

BLOQUE IV.

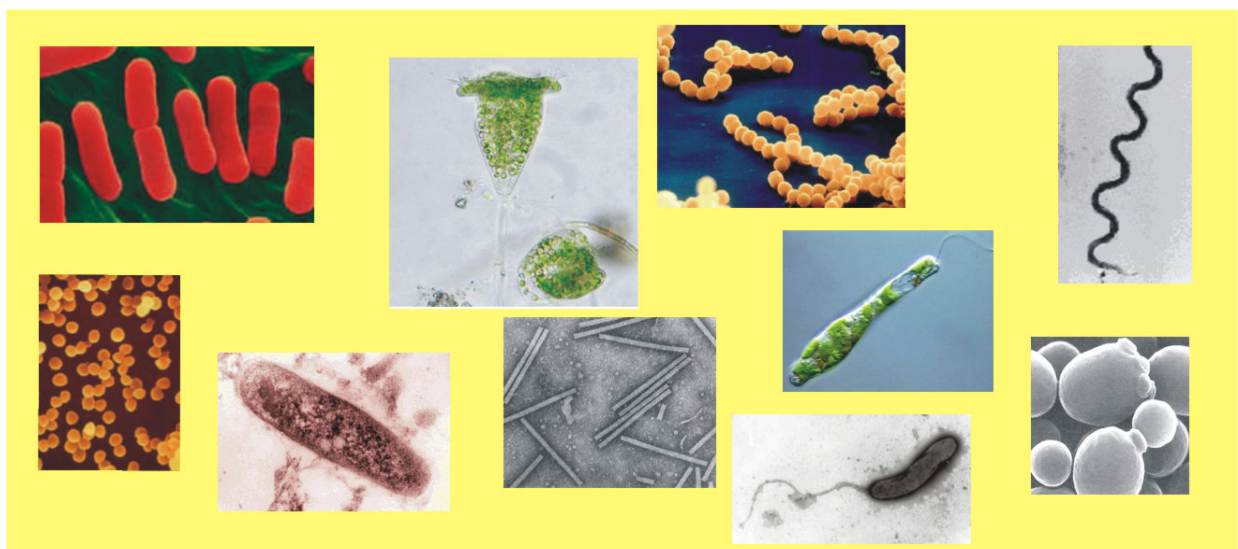
BIOTECNOLOXÍA. O MUNDO DOS MICROORGANISMOS E AS SÚAS APLICACIÓNS.

**UNIDADE 21. DIVERSIDADE DOS MICROORGANISMOS.
MICROORGANISMOS E SAÚDE.**

CONTIDOS

DIVERSIDADE DOS MICROORGANISMOS. MICROORGANISMOS E SAÚDE .

- 1. OS MICROORGANISMOS E A SÚA CLASIFICACIÓN.**
- 2. OS VIRUS, MICROORGANISMOS ACELULARES.**
- 3. AS BACTERIAS, MICROORGANISMOS PROCARIOTAS.**
 - 3.1. EUBACTERIAS: PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS.**
 - 3.2. ARQUEOBACTERIAS: PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS.**
- 4. OS MICROORGANISMOS EUCARIOTAS.**
 - 4.1. PROTOZOOS.**
 - 4.2. ALGAS UNICELULARES.**
 - 4.3. FUNGOS MICROSCÓPICOS.**
- 5. OS MICROORGANISMOS E OS CICLOS BIOXEOQUÍMICOS.**
 - 5.1. OS CICLOS BIOXEOQUÍMICOS.**
 - 5.2. OS MICROORGANISMOS COMO AXENTES BIOXEOQUÍMICOS.**
 - 5.3. MICROORGANISMOS E CICLO DO CARBONO.**
 - 5.4. MICROORGANISMOS E CICLO DO NITRÓXENO.**
- 6. OS MICROORGANISMOS COMO AXENTES INFECCIOSOS.**
 - 6.1. POSTULADOS DE KOCH OU TEORÍA MICROBIANA DA DOENZA INFECCIOSA.**
 - 6.2. TERMINOLOXÍA PATOXÉNICA BÁSICA.**
 - 6.3. PRÍONS E VIROIDES: OUTROS AXENTES INFECCIOSOS ACELULARES.**
 - 6.4. ALGÚNS PATÓXENOS EN HUMANOS.**



BIOTECNOLOXÍA. O MUNDO DOS MICROORGANISMOS E AS SÚAS APLICACIÓNS.

UNIDADE 21. DIVERSIDADE DOS MICROORGANISMOS. MICROORGANISMOS E SAÚDE.

1. OS MICROORGANISMOS E A SÚA CLASIFICACIÓN.

—QUEN SON OS MICROORGANISMOS?

Reciben o nome de **microorganismos** ou **microbios** unha chea de seres vivos moi **diversos** e **heteroxéneos** **caracterizados** polo seu **moi reducido tamaño**, mídense en micrómetros[μm] (\approx microns[μ]). Para observalos precisamos do microscopio óptico ou electrónico.

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

A **Microbioloxía** é a parte da Bioloxía que estuda os microorganismos.

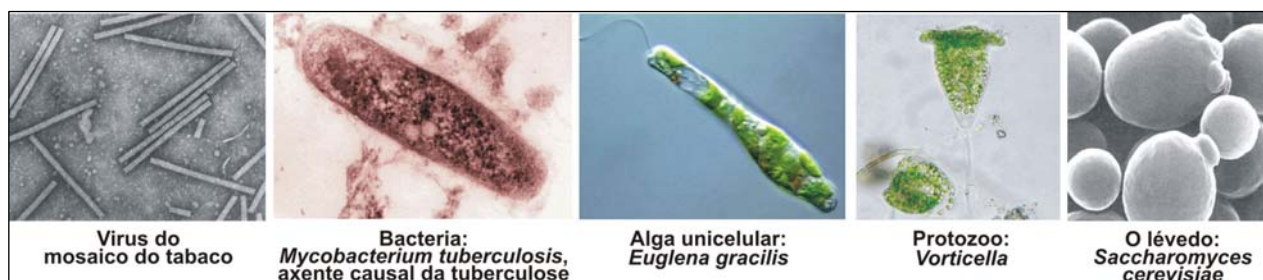
Os microorganismos poden existir como **células isoladas** ou como **agrupamentos coloniais** que non forman tecidos. Constitúen un grupo moi heteroxéneo:

- 1º) polo tamaño
- 2º) pola organización celular
- 3º) polas súas características funcionais e evolutivas, e
- 4º) polo medio onde viven.

MICROORGANISMO	TAMAÑO MEDIO	ORGANIZACIÓN CELULAR	NUTRICIÓN	REINO
Virus	0,1 μm	Acelular	Parasitos obrigados	Virus
Bacterias	0,5-5 μm	Procariota	Todo tipo de nutrición	Monera
Protozoos	até 100 μm	Eucariota	Predomina heterotrofia	Protista ou Protoctista
Algas unicelulares	10-300 μm	Eucariota	Autótrofos	Protista
Fungos microscópicos (mofos e lévedos ou fermentos)	Lévedos: 6-12 μm Mofos: > 250 μm	Eucariota	Heterótrofos	Fungos (Fungi)

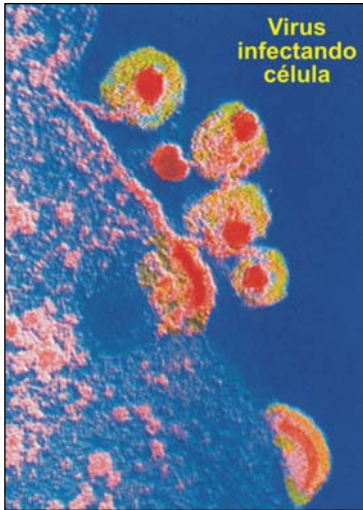
Os organismos moi pequenos presentan algunhas características comúns que proporcionan distintas vantaxes para o seu funcionamento:

- **Relación superficie da membrana celular/volume total da célula moi alta**, por iso presentan un intercambio de nutrientes moi eficiente coa súa contorna. Así e todo, necesítase un volume mínimo para almacenar a información xenética e o aparello bioquímico necesario para vivir.
- **Metabolismo moi rápido**, pois a distancia que separa os seus metabolitos e nutrientes é moi pequena.
- **Reprodúcense moi axiña**, debido á sinxeleza da súa organización e ao seu rápido metabolismo.



2. OS VIRUS, MICROORGANISMOS ACELULARES.

—CONCEPTO DE VIRUS



Os virus son microorganismos cun xeito moi particular de vida chamado **paratrofia**. A paratrofia consiste nun **parasitismo celular obrigado**. Os virus son quen de poñer ao seu dispor toda a maquinaria metabólica e de síntese da célula parasitada. Parasitan tanto bacterias [estes virus chámanse **bacteriófagos** ou **fagos**] como células animais ou vexetais.

Os virus non presentan estrutura celular, **non son células**. Podémoslos definir como **partículas de nucleoproteína** que fóra da célula hospedeira son inertes. Algúns poden cristalizar no laboratorio.

Os virus, tamén chamados **virións** —cando se atopan fóra da célula e son inertes metabolicamente —, teñen un tamaño que abala entre os 100 e os 3.000Å.

—PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DOS VIRUS

- ▶ Parasitos intracelulares obrigados
- ▶ Especificidade viral parasitaria (cada virus ataca e parasita un só tipo determinado de célula)
- ▶ Plasticidade: presentan unha grande taxa de mutación.
- ▶ Tamaño moi pequeno.

—ESTRUTURA MORFOLÓXICA DOS VIRUS

Basicamente todos os virus presentan:

▶ **Ácido nucleico**, que pode ser ADN (nos **desoxirribovirus**) ou ARN (nos **ribovirus**). Este ácido nucleico pode ser monocatenario ou bicatenario, lineal ou circular.

▶ **Cápsida**. Envoltura proteica constituída pola unión de varias **subunidades proteicas globulares** chamadas **capsómeros**. A súa función é protexer o ácido nucleico e, no caso dos chamados **virus espidos**, o recoñecemento dos **receptores de membrana** da célula que parasita.

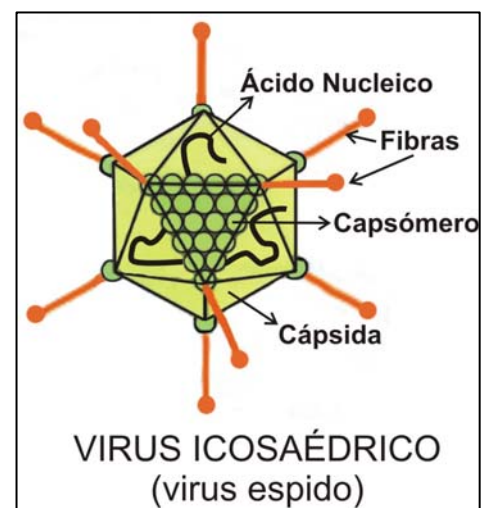
▶ **Envoltura membranosa**. Só a presentan os chamados **virus envoltos**. [Os virus que non teñen envoltura membranosa chámanse **virus espidos**.] Esta envoltura procede da célula hospedeira parasitada. Na envoltura aparecen **glicoproteínas** (espículas) destinadas a recoñecer a célula hospedadora e inducir a penetración do virus por fagocitose.

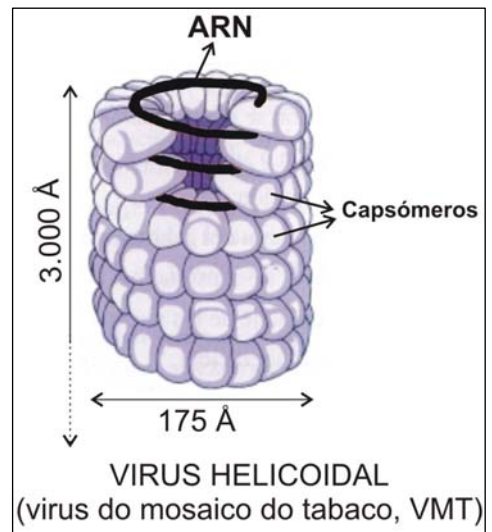
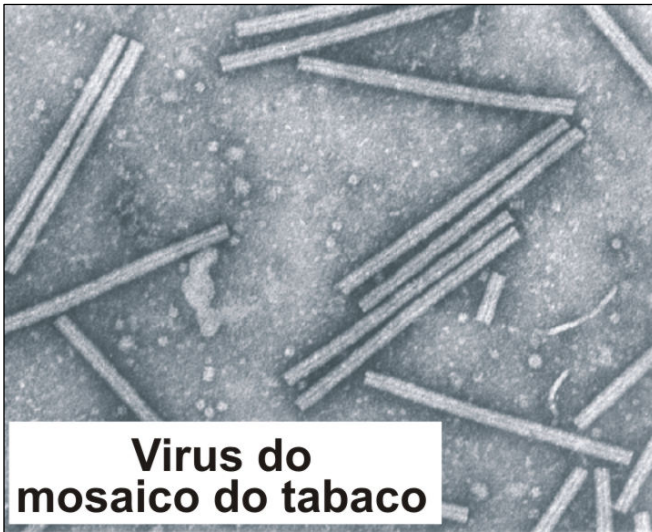
▶ **Enzimas víricas**. Malia non ter metabolismo propio, algúns virus posúen enzimas para:
1/ *Furar as células que parasitan.*
2/ *Polimerases* para transcribir o ácido nucleico vírico.
Exemplo: a **transcritase inversa**.

—CLASIFICACIÓN DOS VIRUS

Atendendo á xeometría que presentan as cápsidas víricas distinguimos estes virus:

▶ **Virus icosaédricos**: presentan un aspecto esférico, cunha **cápsida** que adopta a estrutura dun **icosaedro** (poliedro con 20 caras en forma de triángulo equilátero, 30 arestas e 12 vértices). Exemplo: *virus da poliomielite*.





► **Virus helicoidais:** os capsómeros únense en helicoidal, formando unha especie de cilindro que porta no seu interior o ácido nucleico.
Exemplo: *virus do mosaico do tabaco* (VMT).

► **Virus complexos:** xeometría típica dos **fagos** ou **bacteriófagos**, virus que parasitan bacterias.
Distinguimos as seguintes partes:

☑ **cabeza:** morfoloxía icosaédrica

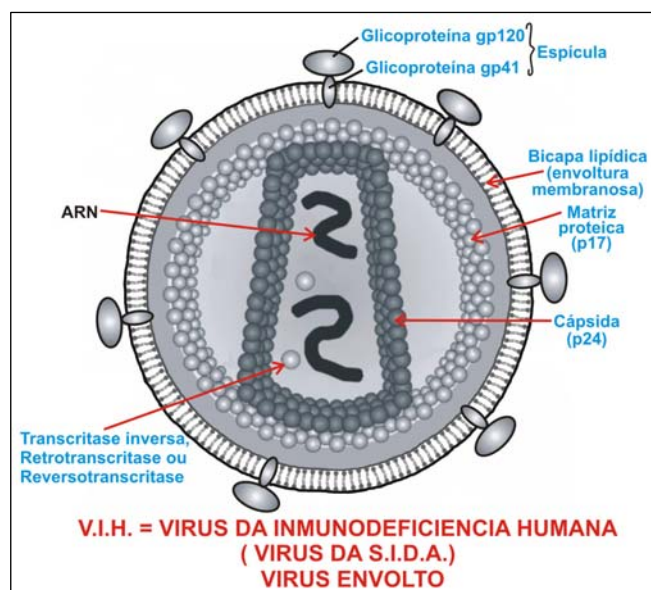
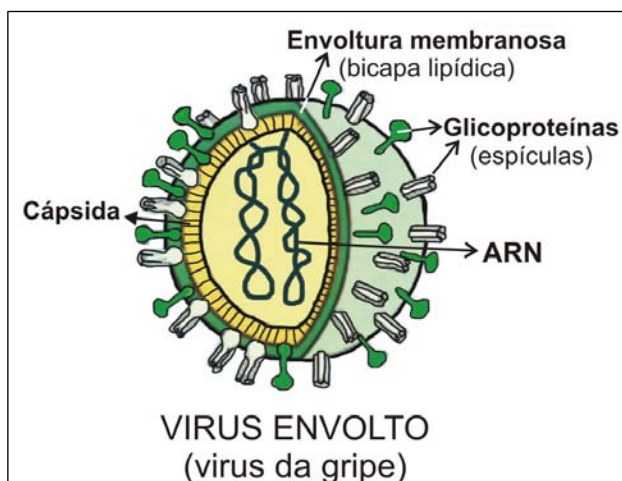
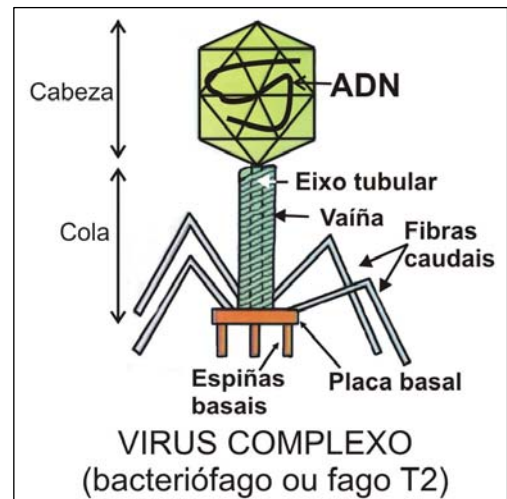
☑ **cola** (proteica):

→ **vaíña**, ten simetría helicoidal e polo seu interior vai un eixo tubular

→ **placa basal** (sistema de ancoraxe sobre a célula hospedeira):

• **espiñas basais**

• **fibras caudais**



—CICLO LÍTICO DUN BACTERIÓFAGO

Xa vimos que os virus carecen de nutrición e de que as súas **funcións de relación** limítanse a **identificar á súa célula hospedadora específica e parasitala**. O seu ciclo vital precisa dunha célula hospedeira que lle proporcione material e enerxía para sintetizar novos ácidos nucleicos e capsómeros e así reproducirse. O **ciclo reprodutor dun bacteriófago** ten as seguintes fases:

① **Fixación ou adsorción**. O bacteriófago utiliza as **fibras caudais** e as **espiñas basais** para asociarse á parede bacteriana.

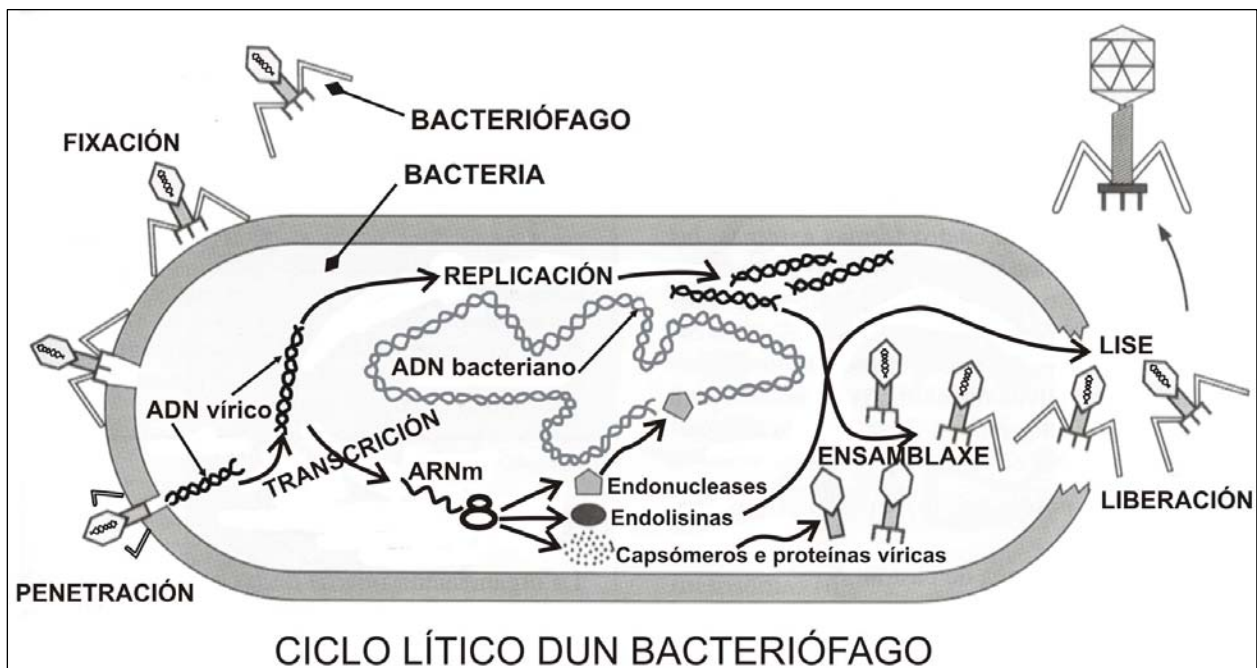
② **Penetración**. Enzimas **lisozimas** situadas na placa basal perforan a parede celular bacteriana. Contráese a vaíña e o eixo tubular penetra na bacteria pasando o ADN ao citoplasma bacteriano.

③ **Transcrición**. O ADN vírico utiliza nucleótidos e ARN-polimerase da bacteria para fabricar ARNm e sintetizar **endonucleases** (que destrúen o ADN bacteriano e impiden o seu normal funcionamento), **endolisinas** (que propiciarán a lise da célula bacteriana) e **capsómeros** (que unidos configurarán a **cápsida** completa do virus).

④ **Replicación**. O ADN vírico replícase activamente despois de ter modificado a maquinaria metabólica da bacteria para o seu uso exclusivo.

⑤ **Ensamblaxe**. Os capsómeros reúnense formando a cápsida e o ADN vírico prégame e penetra na mesma.

⑥ **Lise e liberación**. As endolisinas inducen a lise da bacteria e a liberación dos novos virus que xa poderán infectar outras bacterias.



—CICLO LISOXÉNICO DO BACTERIÓFAGO

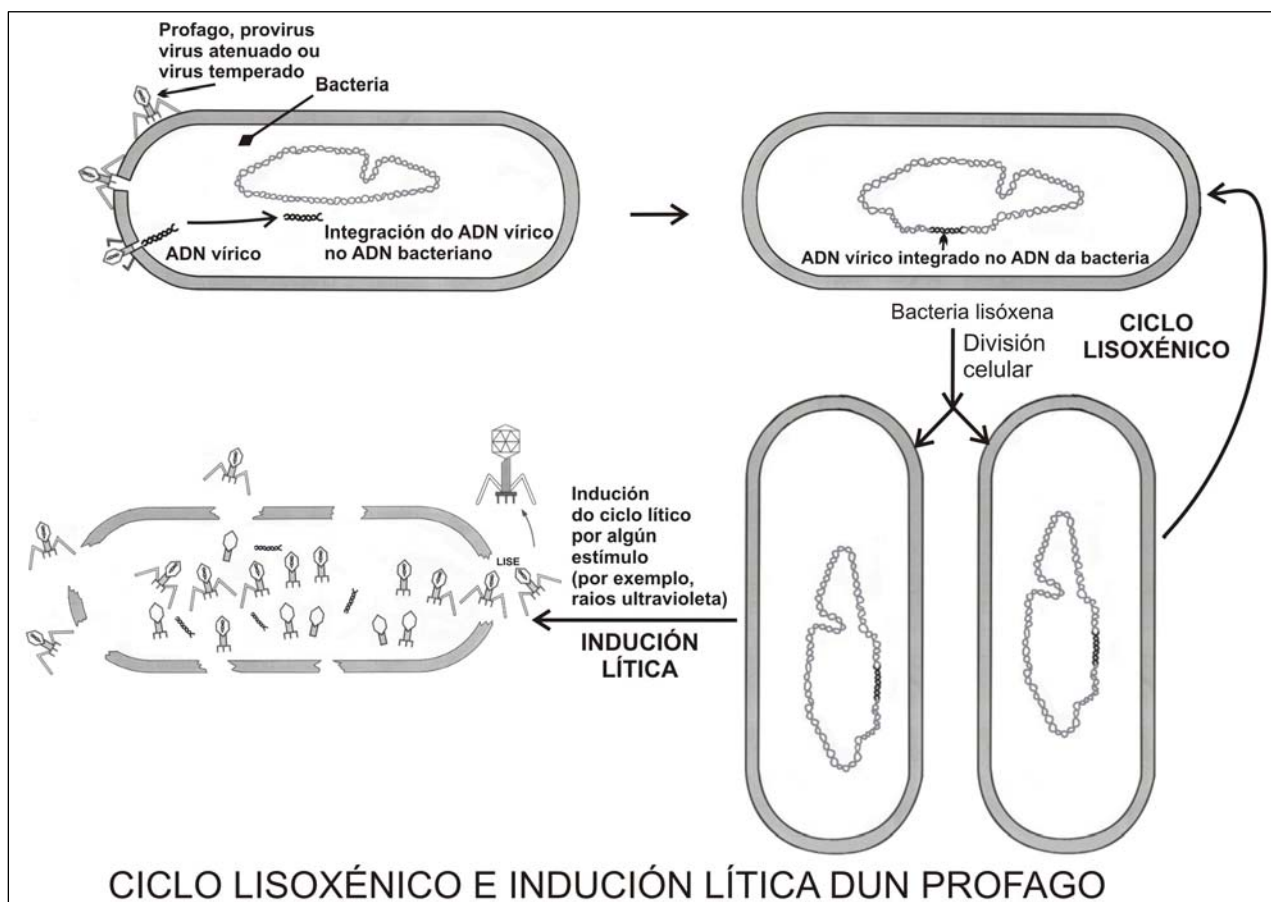
Cando o bacteriófago consegue introducir o seu ADN no protoplasma bacteriano pode seguir dous camiños:

1/ a **vía lítica** xa descrita, ou

2/ a **vía lisoxénica** que consiste na **integración do ADN vírico no ADN bacteriano**.

Estes virus denomínanse **virus temperados**, **virus atenuados**, **profagos** ou **provirus** (en contraposición cos virus que producen a lise chamados **virus virulentos**), e a bacteria receptora **célula lisóxena** ou **bacteria lisóxena**.

O profago pode permanecer integrado de forma latente —**latencia vírica**— no **ADN bacteriano** [tamén chamado **cromosoma bacteriano**], reproducíndose simultaneamente con el, durante varias xeracións até que un factor indutor, por exemplo as radiacións ultravioleta, active un novo ciclo lítico. Mentres a bacteria integre o profago estará inmune fronte aos ataques infecciosos dos virus da mesma especie.



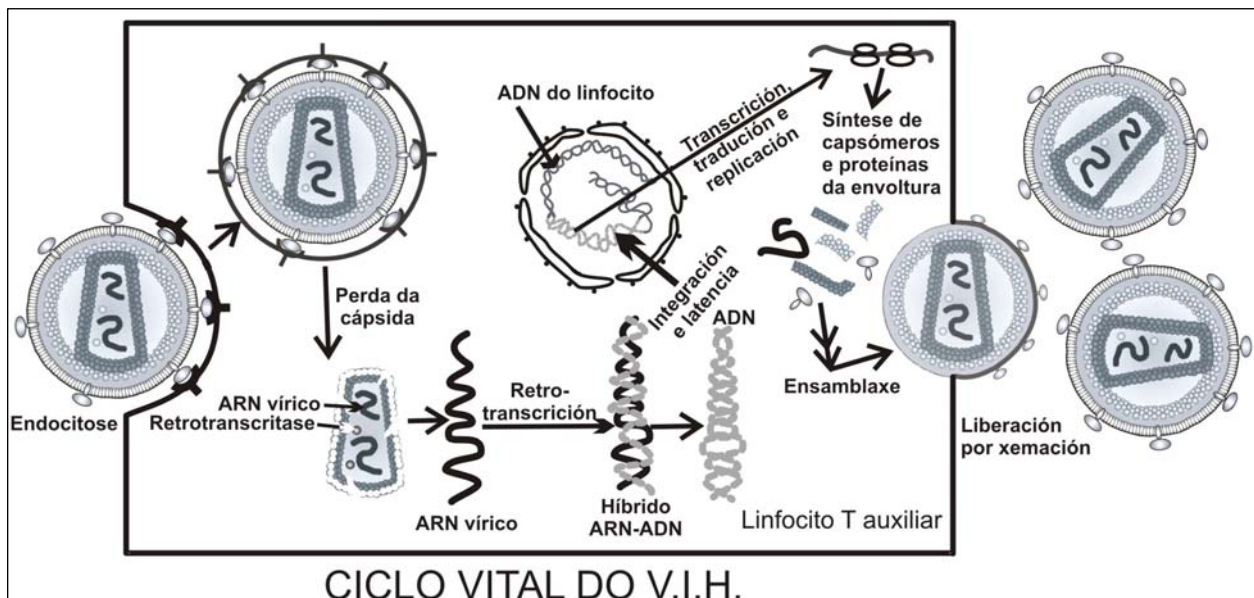
—CICLO VITAL DUN RETROVIRUS: O VIRUS DA SIDA

O VIH (virus da inmunodeficiencia humana) é o axente causal da SIDA (a Síndrome de InmunoDeficiencia Adquirida).

O VIH pertence á familia dos **retrovirus**. É un **ribovirus con envoltura membranosa**. A súa **cápsida**, de forma cilindro-cónica, está constituída pola **proteína p24**. Por fóra da cápsida achamos unha **matriz proteica** formada pola **proteína p17**. Integradas na **envoltura membranosa** (bicapa lipídica) aparecen as **glicoproteínas (espículas)** chamadas **gp120** e **gp41** que lle serven para unirse á célula hospedeira. A **detección no sangue destas glicoproteínas ten valor diagnóstico da presenza e actividade do VIH**.

O ciclo vital do VIH pasa polas seguintes fases:

① **Adsorción, fusión e internalización.** Prodúcese o contacto entre as **glicoproteínas gp120 e gp41** da envoltura membranosa do VIH e os **receptores** específicos da célula hospedeira. A célula hospedeira máis frecuentemente parasitada é o **linfocito T auxiliar** (= linfocito T colaborador = linfocito T4 = linfocito CD4+). Esta unión permite o paso do virus ao interior da célula a través da formación dun **endosoma** (vesícula endocítica) que acaba fusionando a súa membrana coa envoltura membranosa do virus, de xeito que a cápsida queda libre e incorporada ao citoplasma celular da célula parasitada.



② **Retrotranscrición e integración.** Unha vez no interior do linfocito T auxiliar a **enzima retrotranscritase** facilita a retrotranscrición do ARN vírico dando unha fibra de ADN.

Retrotranscrición: reversibilidade do fluxo da información xenética.

Logo degrádase o ARN e o ADN retrotranscrito replícase dando unha dobre hélice. **Este ADN dúplex emigra ao núcleo da célula parasitada e insírese no ADN celular.**

③ **Latencia.** O ADN bcatenario vírico adopta a forma de **provirus**. Permanecerá así durante certo tempo até que un suceso ou descoñecidos estímulos interrompan a súa latencia e inicie o seu ciclo lítico.

④ **Expresión xénica.** Os xenes víricos do provirus abandonan a latencia e son transcritos e traducidos pola maquinaria metabólica da célula hospedadora, orixinándose novas copias do ARN vírico, proteínas da cápsida e da envoltura membranosa e as retrotranscritases.

⑤ **Ensamblaxe e liberación.** Os compoñentes do VIH, despois de ensamblárense e formar novos virus, abandonan a célula mediante un proceso de **xemación** que lles permite adquirir a súa **envoltura membranosa**. A saída dos virus provoca a **morte dos linfocitos T auxiliares** debido a grande cantidade de membrana plasmática que perden. Amais, unha célula infectada pode unirse a células saudábeis formando agrupacións de células inviables. **A perda de linfocitos T auxiliares provoca unha alteración do sistema inmunitario.**

ACTIVIDADE 01

3. AS BACTERIAS, MICROORGANISMOS PROCARIOTAS.

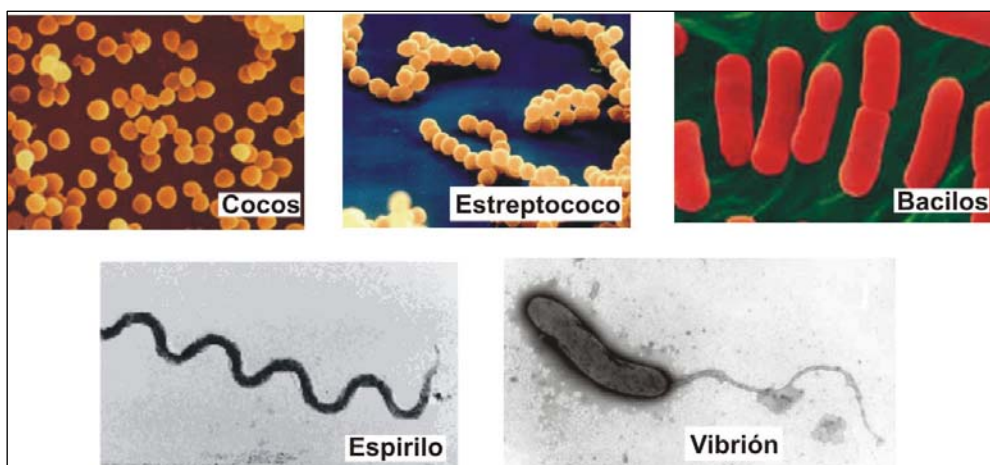
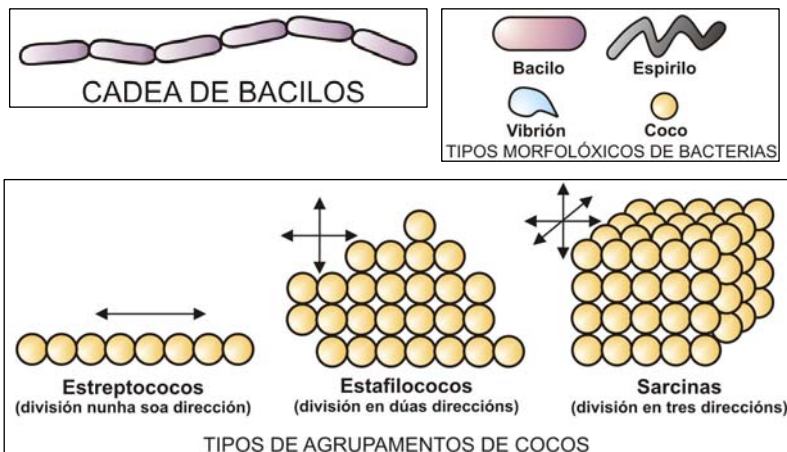
As **bacterias**, como microorganismos **procariotas** que son, presentan unha organización sinxela: **carecen de núcleo e de orgánulos membranosos**. Distinguimos **dous dominios**: as **EUBACTERIAS** e as **ARQUEOBACTERIAS** ou **ARQUEAS**.

Coñécense bacterias fósiles que datan de hai 3.500 millóns de anos. Probabelmente foron os primeiros organismos vivos da Terra. [Os primeiros restos fósiles coñecidos de células eucariotas están datados en uns 1.500 millóns de anos pero cóidase que apareceron moito antes.]

3.1) EUBACTERIAS: PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS

- Son microorganismos **unicelulares procariotas**¹.
- **Tamaño**: entre 1 e 10 μm .
- **Forma**: catro tipos morfolóxicos,
 - bacilo** (a xeito de caxato ou moca, ou de medicamento capsular)
 - coco** (esférico)
 - vibrión** (coma)
 - espirilo** (a xeito de tirarrollas ou de caxato en espiral)

Algunhas forman colonias ou agrupacións de individuos xa que, despois de dividirse, a cápsula mantén unidas as bacterias fillas. Os bacilos forman cadeas lineais, os cocos poden presentarse como **estreptococos** (cadeas que xorden por división nunha dirección), **estafilococos** (cando se dividen en dúas) e **sarcinas** (en tres).



¹ Cálculos recentes falan de **no corpo humano termos 10 veces máis células bacterianas que células do propio corpo**; de 1 ml de auga (8-10 gotas) conter 1 millón de bacterias; de 1 g de terra conter 40 millóns de bacterias; de 1 g de terra fértil conter 1.000 millóns de bacterias; de a metade da biomasa do planeta estar constituída por microorganismos (bacterias, protozoos,.....).

- **Adaptadas a vivir en calquera ambiente terrestre ou acuático.**
- Presentan todas as formas de nutrición coñecidas:
 - **bacterias autótrofas: fotosintéticas e quimiosintéticas**
 - **bacterias heterótrofas:** nútreanse con compostos orgánicos elaborados por outros organismos.
 - **Saprófitas** (descompoñen a materia mediante fermentacións e putrefaccións)
 - **Simbióticas** (asociadas a outros seres vivos, como as bacterias da flora intestinal do tubo dixestivo dos animais).
 - **Parasitas** (desenvolven a súa vida no medio interno dos animais aos que causan prexuízo e doenzas, **bacterias patóxenas**)
- Son organismos indispensábeis para o mantemento do equilibrio ecolóxico pois contribúen ao funcionamento dos ciclos bioxeoquímicos que **permiten a reciclaxe da materia na biosfera.**

—ESTRUTURA DA CÉLULA EUBACTERIANA

- | | |
|------------------------------------|---------------------------|
| 1/Cápsula bacteriana (pode faltar) | 2/Paredes bacteriana |
| 3/Membrana plasmática | 4/Citosol ou hialoplasma |
| 5/Ribosomas | 6/Inclusións |
| 7/ADN bacteriano | 8/Flaxelos (poden faltar) |
| 9/Fimbrias ou pili (poden faltar) | |

1/CÁPSULA BACTERIANA

- **Envoltura de grosor variábel e de aspecto mucoso** que forman algunhas bacterias (non todas) por fóra da parede celular.
- Aparece en case todos os grupos bacterianos patóxenos.
- Composición: formada por **cadeas de polisacáridos**.
- **Funcións:**
 - regula o intercambio de materiais co medio (nutrientes);
 - protexe a bacteria do desecamento e o ataque de fagos, fagocitos, anticorpos, antibióticos, etc.;
 - permite a adherencia doutras células (exemplo, para formar agrupacións coloniais).

2/PAREDE BACTERIANA

- **Envoltura ríxida e forte que dá forma á bacteria** (é unha **envoltura non celulósica**).
- Apegada á MP e cuberta pola cápsula.
- **Composición:** formada por unha armazón de **peptidoglicanos** (≅polisacáridos, ou glicanos, entretecidos con aminoácidos, péptidos).
- A chamada **tintura de Gram** permite diferenciar dous tipos de bacterias atendendo á estrutura da parede:
 - Bacterias Gram +**, a rede de peptidoglicanos representa o 90% da parede.
 - Bacterias Gram –**, a rede de peptidoglicanos representa o 10% da parede.
- **Funcións:**
 - regula o paso de substancias;
 - protección;
 - mantén a forma da bacteria fronte aos cambios de presión osmótica.
- **Os antibióticos son bactericidas** porque destrúen a parede de peptidoglicanos (**lisozima**) ou impiden a síntese dos mesmos e interrompen o crecemento bacteriano (**penicilina**).

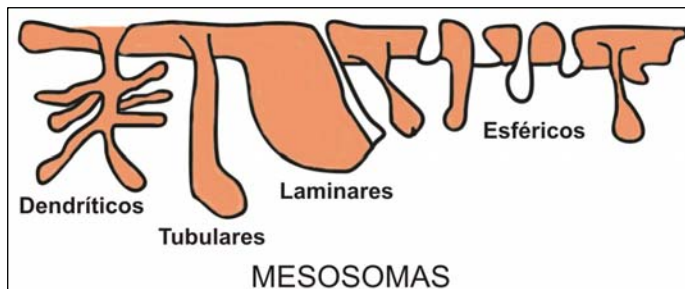
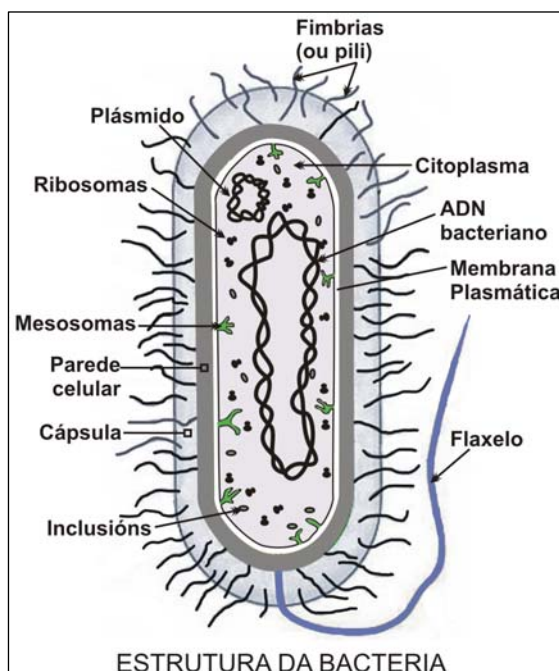


3/MEMBRANA PLASMÁTICA

- De **natureza lipoproteica**, semellante á membrana plasmática da cél. eucariota pero sen colesterol.
- Presenta uns repregamentos cara ao citoplasma denominados **mesosomas**. Estes mesosomas presentan unha grande cantidade de enzimas que son utilizadas para:
 - dirixir a replicación do ADN;
 - realizar a respiración bacteriana;
 - realizar a fotosíntese (bacterias fotosintéticas).
- **Funcións:** limita a bacteria e regula o paso de substancias nutritivas.

4/CITOSOL

- Semellante ao da célula eucariota.



5/RIBOSOMAS

- Son ribosomas 70S (50S + 30S). Aparecen illados ou asociados a través do ARNm formando os **polirribosomas**. A súa función é sintetizar proteínas.

6/INCLUSIÓNS

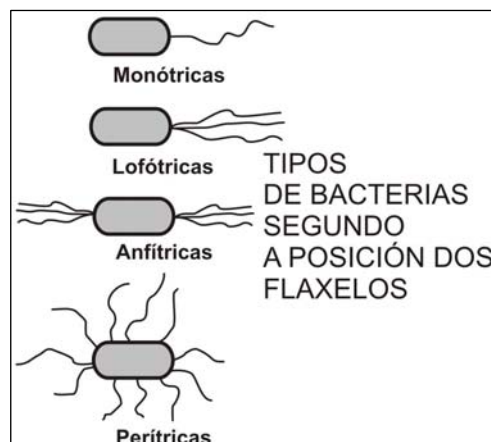
- Gránulos de reserva nutritiva de distintas substancias (amidón, glicóxeno, triacilglicerois, céridos, polifosfatos, xofre, etc.), dispersos polo citoplasma e sen membrana.

7/ADN BACTERIANO

- É **circular e bicatenario**, e está moi repregado.
- Chámase **nucleoide** a rexión do citoplasma onde se atopa o ADN bacteriano.
- Tamén recibe o nome, impropriamente, de **cromosoma bacteriano** e pode aparecer transitoriamente unido a proteínas non histonas.
- Os **plásmidos** son pequenas moléculas de ADN, tamén de dupla hélice e circulares, **que pode ou non presentar a bacteria**.

8/FLAXELOS

- Finas prolongacións que lles serven ás bacterias para a súa locomoción.
- A súa estrutura é sinxela e diferente á dos cilios e flaxelos das células eucariotas.
- Segundo o número e a localización dos flaxelos, fálase de bacterias **monótricas, anfitricas, lofótricas e peritricas**.



9/FIMBRIAS OU PILI

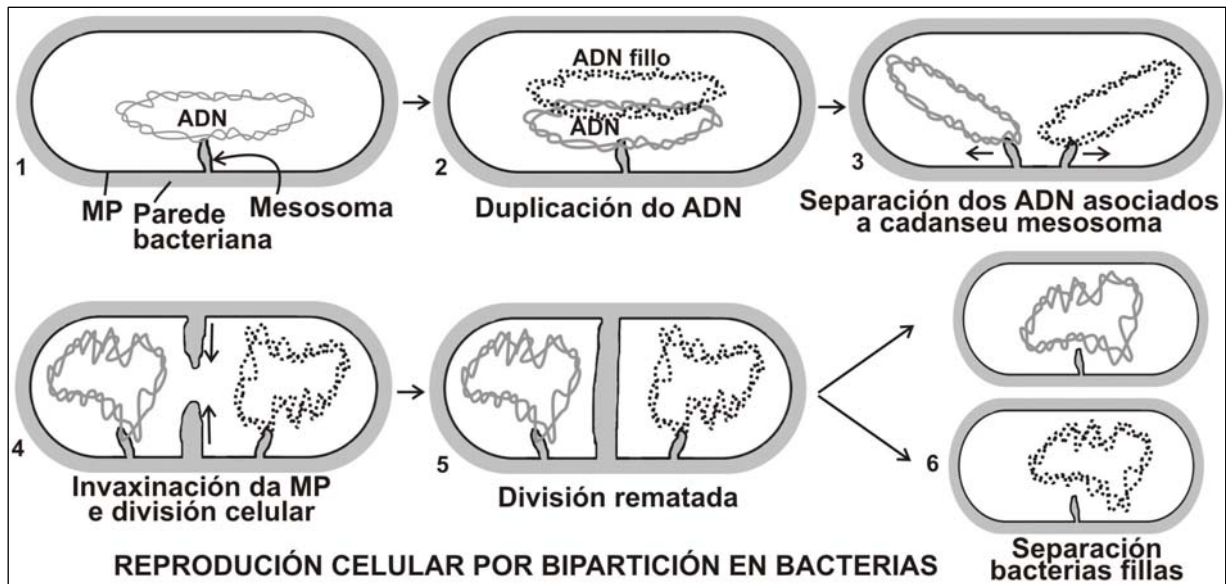
- As **fimbrias**, tamén chamadas **pili**, son filamentos ocos, delgados (40-80 Å), curtos, tubulares, e rectos que só existen nalgúñas bacterias.
- Hai fimbrias que serven para que a bacteria se pegue ao substrato, e outras que se utilizan **para intercambiar fragmentos de ADN durante o fenómeno sexual da conxugación**.

—REPRODUCCIÓN ASEXUAL

A **reproducción das bacterias é asexual**.

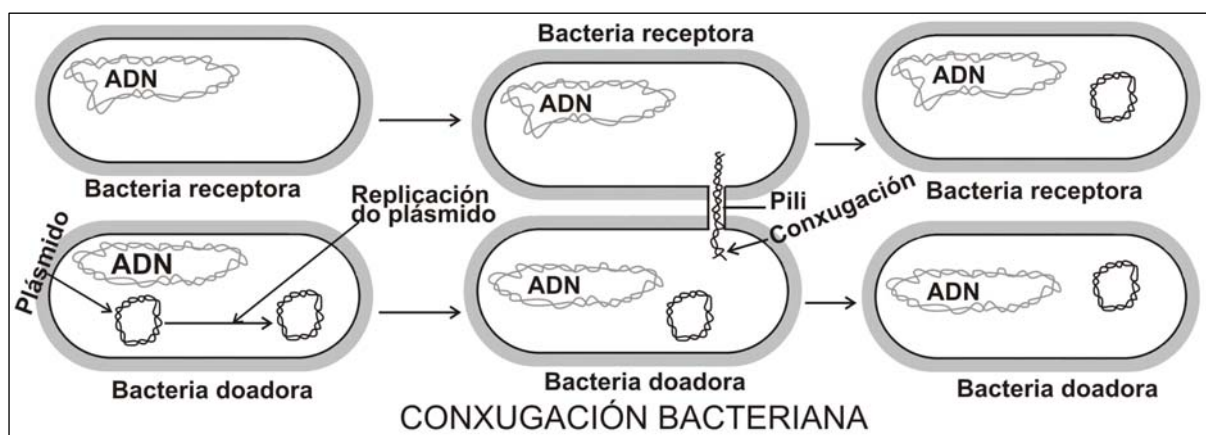
O mecanismo denomínase **bipartición** (ou **división simple**). **Non hai**, xa que logo, **mitose**.

De primeiras o **ADN replicase e sepáranse as dúas moléculas de ADN**. A bipartición está ligada á actividade dos **mesosomas**, pois son estes quen dirixen a replicación do ADN, así como a formación da membrana de separación entre as dúas bacterias fillas. As novas bacterias son xeneticamente idénticas e as colonias bacterianas formadas son clons.



—CONJUGACIÓN: TRANSFERENCIA XENÉTICA ENTRE BACTERIAS

A **conjugación** consiste na **transferencia dun segmento de ADN**, por exemplo un **plásmido**, desde unha **bacteria doadora** a outra **receptora**. Isto lévese a cabo **a través dunha estrutura oca, unha fimbria ou pili**, da célula doadora que se une á célula receptora.



3.2) ARQUEOBACTERIAS: PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS

As **arqueobacterias** ou **arqueas** constitúen un grupo de bacterias que adoitan vivir en ambientes extremos de **temperatura** e **salinidade**: son **bacterias extremófilas**, aínda que non todas.

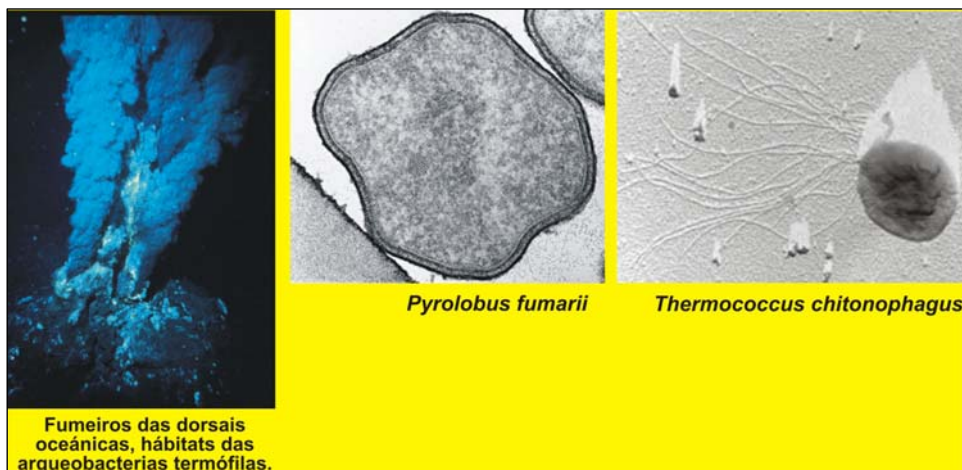
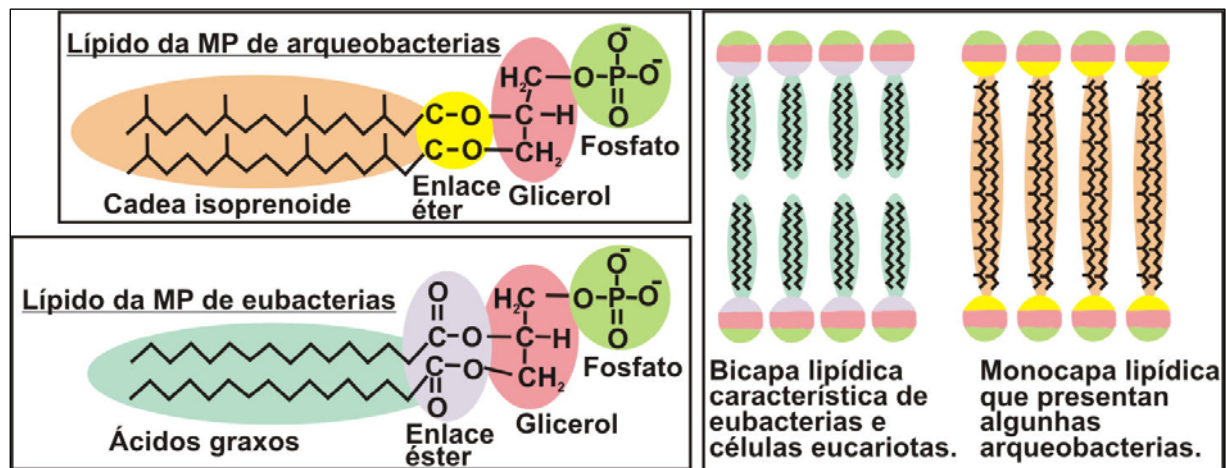
⇒ Hainas **halófilas**, que habitan augas hipersalgadas como as do Mar Morto.

⇒ Hainas **termófilas** e **hipertermófilas**, que moran en ambientes con temperaturas por riba dos 80 °C, chegando mesmo até os 110 °C² en mananciais térmicos e hábitats volcánicos.

⇒ Hainas **metanóxenas**, viven en pantanos e outros ambientes anaerobios como o intestino dos ruminantes e producen metano, CH₄, a partir de substratos como o CO₂.

Diferenzas a subliñar entre **arqueobacterias** e **eubacterias** son:

	ARQUEOBACTERIAS	EUBACTERIAS
Peptidoglicanos na parede bacteriana	NON	SI
Histonas asociadas ao ADN	SI	NON
Presenza de intróns nos xenes	SI	NON
Aminoácido iniciador da síntese de proteínas	Metionina	Formilmetionina
Lípidos da Membrana Plasmática	Isoprenoides	Ácidos graxos



ACTIVIDADE 02

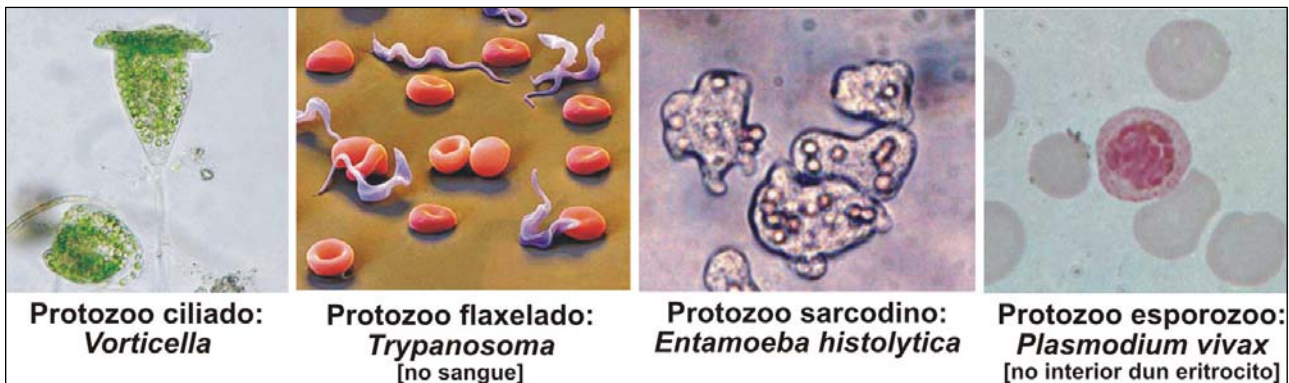
² A **arquea** *Pyrolobus fumarii*, moradora das paredes dos fumeiros ou fontes hidrotermais da Dorsal Atlántica, medra a 105 °C e pode aturar temperaturas de até 113 °C. É o organismo máis hipertermófilo coñecido.

4. OS MICROORGANISMOS EUCARIOTAS.

Os microorganismos eucariotas son os máis evolucionados, desde a ollada da historia evolutiva dos seres vivos ou filoxenia, por presentar células con núcleo.

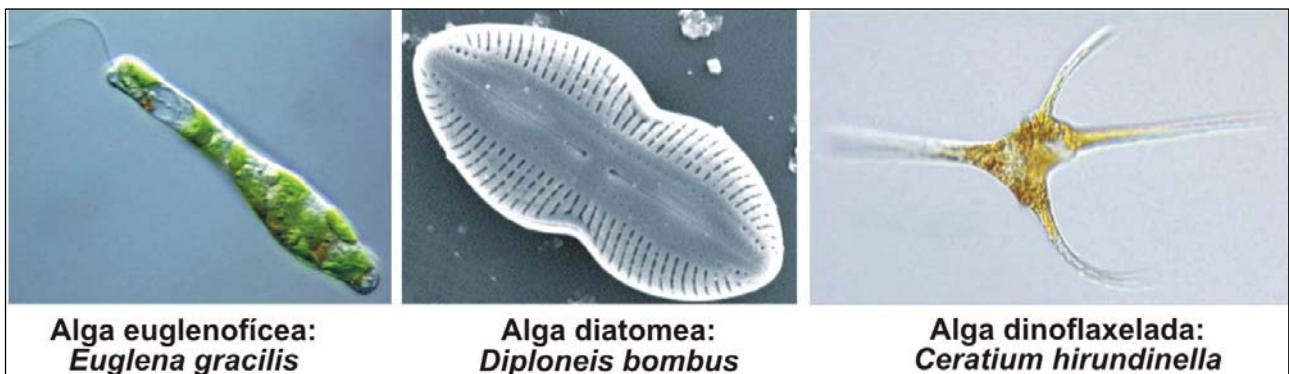
4.1) PROTOZOOS

- Pertencen ao **Reino Protista**, tamén chamado **Protocista**.
 - **Eucariotas unicelulares non fotosintéticos**, nutrición heterótrofa.
 - Sen parede celular.
 - Viven na auga, no chan, na materia orgánica en descomposición.
 - Moitos son **parasitos**, causando doenzas infecciosas coma o **paludismo** ou **malaria**, etc..
 - A súa clasificación atende ao tipo de locomoción:
 - **Ciliados**, cilios (*Vorticella*, *Paramecium*).
 - **Flaxelados**, flaxelos (*Trypanosoma*).
 - **Sarcodinos**, movementos ameboides (*Entamoeba histolytica*).
 - **Esporozoos**, inmóbiles e formadores de esporas; parasitan animais.
- Exemplo: *Plasmodium*, provoca o **paludismo**.



4.2) ALGAS UNICELULARES

- Pertencen ao **Reino Protista**.
- Son **eucariotas**.
- Conteñen **clorofila** e outros pigmentos; son **organismo fotosintéticos**.
- Viven na **auga doce ou salgada** ou en ambientes moi húmidos.
- As microalgas que forman o **fitoplancto** teñen grande importancia, son os principais organismos fixadores de CO₂ do planeta e constitúen o **primeiro elo da cadea alimentaria acuática**.
- Exemplos: **euglenofíceas**, **diatomeas** (con envoltura silíceas), **dinoflaxelados**, etc..

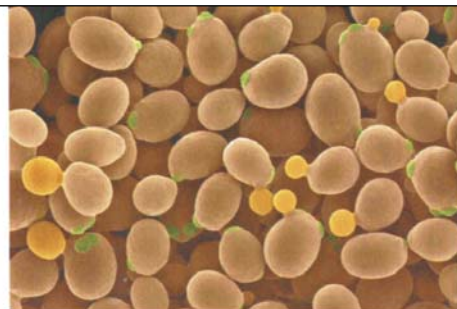


4.3) FUNGOS MICROSCÓPICOS

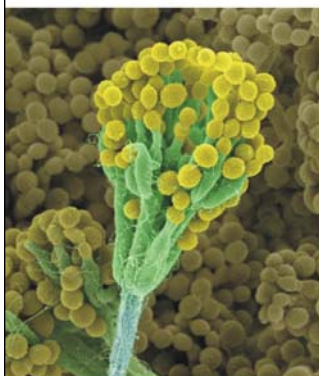
- Pertencen ao **Reino dos Fungos**.
- **Eucariotas unicelulares e pluricelulares**.
- Son **heterótrofos**, sen pigmentos fotosintéticos.
- **Dixestión externa**: segregan enzimas dixestivas no seu medio e absorben produtos dixeridos.
- Viven no chan, sobre materia morta que descompoñen ou parasitando animais e vexetais.
- Hainos:
 - saprófitos** (sobre materia orgánica morta).
 - parasitos** en animais e vexetais, causan **micoses**: **candidiase**, **tiña**, **pé de atleta**, etc.
 - simbiontes**, asóciase a algas, **liques**, e a raíces, **micorrizas**.
- Fungos: **desintegradores máis eficaces de todos os ecosistemas** xunto coas bacterias.
- A maioría dos fungos presentan unha **parede celular de quitina**.
- Clasificación:
 - **Balores ou mofos**.
 - Formados por uns **filamentos**, ou fileiras de células fúnxicas, chamados **hifas**.
 - O **conxunto das hifas** forma o corpo vexetativo ou **micelio**.
 - Aparecen no pan, queixo, froitas, ...
 - O xénero *Penicillium* produce o antibiótico **penicilina**.
 - Os mofos úsanse para a fabricación de queixos, etc..
 - **Lévedos ou fermentos**.
 - Fungos unicelulares.
 - Formas variadas: esféricas, ovoides, elipsoidais, cilíndricas...
 - Reprodúcense asexualmente por xemación e sexualmente por esporas.
 - Algúns lévedos teñen grande importancia industrial, así o xénero *Saccharomyces* é usado, grazas á súa acción fermentativa, para fabricar pan, cervexa, viño, etc..



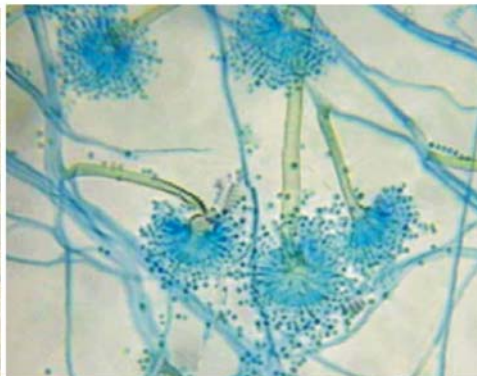
Balor ou mofo, fungo filamentoso



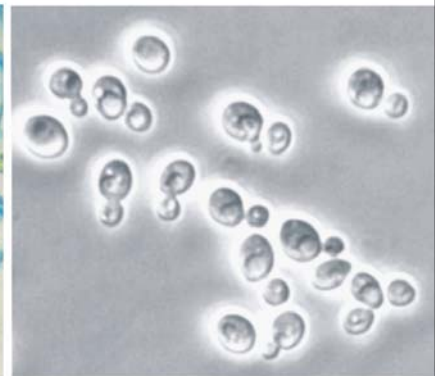
Lévedo ou fermento



Balor, fungo filamentoso:
Penicillium notatum



Balor, fungo filamentoso:
Aspergillus unguis



Lévedo, fungo unicelular:
Candida albicans, axente
causal da candidiase

5. OS MICROORGANISMOS E OS CICLOS BIOXEOQUÍMICOS.

5.1) OS CICLOS BIOXEOQUÍMICOS

A materia que existe hoxe na Terra é practicamente a mesma que tiña cando se formou. Isto é así porque o noso planeta recibe moi pouca materia procedente do Universo e, ademais, tampouco se perde moita cara ao espazo exterior.

Segundo a **Lei da Conservación da Materia**, a materia nin se crea nin se destrúe, pero está en constante transformación debido aos fenómenos fisicoquímicos que se desenvolven na Terra e á acción dos seres vivos.

Grande parte dos **elementos químicos** que constitúen os **materiais terrestres** están inseridos nuns **circuitos cíclicos** que consisten, basicamente, en **pasar de formar parte da materia inorgánica inerte a formar parte da materia constitutiva dos seres vivos, e logo, de novo, pasar destes seres vivos a materia inorgánica inerte**, pechándose así o ciclo. Estes ciclos da materia son os **ciclos bioxeoquímicos**.

5.2) OS MICROORGANISMOS COMO AXENTES BIOXEOQUÍMICOS

O papel que os microorganismos desenvolven nos ciclos bioxeoquímicos é vital, xa que só eles son quen de realizalo. Consiste basicamente na:

① **Descomposición da materia orgánica complexa morta** (preas de animais e restos vexetais) **en materia orgánica simple**.

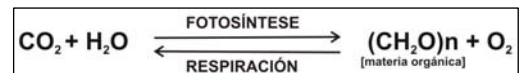
② **Mineralización**, quer dicir, **transformación desa materia orgánica simple en materia inorgánica**.

Esta descomposición e mineralización que realizan os microorganismos, basicamente **bacterias e fungos**, permite incorporar materia inerte á biosfera e, xa que logo, poñer a disposición dos organismos autótrofos materia inorgánica utilizábel.

5.3) MICROORGANISMOS E CICLO DO CARBONO

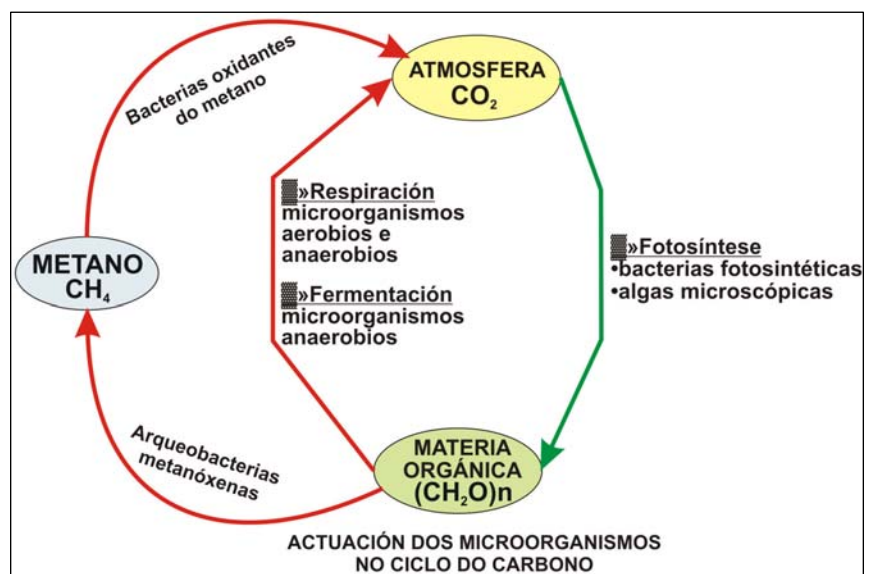
O C é o elemento químico máis abundante e importante da materia viva. Constitúe o esqueleto da maioría das biomoléculas simples (monosacáridos, ácidos graxos, aminoácidos e nucleótidos) e das biomoléculas complexas.

Os microorganismos fotoautótrofos [algas microscópicas, cianobacterias e algunhas bacterias] captan o CO_2 atmosférico e fixan o C a moléculas orgánicas $[(\text{CH}_2\text{O})_n]$ en presenza de luz (fotosíntese). Pero os organismos fotosintéticos tamén respiran e, xa que logo, degradan materia orgánica desprendendo CO_2 de novo á atmosfera. Este proceso resúmese na seguinte reacción:



Na descomposición da materia orgánica interveñen moitas **bacterias descompoñedoras** a través da fermentación e a putrefacción. Igualmente, moitos **fungos saprófitos** van descompoñer restos vexetais. O resultado é a liberación de CO_2 , CH_4 (metano) e distintas substancias fedorentas.

O CH_4 é producido só por **arqueobacterias metanóxenas** en ambientes anaerobios [lameiros, lodos dos pantanos, sedimentos mariños profundos,...] a partir de distintos substratos coma o CO_2 , o ácido acético, etc. Tamén hai **bacterias que oxidan o CH_4 a CO_2** , pechándose así o ciclo.



5.4) MICROORGANISMOS E CICLO DO NITRÓXENO

Nos **seres vivos**, o **nitróxeno** como elemento químico está presente nos **aminoácidos** e **nucleótidos**.

Na **natureza**, o **nitróxeno** está no **chan** e na **auga** a disposición dos seres vivos en forma de **nitrito** (NO_2^-), e en forma de gas como N_2 na **atmosfera**.

As **etapas** máis sobranceiras da **intervención dos microorganismos no ciclo bioxeoquímico do N** son:

► **AMONIFICACIÓN**: formación de NH_3 (amoníaco) por **degradación dos compostos nitroxenados** das preas, cadáveres, excrementos, urina e vexetais mortos realizado polas **bacterias amonificantes** ou **descompoñedoras**.

► **NITRIFICACIÓN**: formación de NO_3^- (nitrito) por **oxidación do NH_3** realizado polas **bacterias nitrificantes**. Hai dous pasos na nitrificación:

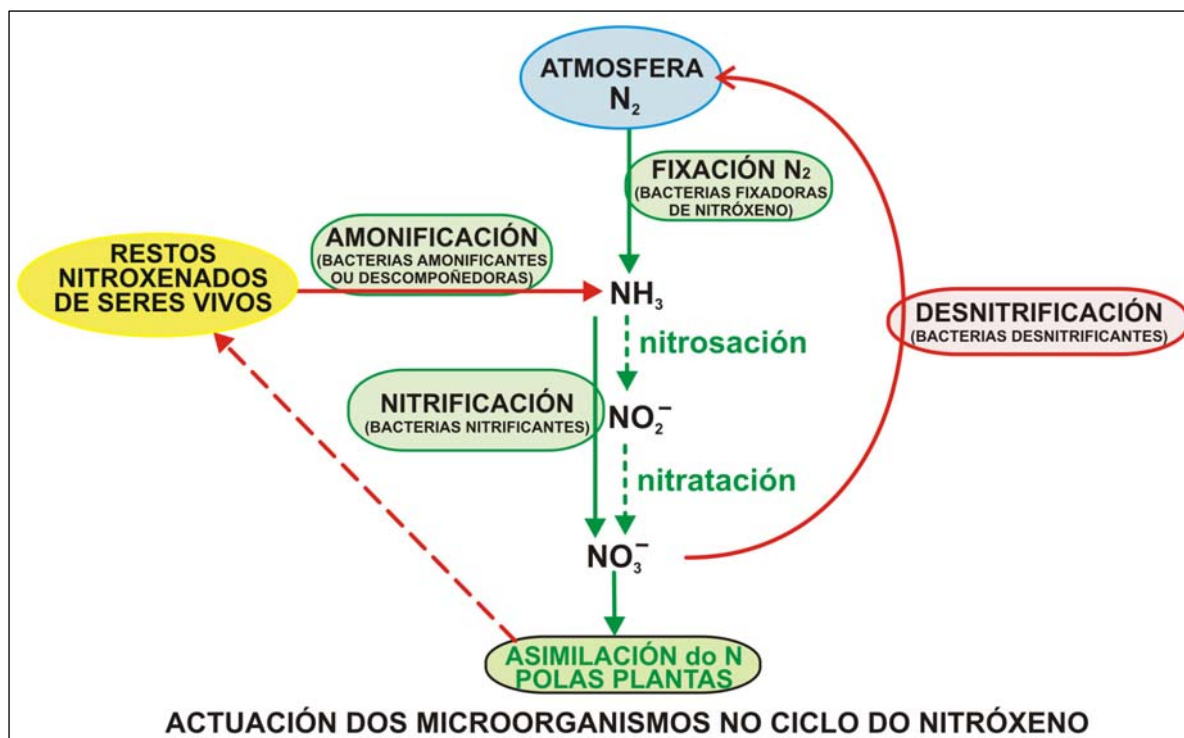
— **Nitrosación**: oxidación do amoníaco [NH_3] a nitrito (NO_2^-).

— **Nitratación**: oxidación do nitrito (NO_2^-) a nitrito (NO_3^-).

Este **nitrito**, NO_3^- , **xa pode ser absorbido polas plantas** para incorporalo ás moléculas orgánicas.

► **DESNITRIFICACIÓN**: proceso inverso á nitrificación: **O NO_3^- é transformado en anaerobiose en N_2 (gas)** que volve para a atmosfera, actúan as **bacterias desnitrificantes**.

► **FIXACIÓN DO NITRÓXENO**: proceso que permite converter o N_2 gas en moléculas de NH_3 . Aínda que o 79% da atmosfera está formada polo gas N_2 , só algunhas bacterias, as chamadas **bacterias fixadoras do nitróxeno**, son quen de facelo. [Exemplos: as **bacterias** dos xéneros *Azotobacter*, *Clostridium* e *Rhizobium*³, e as **cianobacterias** dos xéneros *Anabaena* e *Nostoc*.]



ACTIVIDADE 03

³ As bacterias do xénero *Rhizobium* viven asociadas simbioticamente coas raíces das leguminosas, e forman uns **nódulos** ou **bacteriorrizas** que realizan unha moi eficaz fixación do nitróxeno atmosférico.

6. OS MICROORGANISMOS COMO AXENTES INFECCIOSOS.

Se miramos para a **Biosfera** comprobamos que a importancia e os beneficios que os microorganismos proporcionan ao mundo vivo son evidentes. Un exemplo: Calcúlase que nos 15 primeiros centímetros dunha hectárea de chan ou solo fértil hai até 5.000 kg de **fungos** e **bacterias** que son **responsábeis dos procesos de reciclaxe da materia orgánica**. Temos pois que a grande maioría dos microorganismos son inofensivos ou beneficiosos.

Sabemos tamén que o corpo dos distintos organismos pluricelulares é un medio habitual onde se instalan e viven microorganismos. No caso dos humanos recibe a denominación de **microbiota** o **conxunto de microorganismos que residen no noso corpo**. Esta microbiota, tamén denominada **flora bacteriana**, está instalada na **pel** e nos **tractos dixestivos, respiratorios e xenitourinarios** do noso organismo.

Esta chamada **microbiota normal**⁴ vive sobre o noso corpo hospedeiro sen causar mal ningún, protexéndonos do asentamento doutros xermes que si poderían alterar o bon funcionamento do noso organismo.

Só unha moi pequena parte dos microorganismos son **patóxenos**, quer dicir, **axentes daniños que producen doenzas**. As **enfermidades** causadas polos microorganismos coñécense como **doenzas infecciosas**, e defínese a **patoxenicidade** como a **capacidade que ten un microorganismo para producir unha enfermidade ou doenza**.

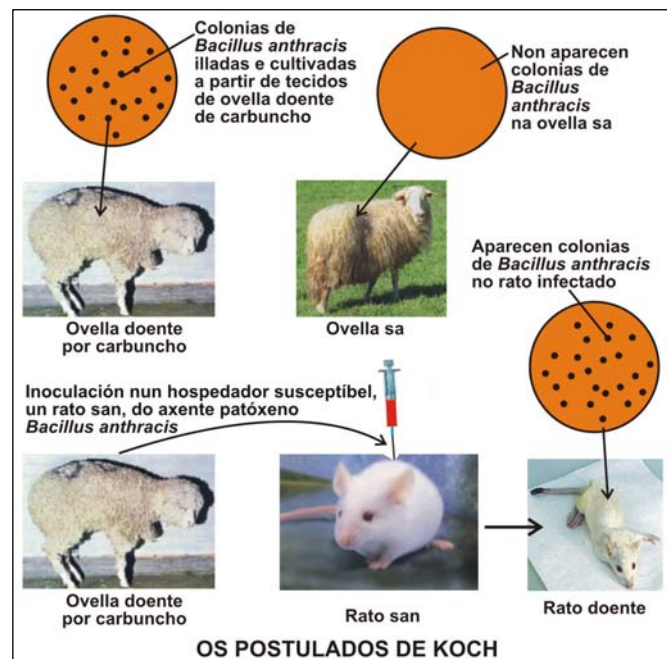
6.1) POSTULADOS DE KOCH OU TEORÍA MICROBIANA DA DOENZA INFECCIOSA

En 1876 **Robert Koch** comprobou, por vez primeira, que unha bacteria, o *Bacillus anthracis*, era a causante dunha doenza infecciosa: o **carbuncho das ovellas**. Tamén demostrou que cada axente patóxeno produce unha doenza concreta.

Os **postulados de Koch**, que **permiten comprobar que un microorganismo concreto é o responsábel dunha doenza concreta**, son estes:

- ① O microorganismo patóxeno debe estar sempre presente nos individuos que padezan a doenza e non aparecerá nos individuos sans.
- ② O microorganismo ten que poder illarse do hospedador enfermo e facer que medre nun cultivo puro no laboratorio.
- ③ O cultivo puro, cando se inocular nun hospedador susceptíbel, produce a doenza.
- ④ Debe poder recuperarse o microorganismo patóxeno a partir do hospedador infectado experimentalmente e, cultivado no laboratorio, debe ser o mesmo que o patóxeno orixinal.

Koch tamén descubriu os axentes causantes da **tuberculose** (chamado desde aquela **bacilo de Koch**) e do **cólera**.



⁴ Seica o corpo humano está formado por arredor de 10^{14} células [$100.000.000.000.000$ = cen billóns de células], sendo propiamente células humanas arredor dun 10%. Teríamos, xa que logo, unhas 10 billóns de células propias fronte a 90 billóns de microorganismos asociados. Na súa grande maioría estes microorganismos non son patóxenos. A microbiota normal pode ser localmente moi abundante como no colon onde se atinxen niveis de 10^{11} microorganismos [$100.000.000.000$ = cen mil millóns de microorganismos] por gramo. Obviamente hai unha importante controversia sobre estas cifras.

6.2) TERMINOLOXÍA PATOXÉNICA BÁSICA

- **Parasito:** Microorganismo que vive á conta doutro organismo hospedeiro.
- **Patóxeno:** Cando o parasito ocasiona un mal ou lesión no hospedeiro provocando unha doenza.
- **Patoxenidade ou poder patoxénico:** Capacidade dun microorganismo para producir os trastornos que orixinan unha doenza.
- **Virulencia:** Grao de patoxenicidade (nº microorganismos necesarios para producir a doenza nun tempo dado).
- **Infección:** Invasión dun individuo por parte dun patóxeno.
- **Infestación:** Fálase de tal cando o parasito é un organismo pluricelular animal: piollos, pulgas, carrachas, tenias, lombrigas, etc..
- **Factores de virulencia:** Son **substancias de carácter tóxico** que producidas polo microorganismo patóxeno **causan no hospedador as alteracións fisiolóxicas ou anatómicas propias da enfermidade**. Os principais factores de virulencia son as **toxinas**:
 - **Exotoxinas.** Son **proteínas solúbeis** que liberan no medio interno do organismo infectado as bacterias **Gram positivas** [Gram +]. Atacan células do sistema nervioso, **neurotoxinas**⁵, ou da mucosa intestinal producindo diarreas, **enterotoxinas**⁶. As **exotoxinas inducen a formación de anticorpos específicos no hospedador** chamados **antitoxinas**.
 - **Endotoxinas.** Son **lipopolisacáridos** presentes na chamada “*membrana externa*” da parede bacteriana das bacterias **Gram negativas** [Gram –]. Producen febre e non inducen a formación de anticorpos. Teñen menor toxicidade que as exotoxinas.

6.3) PRIÓNS E VIROIDES: OUTROS AXENTES INFECCIOSOS ACELULARES

Amais dos virus, existen tamén outras **formas acelulares** de menor tamaño que causan doenzas: **prións** e **viroides**.

» PRIÓNS

Os **prións** son **axentes infecciosos constituídos por proteínas**⁷, **non son microorganismos e carecen de material xenético**. Os prións son quen de producir certas **doenzas neurodexenerativas no sistema nervioso central (SNC)** dos mamíferos denominadas **encefalopatías esponxiformes transmisíbeis (EET)**, como son os casos da **encefalopatía esponxiforme bobina (EEB)** ou **doenza das vacas tolas** e a **doenza de Creutzfeldt-Jakob** nos humanos. O termo **prión** procede de **proteína infecciosa**, e foi proposto polo seu descubridor **S.B. Prusiner** en 1982.



Bobino afectado de EEB

Os prións foron obxecto dun grande debate científico desde os anos oitenta pois o seu descubrimento como **axentes infecciosos sen material xenético** constituía unha herexía científica, pois derrubaba un dos dogmas da bioloxía: calquera axente infeccioso coñecido era portador de ADN e/ou ARN, imprescindíbeis para a súa perpetuación. A polémica foi en aumento cando se relacionaron as enfermidades producidas por prións no gando (**scrapie** ou **proído lumbar de ovellas e cabras**, e **encefalopatías esponxiformes bovinas** ou **doenza das vacas tolas**, etc.), con outras encefalopatías esponxiformes humanas moi raras, sospeitándose que o axente podía ser o mesmo e que, saltando a barreira de especie, podería pasar das vacas ás persoas.

A explicación sobre a **natureza e mecanismo de acción dos prións**, admitida hoxe pola maioría dos investigadores e investigadoras, é a proposta por Prusiner, aínda que quedan puntos por aclarar. As células normais fabrican, na situación fisiolóxica normal, unha proteína que se

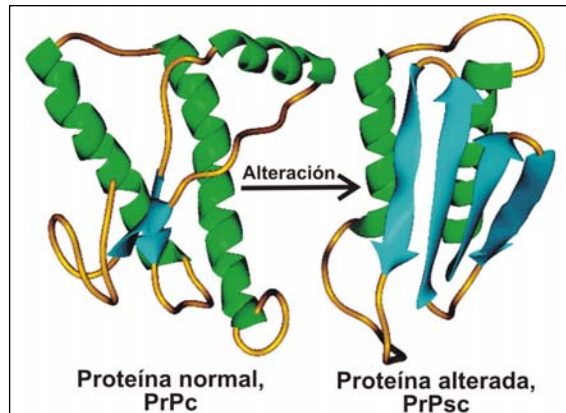
⁵ Temos os exemplos da **toxina tetánica**, *Clostridium tetani*, e a **toxina botulínica**, *Clostridium botulinum*, que bloquean as transmisións sinápticas das células nerviosas.

⁶ Temos o exemplo da **toxina colérica**, *Vibrio cholerae*, que afecta ás células do aparello dixestivo.

⁷ Os **prións** ou **proteínas priónicas** son, *stricto sensu*, agregados supramoleculares (**glicoproteínas**) **acelulares**, **patóxenos** e transmisíbeis, quer dicir, infectuosos.

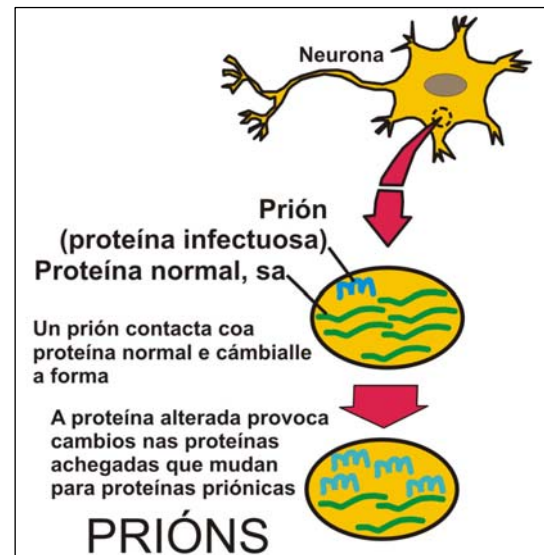
chama **PrPc (proteína priónica celular)** que se acha na superficie celular das neuronas e outras células. A súa función parece estar relacionada cos mecanismos de adhesión celular. O xene que dirixe a síntese da **PrPc** foi illado, clonado e secuenciado.

Algúns individuos poden ter dito **xene mutado** e producen pequenas cantidades da forma anormal chamada **PrPsc (proteína priónica do scrapie)**. A mutación xénica afecta só a un codón que cambia unha *prolina* por unha *leucina* e isto provoca un cambio de conformación que consiste en converter rexións de hélice- α , da zona central da molécula, en lámina- β pregada. A proteína mutada, responsábel das alteracións neuropatolóxicas, pode permanecer sen alterar as células durante anos, e sen ser recoñecida como allea, dado o mínimo cambio sufrido. O carácter xenético familiar destas doenzas xustifícase pola existencia de individuos co xene mutado que o transmiten aos seus descendentes.



O mecanismo de propagación da forma anormal explícase porque a **PrPsc** asóciase á proteína normal e provócalle un cambio de conformación espacial tal que a transforma en anormal. Este dímero pode unirse a dúas novas proteínas normais, modificaas e forma un tetrámero. E así sucesivamente, prodúcese unha especie de efecto dominó polo que a alteración das proteínas remata danando a célula, que se destrúe e libera príons. Estes penetran noutras células e aféctanas.

A transmisión ou contaxio das encefalopatías entre individuos prodúcese por inxesta⁸ de tecidos afectados, ben de tecido cerebral ou de estruturas de orixe nerviosa, como ocorre co gando bovino alimentado con pensos elaborados con fariña de carne a partir de restos de ovellas enfermas do *scrapie*. Os organismos afectados por EET presentan no seus cerebros zonas ocas como as esponxas. **O**



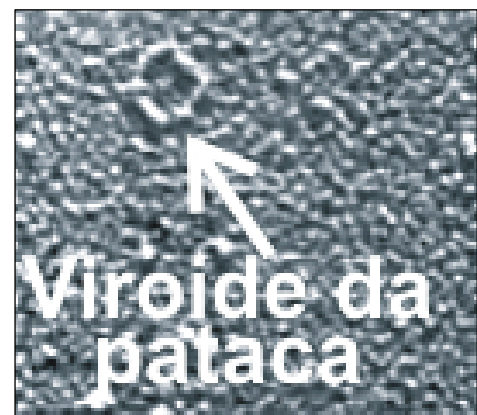
mecanismo polo que os príons ingeridos son quen de localizar e infectar as células nerviosas aínda é descoñecido.

» VIROIDES

Son moléculas de **ARN monocatenario circular** que carecen de recubrimento proteico (están **espidas**).

Son parasitos exclusivos de plantas e producen fortes perdas económicas. O viroide é moi pequeno e non funciona como ARNm. Sitúase no núcleo da célula parasitada e afecta e interfere xenes que codifican hormonas, causando ananismo e deformacións en talos, follas e froitos. A súa replicación depende das enzimas da célula hospedeira.

Cóñecese enfermidades viroidais que afectan á patata, limoeiro, aguacate, tabaco, cogombro e coco.



⁸ Parece ser que os príons resisten a acción das **proteases** pola súa tendencia a oligomerizarse, facerse insolúbeis e adquirir moita estabilidade enerxética. O consumo continuado de carne bovina afectada pola EEB e contaminada con príons pode provocar a transmisión da doenza á especie humana.

6.4) ALGÚNS PATÓXENOS EN HUMANOS

Existen toda unha serie de doenzas infecciosas que, causadas por microorganismos, afectan á especie humana. As vías de contaxio ou transmisión son o aire, a auga, os alimentos, o contacto humano e o contacto con animais e plantas.

➔ALGUNHAS INFECCIÓNIS BACTERIANAS

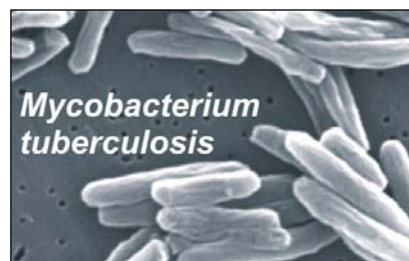
■TUBERCULOSE

Axente: *Mycobacterium tuberculosis* (bacilo).

Vía de contaxio: polo aire, vía respiratoria.

Infección: nos pulmóns e outros órganos.

A enfermidade só progresa logo de repetidas infeccións e por depresión do sistema inmune. Trátase con estreptomycin.



■CÓLERA

Axente: *Vibrio cholerae* (vibrio).

Vía de contaxio: auga contaminada e alimentos contaminados.

Infección: no tubo dixestivo; ocasiona diarrea grave que pode ser letal.

O tratamento require reposición de líquidos e sales para evitar a deshidratación.

Prevenición: vacinación e purificación da auga potábel.



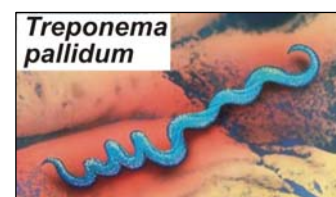
■SÍFILIS

Axente: *Treponema pallidum* (espiroqueta).

Vía contaxio: transmisión por contacto sexual ou da placenta ao feto.

Infección: lesións na pel e nos xenitais; logo erupcións cutáneas; afecta ao sistema nervioso e ao corazón. Trátase con penicilina.

Prevenición: preservativo.



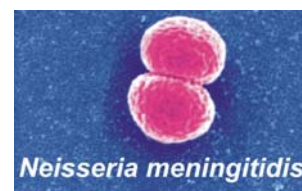
■MENINXITE MENINGOCÓCICA

Axente: *Neisseria meningitidis*, *Meningococcus* e outros.

Vía contaxio: contacto directo por inhalación gotiñas suspendidas no aire.

Infección: inflamación das meninxes, doenza moi grave.

O tratamento é difícil, dificultades para os fármacos atravesar as meninxes e poder atacar bacterias.



➔ALGUNHAS INFECCIÓNIS VÍRICAS

■SARAMPELO

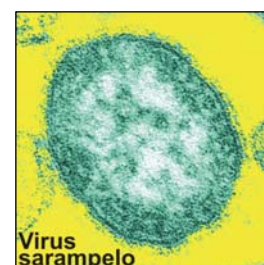
Enfermidade da infancia.

Vía de contaxio: contacto directo, inhalación gotiñas suspendidas no aire (da tose, esbirros, saliva).

Infección: afecta ás vías respiratorias.

O virus do sarampelo é un virus ARN que produce tose, febre e ronchas na pel.

Prevenición: vacina.



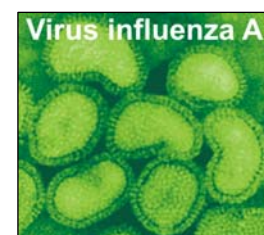
■GRIPE ou INFLUENZA

Vía de contaxio: contacto directo, inhalación gotiñas suspendidas no aire.

Infección: afecta as vías respiratorias.

Produce febre, calafríos, dor de cabeza, canseira. A súa complicación pode ocasionar pneumonía.

Prevenición: vacina.



■HERPES XENITAL

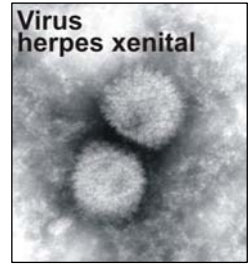
Vía de contaxio: transmisión sexual.

Aparecen ampolas arredor do ano, uretra e vaxina na muller e no pene do home.

Produce febre e dores nos xenitais e ao urinar.

Tratamento: o viricida aciclovir.

Prevención preservativo.



➔ALGUNHAS INFECCIÓNIS FÚNXICAS

■CANDIDIASE

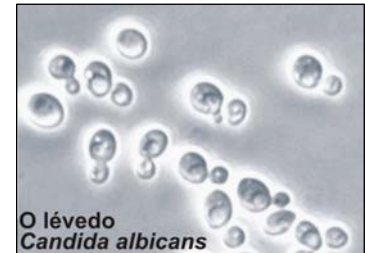
Axente: o lévedo *Candida albicans*.

A súa aparición está asociada a estados de debilidade orgánica e aos tratamentos con antibióticos de amplo espectro.

Produce inflamación na uretra, na vaxina e no pene (contaxio vía sexual).

Tamén pode aparecer na boca e na pel.

Trátase con funxicidas.



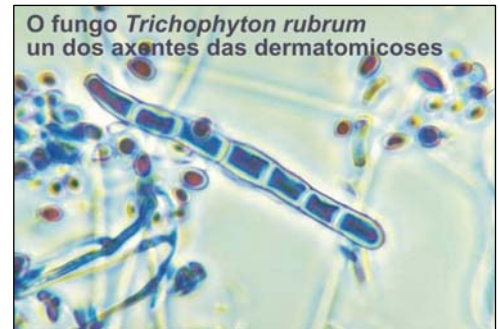
■DERMATOMICOSSES

Axentes: diversas especies de fungos.

Vía de contaxio: contacto físico.

Infección: afecta á pel, uñas, pelos, pés, ... etc..

Trátase con funxicidas.



ACTIVIDADE 04