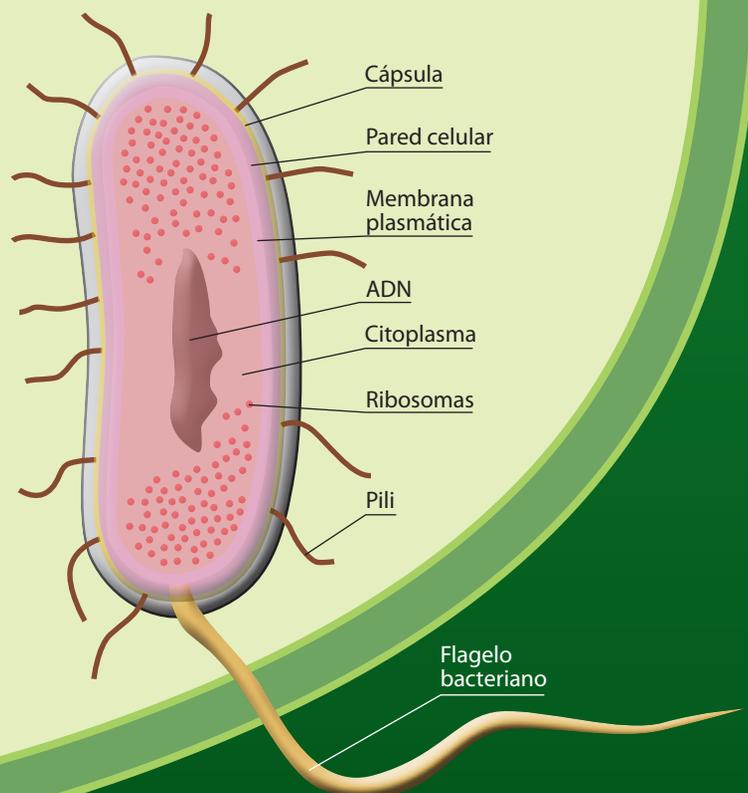
Bacterias Gram -



El estudio de las bacterias tuvo un gran auge gracias a los trabajos del químico francés Louis Pasteur (1822-1895), quien se conoce como el padre de la microbiología, y del bacteriólogo alemán Robert Koch (1843-1910), quien descubrió algunas bacterias responsables de enfermedades, entre ellas los bacilos de la tuberculosis y del ántrax, así como el vibrión del cólera. A este último científico se le atribuye el uso de medios de cultivo, que permiten que las bacterias formen colonias visibles a simple vista. Durante todo el siglo XX, se produjeron grandes avances en la microscopía de luz y en la microscopía electrónica, que permitieron conocer detalles de la célula bacteriana que la hacen notoriamente diferente de las otras células.

Las bacterias carecen de membrana nuclear (son procarióticas) y de organelos como *mitocondrias* y *cloroplastos*. Poseen una *pared celular* no celulósica, sino constituida por aminoazúcares como el ácido murámico y la glucosamina, y aminoácidos como el diaminopimélico, exclusivo de organismos procarióticos. Algunas bacterias presentan una cobertura gelatinosa conocida como *cápsula* y otras presentan *flagelos* que les facilitan el movimiento. Algunos tipos de bacilos forman *esporas*, capaces de resistir condiciones desfavorables para la vida de la bacteria.

Las bacterias se encuentran en casi todo tipo de ambiente. La mayoría de ellas viven a temperaturas cercanas a los 25 °C. Las bacterias tienen una gran variedad de hábitats: muchas viven en el suelo, en el agua o en materia orgánica en descomposición. Numerosas especies bacterianas invaden tejidos animales, incluyendo por supuesto los de seres humanos; otras crecen solo en tejidos vegetales. En buena parte de las ocasiones, la presencia de las bacterias pasa prácticamente desapercibida (por ejemplo en la mano); sin embargo, cuando la población bacteriana aumenta excesivamente y las defensas del cuerpo disminuyen, las bacterias se tornan peligrosas.



Alimentación

Para la mayoría de las bacterias (bacterias aerobias), el oxígeno es un gas vital, pero para ciertas especies el oxígeno es un gas tóxico (bacterias anaerobias). En cuanto a la fuente de carbono que utilizan para nutrirse, las bacterias se pueden clasificar en *autótrofas* y *heterótrofas*. Las bacterias autótrofas, como las cianobacterias, producen su propio alimento, el cual sintetizan a partir del dióxido de carbono (CO_2) utilizando como fuente de energía la luz o la oxidación de compuestos químicos inorgánicos como el ácido sulfhídrico.

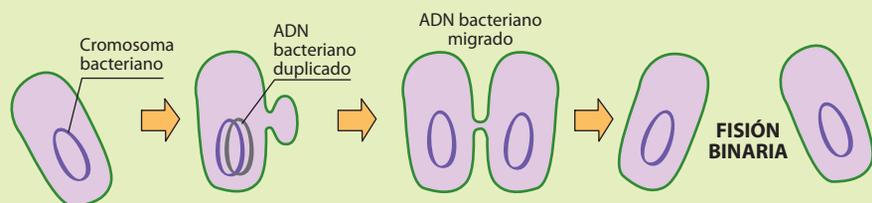
Las cianobacterias son muy abundantes en cualquier sitio húmedo. Se las ha encontrado en material fosilizado con una edad de más de 3.500 millones de años. Desde entonces y gracias a su metabolismo fotosintético particular, han venido liberando oxígeno a la atmósfera. Por esta razón se podría afirmar que la existencia de todos los organismos aerobios se debe en gran parte a las cianobacterias primitivas.

Muchas de las bacterias son heterótrofas (no producen su propio alimento) y obtienen el carbono de compuestos orgánicos a partir de materia orgánica muerta (bacterias saprófitas) o de seres vivos (bacterias parásitas). No hay una separación clara o definida entre bacterias autótrofas y heterótrofas; se habla más bien de una transición gradual entre formas bacterianas estrictamente autótrofas y de vida libre, hasta las que son heterótrofas y parásitas.



Fondo de pecera con cianobacterias por no tener un correcto sistema de filtrado.
Fuente: foro.acuarios.es/problemas-las-algas/36104-elimino-cianobacteria.html

Reproducción asexual

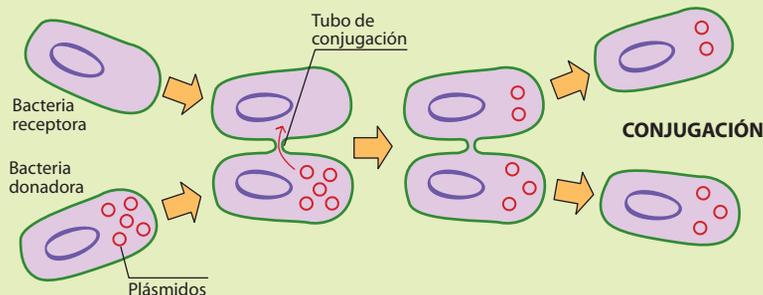


Un buen número de bacterias se reproduce de manera *asexual*, por **fisión** (división) celular, la cual ocurre rápidamente. De hecho, bajo condiciones óptimas de humedad, oxígeno y disponibilidad de nutrientes, cada 20 minutos una célula bacteriana como las de *Escherichia* o de *Spreptococcus*, puede dividirse para formar dos bacterias. Si estas condiciones se mantuviesen por mucho tiempo, la cantidad de bacterias sería astronómicamente grande. Sin embargo, esto no ocurre, ya que intervienen mecanismos limitantes de reproducción bacteriana, tales como la disminución de nutrientes, ataque de glóbulos blancos y anticuerpos, competencia por espacio y acumulación de sus propios desechos.

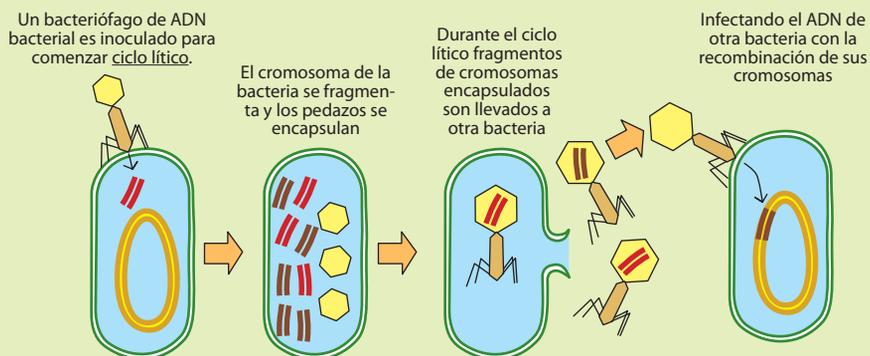
Reproducción parasexual

En ciertas circunstancias, las bacterias muestran un tipo de reproducción conocida como *parasexual*, que puede ser de tres tipos:

Conjugación, una bacteria donadora transmite un plásmido (una pequeña molécula de ácido desoxirribonucleico, ADN) a otra bacteria receptora.

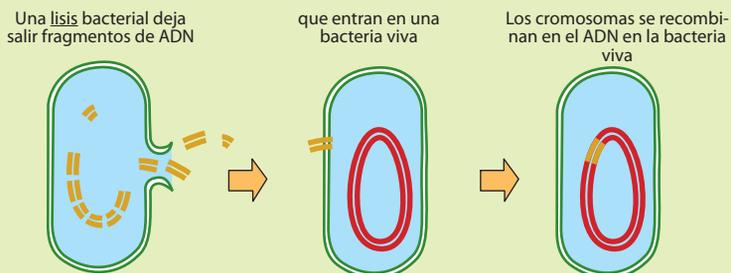


Transducción, un agente transmisor, por lo general un virus, transporta fragmentos de ADN de la última bacteria parasitada, introduciéndolos en la bacteria receptora.



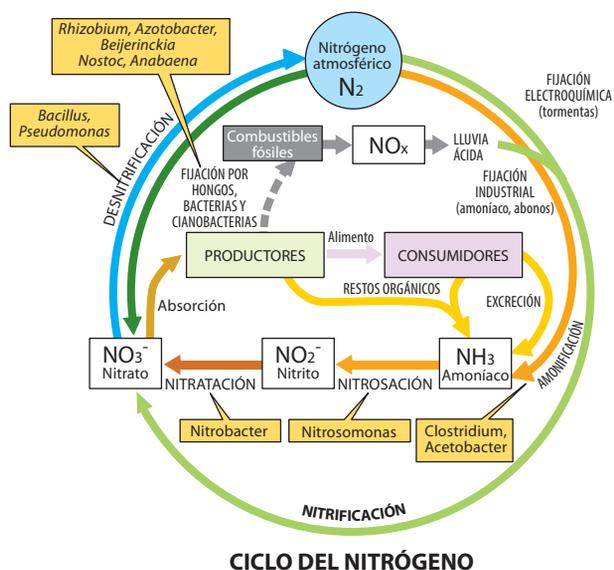
Reproducción

Transformación, una bacteria es capaz de introducir en su interior fragmentos de ADN que están libres en el medio, procedentes de la desintegración o lisis de otras bacterias.



Aspectos beneficiosos de las bacterias

Las bacterias tienen una gran capacidad para degradar materia orgánica; por tanto, se les considera los principales organismos «descomponedores» de las cadenas tróficas. Este es un rol de gran importancia, por cuanto las bacterias transforman la materia orgánica en inorgánica, la cual devuelven a la biosfera. Por otra parte, muchas especies bacterianas tienen una influencia especialmente destacada sobre la fertilidad del suelo, debido a su participación en el proceso de nitrificación. Entre ellas destacan las cianobacterias, que fijan el nitrógeno del aire, y las bacterias nitrificantes. Estas últimas intervienen de manera secuencial en el proceso de nitrificación, de acuerdo con el siguiente esquema: bacterias como *Nitrosomonas* convierten el amoníaco en nitrito ($\text{NH}_3 \rightarrow \text{NO}_2^-$); en tanto que las bacterias del género *Nitrobacter* convierten el nitrito en nitrato ($\text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}_3^-$), el cual es asimilable por las plantas.



CICLO DEL NITRÓGENO



La bacteria intestinal *Escherichia coli* secreta las vitaminas K y B_{12} , esenciales para la vida humana; asimismo, en los estómagos de las vacas viven bacterias que les facilitan la digestión de la celulosa contenida en el pasto, su principal alimento. Muchos alimentos como el yogur, la mantequilla y el queso son producto de la acción bacteriana sobre la leche. Varias especies bacterianas son productoras de antibióticos como la bacitracina y la estreptomina. Por último, la ingeniería genética usa *Escherichia* para la producción de insulina y bacterias como *Agrobacterium* para la creación de plantas transgénicas, valga decir, plantas a las cuales se les ha transferido genes de otra especie animal o vegetal.

Aspectos perjudiciales de las bacterias

Además de descomponer los alimentos, una pequeña parte de los cientos de especies bacterianas causan enfermedades en el hombre y otros animales, e incluso en las plantas. Enfermedades como la lepra, tuberculosis, sífilis, tétano, cólera, neumonía, y algunas molestias gastrointestinales son causadas por bacterias. Las infecciones bacterianas se tratan con antibióticos; sin embargo, el abuso de estos compuestos ha favorecido el desarrollo de cepas de bacterias resistentes a su acción.



El acné es una enfermedad inflamatoria de la piel que es causada por una infección bacteriana.

Los protozoos

Los protozoos son organismos unicelulares eucarióticos no fácilmente reconocibles como animales o plantas, pero bastante más grandes que las bacterias. Algunos de ellos son fotosintéticos. Por estas razones se les ha incluido en un reino aparte (protistas). Tienen una morfología curiosa, tanto que al microscopio algunos de ellos parecen pequeños monstruos que desplazándose rápidamente devoran todo lo que está a su alcance. Otros ni siquiera se mueven, pero engullen lo que pasa por su lado. Entre los protozoos hay organismos con cilios o pestañas (los ciliados), flagelos (los flagelados) y algunos que se mueven irregularmente mediante pseudópodos (los sarcodarios). Su anatomía también es compleja; algunos presentan estructuras como fotorreceptores, vacuolas pulsátiles y contráctiles, piezas bucales y secretoras (citopigio). Varios protozoos son parásitos e infestan a los seres humanos, entre ellos los tripanosomas (mal de Chagas), las giardias (giardiasis), las amibas (disentería amibiana), las leishmania (leishmaniasis).

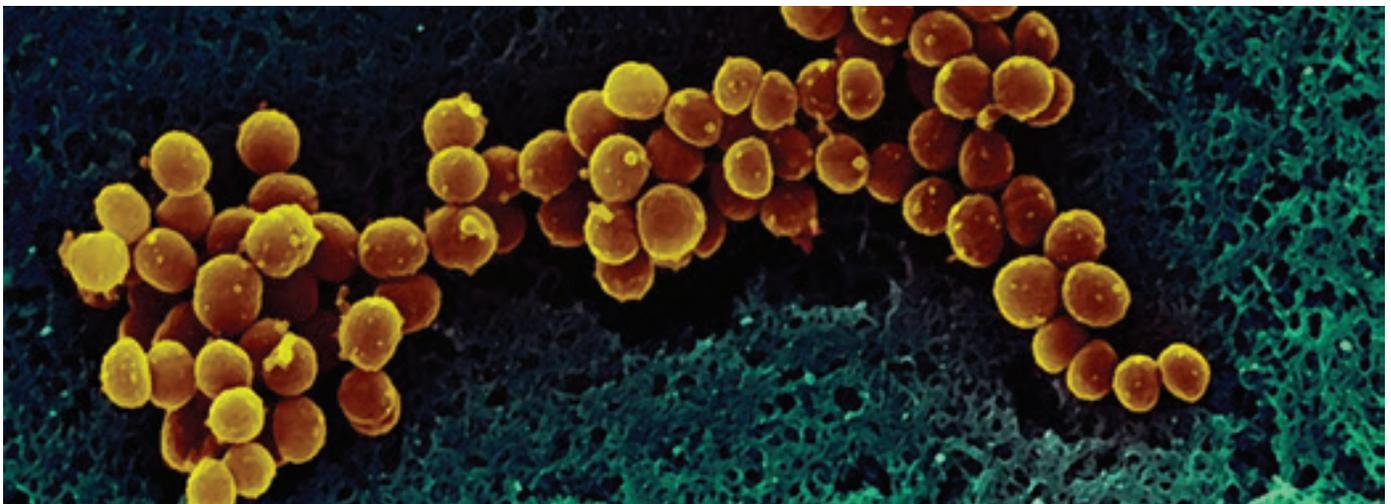


Las arqueas

Desde hace algunas décadas se ha comenzado a estudiar con marcado interés un grupo de microorganismos parecidos a las bacterias, tanto que se les ha llamado arqueobacterias (del griego arcai, antiguas) o arqueas. Estas formas de vida habitan ambientes muy inhóspitos como pantanos salobres, fuentes muy calientes o heladas, y ambientes sin oxígeno en general (ambientes extremos). Estudios recientes han descubierto que el ácido ribonucleico (ARN) ribosomal de las arqueas es más parecido al de los organismos eucarióticos que al de las bacterias. También se han encontrado diferencias importantes entre las bacterias y los arqueas:

- Pared celular: la pared de las arqueas no contiene peptidoglicanos (mureina).
- Membrana celular: hay diferencias en la composición de lípidos.
- Flagelos: hay diferencias en cuanto a composición y desarrollo.

Por ello, se ha colocado a los arqueas en un grupo diferente a las bacterias (dominio Archaea, reino Archaea).

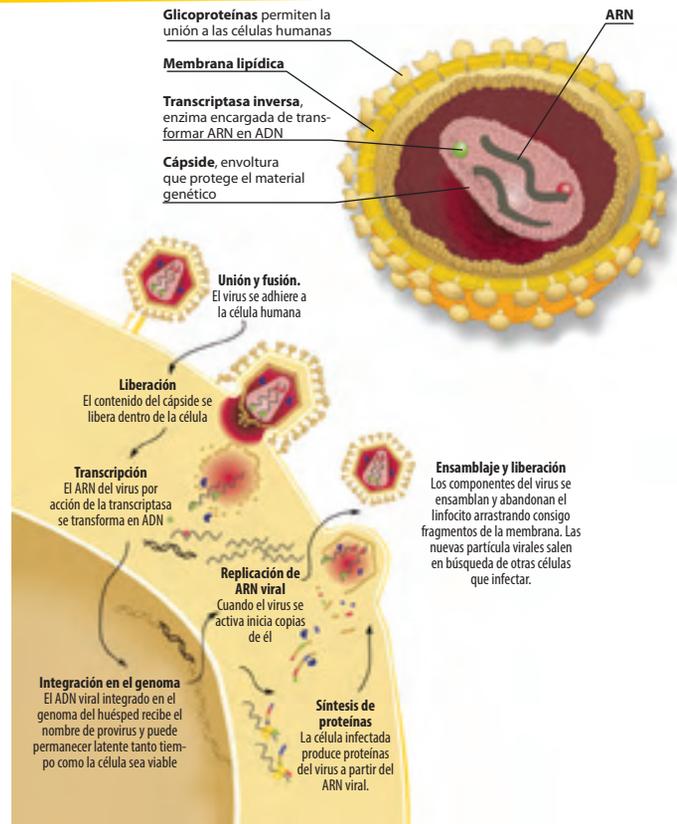


Los virus

La palabra virus suele ser muy utilizada entre personas que se sienten mal y lo manifiestan diciendo: «Debo tener un virus». Su uso es muy común entre los usuarios de computadoras, que ante una falla de estos equipos comentan: «Parece que tiene un virus». Estos virus tienen muy poco en común, pero dan la idea de una molestia de origen inespecífico, de rápida propagación y de tratamiento no siempre sencillo.

Un virus alejado de las células vivas que invade es inerte, no muestra actividad metabólica, no se multiplica y puede hasta cristalizarse. Sólo se reproduce dentro de las células del cuerpo que lo aloja (hospedante), aprovechando los sistemas enzimáticos de este, lo que produce más partículas virales idénticas a sí mismo, e incluso capaces de mutar. Un virus, a diferencia de la célula, nunca procede de un virus preexistente. Estos hechos alimentan la polémica acerca de si los virus son seres vivos o no.

Una tarea interesante: te invitamos a hacer una pequeña encuesta entre tus compañeros de estudio para conocer su criterio acerca de si los virus son seres vivos o no. Anota los datos obtenidos en las celdas correspondientes.



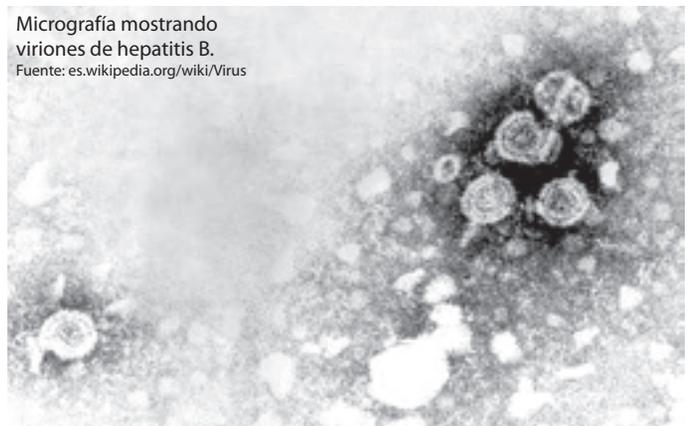
Treinta años después del primer caso de SIDA, la medicina no ha conseguido detener su avance. Los científicos estudian a fondo la estructura y el ciclo vital del Virus de la Inmunodeficiencia Humana (VIH) para detectar puntos de ataque que permitan cercarlo.

Fuente: <http://mundoinfografia.blogspot.com/2010/12/dia-mundial-de-la-lucha-contra-el-sida.html>

Persona encuestada	Los virus son seres vivos	Los virus no son seres vivos	No tengo opinión al respecto
1- Pedro			X

La composición química de los virus es muy sencilla y su tamaño es mucho más pequeño que el de otros agentes infecciosos. En general, tienen menos de 200 nanómetros de diámetro (1 nanómetro = 0,000000001 metro). No obstante su diversidad, los virus poseen una cápside (cubierta viral) formada por un número fijo de capsómeros, y una región central de ácido nucleico, ya sea ADN o ARN, pero no ambos. Adicionalmente, se podrían encontrar algunas proteínas enzimáticas.

Micrografía mostrando viriones de hepatitis B.
Fuente: es.wikipedia.org/wiki/Virus



¿Sabías que la gripe (no el resfriado común, sino la *influenza*) afectó, en la pandemia de Estados Unidos (1918-1919), a una de cada cinco personas y se cobró cerca de cuarenta millones de vidas? El virus era tan letal que muchos infectados morían en menos de un día. A pesar de tantos avances médicos, aún mueren cerca de un millón de personas al año en las epidemias de gripe que se presentan en casi todas partes del mundo.

Fuente: www.britannica.com/blogs/wp-content/uploads/2009/05/spanish-flu.jpg

Algo de historia

Desde épocas precristianas se sabe de enfermedades ocasionadas por virus, tales como la viruela, la poliomielitis y la rabia, aun cuando la causa de estas enfermedades era atribuida comúnmente a factores sobrenaturales. A fines del siglo XVII, Edward Jenner, médico inglés, aplicó una técnica inmunológica contra la viruela (la primera aplicada en la historia de la medicina), aunque no se sabía que esa enfermedad era de origen viral. Muchos años después, Louis Pasteur desarrolló una vacuna contra la rabia, utilizando una técnica de disminución gradual de la virulencia (atenuación), que fue modelo para la elaboración de otras vacunas antivirales.



¿Sabías que Louis Pasteur fue quien por vez primera utilizó las palabras «virus» y «vacuna»?

Al terminar el siglo XIX se observó que el agente causal de una enfermedad en las plantas de tabaco, conocida como «mosaico», pasaba a través de filtros de cerámica que retenían bacterias, lo cual hacía presumir la existencia de organismos aun más pequeños que las bacterias. En las dos primeras décadas del siglo XX, se tuvo el primer indicio de que los virus podrían estar asociados con algunas formas de cáncer y se descubrió que otros podían infectar y destruir células bacterianas. Estaríamos hablando de los conocidos bacteriófagos o popularmente «fagos», dados a conocer por Frederick Twort, microbiólogo inglés en 1915, y Felix d'Herelle, microbiólogo francés en 1917.

En los años treinta, con el uso de la microscopía electrónica se logró observar por vez primera a estos agentes infecciosos. En 1935, el científico Wendell Stanley logró cristalizar el virus del mosaico del tabaco, y encontró que dichos cristales también tenían capacidad infecciosa. Varios investigadores han recibido el Premio Nobel por sus trabajos con virus, entre ellos Francis Rous (1966), Salvatore Luria y Alfred Hershey (1969), Howard Temin y David Baltimore (1975).

Representación gráfica de los niveles de organización del virus mosaico que ataca las plantas de tabaco.

Fuente: fibernet.vanderbilt.edu/fiber/images/tmvshortmodel.html



Virus mosaico a través de microscopio electrónico. Fuente: www.agls.uidaho.edu/ebi/vdie/descr803.htm

Virus y enfermedades

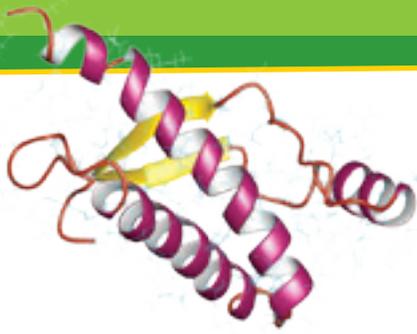
La lista de enfermedades producidas por virus en los seres humanos es realmente grande. Sólo por citar algunos ejemplos mencionaremos las siguientes: VIH-sida, sarampión, hepatitis, gripe, rabia, rubéola, algunos tipos de cáncer, algunas verrugas, herpes, varicela, poliomielitis y viruela. Esta última enfermedad ha sido afortunadamente erradicada.

Las enfermedades de las plantas cultivadas causadas por virus producen pérdidas económicas a menudo considerables, ya que disminuyen la calidad de los productos agrícolas. Entre los cultivos que suelen ser atacados por virus tenemos: tabaco, papa, maíz, tomate, pepino, caraotas, soya, arroz y caña de azúcar.

Entre las enfermedades producidas por virus en los animales, se encuentran: la peste aviar; la psitacosis (fiebre de los loros); la rabia y el moquillo, que afectan preferentemente a los perros; y la fiebre aftosa, que ataca al ganado vacuno. En el año 1997 se reportó en China un grave brote de gripe aviar, causada por un virus que afecta a aves y cerdos, pero que enfermó gravemente a seres humanos que tuvieron contacto con animales infectados. Esta enfermedad podría constituirse en una grave epidemia de no ser controlada.



Cadáver de pollo infectado por la gripe aviar en China colocado en bolsa para su posterior incineración. Fuente: www.physorg.com/news16266620.html

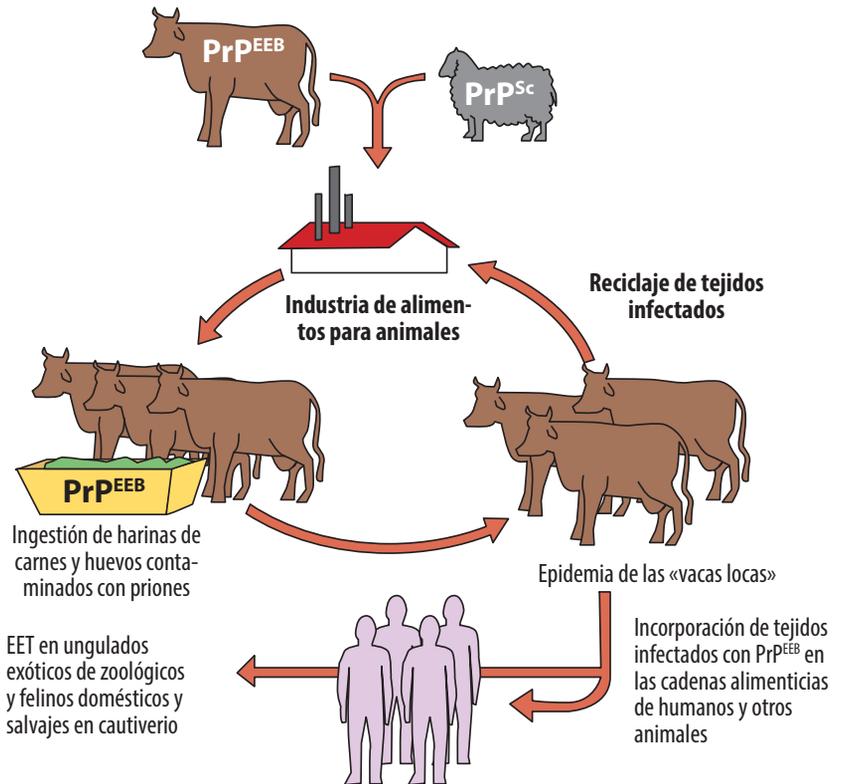


Los priones

Los priones son agentes patógenos tan diminutos que ni siquiera tienen genes propios. Son solo proteínas aisladas, pero que poseen la facultad de imponerles su estructura espacial a otras proteínas del mismo tipo, con lo cual provocan ciertas enfermedades degenerativas en el sistema nervioso central de mamíferos. Una de estas enfermedades conocida como el «síndrome de las vacas locas» (encefalopatía espongiforme bovina-EEB) provoca en el ganado vacuno serios desórdenes nerviosos que pueden ser transmitidos fácilmente a los seres humanos al comer carne infectada por priones causantes de dicho síndrome.

Origen de la epidemia de encefalopatía espongiforme bovina (EEB) o «enfermedad de las vacas locas» en el Reino Unido

1. Existencia de EEB endémica previa a la epidemia
2. Mutación de *novo* en el gen PrP de la vaca
3. Transmisión a partir del scrapie de las ovejas



Los viroides

Los viroides son moléculas de ARN, circulares y de una sola banda, consistentes de unos pocos cientos de nucleótidos y carentes de proteínas. Llegan a ser hasta mil veces más pequeños que los virus. Hasta hace poco, los viroides habían sido hallados solo en plantas en la que producen una variedad de enfermedades, pero ahora se sabe que infectan animales. Los viroides pueden transmitirse por simple contacto entre una planta infectada y una planta sana. Incluso pueden pasar de una generación a otra, en el caso que un grano de polen o un óvulo de una planta que contenga viroides pueda infectar luego de la fertilización a las plantas hijas. Entre las enfermedades ocasionadas por viroides se encuentran el tubérculo fusiforme de la papa y la exocortis de los cítricos.

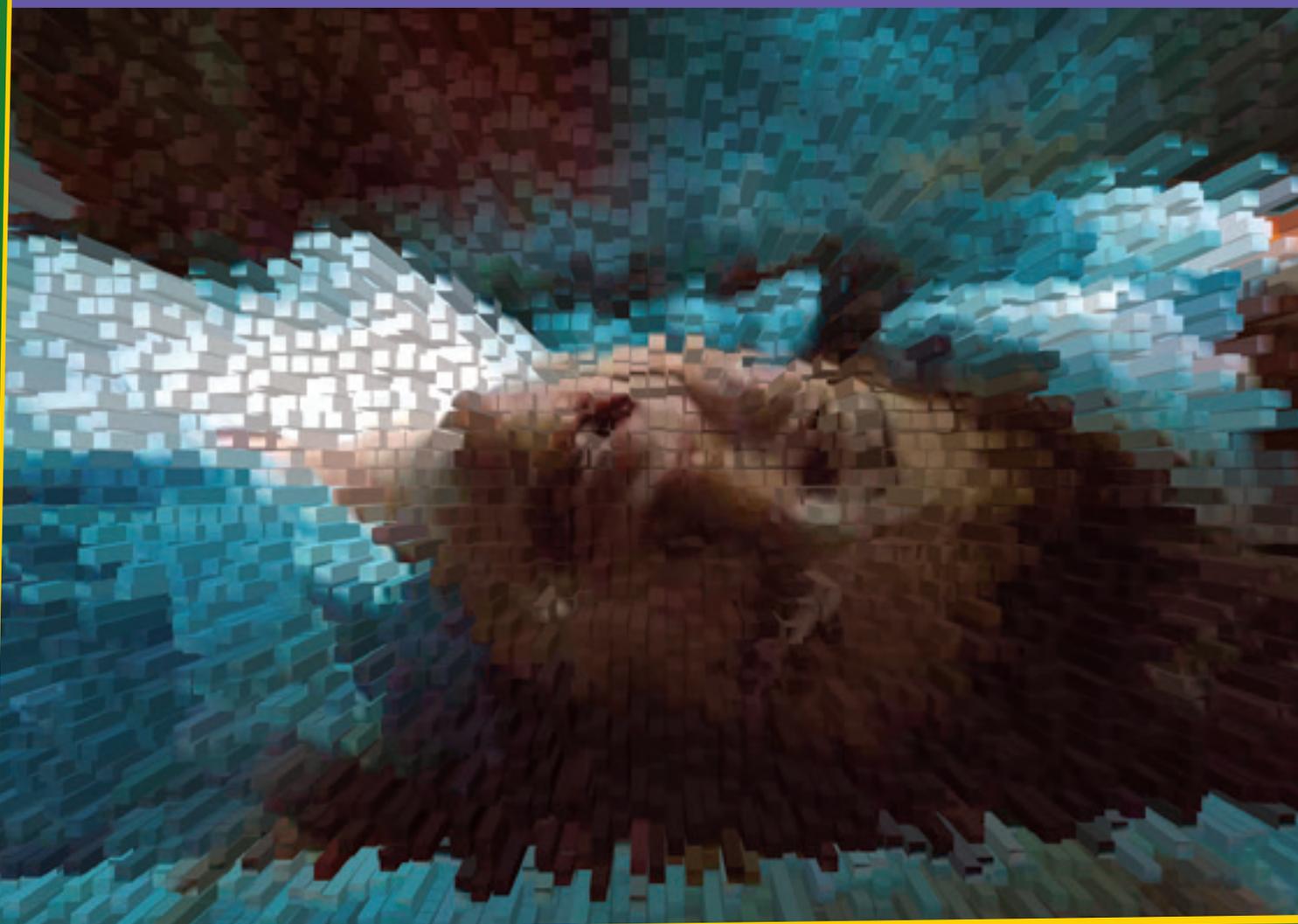


Las armas biológicas

Las armas biológicas son, por lo general, bacterias y virus utilizados en guerra para causar enfermedades altamente contagiosas en seres humanos, animales e incluso plantas. Entre los agentes infecciosos se encuentran las bacterias del ántrax, botulismo y gangrena, y entre los virus podría utilizarse como arma biológica los de la fiebre amarilla, sarampión y viruela. Los agentes usados en la guerra biológica pueden diseminarse a través del aire o del agua, y existen diferentes técnicas para enviarlos. Una bomba o un misil pueden liberar una nube cargada con el germen, el cual sería trasladado por el viento. Los agentes biológicos también pueden ser usados para contaminar los suministros de agua o alimentos. La amenaza que significa el uso de armas biológicas se ha incrementado notablemente gracias a la ingeniería genética, ya que la misma permite acentuar su potencialidad ofensiva y hacerlas mucho más peligrosas, con el agravante del desconocimiento de posibilidades terapéuticas efectivas contra esas infecciones.

¿Cuál es tu opinión acerca del uso de armas biológicas?

¿Conoces algunos casos recientes acerca del uso de armas biológicas?



José Vicente Scorza

El eminente zoólogo, parasitólogo y educador venezolano, Dr. José Vicente Scorza, nace en Caracas el 8 de julio de 1924. Desde muy joven se interesa por la docencia e ingresa a la Escuela Normal de Caracas, donde obtiene el título de maestro normalista y posteriormente, en el Instituto Pedagógico Nacional (IPN), logra en 1945 el título de profesor de Biología y Química. Estos títulos avalan la elevada calidad de su enseñanza, centrada en el desarrollo del espíritu investigativo e inquisitivo entre sus alumnos, tanto de educación media como universitaria.



tulo de doctor en Parasitología. Al regresar a Venezuela, se radica en Mérida y forma parte del equipo que creó la Facultad de Ciencias de la Universidad de Los Andes (ULA); posteriormente se establece en Trujillo, donde fundaría el Centro de Investigaciones José Witremundo Torrealba, nombrado así en honor a su amigo entrañable, ese prestigioso médico y docente prematuramente fallecido. En este centro desarrollarían líneas de investigación vinculadas a los insectos, los arácnidos

(Scorza fue uno de los primeros venezolanos en interesarse por los escorpiones) y los protozoos. Scorza tiene también entre sus méritos haber sido el primer decano electo de la Facultad de Ciencias de la ULA.

La disonancia entre los principios filosóficos que sustentaban la vida personal y profesional de Scorza, y los sistemas políticos prevalentes en los años cincuenta y sesenta, le causó frecuentes interrupciones en su labor docente en la educación media, hasta el punto de quedar cesante. Bajo estas circunstancias, Scorza desarrolla su afán por la investigación científica bajo el auspicio del sabio José Francisco Torrealba. En ese tiempo, ingresa a la Facultad de Ingeniería y obtiene en 1957 el título de licenciado en Ciencias. Muy poco tiempo después, al crearse la Facultad de Ciencias, Scorza se convierte en su primer director y al año siguiente es electo decano de la Facultad de Ciencias.

El trabajo incesante y creador de José Vicente Scorza le ha merecido el otorgamiento de varias distinciones, entre ellas el Premio Nacional de Ciencia, mención Ciencias Biológicas (1982), Premio Francisco de Venanzi de la ULA (1991), Premio Simón Bolívar (USB) en 1992, Doctor Honoris Causa de la ULA en 1993, Investigador emérito del Conicit en 1995.

Scorza fue profesor de Zoología y Parasitología en la UCV durante varios años y al final de los tumultuosos años sesenta, marcha a Inglaterra, donde obtiene el tí-

La vida y obra del profesor Scorza es digna de un guión cinematográfico. Aún hoy, a sus 86 años, sigue fiel a los principios de su juventud; por otra parte, continúa trabajando, enseñando y guiando como lo hizo siempre a las nuevas generaciones de científicos y estudiosos de la zoología y la parasitología en Venezuela.

Para saber más...

De Kruif, P. (2005). *Cazadores de microbios*. Grupo Editorial Tomo, México D.F.

Ganten, D., Deichmann, T., Spahl, T. (2005). *Vida, naturaleza y ciencia*. Edic. Taurus, México D.F.

Solomon, E.; Berg, L.; Martin, D. (2001). *Biología*. Edit. McGraw Hill, México D.F.

Stanier, R.; Ingraham, J.; Whelis, M. y Painter, P. (1996). *Microbiología*. Edit. Reverté, Barcelona.