



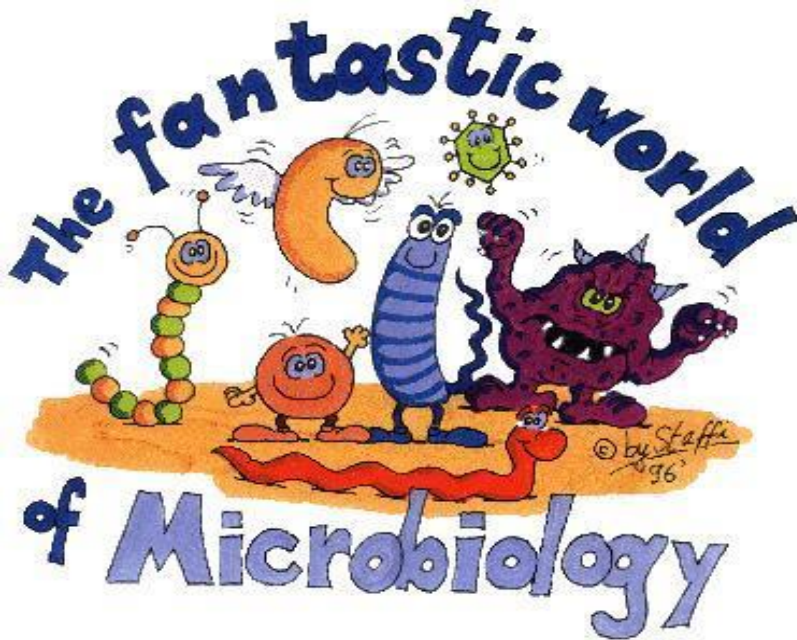
# Tema 13. Microbiología

## 13.1 Generalidades: Virus y bacterias<sup>PAU</sup>



Germán Tenorio

Biología NS-Diploma BI



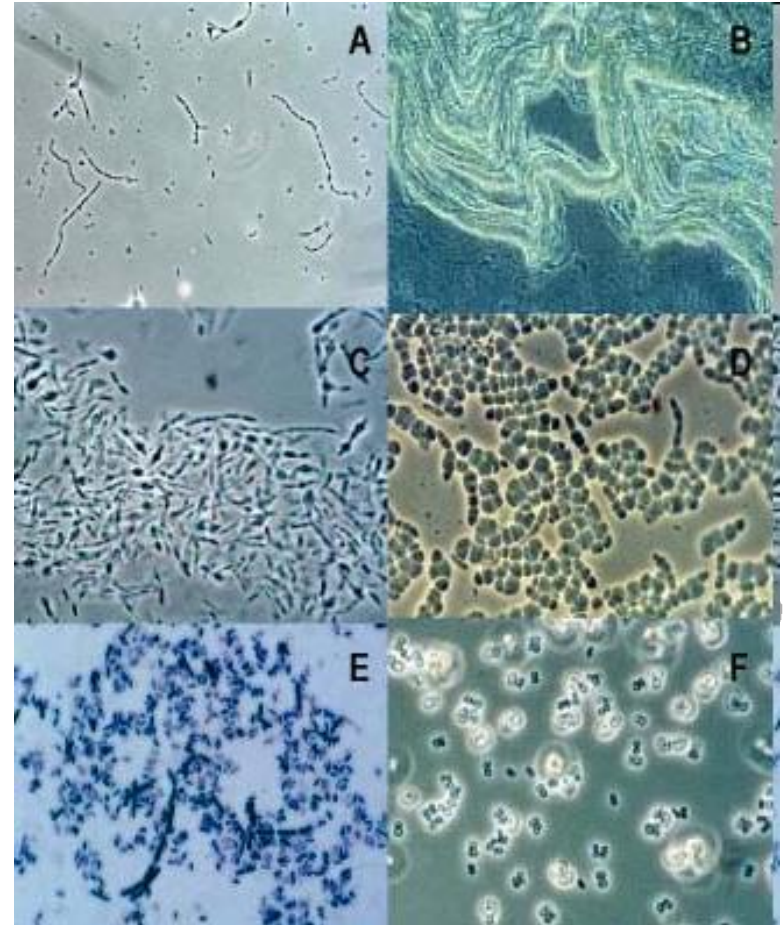
**Idea Fundamental:** Los microorganismos son un grupo heterogéneos de seres vivos que se caracterizan por su tamaño microscópico.





## Diversidad de microbios<sup>DP/PAU</sup>

- Los microbios son sorprendentes, entre otras cosas por:
  - Constituyen el 50% de la biomasa existente en el planeta Tierra.
  - Reciclan toneladas de materia orgánica.
  - Utilizan distintas formas de nutrición.
  - Junto con sus enzimas están implicados en la elaboración de una gran cantidad de productos cotidianos.
  - Son responsables de la mayoría de las enfermedades infecciosas.



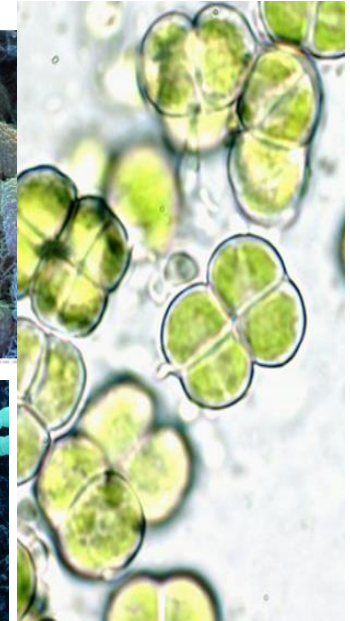
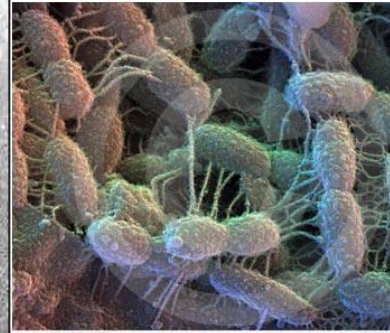
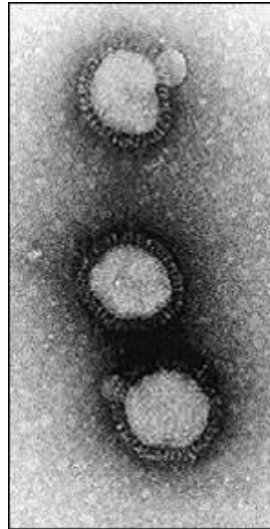
*in Limn  
XXXXXXXXXX*



## Concepto de microorganismo<sup>DP/PAU</sup>

- La Microbiología estudia un enorme y diverso grupo de microorganismos formado por virus y otras partículas infectivas subvirales, bacterias, arqueobacterias, protistas (algas y protozoos) y hongos.
- Los **microorganismos** o microbios son un variado grupo de seres vivos que tienen como **característica común su pequeño tamaño**, no pudiendo ser percibidos por el ojo humano sin la ayuda de un microscopio.
- Son diversos en apariencia, metabolismo, fisiología y genética.

$$1 \text{ mm} = 10^3 \mu\text{m} = 10^6 \text{ nm} = 10^7 \text{ \AA}$$



XXXXXXXXXX



## Características de los microorganismos<sup>PAU</sup>

- Su pequeño tamaño determinan varias de propiedades biológicas importantes:
  - El pequeño volumen de su citoplasma mantiene una gran superficie de contacto con el entorno, facilitando el intercambio de sustancias con el medio. **A medida que disminuye el tamaño, aumenta la relación superficie/volumen** (hombre  $0.3 \text{ cm}^2/\text{g}$  versus ameba  $400 \text{ cm}^2/\text{g}$ ).
  - Su pequeño tamaño hace que todos los puntos estén próximos, por lo que las pérdidas por dilución se reducen al máximo y **las reacciones metabólicas ocurren a gran velocidad**.
  - Debido a su rápido metabolismo, originan productos de desecho al exterior. Por tanto, **alteran** en poco tiempo **el medio en el que viven**.
  - Debido a su elevada tasa metabólica, se **multiplican** con gran rapidez.

en Limón  
XXXXXXXXXX



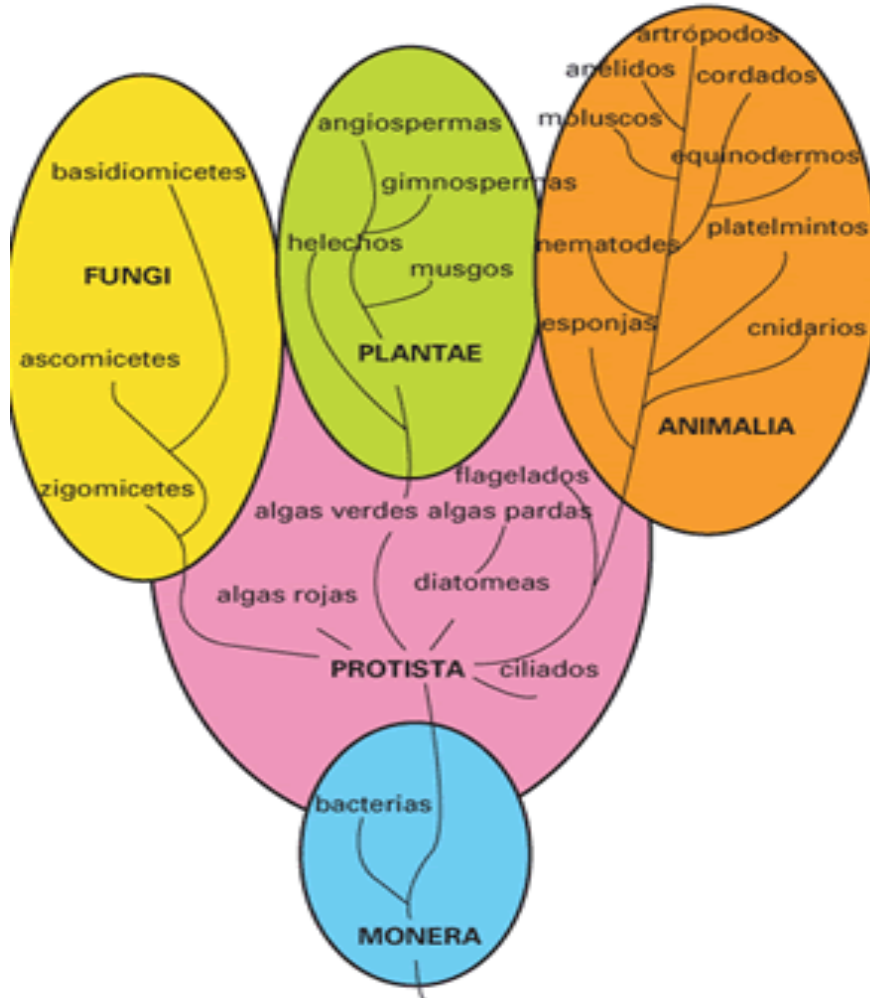
## Criterios para clasificar los microorganismos<sup>PAU</sup>

Característica	Virus	Bacterias	Algas	Protozoos	Hongos
<b>Presencia de estructura celular</b>	No acelulares	Si	Si	Si	Si
<b>Tipo de estructura celular</b>	-	Procariota	Eucariota	Eucariota	Eucariota
<b>Número de células</b>	-	unicelular	Unicelular/ pluricelular	unicelular	Unicelular/ pluricelular
<b>Tipo de nutrición</b>	-	Autótrofa/ heterótrofa	Autótrofa	Heterótrofa	Heterótrofa
<b>Tipo de División celular</b>	-	Bipartición	Mitosis	Mitosis	Mitosis
<b>Tamaño</b>	0.01-0.3 $\mu\text{m}$	1 $\mu\text{m}$	1 $\mu\text{m}$ - metros	10-100 $\mu\text{m}$	1 $\mu\text{m}$ - metros

*Handwritten notes:*  
en L. 100m  
XXXXXX



# Clasificación de los seres vivos: Los 5 Reinos<sup>DP/PAU</sup>



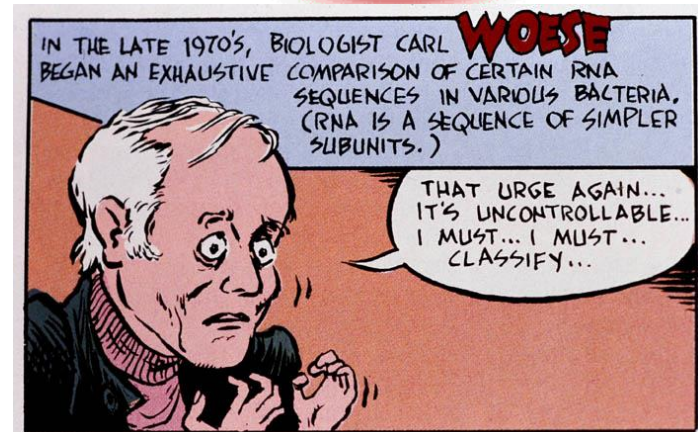
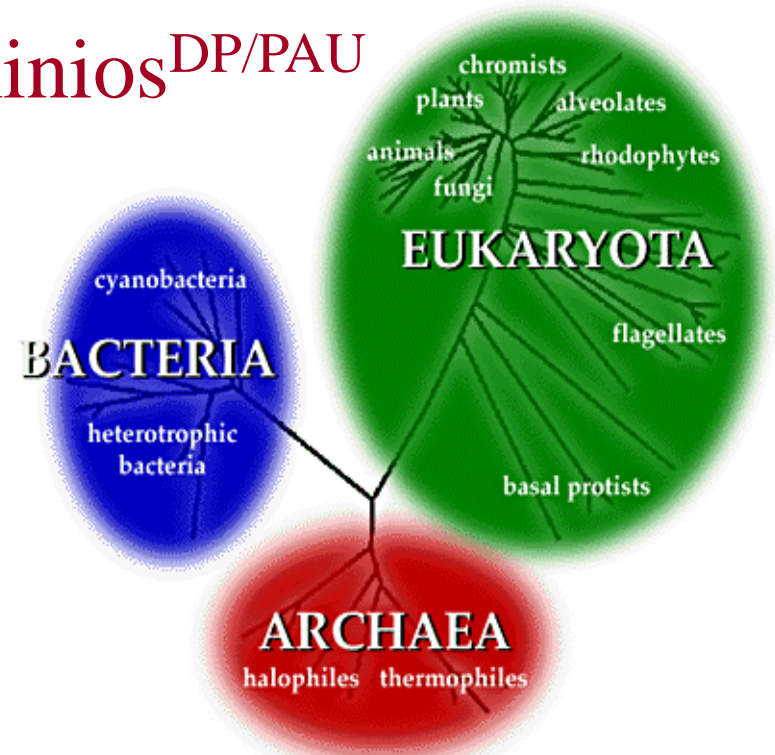
- En 1959 **Robert Whittaker** ideó un sistema de clasificación de los seres vivos basado en aquellas características que eran fácilmente observables (bioquímicas, morfológicas y metabólicas).
- Usando estas características obtuvo un sistema ampliamente aceptado para la organización de la vida que ha perdurado durante 30 años.
- Todos los seres vivos quedaban clasificados dentro de cinco grupos o reinos denominados Monera, Protista, Fungi, Plantae y Animalae.

XXXXXXXXXX



## Los tres dominios<sup>DP/PAU</sup>

- Otro científico, **Carl Woese**, intentó 30 años más tarde mejorar la precisión del sistema de clasificación a partir de los nuevos conocimientos obtenidos de la biología molecular.
- Observó que dentro de los propios procariontas existían **grandes diferencias en su ARNr 16S**, y que estas diferencias eran tan grandes como las existentes entre procariontas y eucariotas.
- Woese dividió entonces los procariontas en dos grupos, **Eubacteria** y **Archaea**, pasando a tener el nuevo modelo de clasificación de los seres vivos 3 dominios: Eukarya, Eubacteria y Archaea.

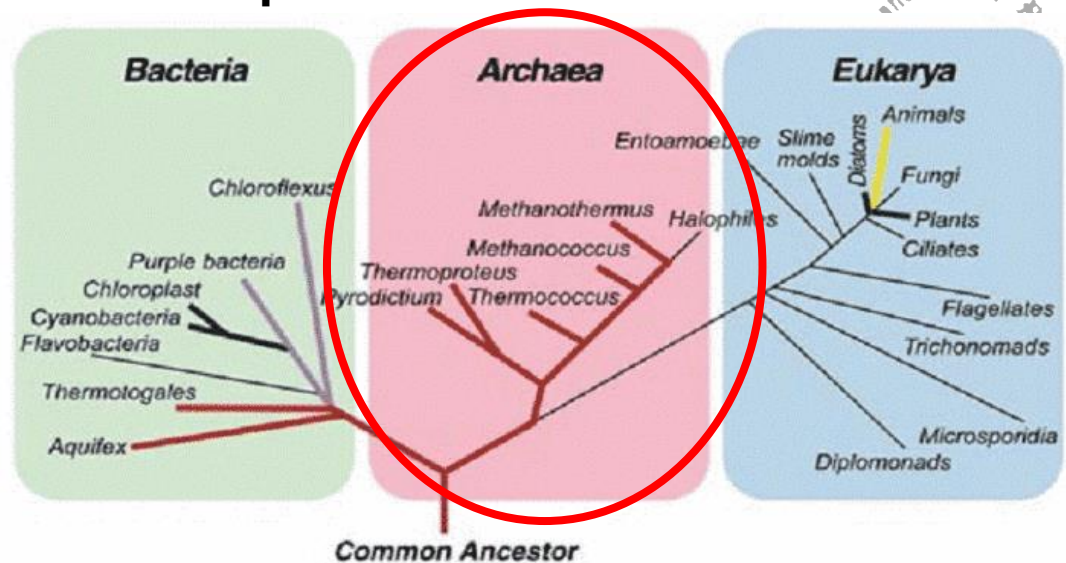




## Diversidad de hábitats del dominio Archaea<sup>DP/PAU</sup>

- Las bacterias pertenecientes al dominio Archaea se caracterizan por vivir en **ambientes extremos (bacterias extremófilas)**, donde las temperaturas son extremas, hay carencia de oxígeno o por ejemplo, la concentración salina es muy alta.
- Algunos científicos han teorizado que estas condiciones extremas son similares a las condiciones encontradas en la Tierra primitiva, por lo que estos organismos pueden ser descendientes de bacterias que vivieron bajo estas condiciones primitivas.
- Hay **tres grupos principales de arqueobacterias:**

- Metanógenas.
- Termófilas.
- Halófilas.

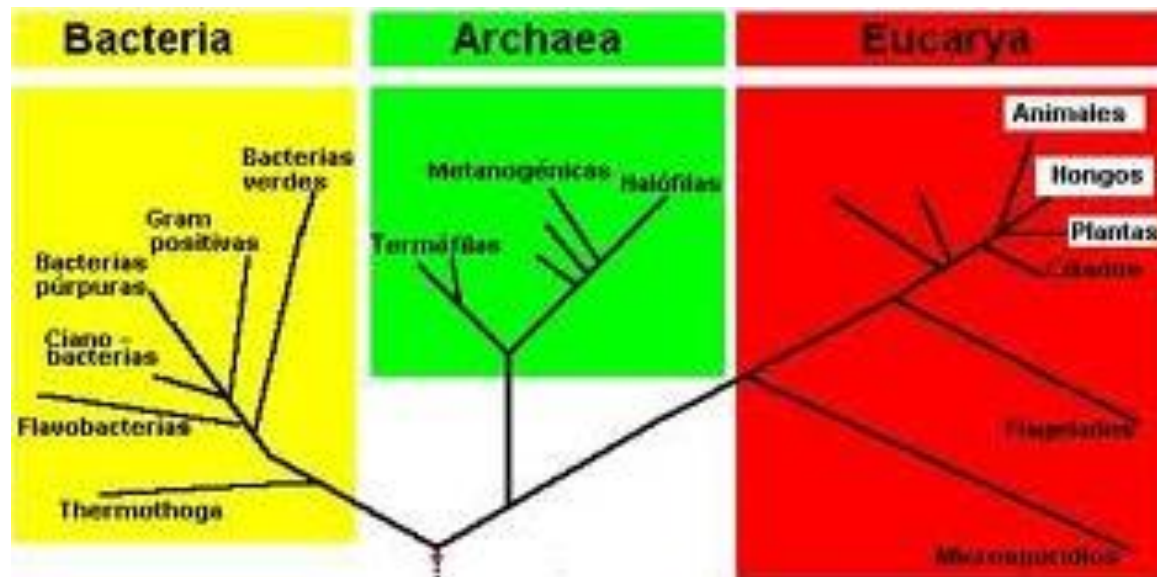






## Diversidad del dominio Eubacteria<sup>DP/PAU</sup>

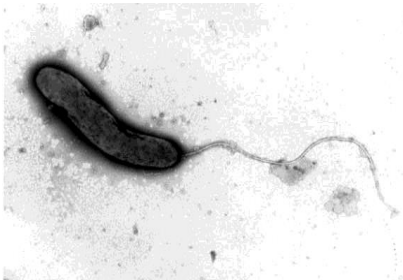
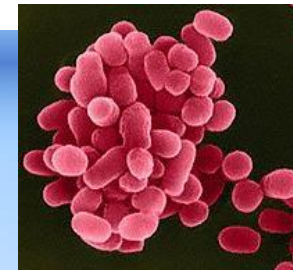
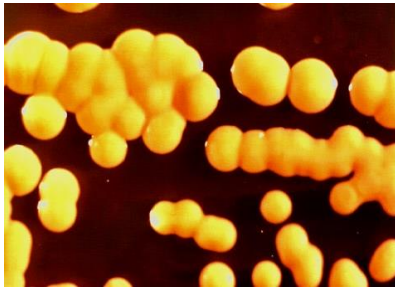
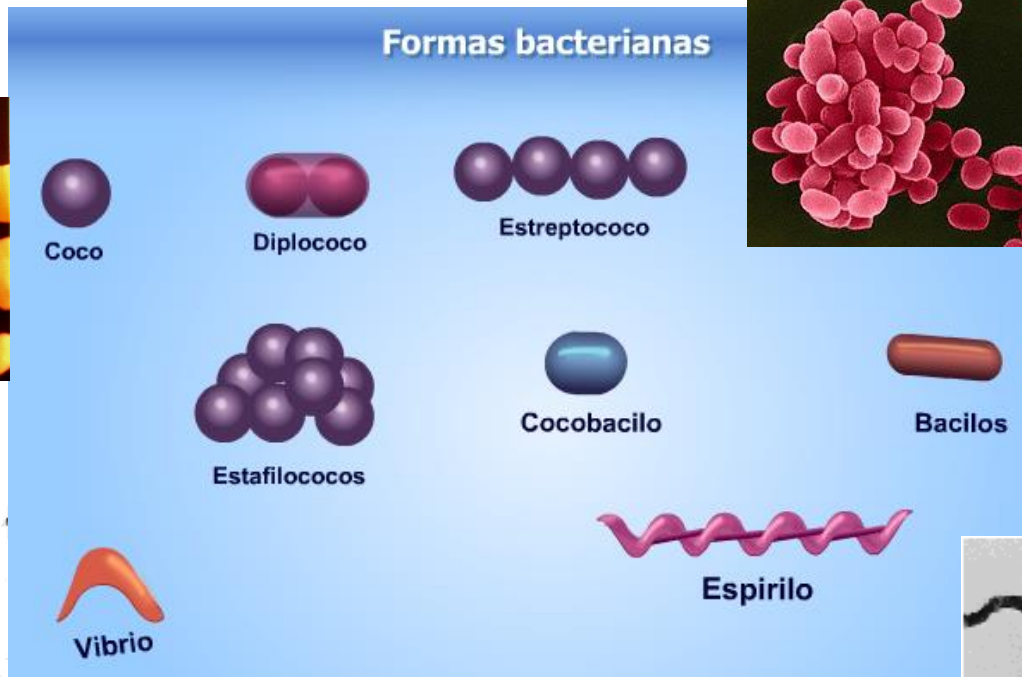
- Grupo muy amplio de bacterias que, debido a su gran variedad genética, participan en gran cantidad de actividades, desde patógenos hasta la producción de yogur, pasando por el reciclado de nutrientes en el suelo.
- La **gran diversidad de este grupo**, se pone de manifiesto principalmente a nivel estructural y metabólico, encontrándose prácticamente en todos los hábitats existentes en la Tierra.





## Diversidad del dominio Eubacteria<sup>DP/PAU</sup>

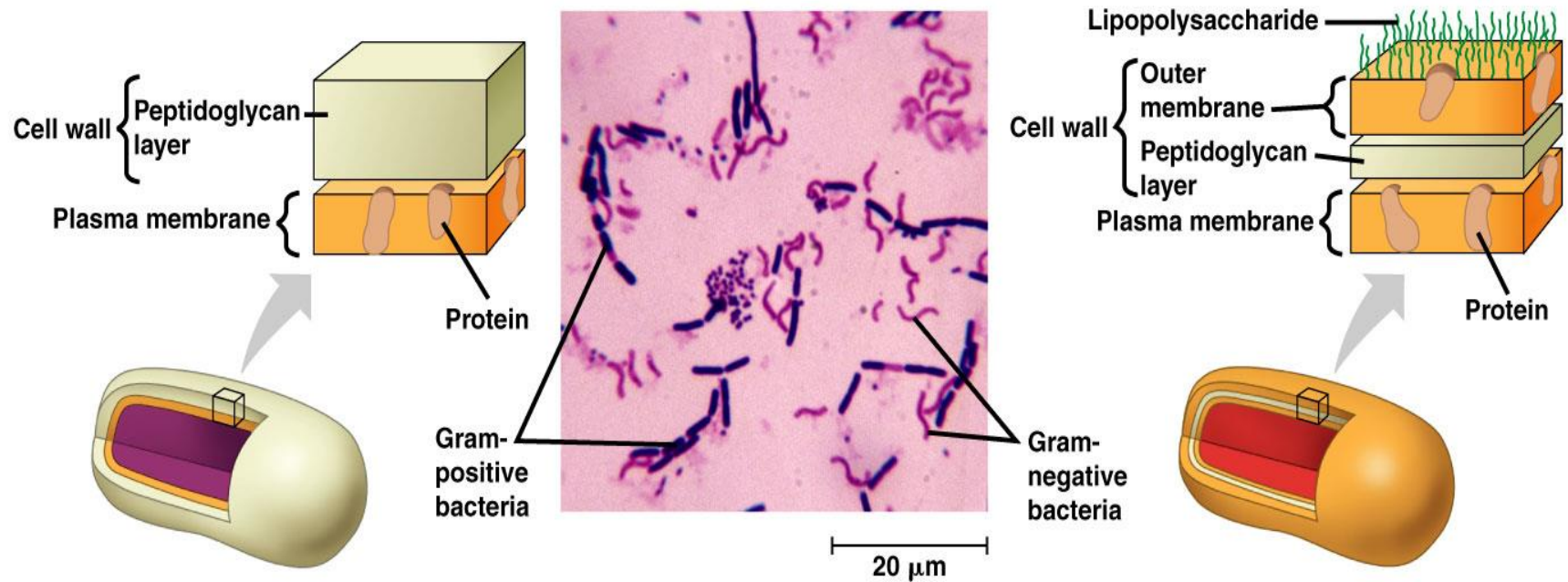
- A **nivel estructural**, las eubacterias presentan cinco tipos de morfologías principales, esféricos aislados o en grupo (cocos), alargados y cilíndricos (bacilos), bacilo ovalado (cocobacilos), helicoidales (espirilos), y cortos y curvados con forma de coma (vibrios).





## Diversidad del dominio Eubacteria<sup>DP/PAU</sup>

- Otro método usado en la identificación de las eubacterias, se basa en la estructura de su pared celular, pudiéndose distinguir dos grupos en función de la tinción ideada por el médico danés Hans Christian **Gram**: Gram + (púrpura) y Gram - (rosa).



(a) Gram-positive

(b) Gram-negative

*Handwritten scribbles*



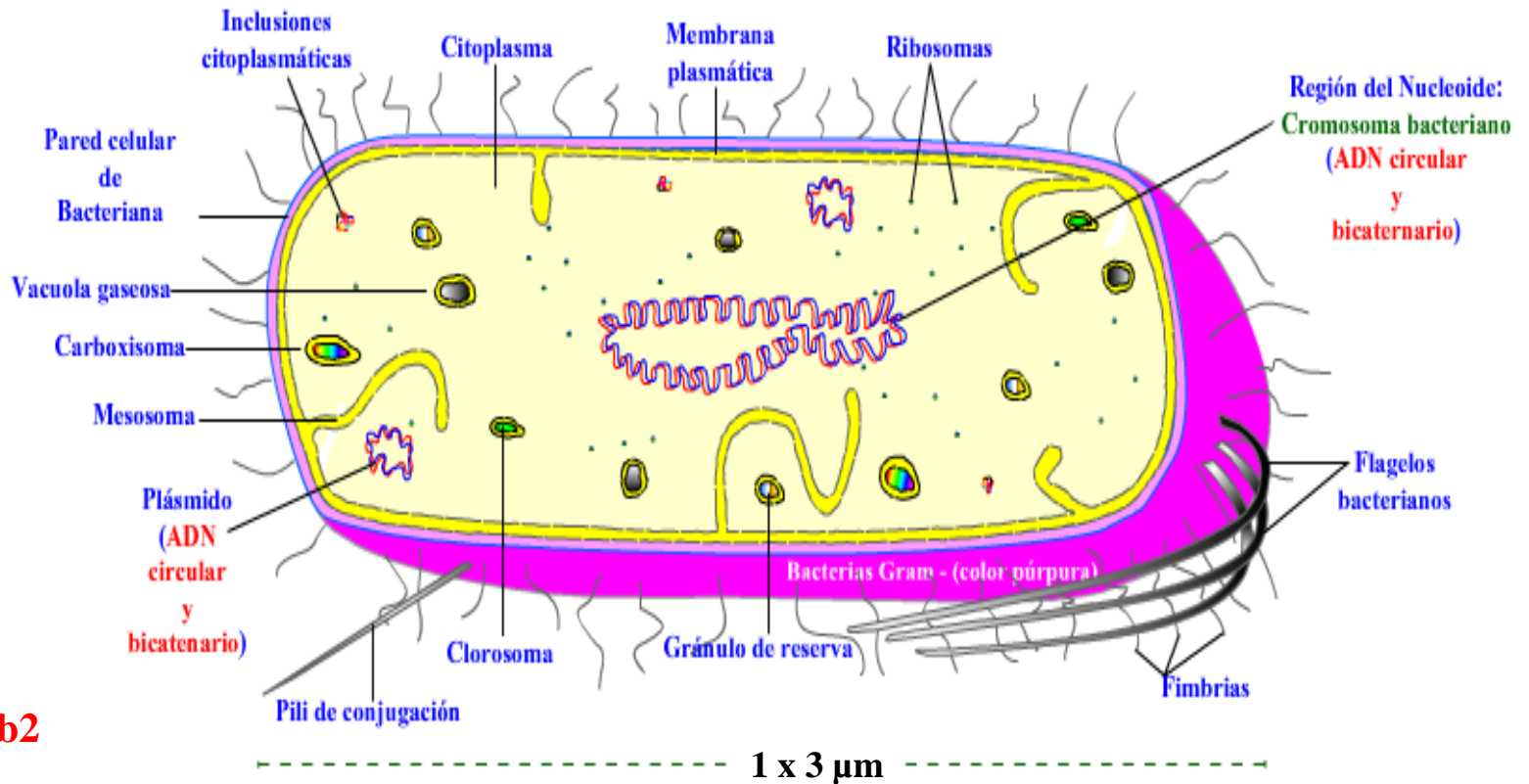
## Características estructurales del dominio bacteria<sup>DP/PAU</sup>

- Las bacterias verdaderas son microorganismos unicelulares procariotas, cuyo tamaño varía entre 1-10 micrómetros, adaptadas a vivir en cualquier ambiente y que **poseen todos los tipos de nutrición**: autótrofa (fotosintética y quimiosintética) y heterótrofas (saprófitas, simbióticas y parásitas).
- Esta diversidad las hace indispensables para el mantenimiento del equilibrio ecológico, al intervenir en los ciclos biogeoquímicos que reciclan la materia en la biosfera.
- La ultraestructura de las bacterias sólo es visible al microscopio electrónico, distinguiéndose hacia el interior: **Cápsula o glucocálix, pared celular, membrana plasmática....**

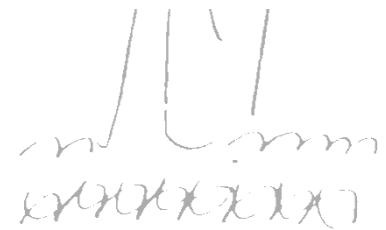




## Estructura de *Escherichia coli*<sup>DP/PAU</sup>

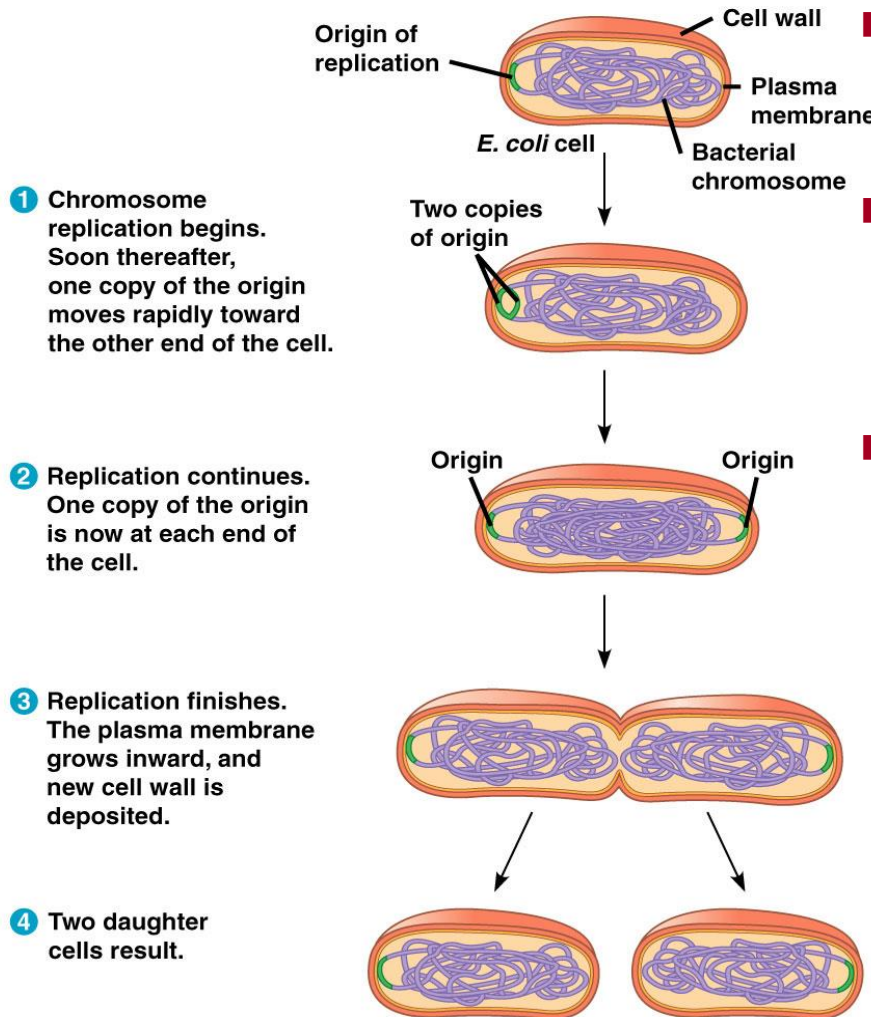


Web2





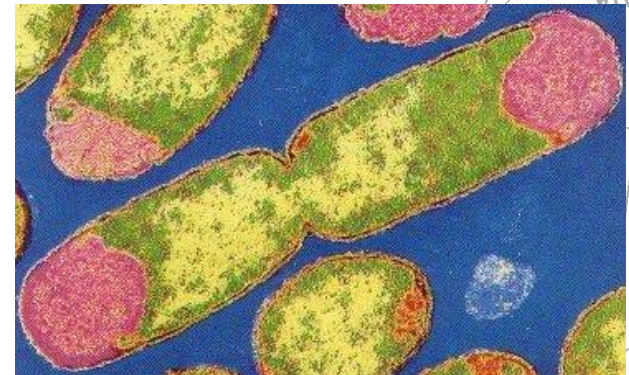
# Función de reproducción del dominio bacteria<sup>DP/PAU</sup>



Se reproducen asexualmente por **bipartición o fisión binaria**, que ocurre tras la replicación del ADN.

La membrana plasmática se invagina y la pared bacteriana crece hasta formar un tabique transversal que divide a las dos bacterias.

En condiciones normales pueden dividirse cada 20 minutos, lo que les permite adaptarse rápidamente a cambios en el ambiente.





## Función de reproducción del dominio bacteria<sup>DP/PAU</sup>

- Además, las bacterias presentan **mecanismos parasexuales** de intercambio de ADN que no implican aumento del número de individuos:
  - **Transformación:** Se transfiere un fragmento de ADN libre procedente de una bacteria donadora hasta la receptora. **No es necesario el contacto** entre ambas.
  - **Conjugación:** Se transfieren plásmidos conjugativos **a través de pili** sexuales. Se requiere contacto.
  - **Transducción:** Se transfieren fragmentos de ADN desde la bacteria donadora a la receptora **a través de un virus lisogénico.**



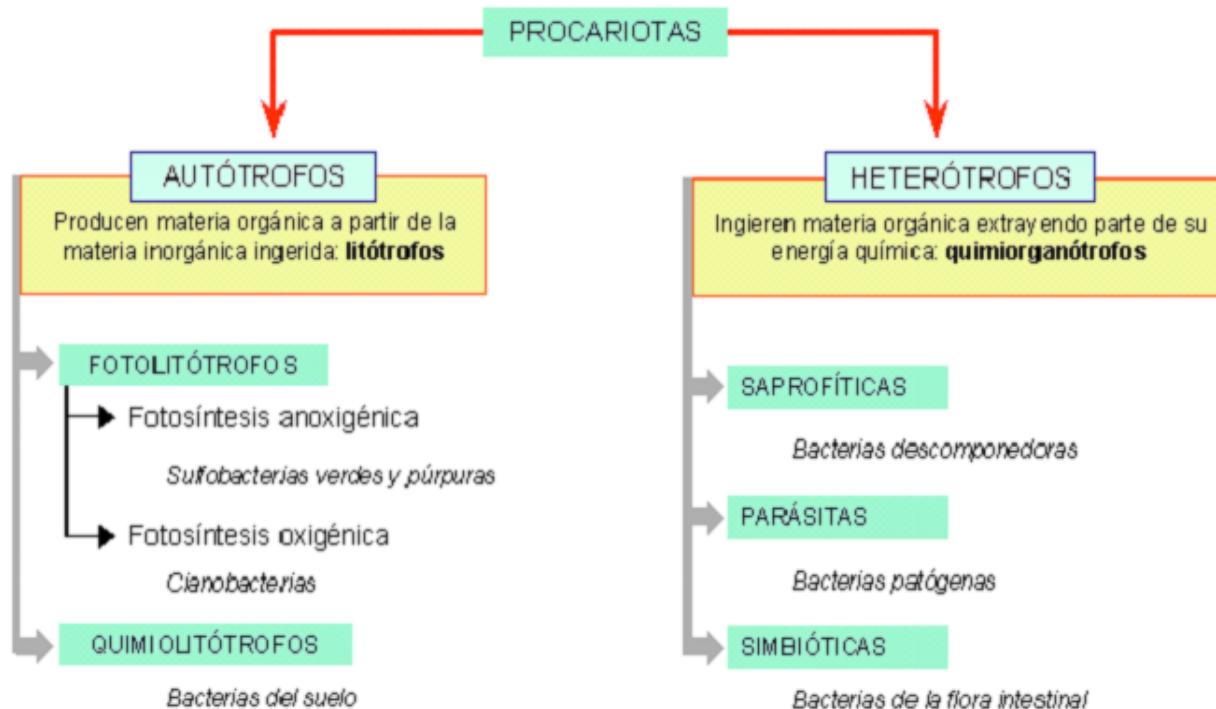




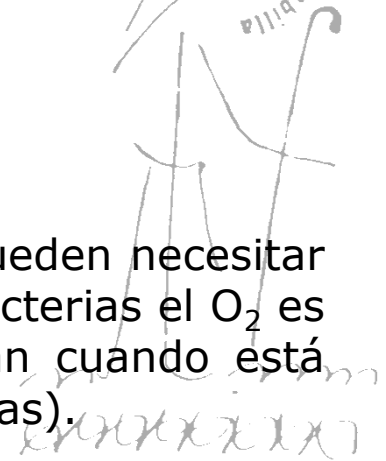


# Función de nutrición del dominio bacteria<sup>DP/PAU</sup>

- La diversidad del dominio Eubacteria también se pone de manifiesto observando la amplia diversidad nutricional que presentan.



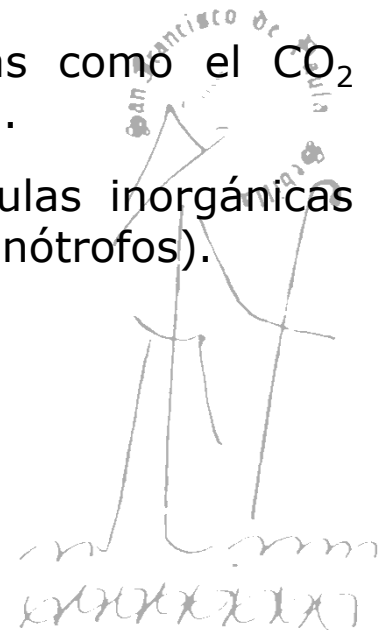
- Independientemente del tipo de nutrición, las bacterias pueden necesitar  $O_2$  (bacterias aerobias) o no (anaerobias). Para algunas bacterias el  $O_2$  es letal (anaerobias estrictas), mientras que otras lo utilizan cuando está presente, aunque pueden vivir sin él (anaerobias facultativas).





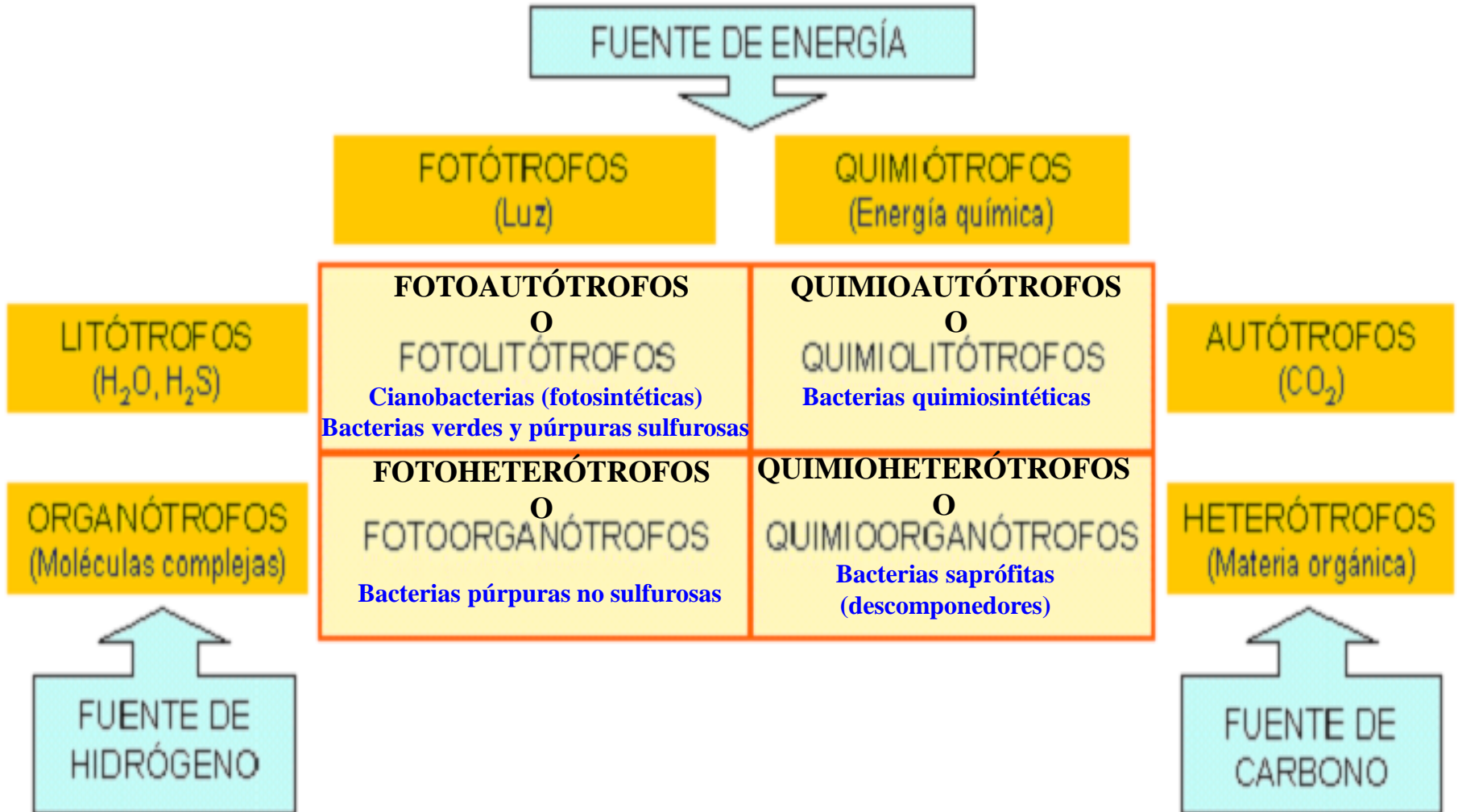
## Tipos de nutrición bacteriana<sup>DP/PAU</sup>

- Las bacterias, grupo muy heterogéneo, pueden colonizar todos los ambientes, ya que **presentan todos los tipos de metabolismo conocido**, y algunas son capaces de cambiar de metabolismo en función del tipo de nutrientes que encuentran en el medio.
- La bacterias se pueden clasificar en función de:
  - Si la **fuerza de energía** es la de la luz (fotótrofas) o la de compuestos químicos (quimiótrofas).
  - Si la **fuerza de carbono** son moléculas inorgánicas como el  $\text{CO}_2$  (autótrofas) o moléculas orgánicas sencillas (heterótrofas).
  - Si la **fuerza de protones y electrones** son moléculas inorgánicas simples (litótrofos) o moléculas orgánicas complejas (organótrofos).





# Tipos de nutrición bacteriana<sup>DP/PAU</sup>



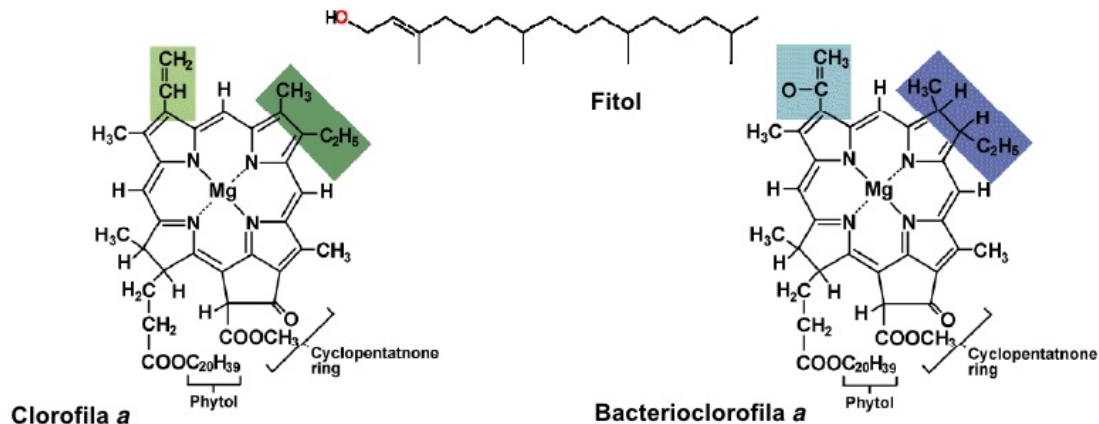
XXXXXXXXXX



## Fotolitotrofos<sup>PAU</sup>

- Las **bacterias fotosintéticas** utilizan la luz como fuente de energía para generar ATP y el CO<sub>2</sub> atmosférico como fuente de carbono para producir compuestos orgánicos.
- Algunas realizan la fotosíntesis anoxigénica (los electrones no proceden del agua, por lo que no liberan oxígeno). Presentan **cromatóforos**, vesículas que contienen **bacterioclorofila**. Ejemplos: bacterias rojas y verdes.
- Las cianobacterias hacen la fotosíntesis oxigénica y poseen clorofila.

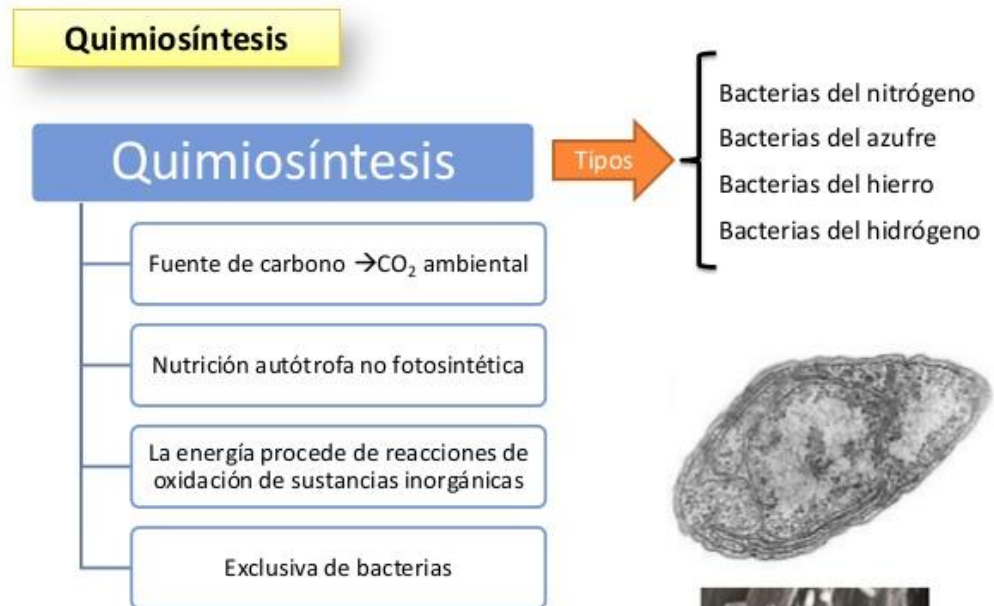
### Pigmentos fotosintéticos: Clorofilas y bacterioclorofilas





# Quimiolitotrofas<sup>PAU</sup>

- Las **bacterias quimiosintéticas** usan energía de reacciones químicas como fuente de energía para generar ATP y el CO<sub>2</sub> atmosférico como fuente de carbono para producir compuestos orgánicos.
- Obtienen energía oxidando sustratos inorgánicos (H<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S, S, etc.), con la que obtienen ATP y NADPH (o NADH), que luego emplean para la asimilación reductora del carbono, mediante el ciclo de Calvin, como las plantas y del nitrógeno.

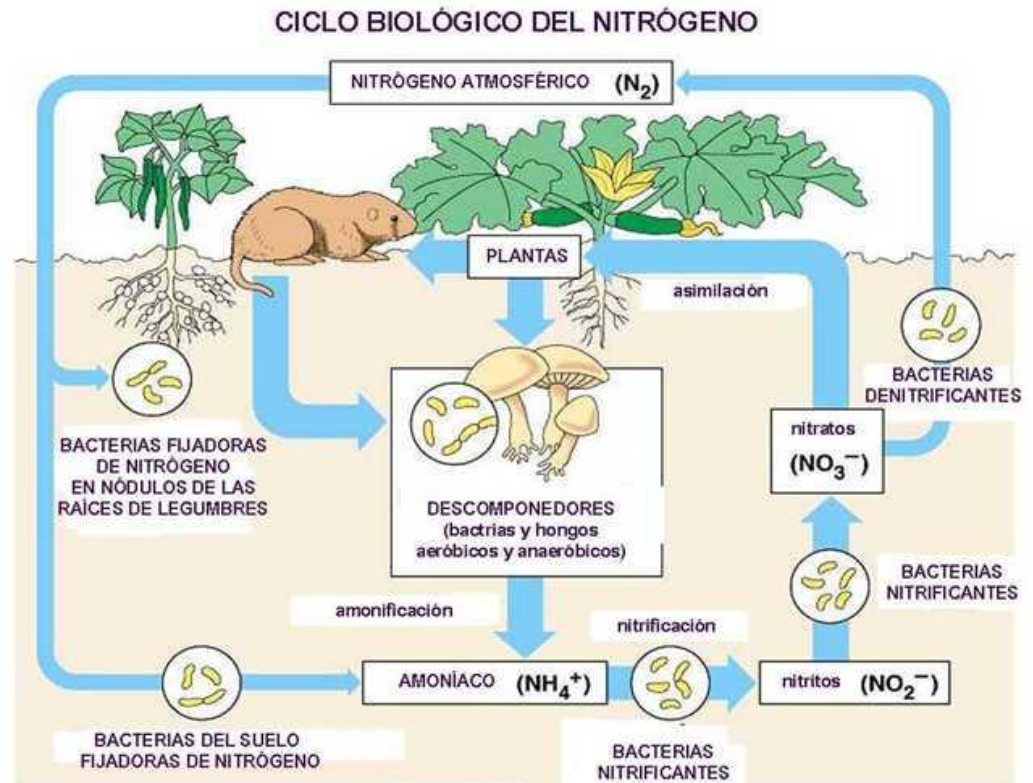


XXXXXXXXXX



## Quimiolitotrofas<sup>PAU</sup>

- Son importantísimas en los ciclos biogeoquímicos, pues mineralizan la materia orgánica.
- Participan en la **asimilación reductora del nitrógeno**. La mayoría de las bacterias deben reducir los **nitratos** a **nitritos** y éstos a **amoníaco**, con el fin de fabricar grupos **amino**. Algunas bacterias, sin embargo, pueden fijar (reducir) directamente el **nitrógeno atmosférico** y reducirlo a **nitrógeno orgánico**. Por ejemplo: *Rhizobium leguminosarum*.

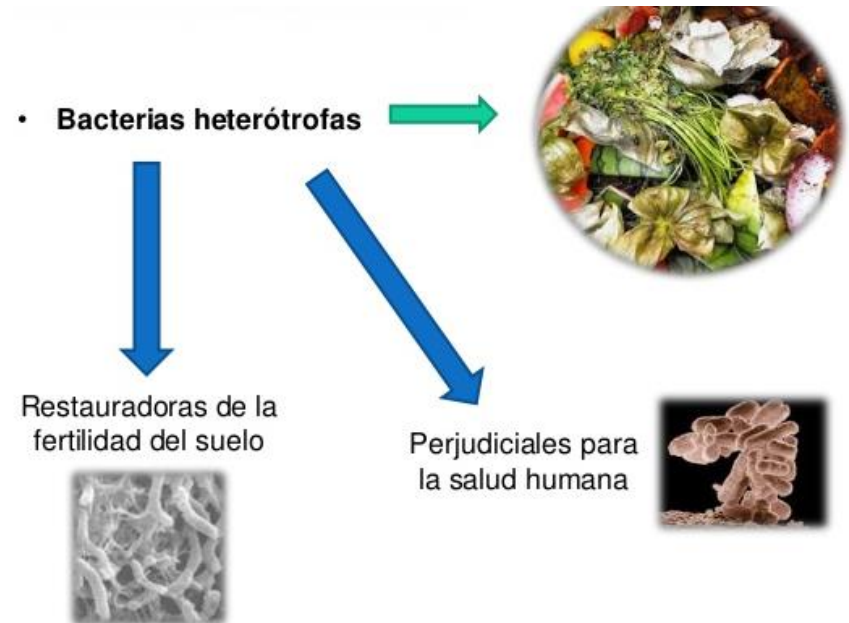


*Handwritten signature*



## Organotrofas<sup>PAU</sup>

- Las **bacterias heterótrofas**, se nutren a expensas de compuestos orgánicos elaborados por otros seres vivos, que descomponen mediante la digestión (hidrólisis) realizada por enzimas liberados por exocitosis.
- Pueden ser **fotoorganotrofas**, que usan la luz como fuente de energía o **quimioheterótrofos**, si usan la energía de reacciones químicas como fuente de energía para generar ATP, pero en ambos casos, usan compuestos orgánicos de otros organismos como fuente de carbono.



- Las **saprófitas** realizan fermentaciones y putrefacciones de gran interés ecológico e industrial. Las **simbióticas** se encargan, por ejemplo, de degradar la celulosa en los rumiantes, de fijar  $N_2$  atmosférico en los nódulos de las leguminosas, etc. Las **parásitas** producen enfermedades.

*Handwritten notes:*  
saprófitas  
simbióticas  
parásitas



# Comparación tipos de nutrición<sup>DP/PAU</sup>

		Fuente de carbono	
		Compuestos inorgánicos como CO <sub>2</sub>	Compuestos orgánicos
Fuente de energía	Luz	<b>Fotoautótrofo</b> (bacterias verdes sulfurosas: <i>Chlorobium</i> )	<b>Fotoheterótrofo</b> (bacterias púrpuras no sulfurosas: <i>Rhodospirillum</i> )
	Química	<b>Quimioautótrofo</b> (bacterias oxidantes del hierro: <i>Thiobacillus ferrooxidans</i> )	<b>Quimioheterótrofo</b> (La mayoría de bacterias: <i>E. coli</i> )

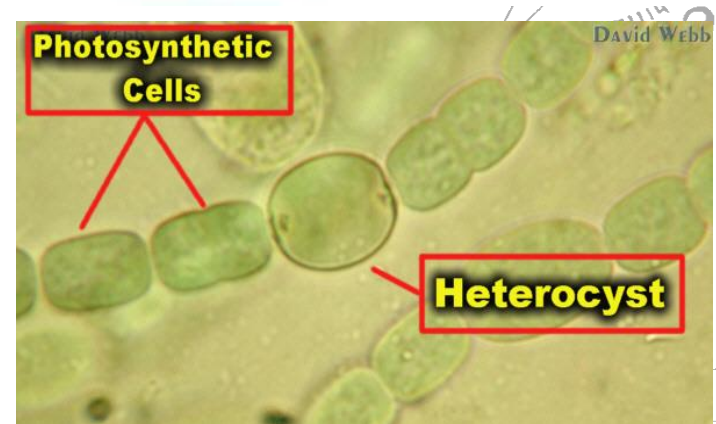
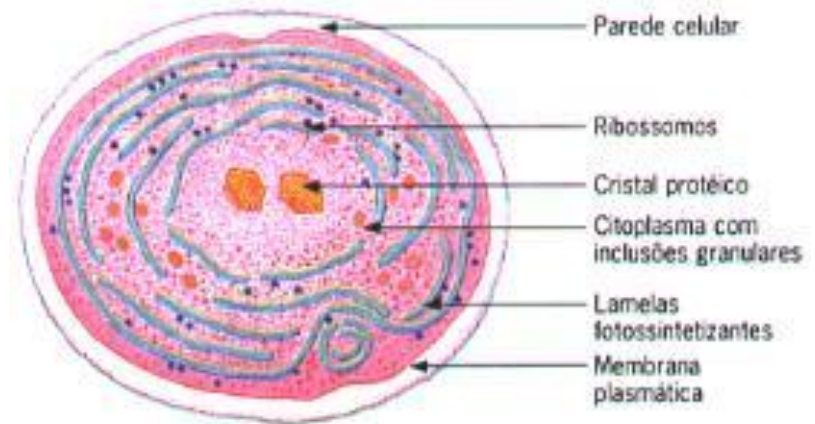
*Handwritten signature and scribbles.*





## Cianobacterias<sup>PAU</sup>

- Son un grupo de bacterias muy particulares. Son **procariotas autótrofos** que tienen casi la misma forma y tamaño que las algas unicelulares. Igual que ellas hacen la **fotosíntesis oxigénica**.
- Tienen la pared como las Gram negativas y muchas producen envueltas mucilaginosas que permiten la formación de colonias.
- Internamente poseen un complejo sistema multilaminar de **membranas** con las sustancias necesarias para la fotosíntesis oxigénica (pigmentos, enzimas, etc.). Todas poseen los fotosistemas I y II.
- Algunas cianobacterias, como la cianobacteria filamentosa **Anabaena**, pueden fijar el nitrógeno atmosférico en unas células especializadas (incoloras y redondeadas) llamadas **heterocistos**.





## Cianobacterias<sup>PAU</sup>

- Su **nutrición** es muy simple: al ser fotosintéticas, obtienen los compuestos orgánicos a partir de inorgánicos y energía solar. Utilizan nitratos o amoníaco como fuente de N. Otras, como *Anabaena*, pueden fijar el  $N_2$ .
- No se mueven (carecen de flagelos). Se reproducen por fisión binaria, gemación, fragmentación y por fisión múltiple. Viven aisladas o formando colonias. Se encuentran en casi todos los ambientes (resistencia a la desecación y a las altas temperaturas).
- Algunas viven en simbiosis con plantas. La cianobacteria fija el nitrógeno atmosférico (es innecesario agregar fertilizantes nitrogenados para la planta) y la planta le proporciona un ambiente protegido.

Algunas especies pueden envenenar a animales próximos ya que producen toxinas.



en Limn  
XXXXXX



# Los virus como microorganismos<sup>DP/PAU</sup>

- Los virus se clasifican por su tamaño, dentro del grupo de los microorganismos, sin embargo, presentan una serie de características únicas que los diferencian del resto de microorganismos:
  1. Estructura acelular.
  2. Carencia de metabolismo propio.
  3. Genoma de ARN en algunos tipos de virus.
  4. Presencia de uno, pero nunca de los dos tipos de ácidos nucleicos.



Handwritten signature or scribble at the bottom right of the slide.

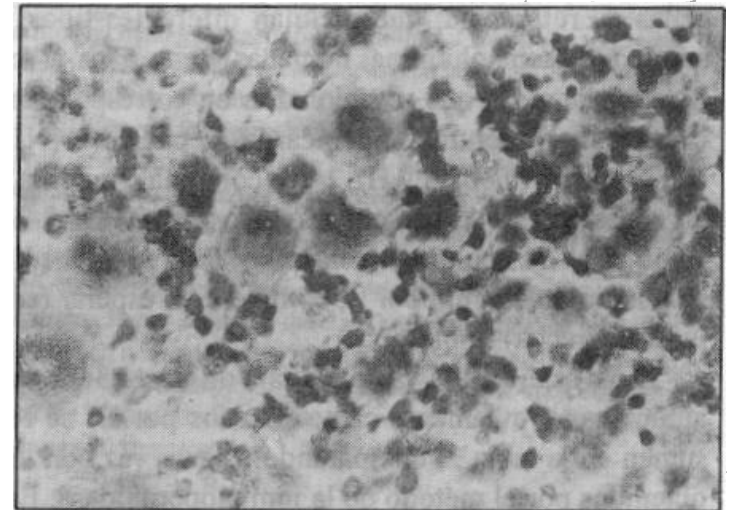


## ¿Cómo clasificamos a los virus? DP/PAU

- Existe gran controversia respecto a la consideración de los virus como seres vivos.
- Dado que los virus son **formas acelulares** y no pueden reproducirse sin utilizar la maquinaria celular de otro organismo, no se consideran seres vivos, sino **parásitos intracelulares obligados**.
- Los virus presentan dos estados:
  - Extracelular metabólicamente inerte, denominado **virión** o partícula vírica.
  - Intracelular, que se adquiere cuando el virus infecta a una célula huésped.
- Según el hospedador al que parasitan, hay virus bacterianos (bacteriófagos o fagos), virus vegetales y virus animales.



**Virus influenza**



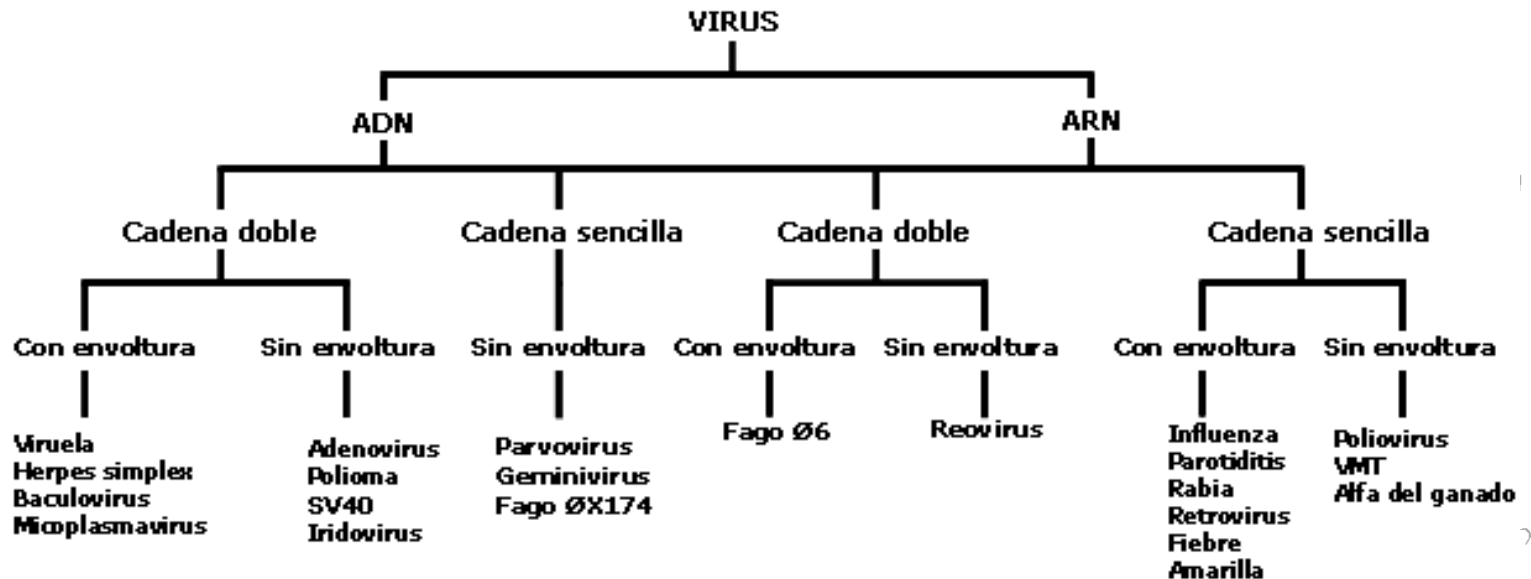
XXXXXXXXXX



# Diversidad estructural en los virus<sup>PAU</sup>

- La estructura básica de un virus está formada por un **ácido nucleico** (material genético), **varias enzimas** y una **cubierta proteica** (cápsida) que puede estar desnuda (bacteriófagos) o cubierta por una **envoltura lipoproteica** (VIH).

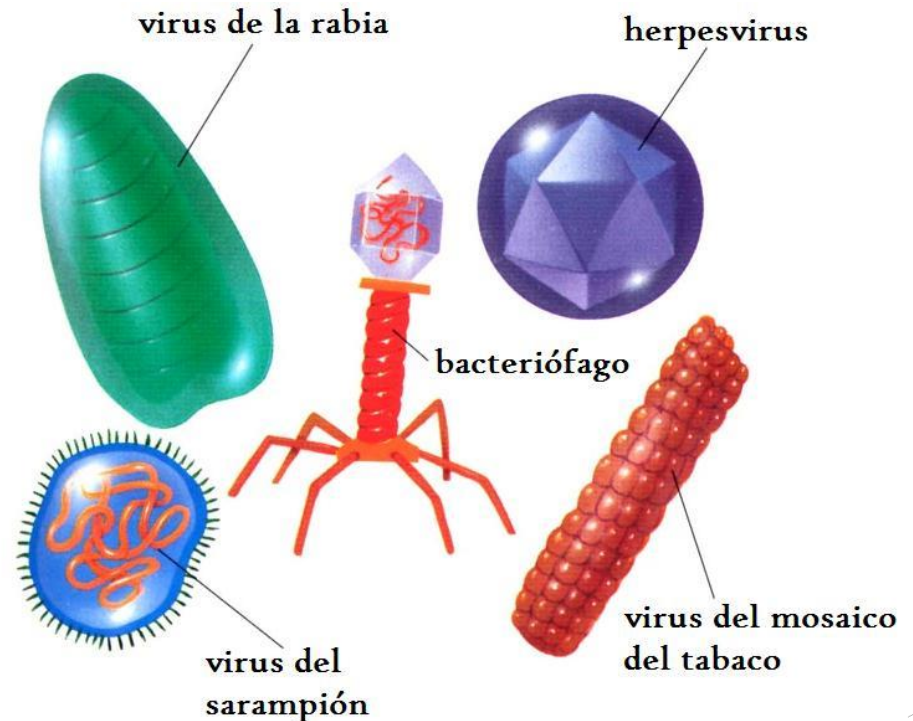
- El **material genético** puede ser ADN (monocatenario o bicatenario) o ARN (monocatenario o bicatenario). Cada virus sólo posee un tipo de ácido nucleico. La cantidad de información genética contenida va desde 3-4 genes en virus pequeños hasta centenares de genes en los grandes.





## Diversidad estructural en los virus<sup>PAU</sup>

- Aunque los viriones no tienen actividad metabólica, algunos poseen **enzimas** como polimerasas, transcriptasa inversa o lisozimas.
- La **cápsida** es la estructura que rodea al ácido nucleico (nucleocápsida en conjunto) y está formada por unidades proteicas denominadas capsómeros.
- La cápsida de algunos virus, como el del VIH, está envuelta por una membrana que es una bicapa lipídica (que procede de la célula parasitada) que puede llevar asociadas proteínas (codificadas por el genoma vírico). La **envoltura** está implicada en el proceso de reconocimiento entre el virus y el hospedador.

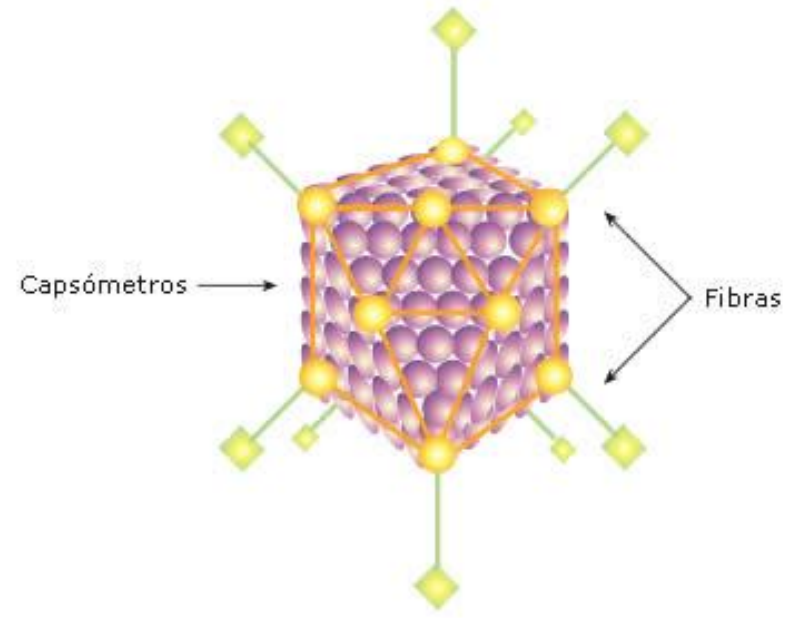
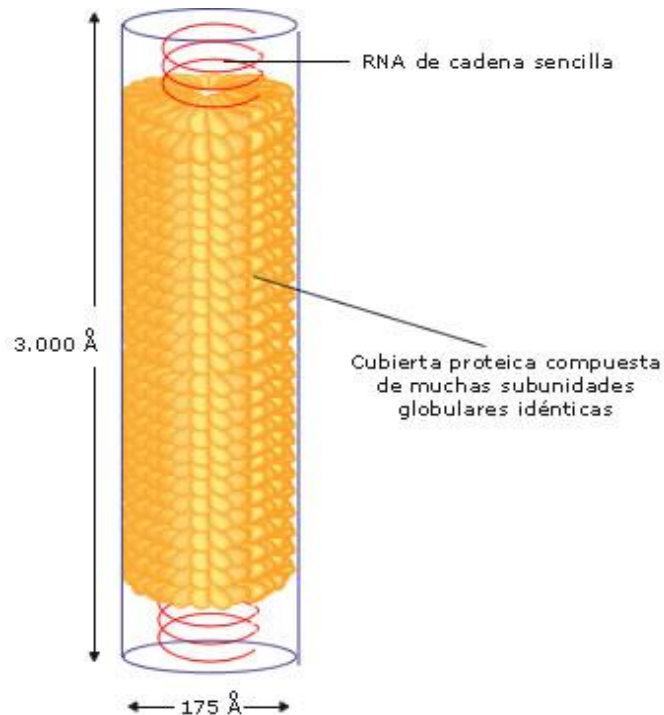


XXXXXXXXXX



## Diversidad estructural en los virus<sup>PAU</sup>

- Según la simetría de su cápsida los virus pueden ser fundamentalmente:
  - **Helicoidales** o cilíndricos, como el virus del mosaico del tabaco (VMT) o el de la rabia.
  - **Poliédricos**, siendo los más simples los icosaédricos con 20 caras triángulos equiláteros, como los adenovirus o el virus de la polio.



XXXXXXXXXX



## Estructura del bacteriófago T4<sup>PAU</sup>

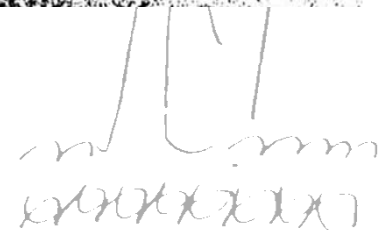
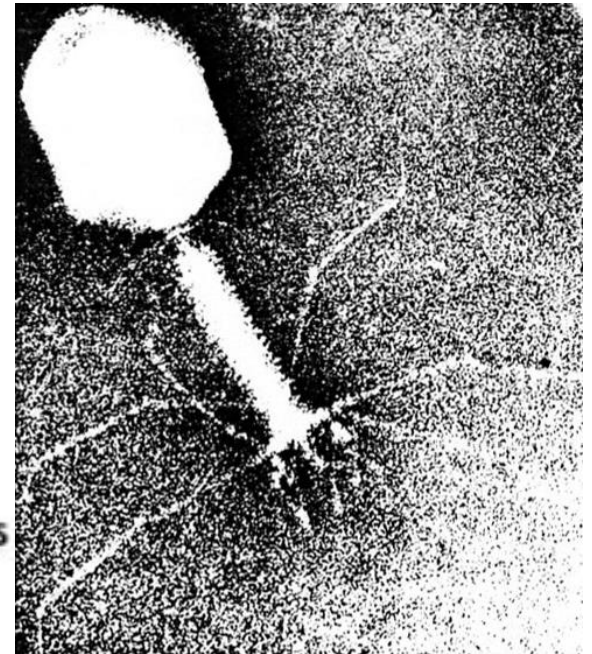
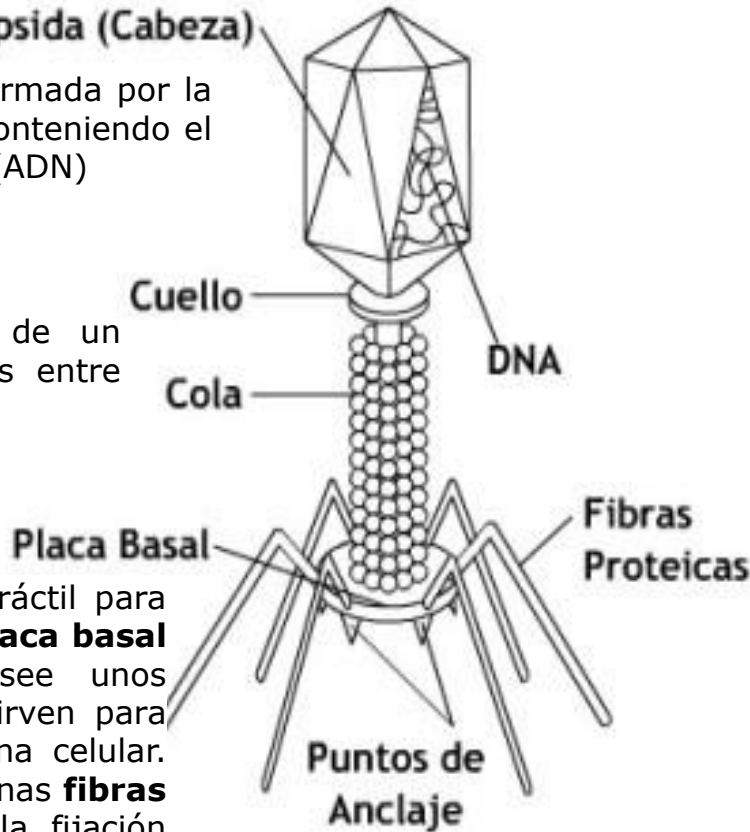
- **Complejos**, como los bacteriófagos, que son el resultado de combinar ambas estructuras, siendo la porción poliédrica la **cabeza** y la helicoidal la **cola**, separados por un **cuello** formado de capsómeros distintos.

Capsida (Cabeza)

La **cabeza** está formada por la cápsida proteica conteniendo el material genético (ADN)

El **cuello** formado de un collar de capsómeros entre la cabeza y la cola.

La **cola** es una vaina contráctil para inyectar el ADN, con una **placa basal** en su extremo que posee unos **puntos de anclaje** que sirven para fijar el virus a la membrana celular. De la placa salen también unas **fibras proteicas** que ayudan a la fijación del virus sobre la célula hospedadora.



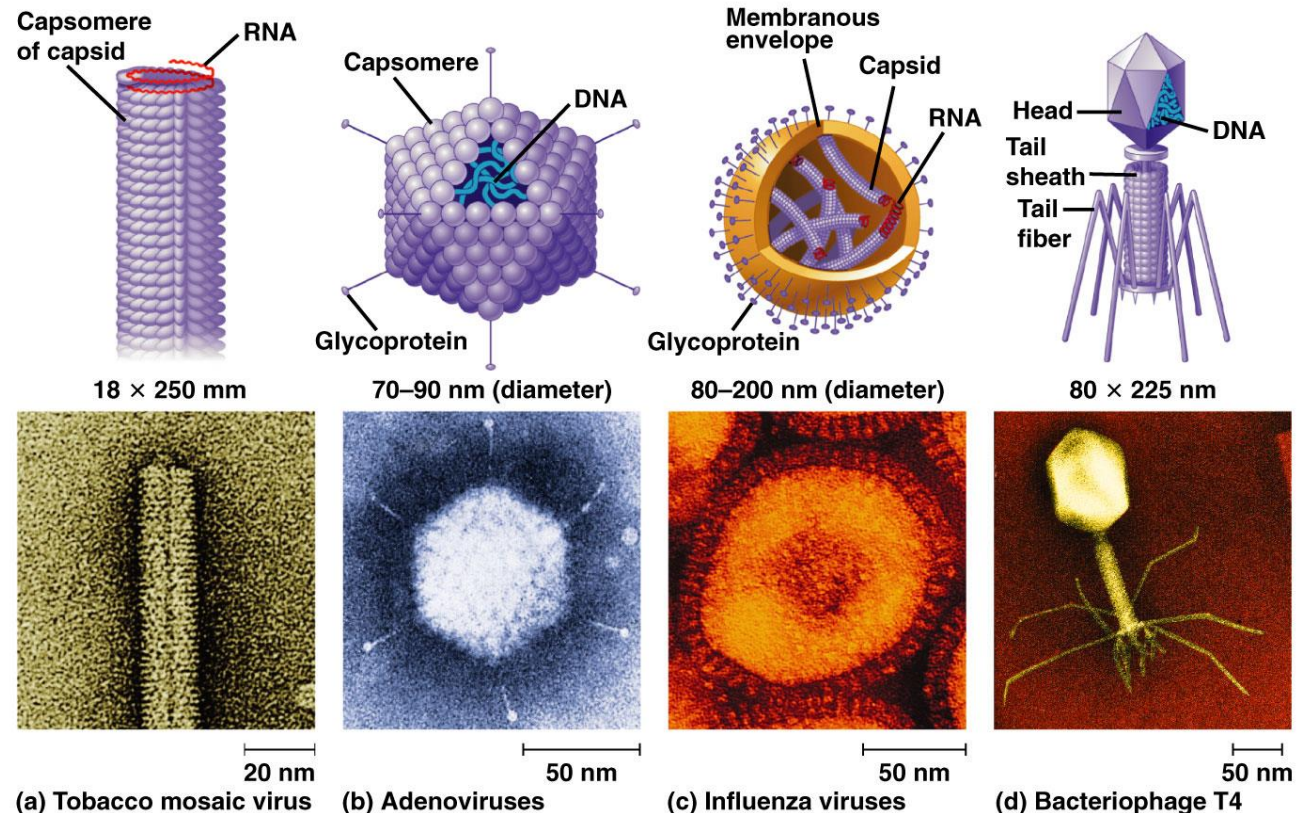






## Diversidad estructural en los virus<sup>PAU</sup>

- Aunque los viriones no tienen capacidad metabólica, algunos poseen enzimas, como **polimerasas** para transcribir el ácido nucleico vírico a ARNm, **transcriptasa inversa**, que algunos virus poseen para transcribir el ARN en ADN, y enzimas que posibilitan la entrada o salida de la célula parasitada, como **lisozima**.





## Ciclo de vida de un virus<sup>PAU</sup>

- Los virus son formas acelulares e inanimadas en estado extracelular. En el estado de **virión** "solamente" esperan encontrar una célula hospedadora donde poder realizar su único objetivo, la producción de nuevas partículas víricas.

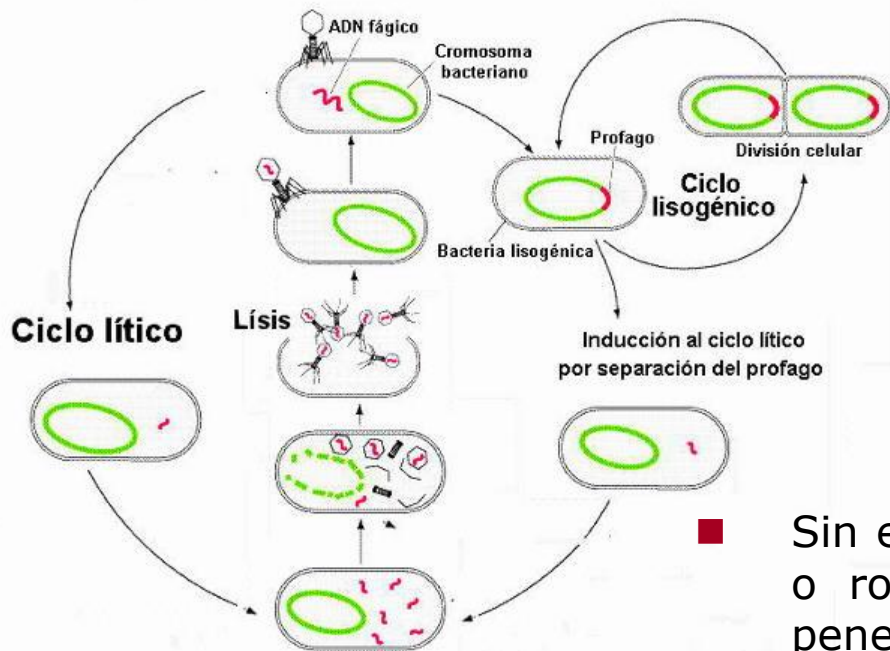


IMAGEN: [cienciaybiologia.com](http://cienciaybiologia.com)

- Los virus utilizan a la célula huésped para su replicación, logrando que ésta sintetice todos sus componentes para generar nuevas partículas víricas. Para ello, penetran en la célula hospedadora, utilizan su maquinaria replicativa, y al abandonar la célula huésped, ésta termina **lisándose** (muriendo). Este proceso recibe el nombre de **ciclo lítico**.

- Sin embargo, no siempre se produce la lisis o rotura de la célula. Así, algunos virus penetran en las células hospedadoras y permanecen en ellas sin producir nuevas partículas víricas completas. Estos virus siguen un **ciclo lisogénico**.



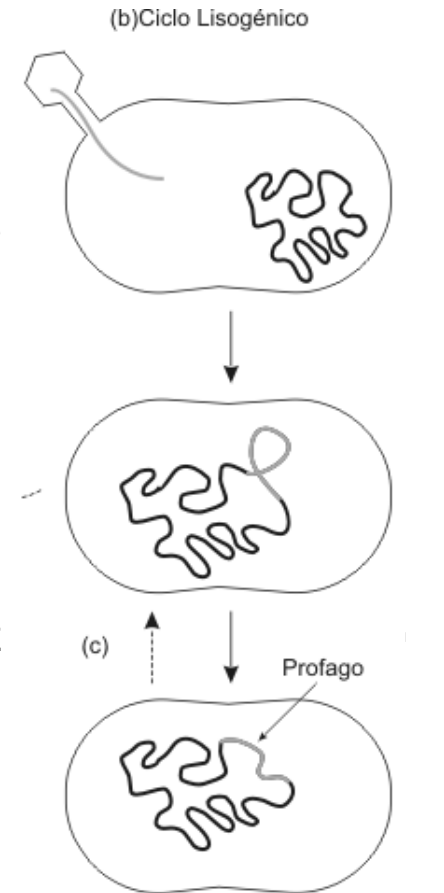






## Ciclo lisogénico del fago $\lambda$ en *E.coli*<sup>PAU</sup>

- La mayoría de los virus bacterianos son **virulentos**, es decir, siempre que penetran en una bacteria realizan el ciclo lítico.
- Sin embargo, hay una serie de virus, llamados **atemperados**, que son capaces de permanecer en estado latente en la célula que parasitan, gracias a la integración de su ADN vírico en el ADN celular. En este caso el ciclo se llama **lisogénico**.
- La forma integrada del virus en el ADN celular se denomina provirus o **profago**.
- El fago  $\lambda$  tras la adsorción y penetración y una vez dentro el ADN vírico, éste puede seguir un ciclo lítico o lisógeno en función de la concentración de determinadas **proteínas represoras**, que regulan la expresión del ácido nucleico del virus.
- Si son abundantes, impiden la expresión de proteínas víricas a excepción de la enzima **integrasa**.



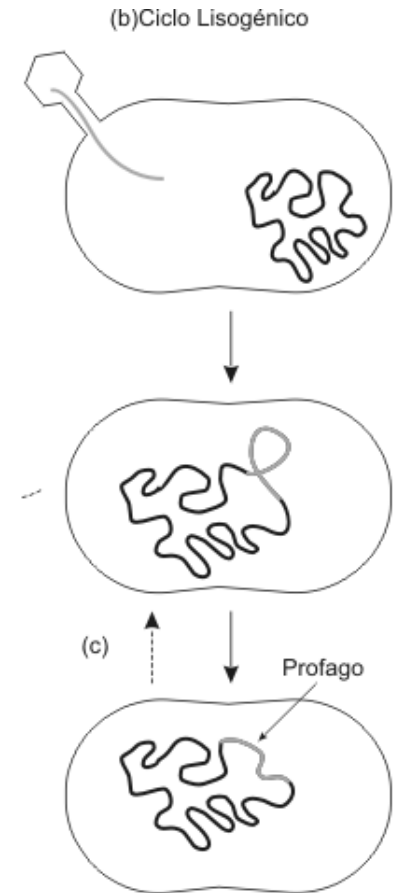
La célula se divide repetidamente, cada célula hija es portadora de un profago en su cromosoma

XXXXXXXXXX



## Ciclo lisogénico del fago $\lambda$ en *E.coli*<sup>PAU</sup>

- En general, el genoma del virus queda silenciado y no se expresa, replicándose con el ADN bacteriano generación tras generación.
- Las bacterias que tienen integrado un profago son inmunes a la infección por fagos similares (**inmunidad a la superinfección**).
- Bajo determinados circunstancias (luz UV), se induce el ciclo lítico, soltándose el profago del ADN bacteriano para expresar sus genes y culminar el ciclo lítico.
- Algunas veces, al soltarse el profago, puede quitarle algunos genes a la bacteria a la que va a destruir e insertárselos a la próxima a la que le haga el ciclo lisogénico (transducción).



La célula se divide repetidamente, cada célula hija es portadora de un profago en su cromosoma

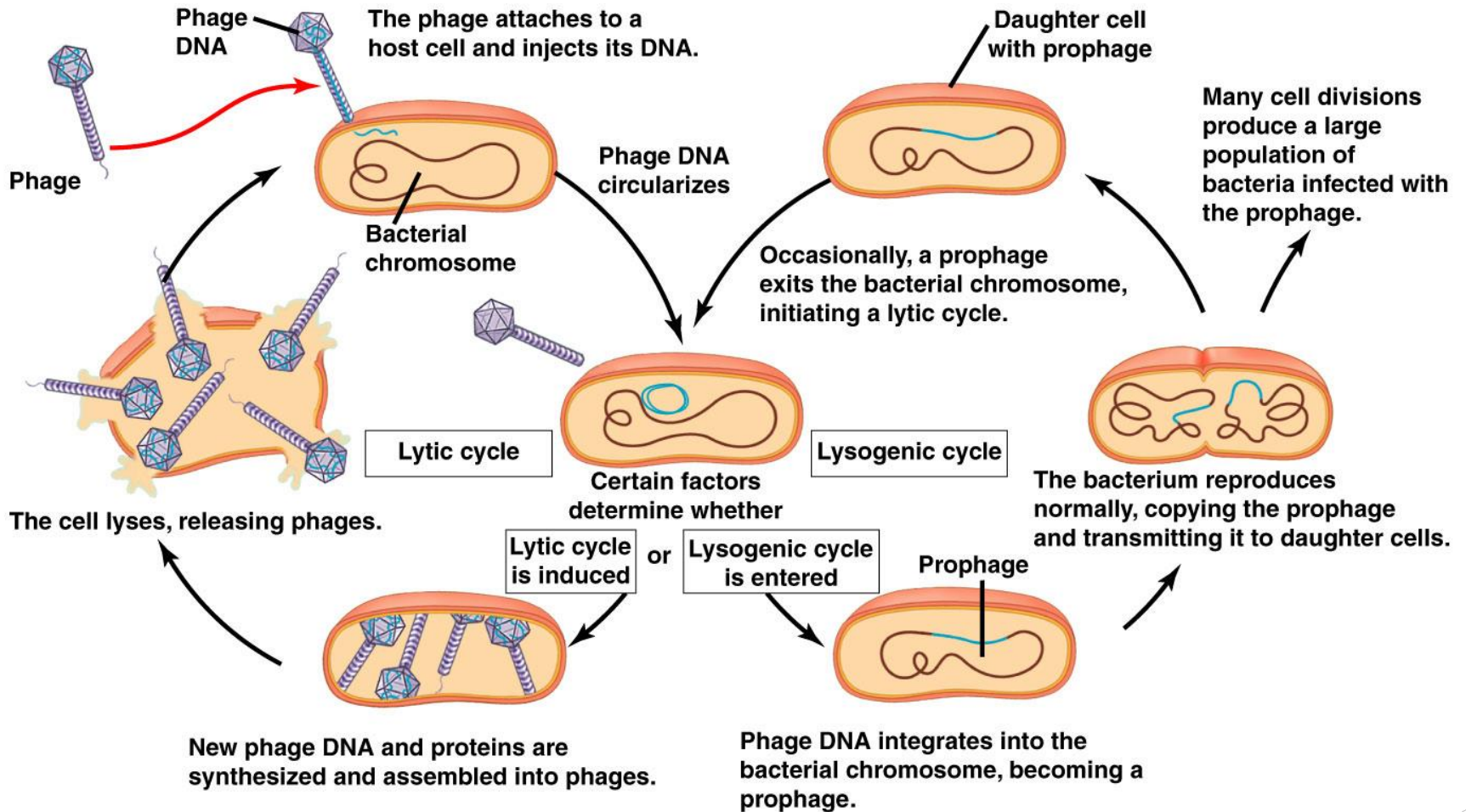
XXXXXXXXXX

**Animación3**





# Ciclo lisogénico del fago $\lambda$ en *E.coli*<sup>PAU</sup>

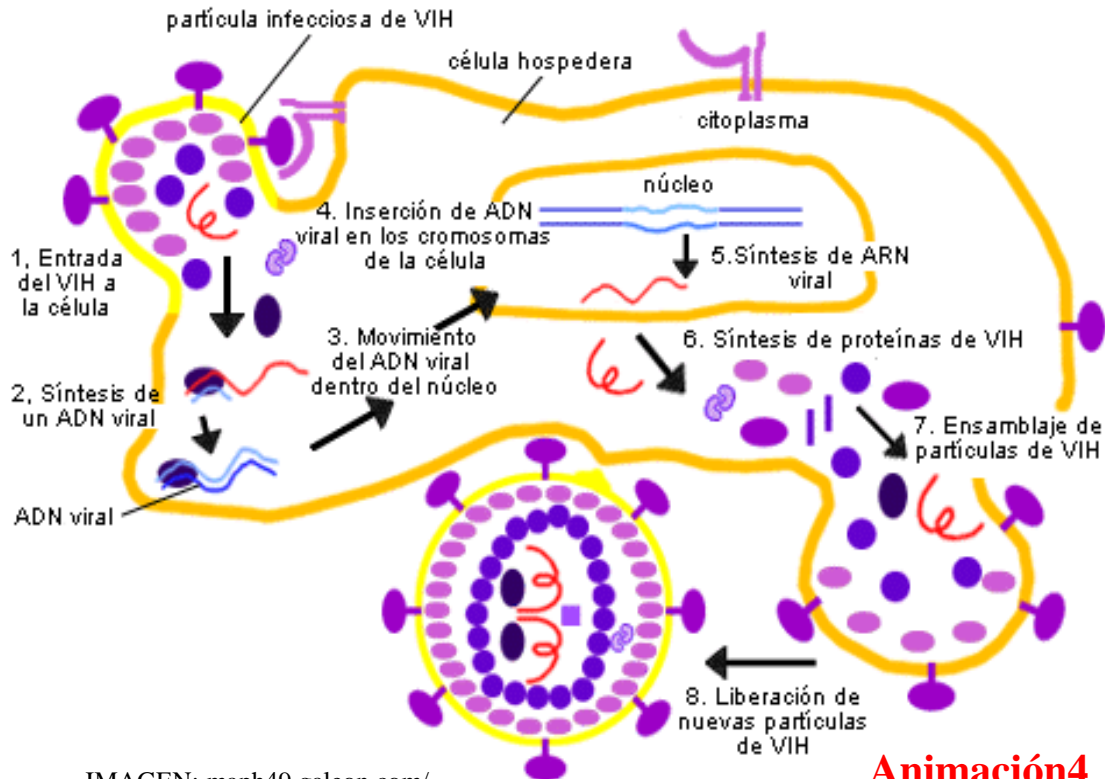


XXXXXXXXXX



## Ciclo de infección del VIH<sup>PAU</sup>

**1. Adsorción y penetración.** Los receptores gp120 del virus se unen a los receptores CD4 del linfocito Th (se necesitan, además, otros correceptores de la membrana del linfocito). Esto provoca la fusión de las dos bicapas de lípidos, penetrando el virus en la célula. Ahora se desprende de la cápsida proteica y quedan libres las dos moléculas de ARN y las dos enzimas transcriptasas inversas.



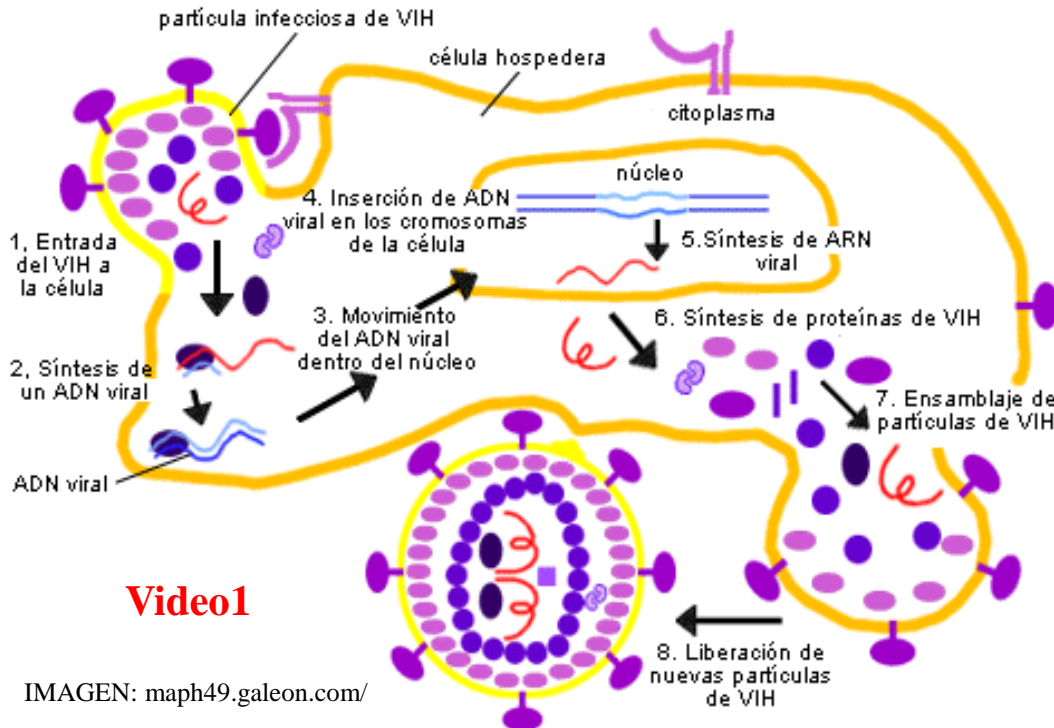
**2. Retrotranscripción.** Cada una de las retrotranscriptasas utiliza una cadena de ARN como molde para fabricar una cadena complementaria de ADN (ADNc). La misma enzima fabrica otra cadena de ADN complementaria a la de ADNc.

**3. Migración y 4. Integración.** Se forma una doble hélice de ADN vírico que se integra, por un determinado punto, en el genoma del Th mediante la enzima integrasa. Se convierte, por tanto, en provirus.



## Ciclo de infección del VIH<sup>PAU</sup>

**5. Transcripción y 6. Traducción.** Este provirus puede permanecer inactivo durante años. Cada vez que se divide el Th cada célula hija llevará una copia del provirus. Sin embargo, llegado un momento, puede seguir su ciclo reproductivo y utilizar la maquinaria de la célula invadida para transcribir su ADN en ARN y traducir éste en los ribosomas, formándose las distintas partículas y moléculas que formarán los nuevos virus. Las proteínas formadas directamente en la traducción deben ser modificadas por un enzima del virus, la proteasa.



**Video1**

**7. Ensamblaje.** Los distintos componentes del virus se van uniendo en torno a las dos moléculas de ARN que constituyen su genoma.

**8. Gemación.** Ahora los nuevos virus son liberados por un proceso inverso al de su entrada, es decir, por gemación, llevándose como cubierta una porción de la bicapa de lípidos de la membrana de la célula parasitada.

*Handwritten notes:*  
...  
XXXXXX



## Viroides<sup>PAU</sup>

- Además de los virus, existen otras formas acelulares, es este caso, son **partículas infectivas subvirales**: viroides y priones.
- Los **viroides** son partículas infectivas que pueden causar enfermedades en los organismos vivos que infectan. Al igual que los **priones o los virus**, no se consideran seres vivos, puesto que **no tienen actividad metabólica fuera de la célula que infectan**.
- Los viroides afectan **exclusivamente a plantas**, todavía no se ha descubierto ningún viroide que afecte al ser humano o a ningún otro animal.
- El primer viroide que fue descubierto fue el **viroide del tubérculo fusiforme de la patata**, que provoca un crecimiento atrofiado de la misma.



XXXXXXXXXX



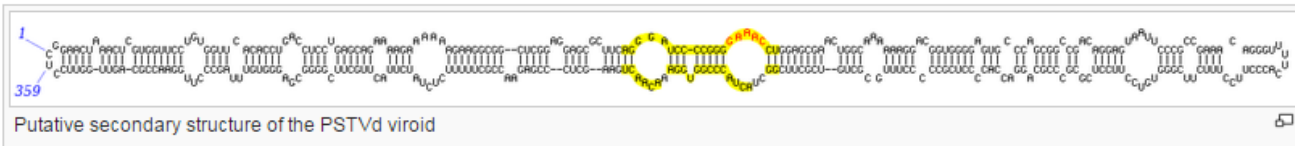
# Viroides<sup>PAU</sup>

- Los viroides están formados exclusivamente por una **cadena circular de ARN monocatenario de pequeño tamaño** pero de **alta estructura secundaria** y capacidad autocatalítica.
- El viroide **no** codifica **proteínas** de ninguna clase. Esa es la principal diferencia con los viriones y los virus. Por otro lado, el hecho de poseer material hereditario es lo que los diferencia de los priones.

Primary Structure

1	CGGAACUAAA CUCGUGGUUC CUGUGGUUCA CACCUGACCU CCUGAGCAGA AAAGAAAAA
61	GAAGGCGGCU CGGAGGAGCG CUUCAGGGAU CCCCGGGAA ACCUGGAGCG AACUGGCAA
121	AAAGGACGGU GGGGAGUGCC CAGCGGCCGA CAGGAGUAAU UCCCGCCGAA ACAGGGUUUU
181	CACCCUJCCU UUCUJCGGGU GUCCUJCCUC GCGCCCGCAG GACCACCCU CGCCCCUUU
241	GCGCUGUCGC UUCGGCUACU ACCCGGUGGA AACAACUGAA GCUCCCGAGA ACCGCUUUUU
301	CUCUAUCUUA CUUGCUUCGG GCGGAGGGUG UUUAGCCUU GGAACCGCAG UUGGUUCCU

Secondary Structure



The nucleotides that are highlighted are found in most other viroids.

- Hay muchas cuestiones de los viroides que aún se desconocen. No se sabe, por ejemplo, cómo logran replicarse, aunque sí se advierte que suelen alojarse en los núcleos de las células.

COLEGIO DE SAN FRANCISCO DE PAULA

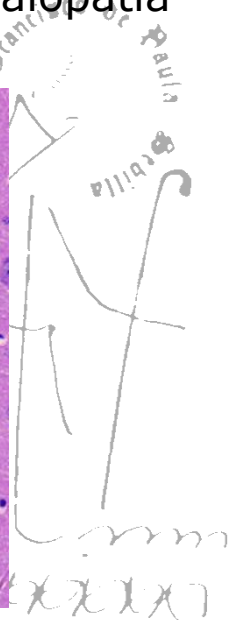
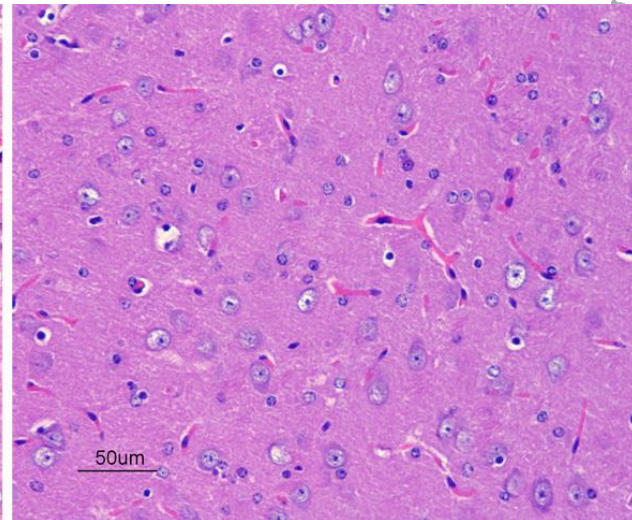
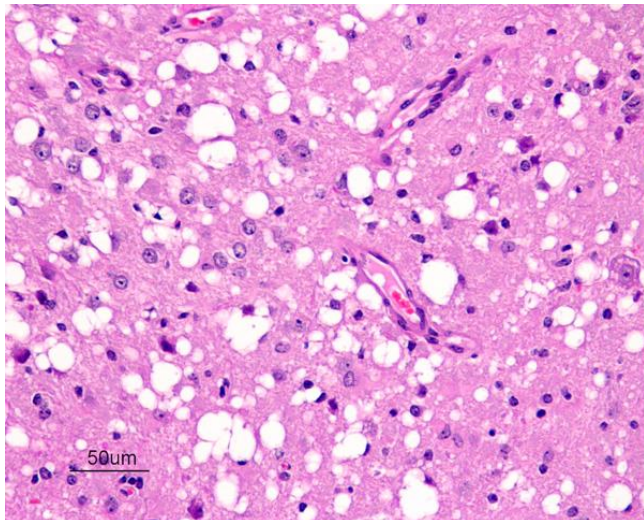
PRINCIPAL

Handwritten notes and scribbles at the bottom right of the page.



## Priones<sup>PAU</sup>

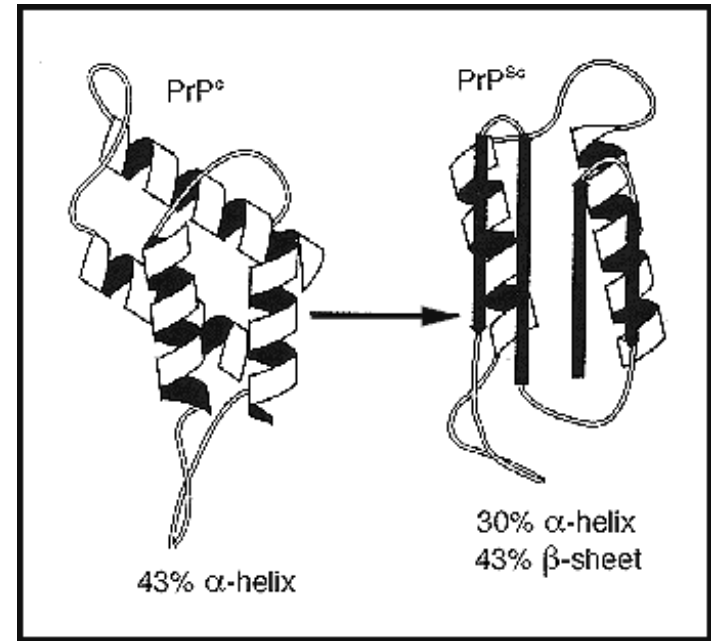
- Como se ha dicho anteriormente, además de los viroides, existen otras **partículas infectivas subvirales** denominadas priones, formas acelulares y de menor tamaño que un virus.
- Los **priones** son partículas infectivas formadas de una proteína denominada priónica capaz de formar agregados moleculares aberrantes.
- Los priones producen las **encefalopatías espongiformes transmisibles**, un grupo de enfermedades neurológicas degenerativas tales como la enfermedad de Creutzfeldt-Jakob y la encefalopatía espongiforme bovina.





## Priones<sup>PAU</sup>

- Los priones se componen de una proteína denominada **PrP<sup>Sc</sup>** (isoforma scrapie de la proteína del prión) producida por el **plegamiento erróneo de una proteína celular** de idéntica secuencia de aminoácidos, y que se encuentra distribuida en el organismo, denominada **PrP<sup>C</sup>** (isoforma celular de la proteína del prión).



- El prión es por tanto, **una forma alterada de una proteína celular normal**, la cual tiene alterada su estructura secundaria, produciendo un **incorrecto plegamiento de su estructura terciaria**, y que **ha adquirido la capacidad de transformar la forma normal en patológica**. La patología se manifiesta por la **acumulación de agregados de la proteína anormal en el cerebro**, más abundante en **hoja plegada  $\beta$**  que la hace resistentes a proteasas.

*Handwritten notes:*  
m...  
xxxxxxx

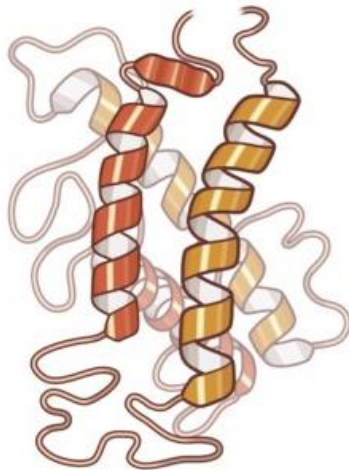


## Priones<sup>PAU</sup>

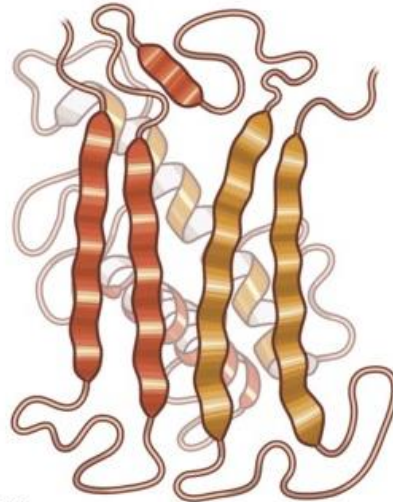
- A partir de tejido cerebral procedente de un individuo infectado se pueden extraer vesículas membranosas ricas en PrP<sup>Sc</sup>. La proteólisis parcial de estas vesículas da lugar a partículas con forma de varilla, visibles al microscopio electrónico.

**Web4**

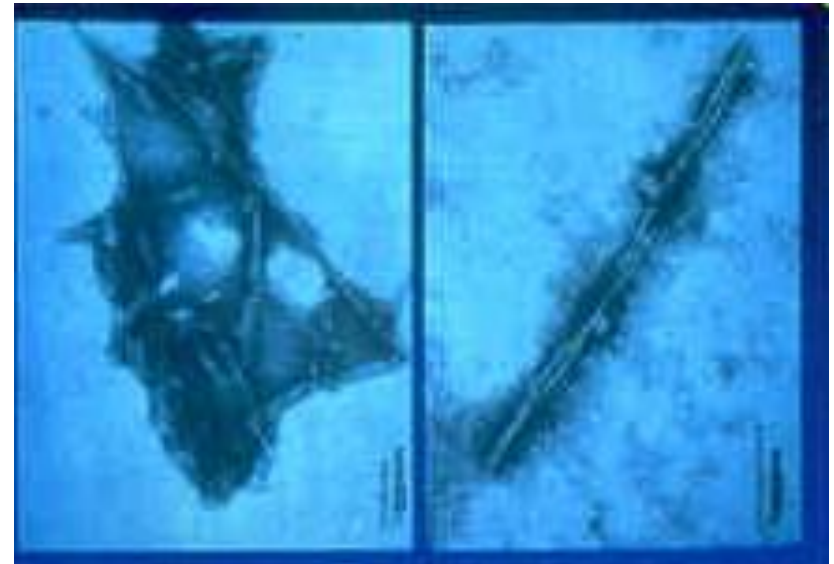
Configuración normal:



Configuración alterada:



© Classe QSI - www.encyclopediasalud.com - V.Barceló



- **Esta forma anormal (PrP<sup>Sc</sup>) puede transmitirse** mediante el consumo de animales infectados y por contacto directo con fluidos corporales o incluso instrumentos, ya que los priones son resistentes a la esterilización. No existe cura para la enfermedad.





## Priones<sup>PAU</sup>

- El plegamiento erróneo de la Prpc a PrpSc confiere a la PrpSc dos propiedades que la diferencian de la Prpc: la resistencia parcial a la digestión por proteasas y su insolubilidad. Estas dos propiedades hacen que la PrpSc sea estable y la capacitan para poder formar agregados proteicos responsables de la acumulación de PrpSc en forma de placas amiloides en el tejido nervioso.
- Las principales diferencias entre la forma normal del prion, Prpc, y la forma patógena, PrpSc son las siguientes:

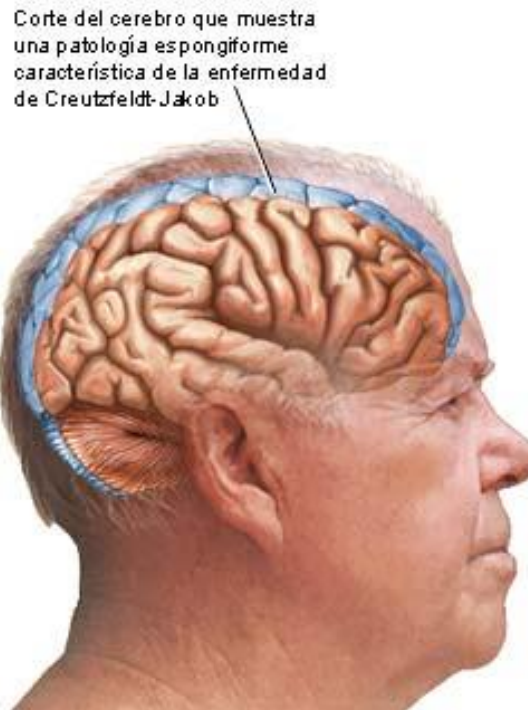
PrPC	PrP <sup>Sc</sup>
Estructura alfa-hélice	Estructura hoja plegada beta
Susceptible a proteasas	Resistente a proteasas
Proteína monomérica	Agregados proteicos
Resistencia normal	Altísima resistencia a la radiación y disolventes

in L. ...  
XXXXXX

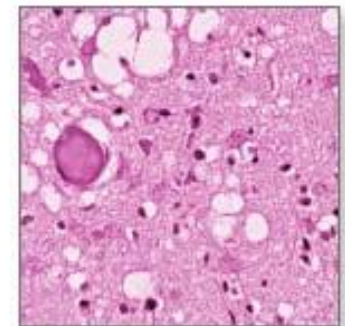


## Priones<sup>PAU</sup>

- Una proteína PrpSc actúa de agente infeccioso al contactar con una proteína PrP normal, haciendo que adquiera estructura plana en forma de lámina beta, es decir, pasará a ser una PrpSc. Como consecuencia de este cambio conformacional, la nueva proteína no puede ser degradada y actúa como agente infeccioso sobre otros Prpc provocando el mal plegamiento de una manera exponencial.
- Este hecho es el causante de la acumulación de agregados de PrpSc en forma de placas amiloides, agregados proteicos patógenos que se acumulan en forma de fibras insolubles y que matan las neuronas produciendo agujeros en el cerebro.



Corte del cerebro que muestra una patología espongiforme característica de la enfermedad de Creutzfeldt-Jakob



Corte del cerebro que muestra una patología espongiforme característica de la enfermedad de Creutzfeldt-Jakob