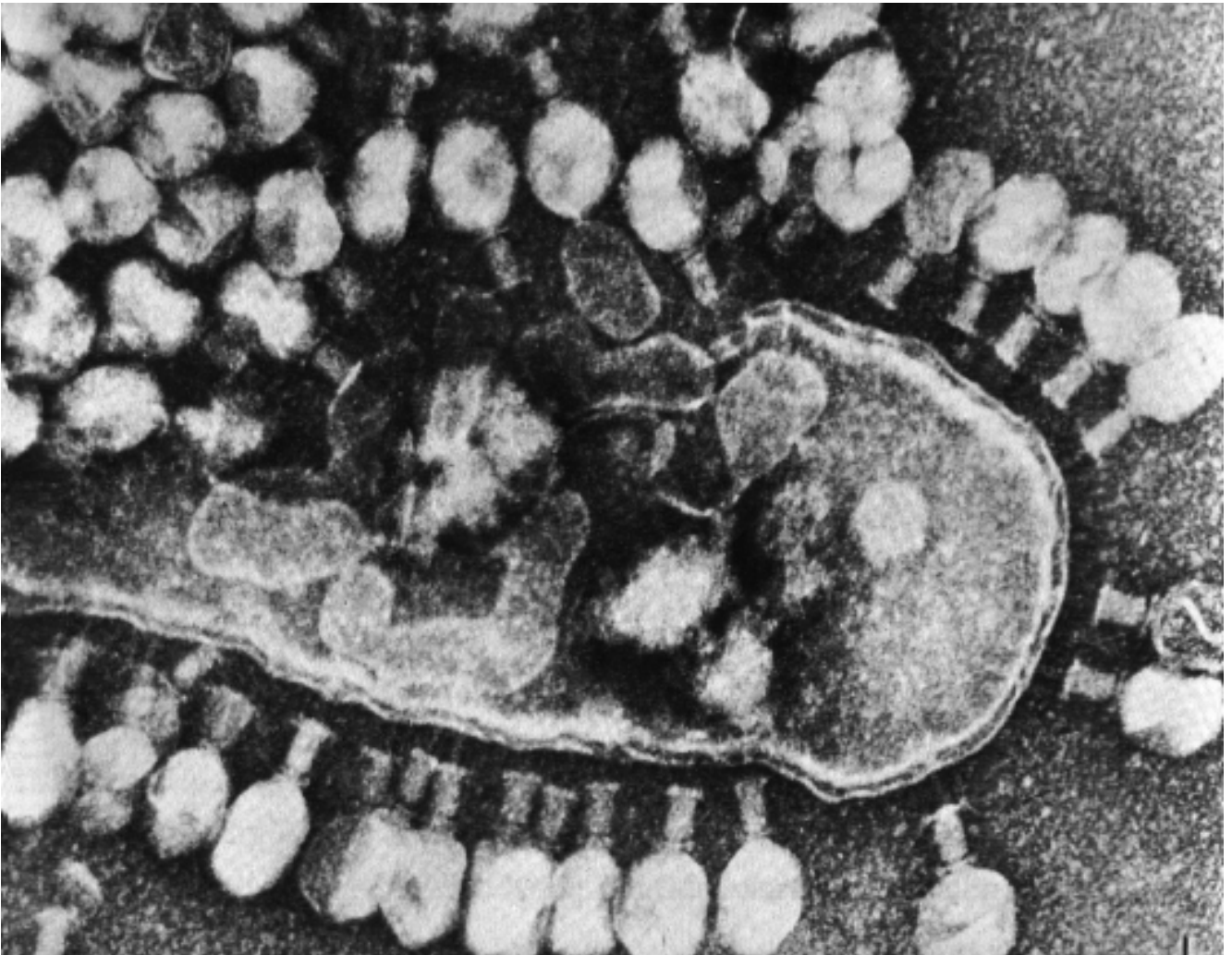


TEMA 4.1: MICROBIOLOGÍA

- 1- INTRODUCCIÓN
- 2- VIROLOGÍA
- 3- BACTERIOLOGÍA
 - 3.1 FISIOLOGÍA DE LAS BACTERIAS
 - 3.2 CLASIFICACIÓN DE LAS BACTERIAS
- 4- LOS MICROORGANISMOS EUCARIÓTICOS



El bacteriófago T4 infectando una bacteria.

1- INTRODUCCIÓN

La **microbiología** es la disciplina de las ciencias biológicas que estudia todo lo relacionado con los microorganismos. Aquellos seres vivos de tamaño microscópico, es decir, que no se pueden observar a simple vista sino al microscopio, reciben el nombre de **microorganismos** o microbios. Se trata de un grupo muy heterogéneo con representantes en distintos reinos y que son los siguientes:

1. **Formas acelulares** como los virus.
2. **Procariontes** como las bacterias y cianobacterias (reino Mónica).
3. **Eucariontes** como protozoos y algas microscópicas (reino Protista) y hongos microscópicos (reino hongos).

2- VIROLOGÍA

La virología es la disciplina microbiológica que se encarga de la descripción y estudio de los **virus**: partículas microscópicas muy sencillas constituidas por un ácido nucleico envuelto por proteínas. Son formas acelulares porque su estructura no es celular y su tamaño es más pequeño (de 20 a 200 nm).

Los virus son parásitos intracelulares obligados debido a que su estructura tan sencilla hace que no puedan realizar las tres funciones vitales de forma independiente (lo que para algunos expertos hace que no se consideren como seres vivos). Es por ello por lo que son agentes infecciosos y patógenos. Su ciclo vital consta de una fase extracelular inactiva, en que los virus están en estado libre y se denominan **viriones**, y una fase intracelular en que el genoma vírico se replica y expresa, utilizando para ello la maquinaria biosintética de la célula.

Morfología del Virión. Consta de tres partes:

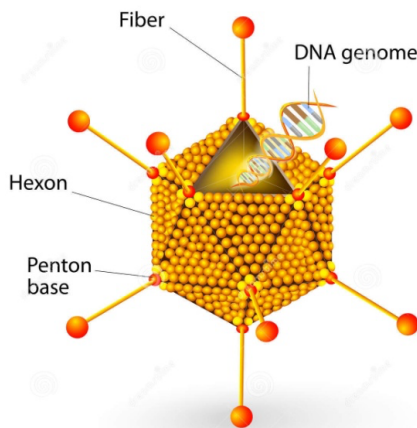
1. **Genoma vírico**: consta de una o varias moléculas de ácido nucleico, que puede ser ADN o ARN, pero nunca los dos simultáneamente. También puede ser monocatenario o bicatenario, o circular o de cadena abierta (lineal). Puede poseer de 4 a varios cientos de genes.
2. **Cápsida**: es la cubierta proteica que recubre y protege al genoma vírico y reconoce a los receptores de la célula huésped. Se forma por el ensamblaje de unas proteínas globulares denominadas **capsómeros**, los cuales se disponen de forma regular y simétrica. La forma de la cápsida puede ser poliédrica, helicoidal o compleja (como en los bacteriófagos). En esta última se define una cabeza icosaédrica y una cola cilíndrica que termina en una placa basal con espinas y fibras caudales.
3. **Envoltura**: es una membrana que cubre la nucleocápsida y está presente sólo en algunos virus. Es una bicapa procedente de la célula infectada, que posee glucoproteínas codificadas en el genoma vírico (implicadas en el reconocimiento de la célula huésped).

Clasificación de los virus:

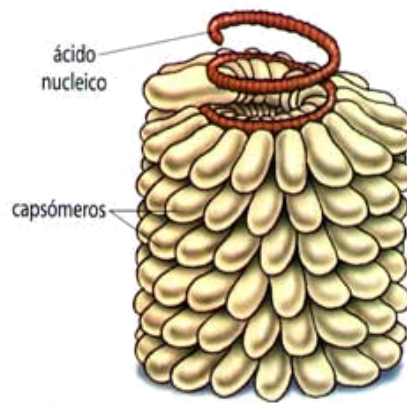
El primer criterio que se utiliza en la clasificación de los virus es el tipo de organismos a los cuales parasita. De este modo existen tres grupos: **virus animales**, **virus vegetales** y **bacteriófagos** o **fagos** (infectan a bacterias). Dentro de cada grupo se clasifica en orden a otros criterios como:

- Genoma vírico: ADN o ARN; monocatenario o bicatenario; circular o abierto.
- Tamaño y forma de la cápsida
- Presencia o ausencia de envoltura membranosa

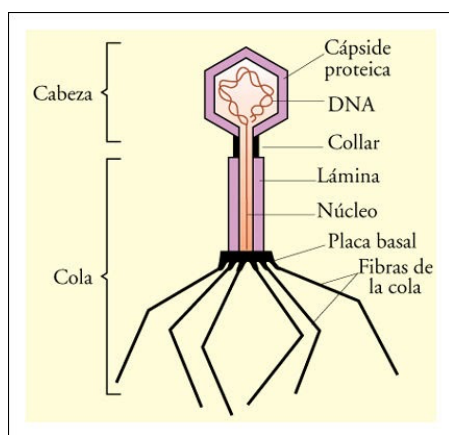
- Presencia de enzimas virales específicas (como la transcriptasa inversa).



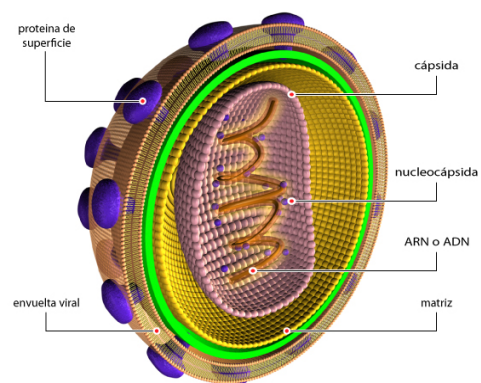
Adenovirus (poliédrica)



Virus del mosaico del tabaco (helicoidal)



Bacteriófago T4 (compleja)



Retrovirus (con membrana)

El ciclo vital de un virus también se denomina ciclo de multiplicación vírica puesto que los virus más que dividirse se multiplican, liberándose gran número de viriones después de la infección de una célula huésped. Existen dos modalidades de ciclos: el lítico, común a todos los tipos de virus y el lisogénico, propio de los fagos.

El **ciclo lítico** conlleva la lisis o destrucción de la célula huésped. Tomando como ejemplo un virus animal, tiene las siguientes fases:

1. **Fijación** (adsorción): el virus se une a la superficie celular mediante el reconocimiento por parte de aquel de un receptor celular (unión específica).
2. **Penetración**: entrada del ácido nucleico al interior de la célula, generalmente por endocitosis o por paso directo, perdiendo la cápsida en el proceso.
3. **Eclipse** (no se observan viriones dentro de la célula): se bloquean los procesos metabólicos celulares, reanudándose esos procesos bajo el gobierno del genoma vírico para expresar sus genes. Se produce la replicación del ácido nucleico y la síntesis de proteínas víricas como los capsómeros. La célula hospedadora proporciona la maquinaria biosintética y la materia prima.
4. **Ensamblaje**: unión de los capsómeros, para formar la cápsida, que rodea a cada una de las copias del ácido nucleico, con lo que se generan numerosos viriones.
5. **Liberación** de los viriones por lisis celular (rotura de la célula) o por exocitosis en el caso de los virus con envoltura (en este caso no hay lisis).

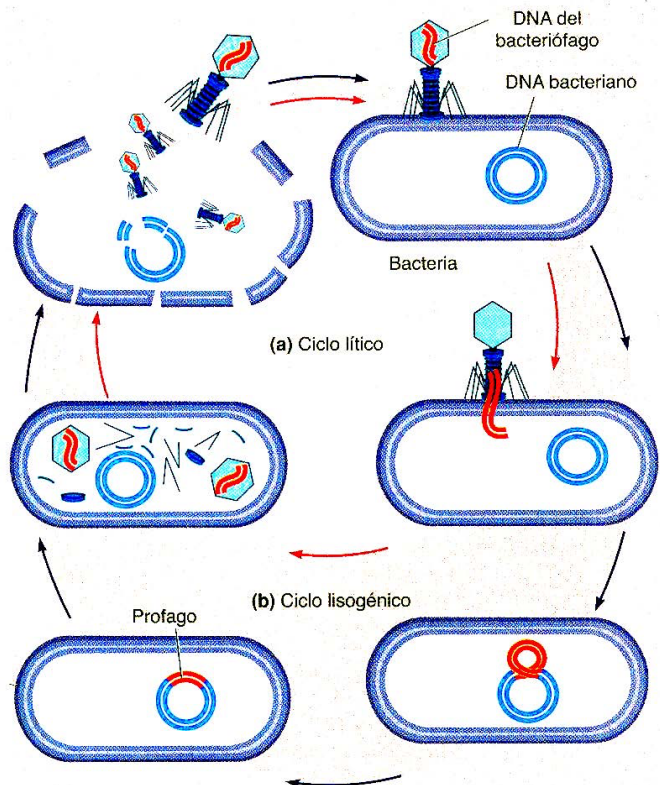
Los virus de células procariotas se denominan **bacteriófagos** y presentan las mismas fases, aunque con distintas modalidades (tomando como ejemplo el fago T4):

- La fijación se realiza también mediante receptores de la pared bacteriana, aunque existe una estructura específica de fijación en el virus (la placa basal con las fibras caudales).

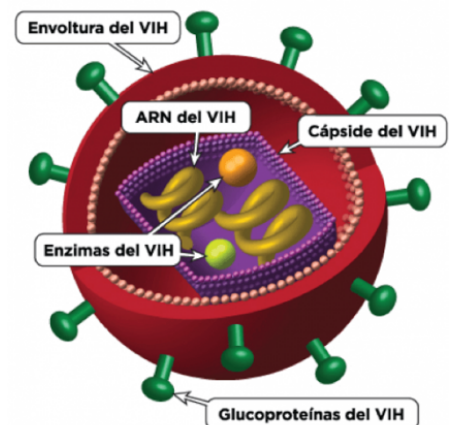
La penetración se realiza por inyección del genoma, previa liberación de enzimas hidrolíticos (lisozimas) que destruyen la pared bacteriana, mediante a la contracción de la vaina de la cola.

- La lisis final es provocada por una lisozima vírica (la endolisina).

Algunos fagos de ADN presentan un **ciclo lisogénico**, en el que permanecen en estado latente dentro de la célula, puesto que su ADN se integra en el genoma bacteriano. Pueden permanecer en este estado latente y atenuado denominado **profago** durante varias generaciones, en las que se multiplican con la célula. Sin embargo, ante un estímulo determinado, se puede producir la **inducción** o activación del ciclo lítico, por lo que se separa el profago del genoma bacteriano, se expresan los genes víricos, se ensamblan los componentes y se liberan los viriones por lisis celular. Mientras la célula lisogénica posee el ADN del profago, será inmune frente a las infecciones de este mismo virus.



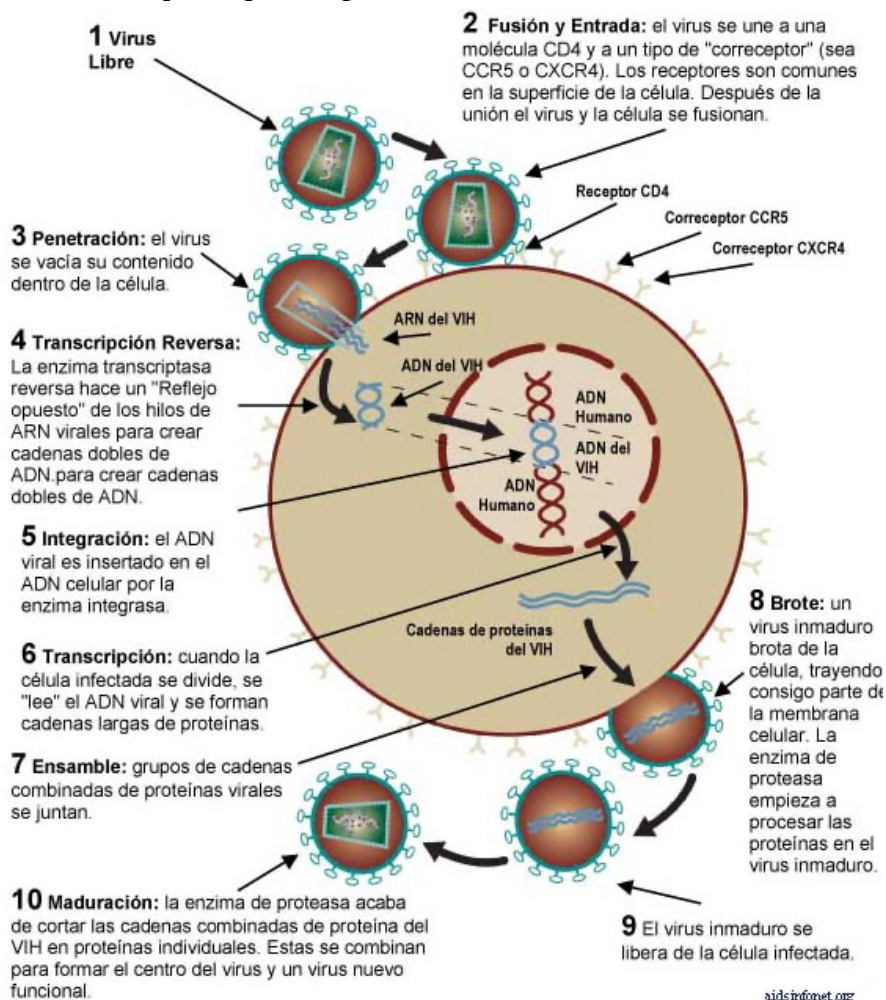
El Virus de la inmunodeficiencia humana (VIH) es un virus ARN con envoltura que pertenece al grupo de los retrovirus, caracterizados por la capacidad de realizar la transcripción inversa de su ácido nucleico para convertirlo en un ADN capaz de insertarse en el genoma de la célula que infecta. Tras una breve etapa con síntomas parecidos a los de una gripe (y en la que se desarrollan anticuerpos específicos), aparece una larga etapa asintomática en la que el virus está latente dentro de los linfocitos TC (o CD4) del organismo, para después desembocar en un síndrome de inmunodeficiencia adquirida (SIDA), en la que el individuo presenta un grave riesgo de contraer infecciones graves y ciertos tipos de cáncer.



Este virus del tiene escasa supervivencia fuera del organismo debido a su sensibilidad al calor (soporta máx. 60°C), por lo que no se transmite por darse la mano, toser o compartir alimentos. En la especie humana hay tres modalidades de contagio:

- Sanguínea: contacto de la sangre de una persona infectada con una sana que debe tener una lesión en la piel. Es común cuando se utilizan jeringuillas y agujas contaminadas de uso compartido o a través de transfusiones de sangre.

- Sexual: el virus está presente en las secreciones vaginales y de esperma. Como las mucosas genitales son muy frágiles, durante la penetración se producen microlesiones que faciliten su paso a la sangre.
- Vía materno-fetal: sólo se produce en el caso de que el virus de la madre embarazada atraviese la placenta y llegue hasta la sangre del feto. También se puede dar el caso de la transmisión por el parto o por la lactancia materna.



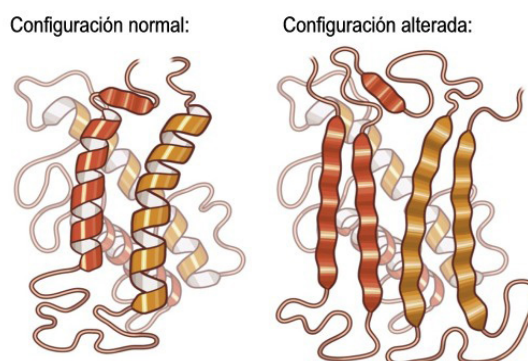
Etapas del ciclo vital:

1. **Fijación:** las glucoproteínas del virus (proteínas gp120) reconocen receptores de la membrana del linfocito, por lo que se produce la fusión de envoltura vírica y membrana celular.
2. **Penetración:** entra la nucleocápsida (de forma icosaédrica) y posteriormente se libera el ARN vírico (dos cadenas monocatenarias idénticas). Este ácido nucleico utiliza la maquinaria biosintética de la célula para expresar y producir la transcriptasa inversa.
3. **Transcripción inversa:** por acción de esta enzima, se forman cadenas híbridas de ARN-ADN y posteriormente cadenas dobles de ADN vírico.
4. **Integración:** Este ADN entra en el núcleo del linfocito y se inserta en el genoma de la célula por la acción de la enzima integrasa. Durante un largo tiempo, puede quedar inactivo en forma de provirus durante la fase asintomática de la enfermedad antes de empezar a multiplicarse. Cada vez que se divida el linfocito, el provirus se duplicará y pasará a las células hijas.

5. **Activación:** después de una larga fase de inactividad, utilizando los procesos metabólicos celulares se produce la transcripción de los genes de los capsómeros en ARNm y también del ARN viral, que migran al citoplasma del linfocito. Allí se produce la traducción para formar las proteínas del virus.
6. **Ensamblaje:** Los capsómeros se unen para formar la cápsida viral, que encierra una copia del ARN.
7. **Liberación:** salida de los virus hijos al exterior del linfocito por exocitosis, convirtiéndose la membrana celular del linfocito en la envoltura vírica. Los virus van liberándose hasta que el linfocito muere, disminuyendo así el número de ellos y comenzando la fase sintomática de la enfermedad.

Otras formas acelulares de menor tamaño y todavía más simples que los virus:

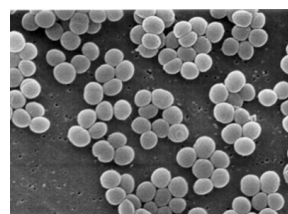
1. Los **viroides** son moléculas de ARN monocatenario circular sin ningún tipo de cubierta protectora. Su tamaño es de pocos cientos de nucleótidos, bastante menor que cualquier genoma vírico, y parece que su multiplicación se realice mediante la ARN polimerasa del hospedador. Causan enfermedades en plantas como patatas y cocoteros.
2. Los **priones** consisten en proteínas infectivas que son capaces de autorreplicarse dentro de las células hospedadoras, generalmente neuronales. Parece ser que son proteínas normales que sufren algún cambio conformacional y que inducen a otras del mismo tipo a que sufran dicho cambio, de ahí que sean infectivas. Generan enfermedades degenerativas del sistema nervioso central (la encefalopatía bovina espongiiforme y la enfermedad de Creutzfeld – Jakob en humanos). Estas enfermedades pueden ser también hereditarias si el gen que codifica la proteína normal sufre una mutación puntual que haga que genere proteínas infectivas.



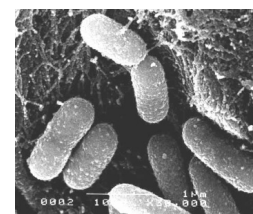
3- BACTERIOLOGÍA

Esta rama de la microbiología estudia los microorganismos procariontes del reino monera. Según la clasificación de Woese (1990), en este grupo se encontrarían los dominios *Bacteria* (las eubacterias y las cianobacterias) y *Archaea* (las arqueobacterias). Las bacterias se pueden diferenciar en los siguientes tipos morfológicos:

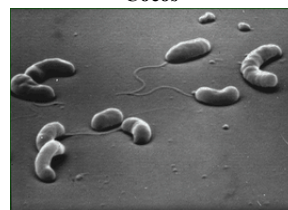
1. **Cocos:** esféricas y ligeramente ovaladas. Pueden agruparse por pares (*diplococos*), en cadenas como las cuentas de un collar (*estreptococos*), en forma de racimos (*estafilococos*), o con formas más o menos cúbicas, (*sarcinas*).
2. **Bacilos:** forma de bastón o cilíndrica. Pueden formar colonias filamentosas lineales al unirse unos con otros después de la división.
3. **Vibrios** o vibriones: tienen forma de coma.
4. **Espirilos:** son los más alargados y presentan un enrollamiento en espiral. Dentro de éstos, las *espiroquetas* son las más enrolladas.



Cocos



Bacilos



Vibrios



Espirilos

3.1. FISIOLÓGÍA DE LAS BACTERIAS

Nutrición:

Las bacterias constituyen un grupo muy heterogéneo desde el punto de vista nutricional, ya que presentan todos los tipos de metabolismo conocidos. Las hay aerobias y anaerobias. Basándose en la nutrición, las hay:

- **Autótrofas fotosintéticas** como las sulfobacterias verdes y púrpuras, que realizan una fotosíntesis anoxigénica en la que no se libera oxígeno, y las cianobacterias, que realizan una fotosíntesis oxigénica.
- **Autótrofas quimiosintéticas**, que obtienen la energía mediante oxidaciones de compuestos nitrogenados, sulfurados, hierro, metano, etc. Son muy importantes las bacterias del suelo pues intervienen en los ciclos de la materia contribuyendo a su reciclaje.
- **Heterótrofas saprófitas:** se nutren descomponiendo la materia orgánica muerta. Son muy importantes desde el punto de vista ecológico e industrial.
- **Heterótrofas simbióticas**, que se asocian con otros organismos, de los cuales obtienen nutrientes, pero les proporcionan algún beneficio a cambio. Son muy importantes las bacterias del género *Rhizobium* que viven en simbiosis con las raíces de leguminosas. Otras viven en simbiosis con los animales como *Escherichia coli* que forma parte de la flora intestinal.
- **Heterótrofas parásitas** toman nutrientes de un organismo vivo, por lo que causan enfermedades como la lepra, sífilis, neumonía, tétanos, tuberculosis, etc.

Relación:

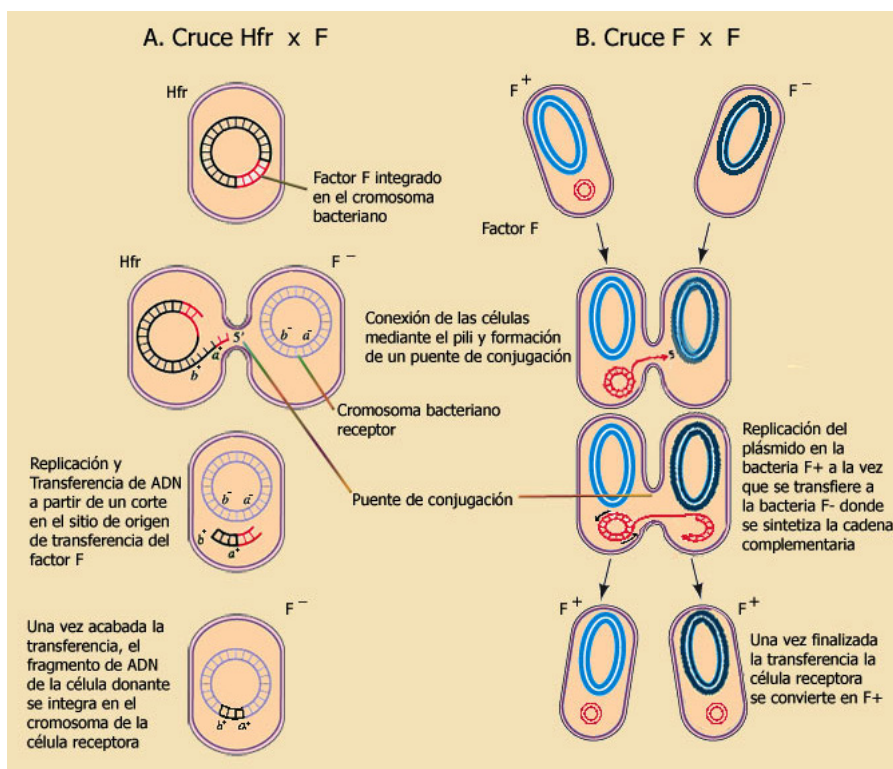
Las bacterias pueden captar la información procedente de **estímulos** del medio como cambios de pH, de temperatura, nutrientes, O₂, salinidad, etc. Después elaboran **respuestas** como **quimiotactismos** (negativos o positivos en virtud del alejamiento o acercamiento a determinadas sustancias químicas), **fototactismos** (también positivos o negativos, en este caso hacia la luz), modificaciones metabólicas o formación de **endosporas** (formas de resistencia que algunas bacterias desarrollan ante condiciones adversas).

Reproducción:

1. La reproducción **asexual** es la más habitual y se realiza por **bipartición** o división binaria. En esta modalidad, después de la replicación del ADN dirigida por la ADN polimerasa en los mesosomas, la pared bacteriana crece hasta formar un tabique transversal que separa las dos nuevas bacterias.



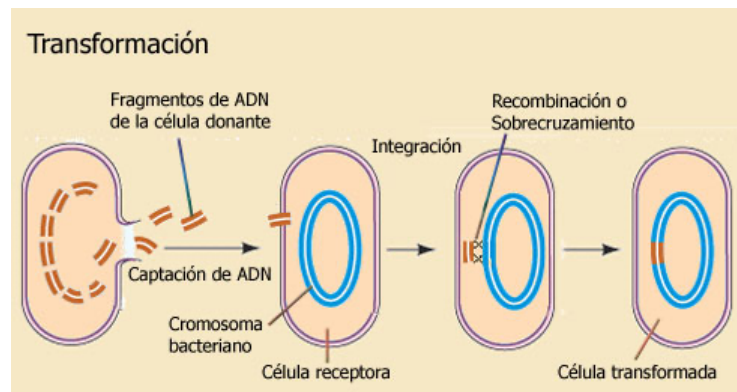
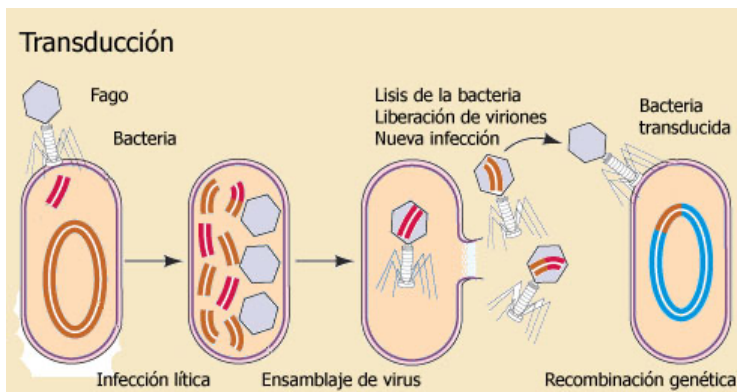
2. Las bacterias tienen mecanismos **parasexuales** consistentes en intercambios de fragmentos de ADN sin existencia de fusión entre dos células. Son procesos que generan por tanto variabilidad genética. Existen tres formas de intercambio genético:



- **Conjugación:** una bacteria donadora transmite a otra bacteria receptora un fragmento de su ADN a través de un plásmido (los llamados *factores F*). Las bacterias que poseen estos plásmidos se denominan F^+ y pueden tener un alto número de ellos. A través de los pelos (*pili*) estas bacterias donadoras transmiten los factores F a las bacterias F^- receptoras. En ocasiones este factor se integra en el cromosoma bacteriano y se transforma en un **episoma**, con lo que la bacteria F^+ se convierte en una bacteria *Hfr* (alta frecuencia de recombinación). El episoma, al pasar

a la bacteria receptora, puede llevar a ésta genes del ADN donante, los cuales se integran en su genoma.

- **Transducción.** Es la transferencia de ADN de una bacteria a otra a través de un virus bacteriófago, que se comporta como vector intermediario entre las dos bacterias. Durante la infección lítica, las enzimas que empaquetan el ADN vírico en el bacteriófago introducen a veces accidentalmente ADN bacteriano, con lo que se origina un virus transductor que es liberado en la lisis junto con los viriones normales. Al infectar una segunda bacteria, el virus introduce esos genes bacterianos al receptor, que se convierte en una bacteria transducida
- **Transformación:** captación por parte de una bacteria de fragmentos de ADN de otra bacteria que se encuentran dispersos en el medio. El ADN donante se incorpora mediante sobrecruzamiento o recombinación genética. Se origina de esta manera una bacteria transformada.



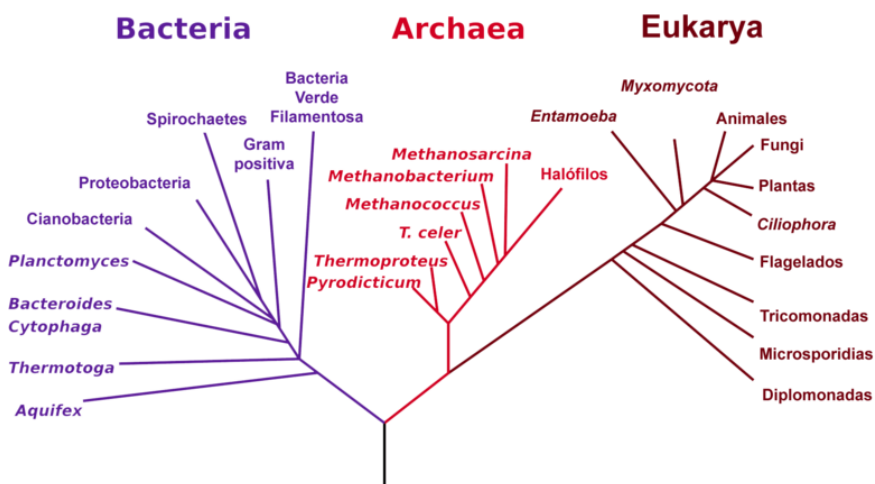
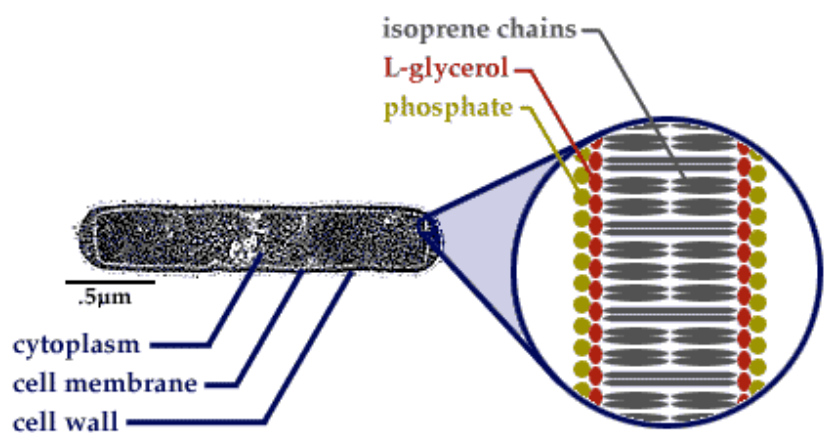
3.2 CLASIFICACIÓN DE LAS BACTERIAS

Eubacterias:

GRUPO	NUTRICIÓN	ESTRUCTURA	TIPOS
Bacterias purpúreas y verdes	Fotosintética anoxigénica.	Con bacterioclorofila y un solo fotosistema	Sulfúreas (usan H ₂ S como fuente de electrones) y no sulfúreas (sustancias orgánicas)
Cianobacterias	Fotosintética y aerobia	Con clorofila y ficocianina. Pueden formar colonias.	
Bacterias nitrificantes	Quimiosintéticas		Oxidantes del amonio (<i>Nitrosomonas</i>) y oxidantes de nitritos (<i>Nitrobacter</i>).
Fijadoras del nitrógeno	Aerobias	Gram -	<i>Azotobacter</i> y <i>Rhizobium</i>
Bacterias entéricas	Anaerobia facultativa	Gram -	<i>Escherichia coli</i>
Bacterias lácticas	Anaerobia	Gram +	<i>Lactobacillus</i>
Espiroquetas	Heterótrofas		<i>Treponema palidum</i> (sífilis)
Micoplasmas		Sin pared bacteriana	

Arqueobacterias:

Estos organismos procariontes poseen una membrana plasmática sin ácidos grasos. En vez de éstos, poseen hidrocarburos isoprenoides unidos a glicerina mediante enlaces de tipo éter (C-O-C) y organizados en bicapas o monocapas. La pared celular está formada por pseudopeptidoglicanos y polisacáridos con proteínas.



Árbol filogenético de los seres vivos según estudios de ARNr

Aunque durante mucho tiempo se ha considerado el grupo más primitivo de organismos procariontes, en la actualidad se considera que son los más cercanos a los eucariotas (por composición y por genética), por lo que se piensa que podrían ser los urcariontes acogedores de los demás simbiontes según la teoría endosimbiótica.

La mayoría de las arqueobacterias son autótrofas y viven en medios extremos como las **halófilas** (aguas hipersalinas y alcalinas), **termófilas** (aguas termales y muy ácidas) o **metanógenas** (productoras de metano que viven en pantanos anaerobios, chimeneas hidrotermales de fondos marinos o el tracto intestinal de rumiantes).

4- LOS MICROORGANISMOS EUCARIÓTICOS

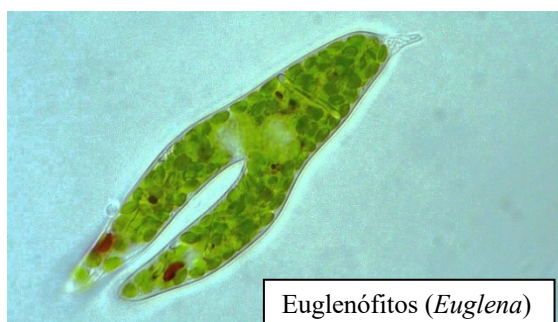
Algas microscópicas:

Las algas son protocistas fotosintéticos que pueden ser unicelulares (microscópicos) o pluricelulares (microscópicos o macroscópicos). Las algas microscópicas constituyen el **fitoplancton** y forman parte de los productores de los ecosistemas acuáticos.

Las algas se dividen en seis grupos en función de sus pigmentos, la sustancia de reserva que acumulan y los componentes de la pared celular:

GRUPO	PIGMENTOS	SUSTANCIA de RESERVA	PARED CELULAR
Euglenófitos *	Clorofila a y b, Carotenos y xantofilas.	Paramilo	No tiene
Diatomeas *	Clorofila a y c, Carotenos y xantofilas.	Aceites	Celulosa con sílice.
Dinoflagelados *	Clorofila a y c, Caroteno y dinoxantina.	Almidón	Celulosa
Clorófitos **	Clorofila a y b, Carotenos y xantofilas.	Almidón	Celulosa
Feófitos ***	Clorofila a y c, Carotenos y xantofilas.	Aceites	Celulosa
Rodófitos **	Clorofila a, Carotenos, Ficocianina y fícoeritrina.	Almidón de florídeas	Celulosa con agar agar.

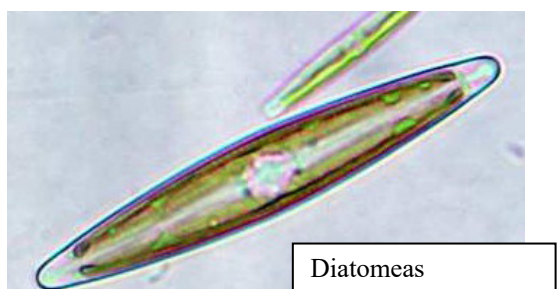
* Sólo unicelulares; ** Unicelulares y pluricelulares; *** Sólo pluricelulares.



Euglenófitos (*Euglena*)



Dinoflagelados



Diatomeas

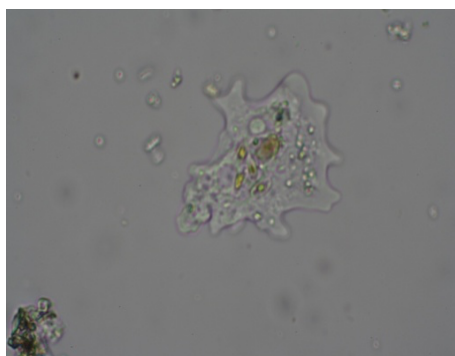


Clorófitos (*Chlamydomonas*)

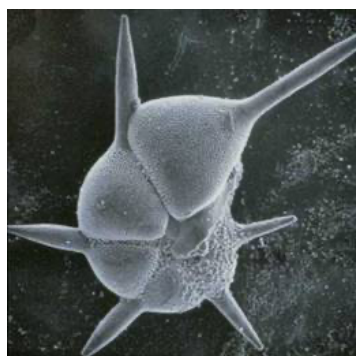
Protozoos:

Los protozoos son protocistas unicelulares heterótrofos, muchos de ellos integrantes del **zooplancton** de los ecosistemas acuáticos, mientras que otros son parásitos y causan enfermedades. Se dividen en cuatro grupos, en virtud de su sistema de locomoción:

1. **Flagelados** (mastigóforos): se desplazan por flagelos. De vida libre o parásitos (como *Trypanosoma*, causante de la enfermedad del sueño).
2. **Ciliados** (cilióforos): poseen la superficie cubierta por cilios, con los que se desplazan o crean corrientes de agua. Presentan una modalidad de reproducción sexual denominado conjugación, en que dos individuos intercambian ADN. Por ejemplo, Paramecios y Vorticelas.
3. **Rizópodos** (sarcodinos): se desplazan por pseudópodos (expansiones citoplasmáticas flexibles), aunque los utilizan también para alimentarse por fagocitosis. Algunos poseen una concha calcárea (foraminíferos) o silíceo (radiolarios) y la mayoría son de vida libre, como las amebas.
4. **Esporozoos**: son inmóviles y parásitos (como el *Plasmodium* de la malaria). Su reproducción es asexual por fisión múltiple (esporas).



Amebas



Concha de foraminíferos



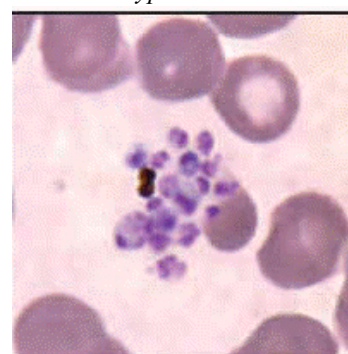
Trypanosoma



Paramecios



Vorticelas



Plasmodium

Hongos microscópicos:

Los hongos forman un reino de seres vivos heterótrofos unicelulares o pluricelulares. Se alimentan por absorción y pueden ser saprofitos, parásitos o simbióticos. Los hongos microscópicos son los siguientes:

1. **Levaduras**: organismos unicelulares que se reproducen asexualmente por gemación y obtienen la energía por fermentación.
2. **Mohos**: seres pluricelulares que forman unos filamentos o **hifas**, cuyo conjunto es el **micelio**. Son saprofitos y se reproducen por esporas.