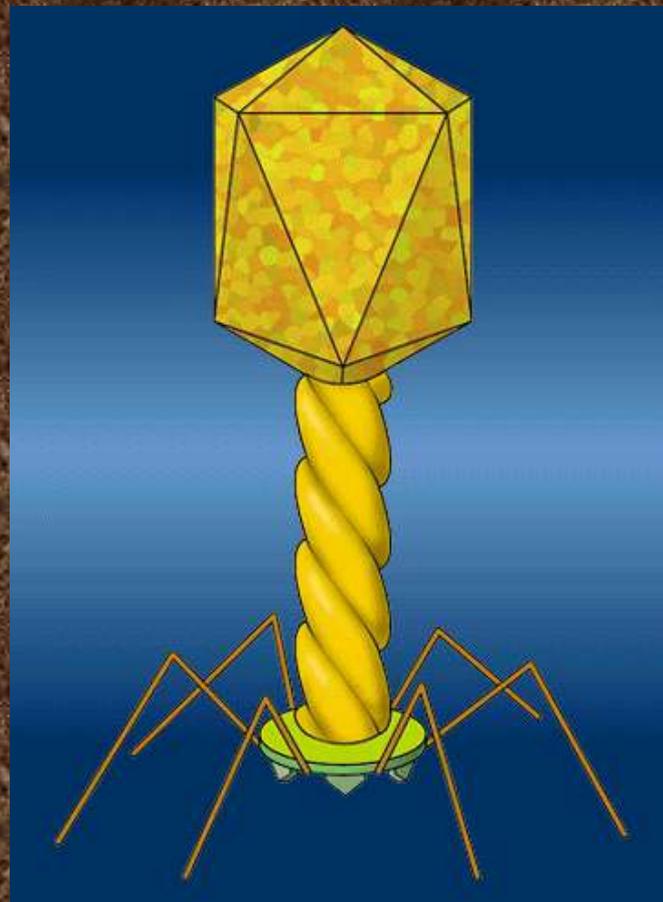




VIRUS

# Viroides y priones

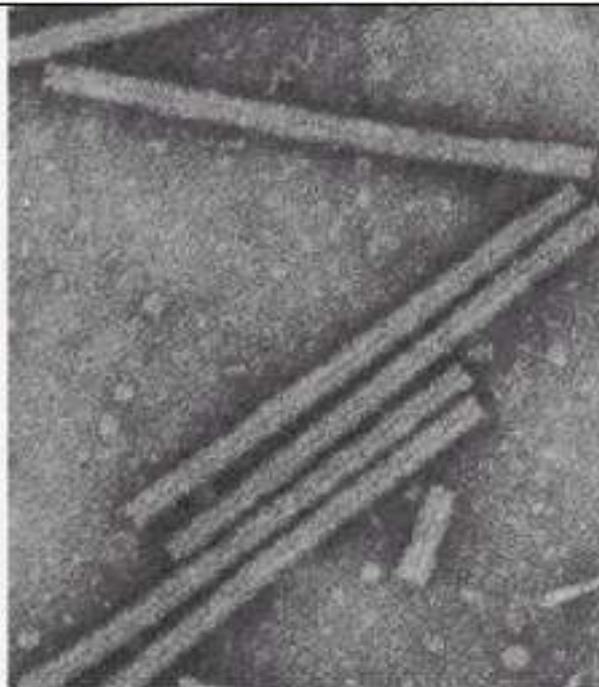
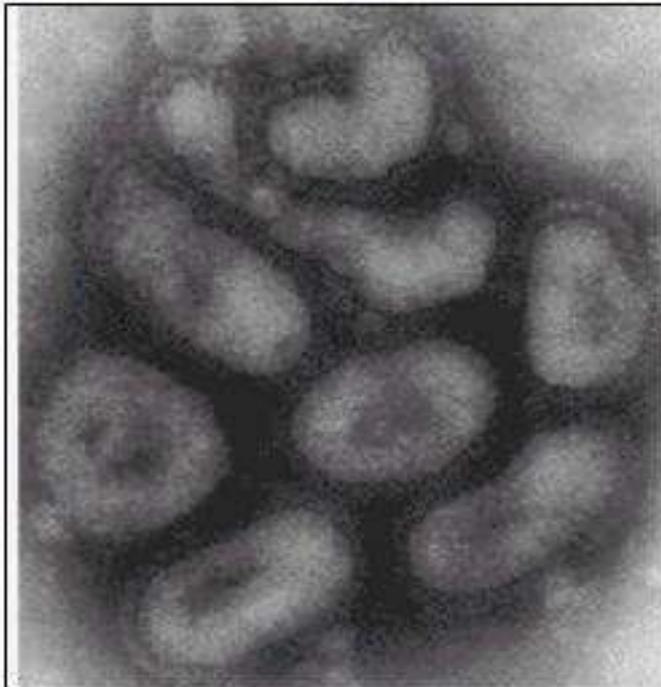


## LOS VIRUS

Los virus son organismos dotados de extraordinaria simplicidad, pertenecen a un nivel de organización subcelular, y marcan la barrera entre lo vivo y lo inerte. No se nutren, no se relacionan, carecen de metabolismo propio y para reproducirse utilizan la maquinaria metabólica de la célula a la que parasitan; su simplicidad estructural y funcional los convierte en parásitos intracelulares obligados, tanto de bacterias (bacteriófagos o fagos), como de las células animales y vegetales. **(Fase intracelular)**

→ **(Fase extracelular)**

Las partículas víricas, llamadas también **viriones**, están constituidas por una molécula de ADN o ARN, nunca los dos en un mismo virus, contenida en el interior de una **cápsula** proteica y, en ocasiones, una **envoltura** membranosa.

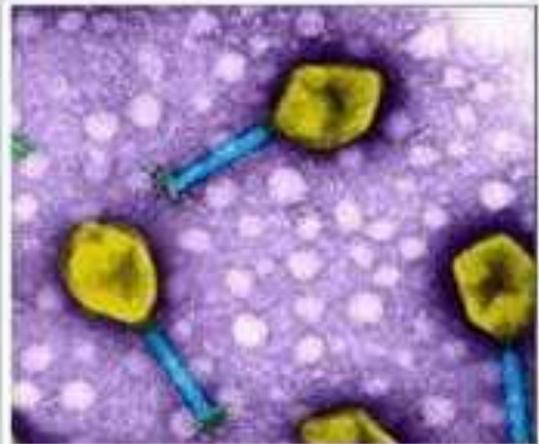


Virus de la influenza

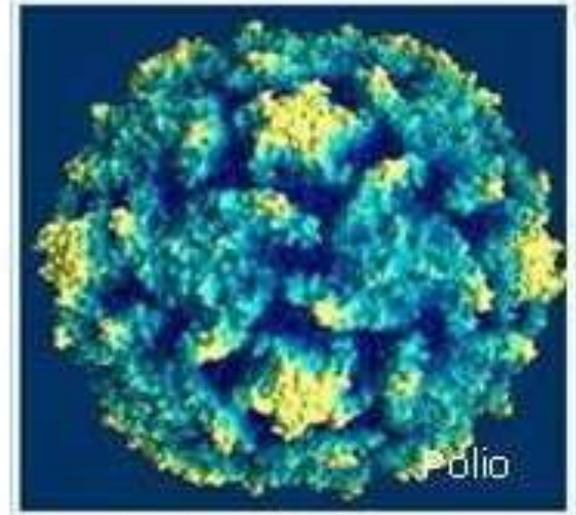
Virus del mosaico del tabaco

Virus ébola

# EJEMPLOS DE VIRUS



Bacteriofago



Polio

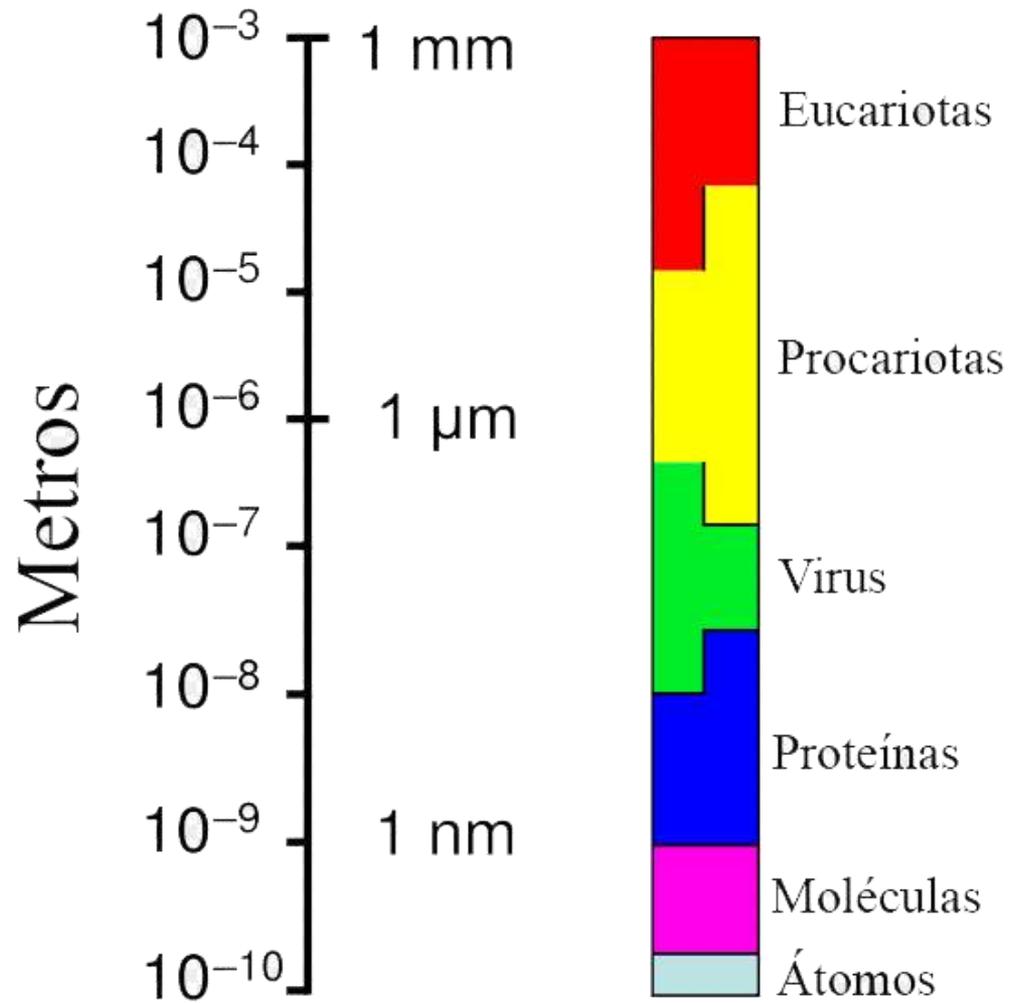


Mosaico del tabaco

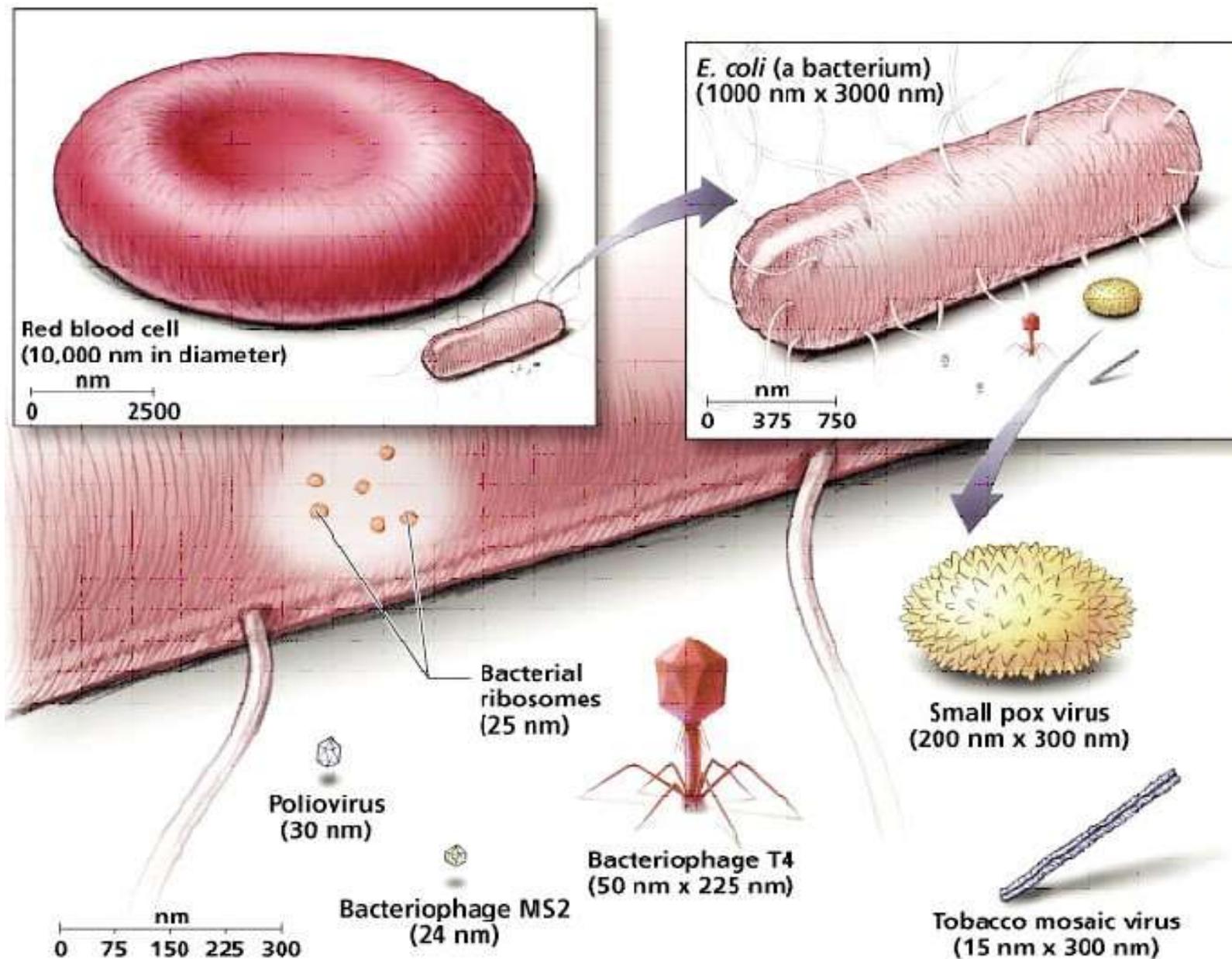


Influenza

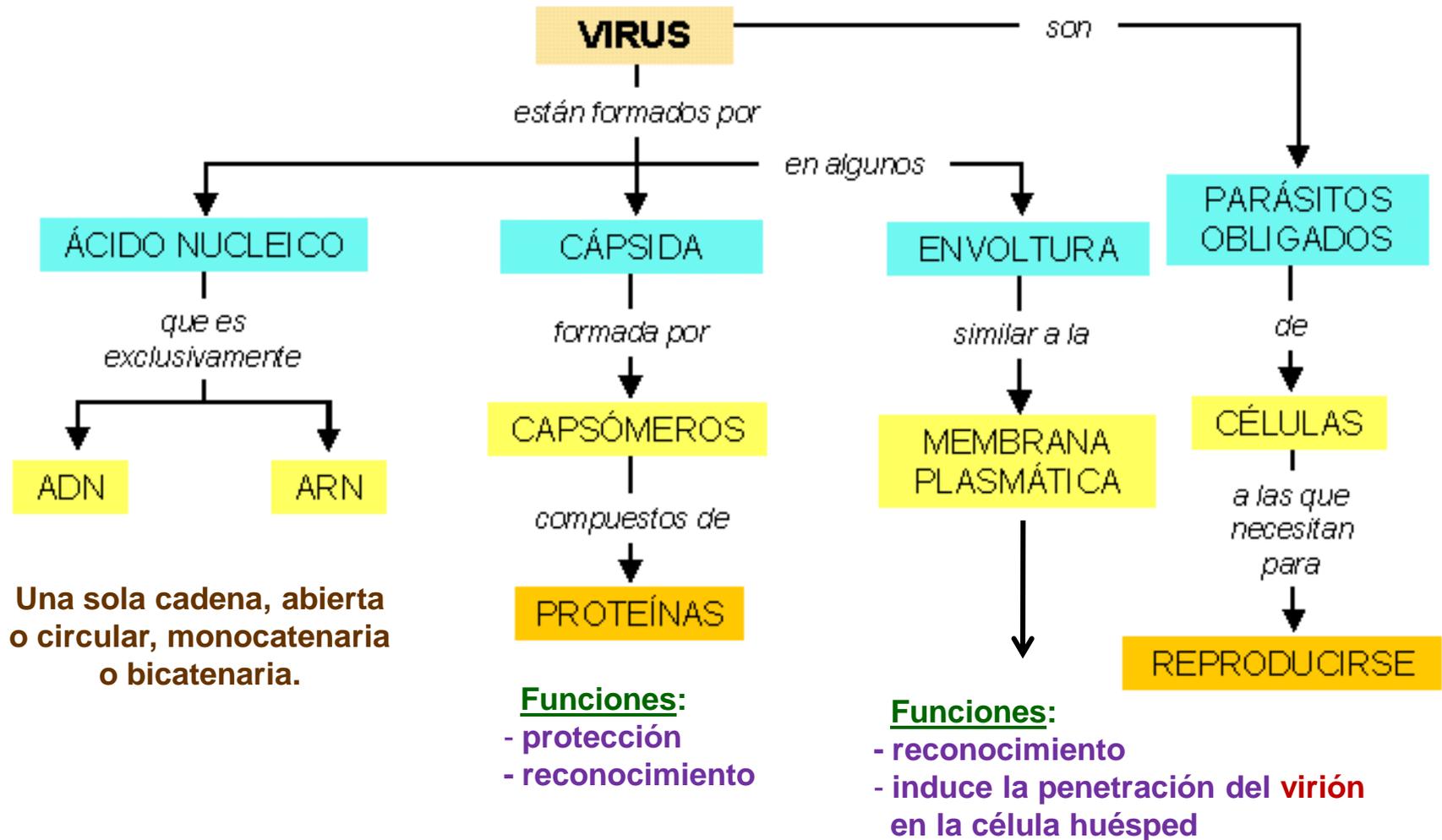
# TAMAÑO RELATIVO DE LOS VIRUS



# TAMAÑO RELATIVO DE LOS VIRUS



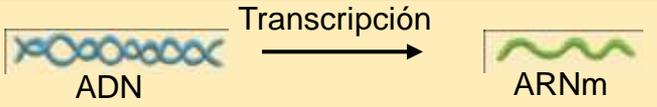
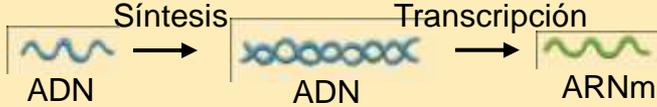
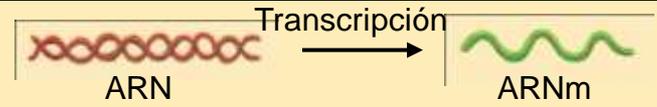
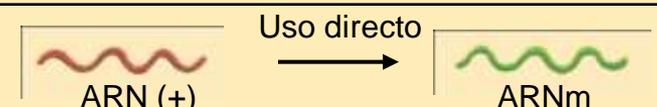
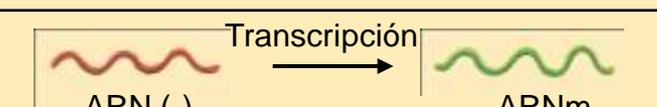
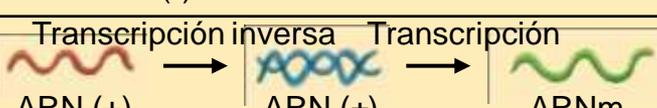
# CARACTERÍSTICAS DE LOS VIRUS



# TIPOS DE VIRUS SEGÚN EL HOSPEDADOR AL QUE PARASITAN

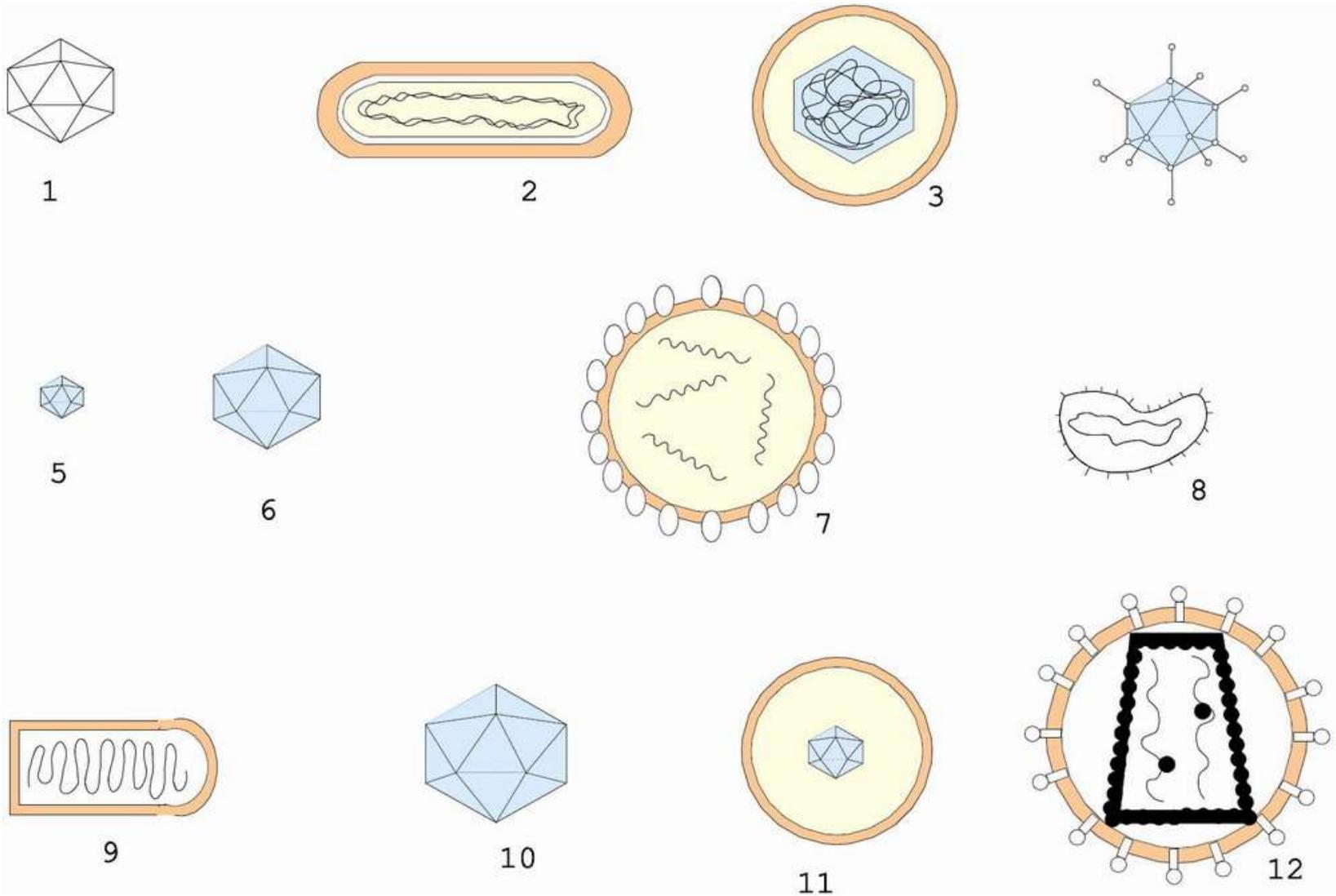
El material genético viral				
Tipo de Virus	Ácido nucleico	Cápsida	Envoltura	Ejemplo
Virus vegetales	ARN monocatenario	Helicoidal	No	Mosaico del tabaco
Bacteriófagos	ADN bicatenario	Compleja	No	Bacteriófago T4
Virus animales	De todos los tipos	Icosaédricos	Frecuente	Gripe, SIDA, etc.

# TIPOS DE VIRUS SEGÚN LA NATURALEZA DE SU GENOMA

VIRUS	GENOMA	REPLICACIÓN Y TRANSCRIPCIÓN	EJEMPLOS
Tipo I	ARN bicatenario		Bacteriófago T <sub>4</sub> , poxvirus, herpesvirus
Tipo II	ARN monocatenario		Bacteriófago ΦX174 y M13
Tipo III	ARN bicatenario		Reovirus, picornavirus
Tipo IV	ARN monocatenario (+)		Bacteriófago MS2, polivirus
Tipo V	ARN monocatenario (-)		Virus de la rabia
Tipo VI	ARN monocatenario (+)		Retrovirus

Si la secuencia de bases de la cadena vírica tiene la misma polaridad que el ARNm viral producido durante la infección, se dice que es de **cadena positiva o plus (+)**, mientras que si el genoma es complementario se dice que es de **cadena negativa o minus (-)**.

# VIRUS QUE PARASITAN CÉLULAS ANIMALES



**Leyenda:** 1) Papovavirus; 2) Poxvirus; 3) Herpesvirus; 4) Adenovirus; 5) Parvovirus; 6) Reovirus; 7) Ortomixovirus; 8) Paramixovirus; 9) Rabdovirus; 10) Picornavirus; 11) Togavirus; 12) Retrovirus.

### Clasificación de los virus parásitos de células animales (virus ADN)

Nº	Familia	Ácido nucleico	Envoltura	Género y especie	Enfermedad
1	Papovaviridae (Papovavirus)	ADN-bc circular	Desnudos	Virus del papiloma humano	Verrugas
2	Poxviridae (Poxvirus)	ADN-bc circular	Envueltos	Virus de la viruela	Viruela
3	Herpesviridae (Herpesvirus)	ADN-bc lineal	Envueltos	Virus de herpes simple I y II	Grietas en los labios y herpes genital
				Virus de la varicela zoster	Varicela y herpes zoster
4	Adenoviridae (Adenovirus)	ADN-bc lineal	Desnudos	Adenovirus humano	Infecciones respiratorias, entéricas y oftálmicas
5	Parvoviridae (Parvovirus)	ADN-mc lineal	Desnudos	Virus adenoasociados	Infecciones en roedores

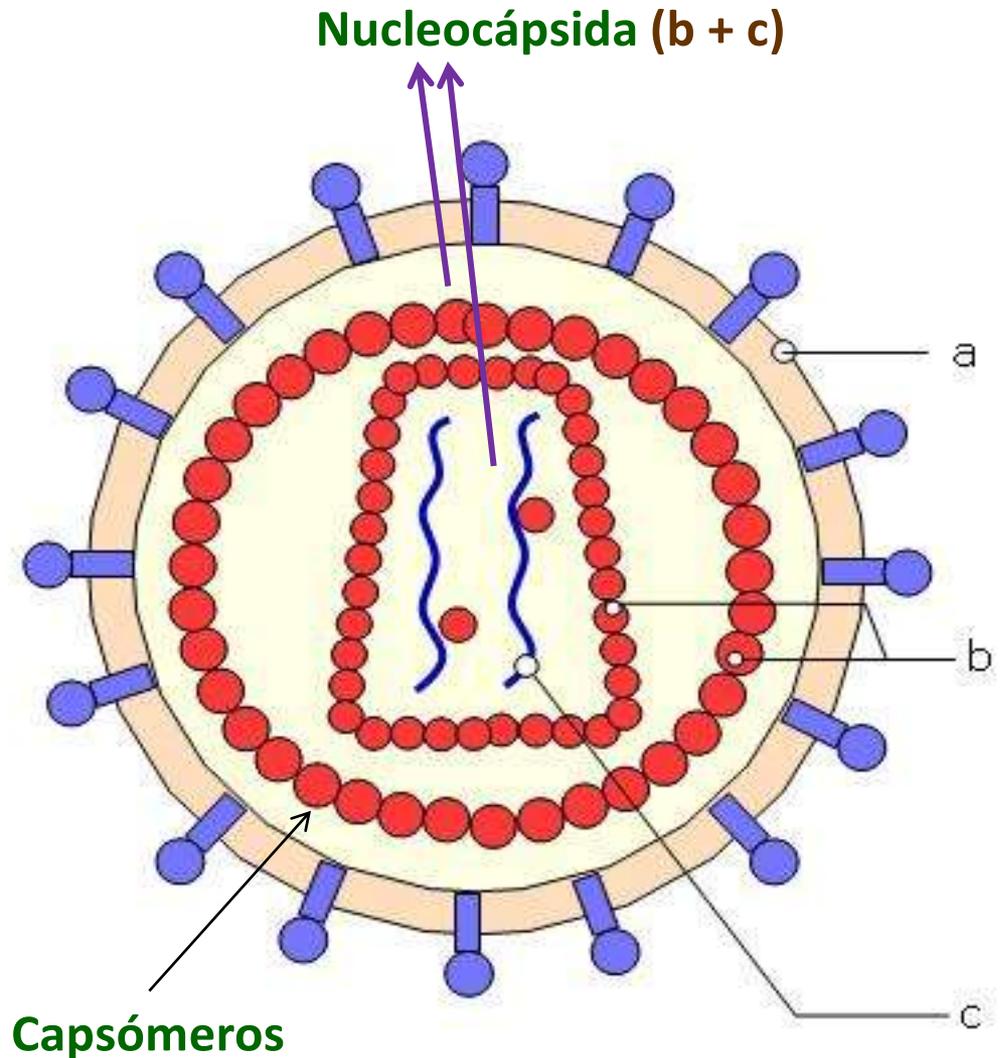
Nº	Familia	Ácido nucleico	Envoltura	Género y especie	Enfermedad
6	Reoviridae (Reovirus)	ARN-bc	Desnudos	Rotavirus	Diarreas infantiles
7	Orthomixoviridae (Ortomixovirus)	ARN-mc	Envueltos	Virus de la gripe	Gripe
8	Paramixoviridae (Paramixovirus)	ARN-mc	Envueltos	Virus de la parotiditis	Paperas (parotiditis)
				Virus de sarampión	Sarampión
9	Rhabdoviridae (Rabdovirus)	ARN-mc	Envueltos	Virus de la rabia	Rabia
10	Picornaviridae (Picornavirus)	ARN-mc	Desnudos	Enterovirus (virus de la polio, Coxsackie y Echo)	Polio, miocarditis, pericarditis, gastroenteritis, meningoencefalitis.
11	Togaviridae (Togavirus)	ARN-mc	Envueltos	Virus de la rubéola	Rubéola
12	Retrovirus (Retrovirus)	ARN-mc	Envueltos	Virus de la inmunodeficiencia humana (VIH-1 y VIH-2)	SIDA
				Virus de la leucemia de las células T	Leucemia de las células T

# ESTRUCTURA DE LOS VIRUS

## LOS VIRUS. ESTRUCTURA y CARACTERÍSTICAS.

Como ya se ha dicho, todo virus está formado por una envuelta proteica: la **cápsida (b)** y por un ácido nucleico (c); además, algunos virus más complejos pueden tener una envoltura membranosa (a) de lípidos y proteínas.

Los virus son muy pequeños y sólo son visibles mediante microscopía electrónica. Su tamaño oscila desde los 10 nm, en los pequeños virus de la poliomielitis, hasta los 300 nm en el virus de la viruela, el mosaico del tabaco -TMV- y otros. Se diferencian entre ellos, además de por el tamaño, por las características estructurales de la cubierta (la **cápsida**), por la naturaleza de su **ácido nucleico**, el modo de penetración en la célula hospedadora y el mecanismo de replicación.



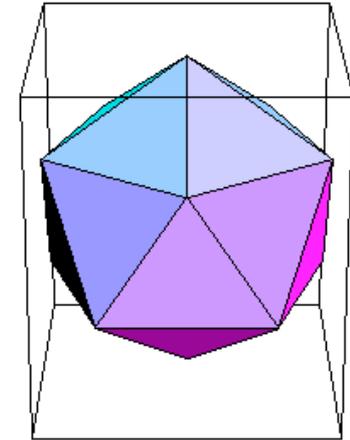
V.I.H. (Virus del S.I.D.A.)

# TIPOS DE VIRUS SEGÚN SUS CÁPSIDAS PROTEICAS

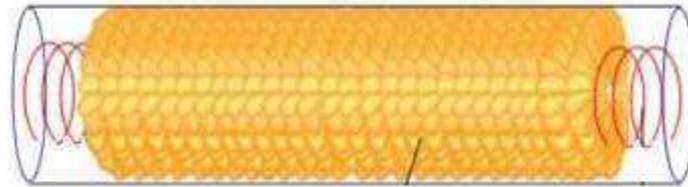
**Icosaédrico**

→ 20 caras triangulares.

En general, poliédrico.



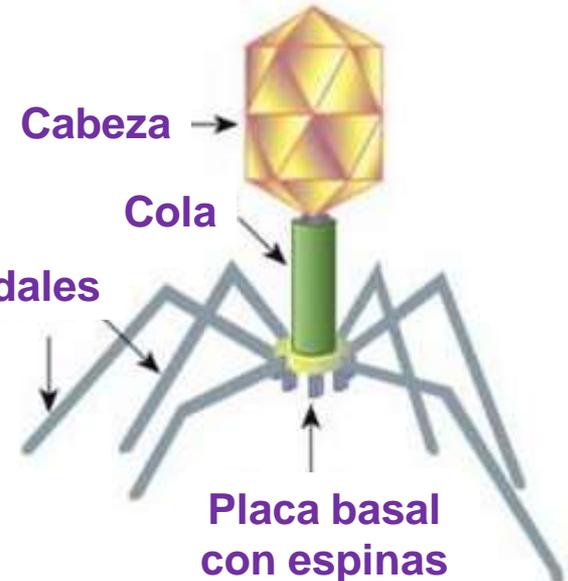
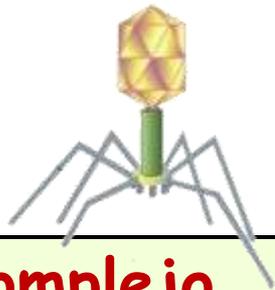
**Helicoidal**



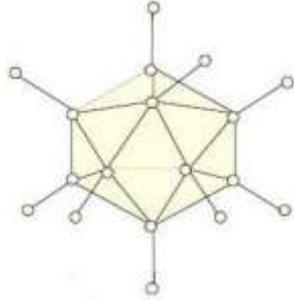
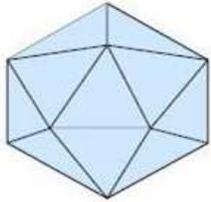
Capsómeros dispuestos helicoidalmente, rígidos o flexibles.

**Complejo**

→ Virus bacteriófagos o fagos

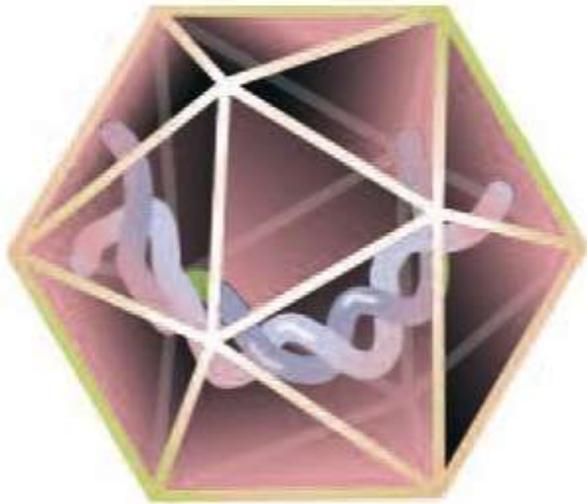
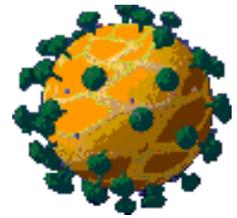


# TIPOS DE VIRUS SEGÚN SUS CÁPSIDAS PROTEICAS



Mixto, complejo  
o fago

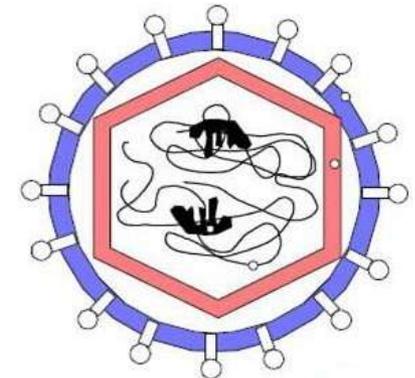
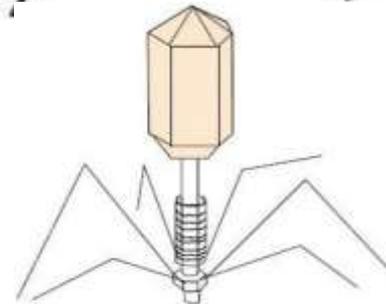
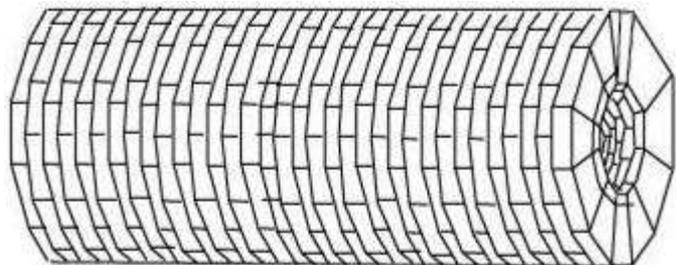
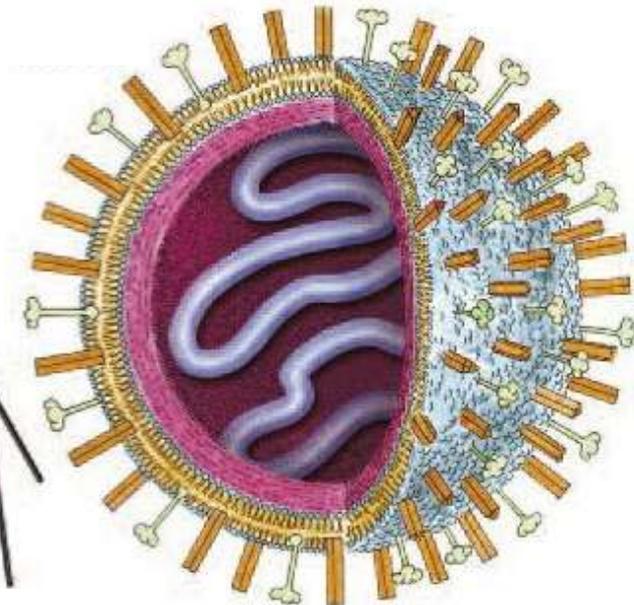
Con envoltura



Icosaédrico



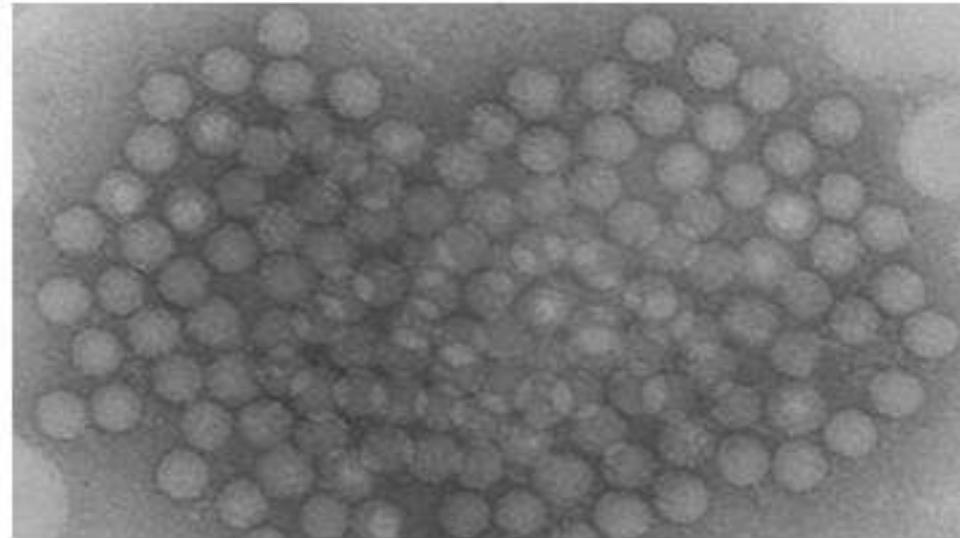
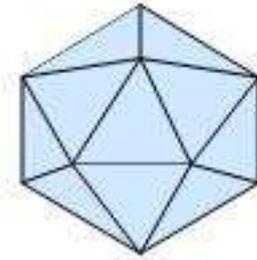
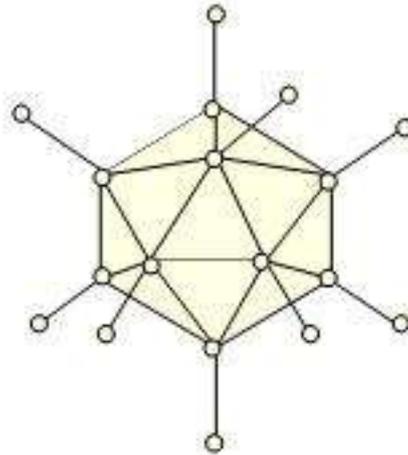
Helicoidal



## Virus icosaédricos:

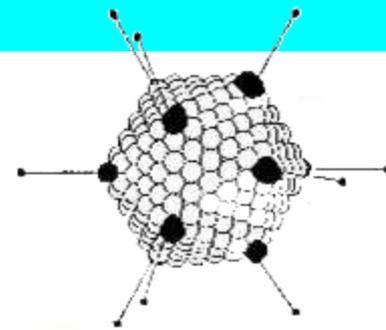
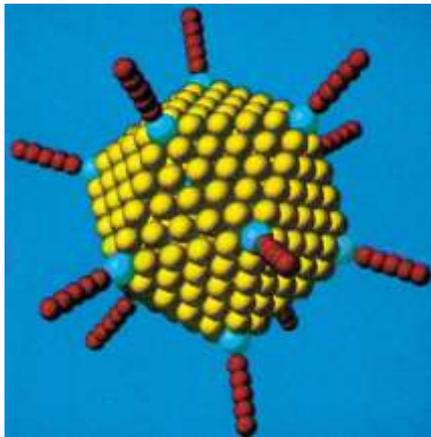
Son los virus de aspecto esférico, cuya cápsida adopta la estructura de un icosaedro (poliedro de 20 caras triangulares, 30 aristas y 12 vértices); por ejemplo: los *adenovirus*, el *virus de la polio* y los *picornavirus*.

Los *capsómeros* son de dos tipos: **hexones** (6 protómeros) en caras y aristas, y **pentones** (5 protómeros) en los vértices.

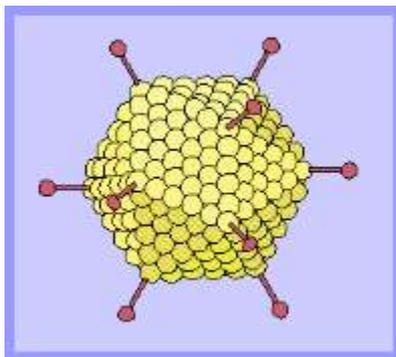
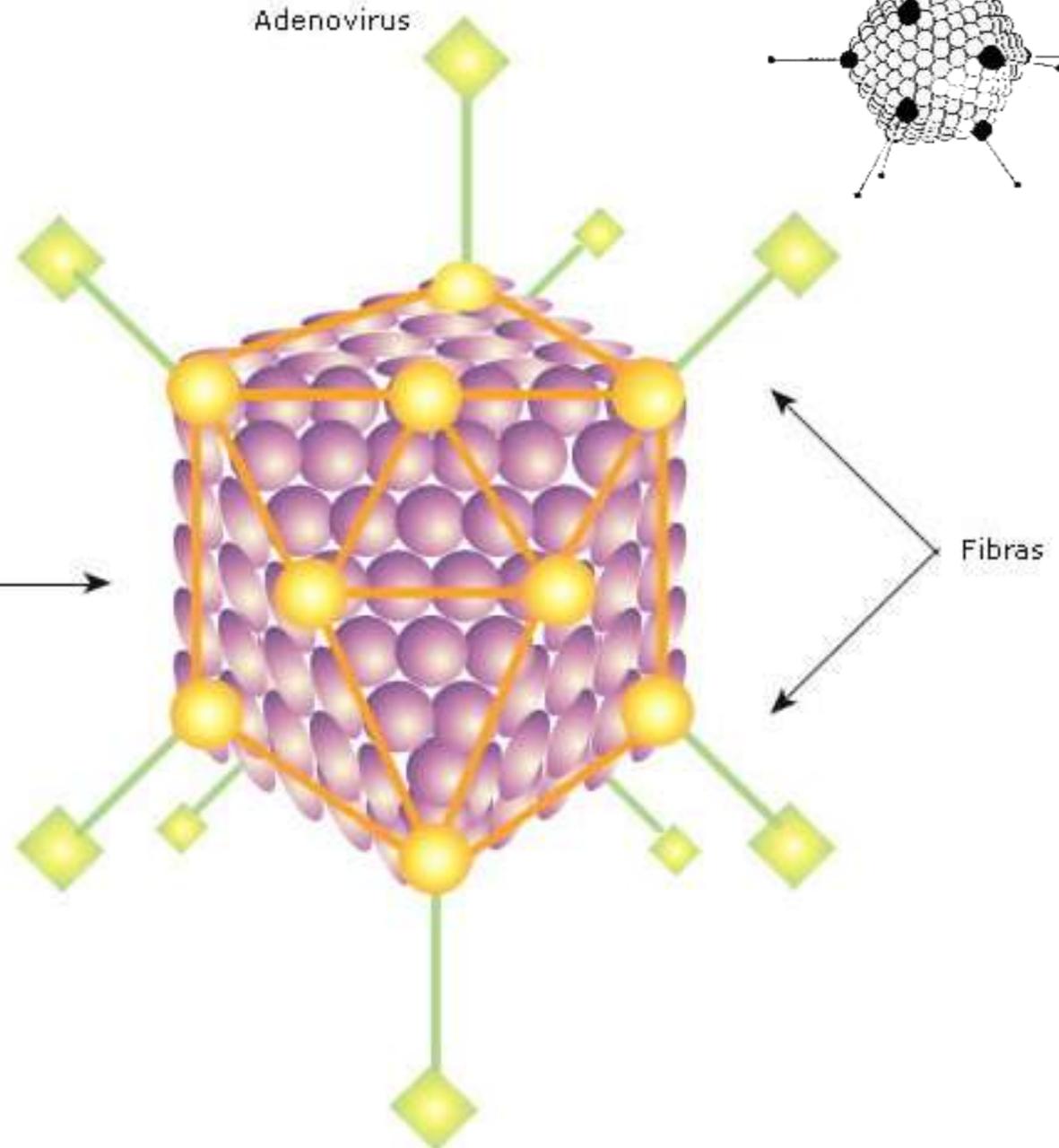


**Picornavirus**

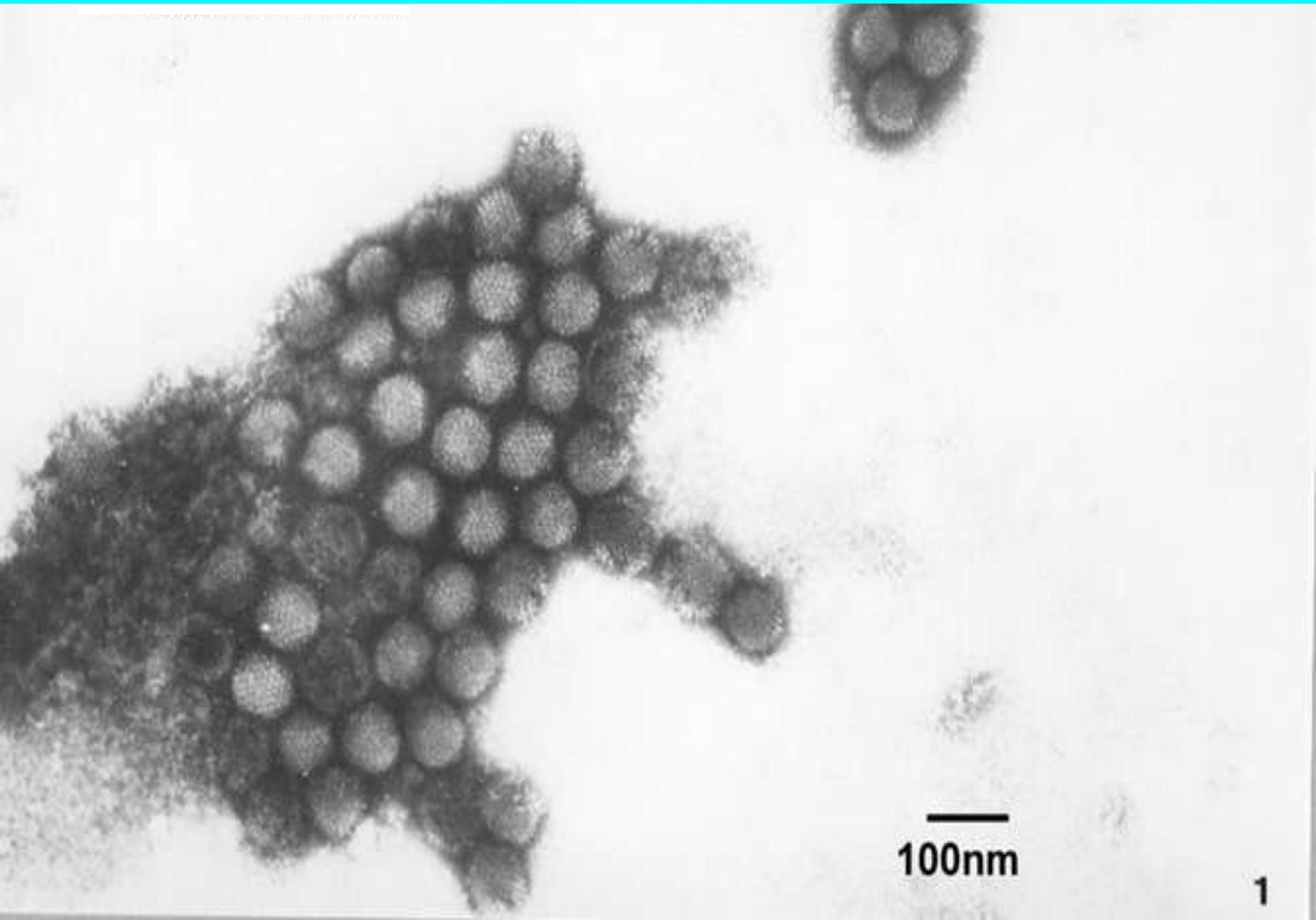
# VIRUS ICOSAÉDRICOS. ADENOVIRUS



Capsómetros →



# VIRUS ICOSAÉDRICOS. ADENOVIRUS

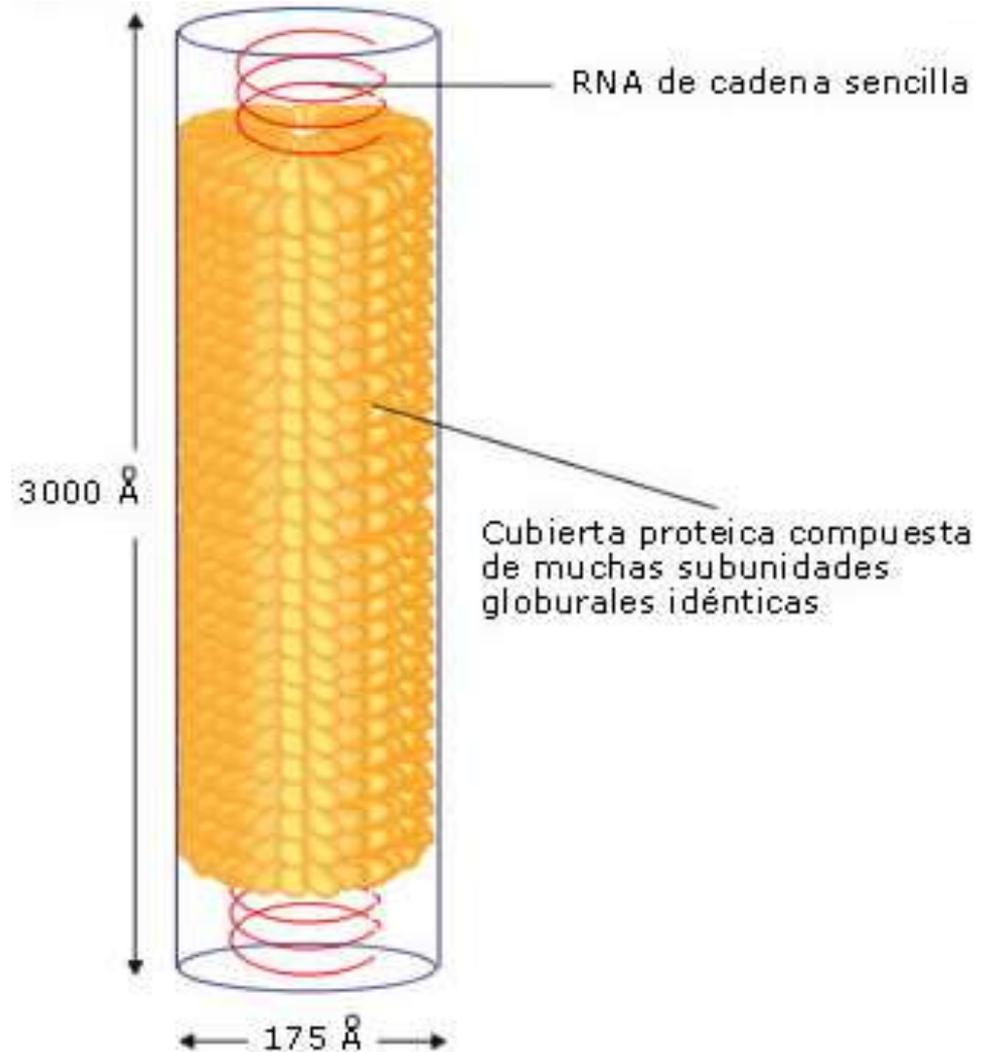
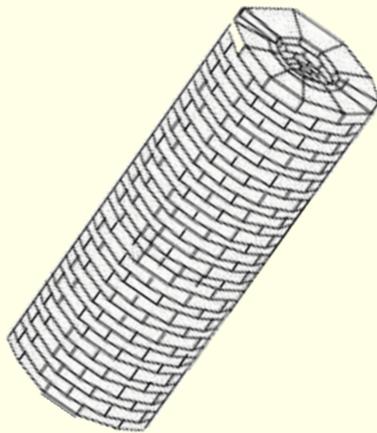


—  
100nm

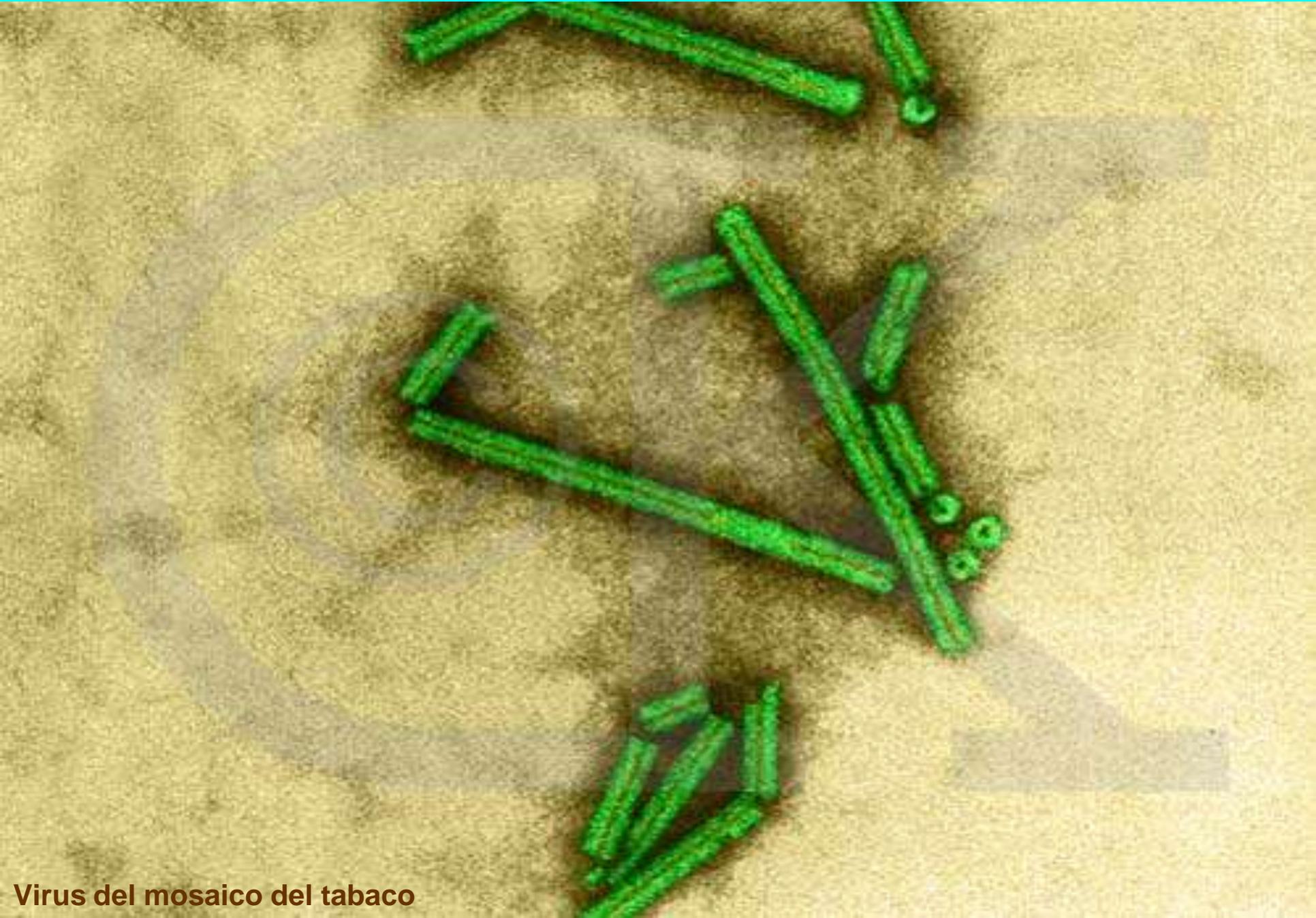
# VIRUS HELICOIDALES O CILÍNDRICOS

## Virus Helicoidales o cilíndricos:

Están representados por el *virus del mosaico del tabaco* y el *virus de la rabia*; presentan un aspecto alargado, que en realidad corresponde a un cilindro hueco, donde los capsómeros se ensamblan siguiendo un ordenamiento helicoidal, similar a los peldaños de una escalera de caracol.



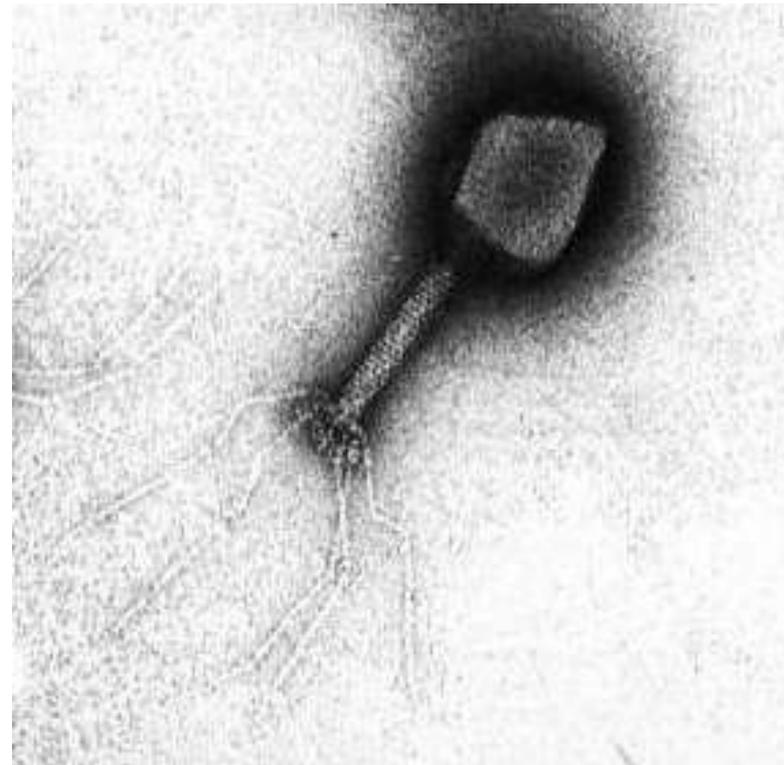
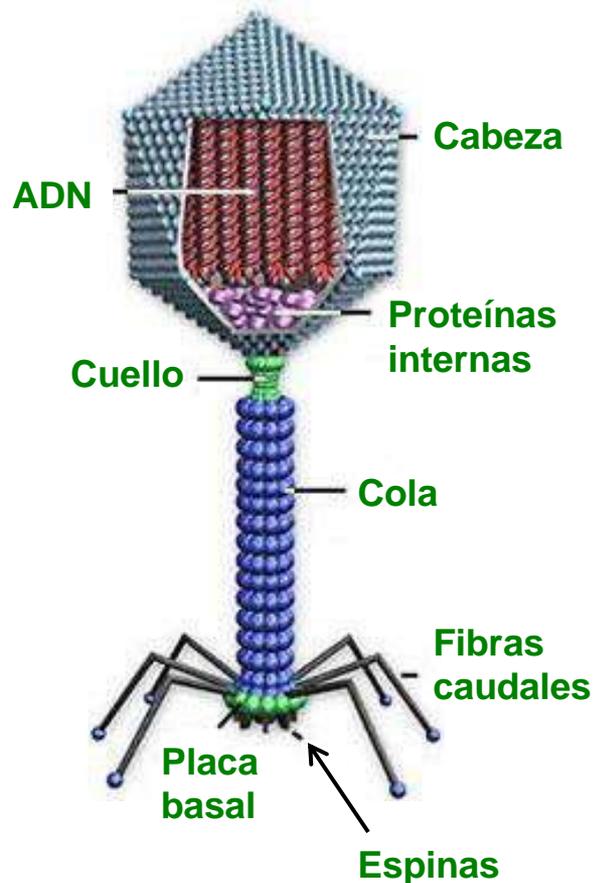
# VIRUS HELICOIDALES O CILÍNDRICOS



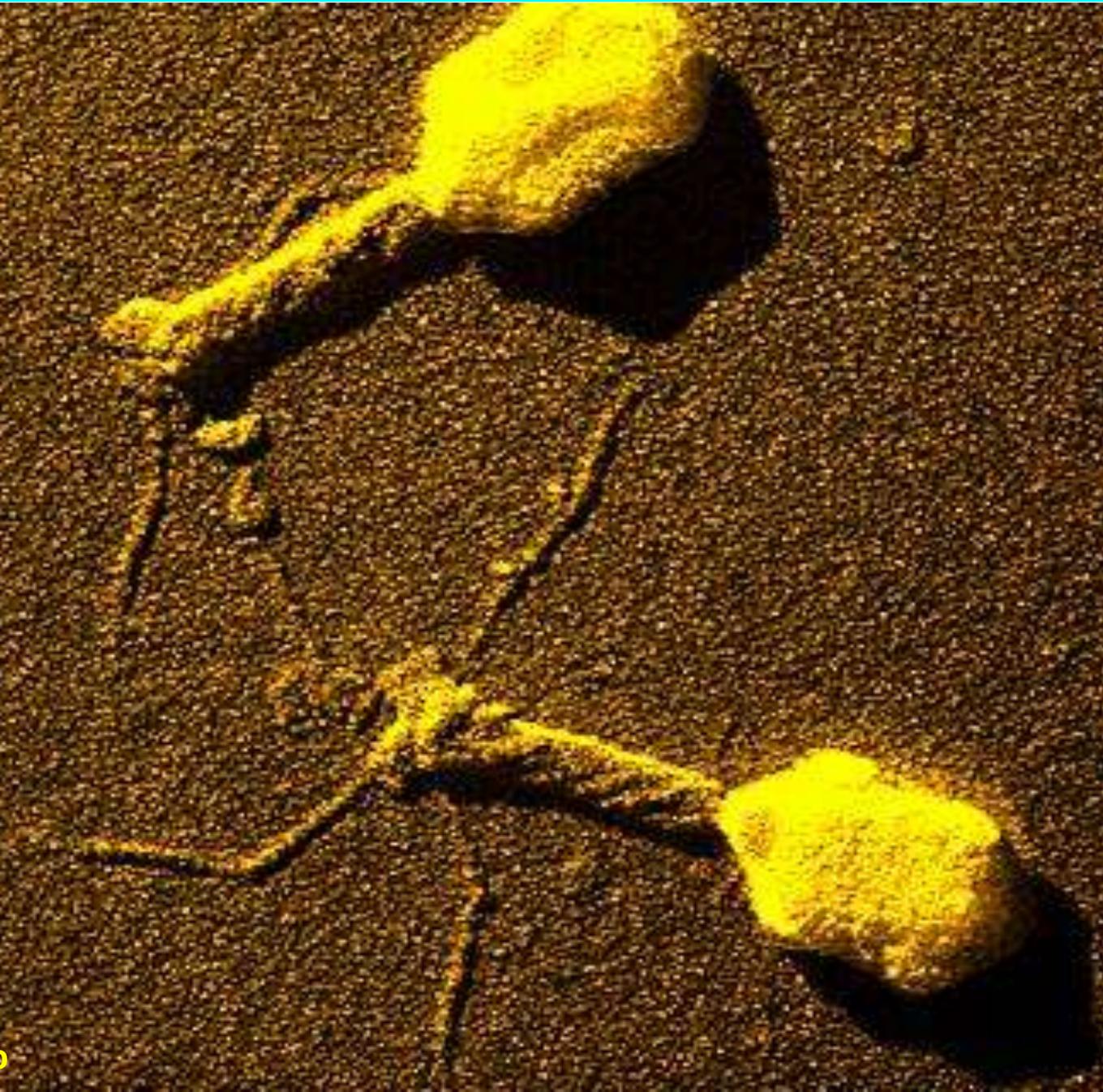
Virus del mosaico del tabaco

# VIRUS COMPLEJOS. BACTERIÓFAGO O FAGO

Como *bacteriófagos* (virus parásitos de bacterias) que parecen adoptar las dos estructuras anteriores. Al igual que los *icosaedricos* poseen una región icosaédrica llamada **cabeza** donde se aloja el ADN y una **cola** formada por una banda de simetría helicoidal en cuyo interior se encuentra un eje tubular. La cola está terminada en un conjunto de fibras y espinas caudales que constituyen el sistema de anclaje del virus a la bacteria a la que infecta.

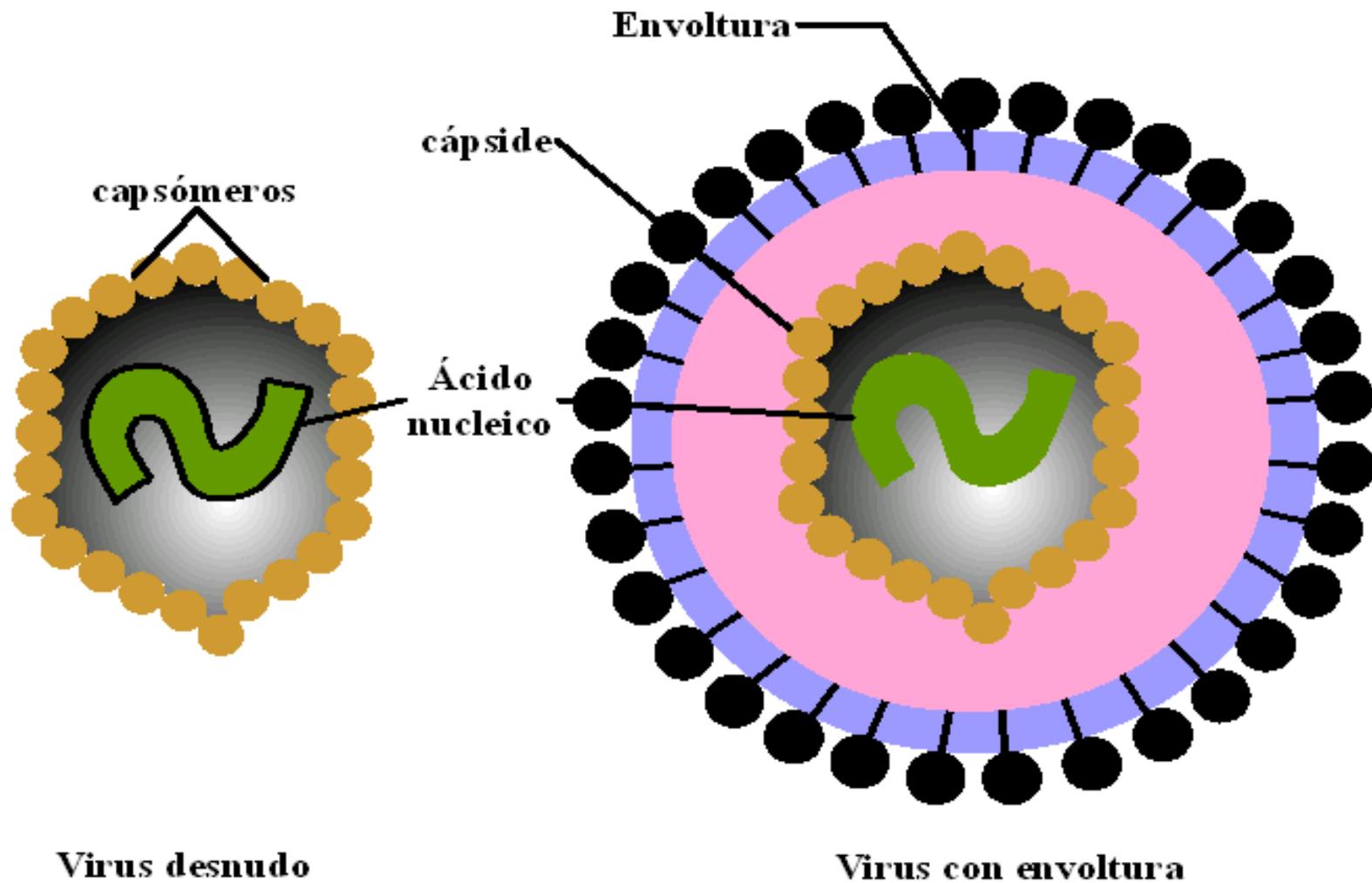


# VIRUS BACTERIÓFAGOS O FAGOS

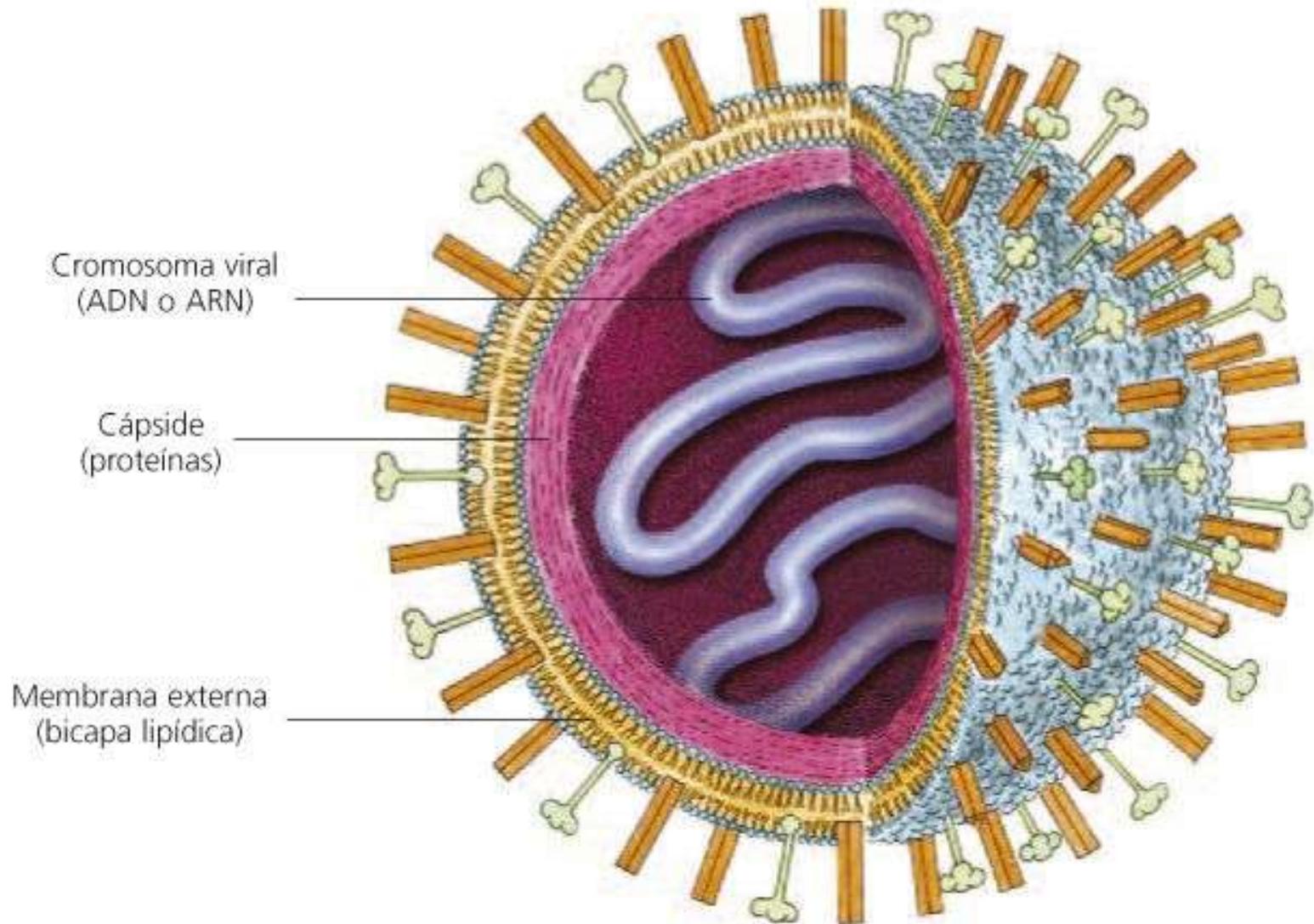


Bacteriófago

# ALGUNOS VIRUS TIENEN UNA ENVOLTURA

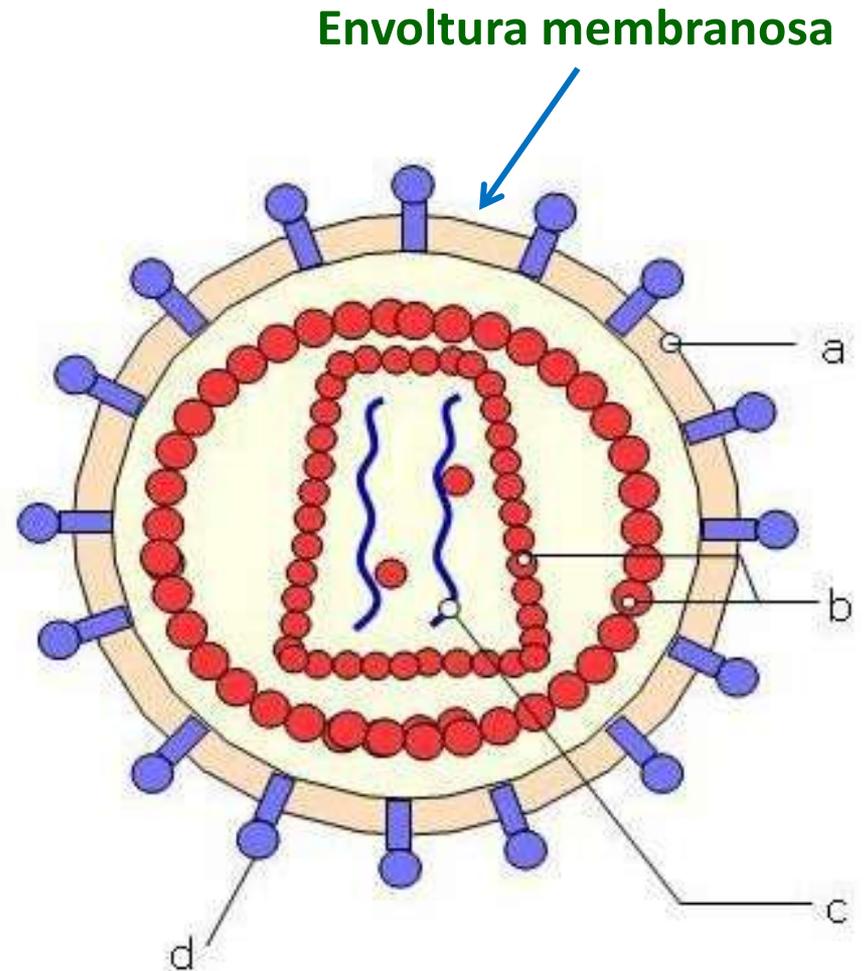


# ALGUNOS VIRUS TIENEN UNA ENVOLTURA



# VIRUS CON ENVOLTURA MEMBRANOSA

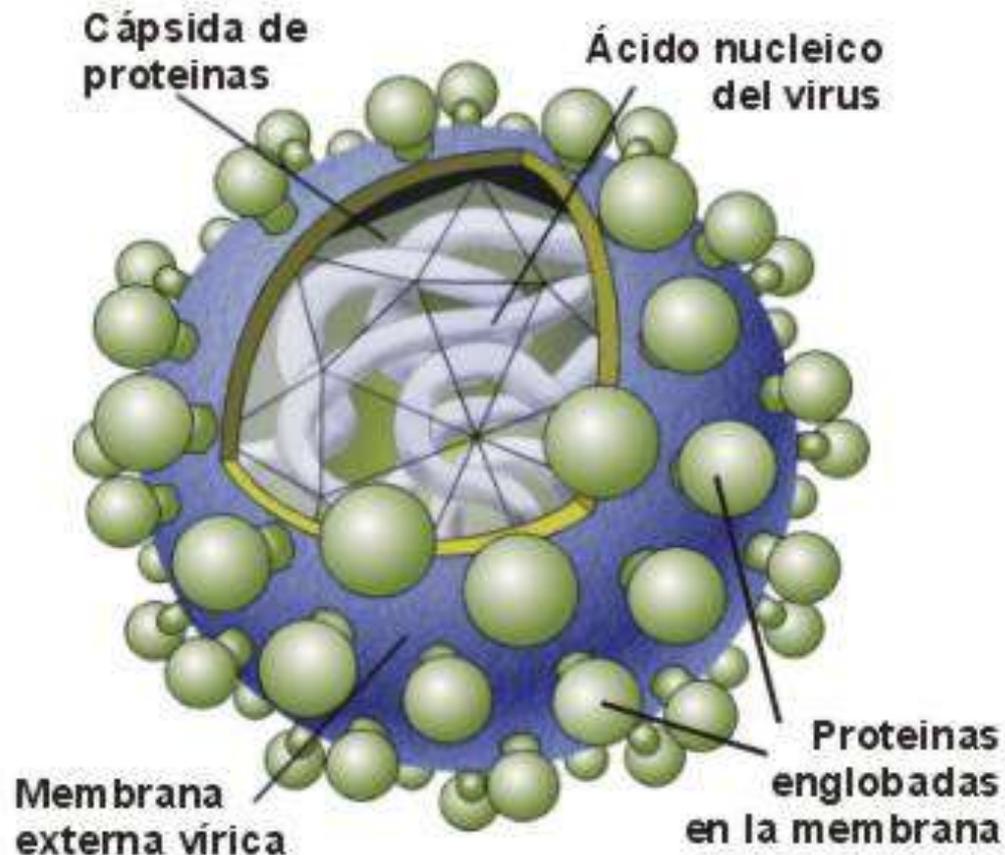
La mayoría de los virus animales, como los de la gripe, la viruela, la hepatitis, el virus del S.I.D.A. (V.I.H.), etc. poseen, además de la **cápsida (b)**, una **envoltura membranosa (a)** que no es más que un fragmento de la membrana plasmática de la célula hospedadora que el virus arrastra al abandonarla mediante un proceso de gemación. La bicapa lipídica que forma esta envoltura posee un conjunto de **glucoproteínas (d)** codificadas por el virus y dispuestas hacia el exterior, a modo de espículas, que constituyen su sistema de anclaje en los receptores de membrana de las células hospedadoras y, por tanto, median en el mecanismo de penetración por endocitosis o por fusión de membranas. La envoltura membranosa es muy importante desde el punto de vista inmunológico.



Virus V.I.H.

# VIRUS CON ENVOLTURA MEMBRANOSA

La **envoltura** está relacionada con el **reconocimiento** de la célula huésped e induce la **penetración del virión** mediante **fagocitosis**.

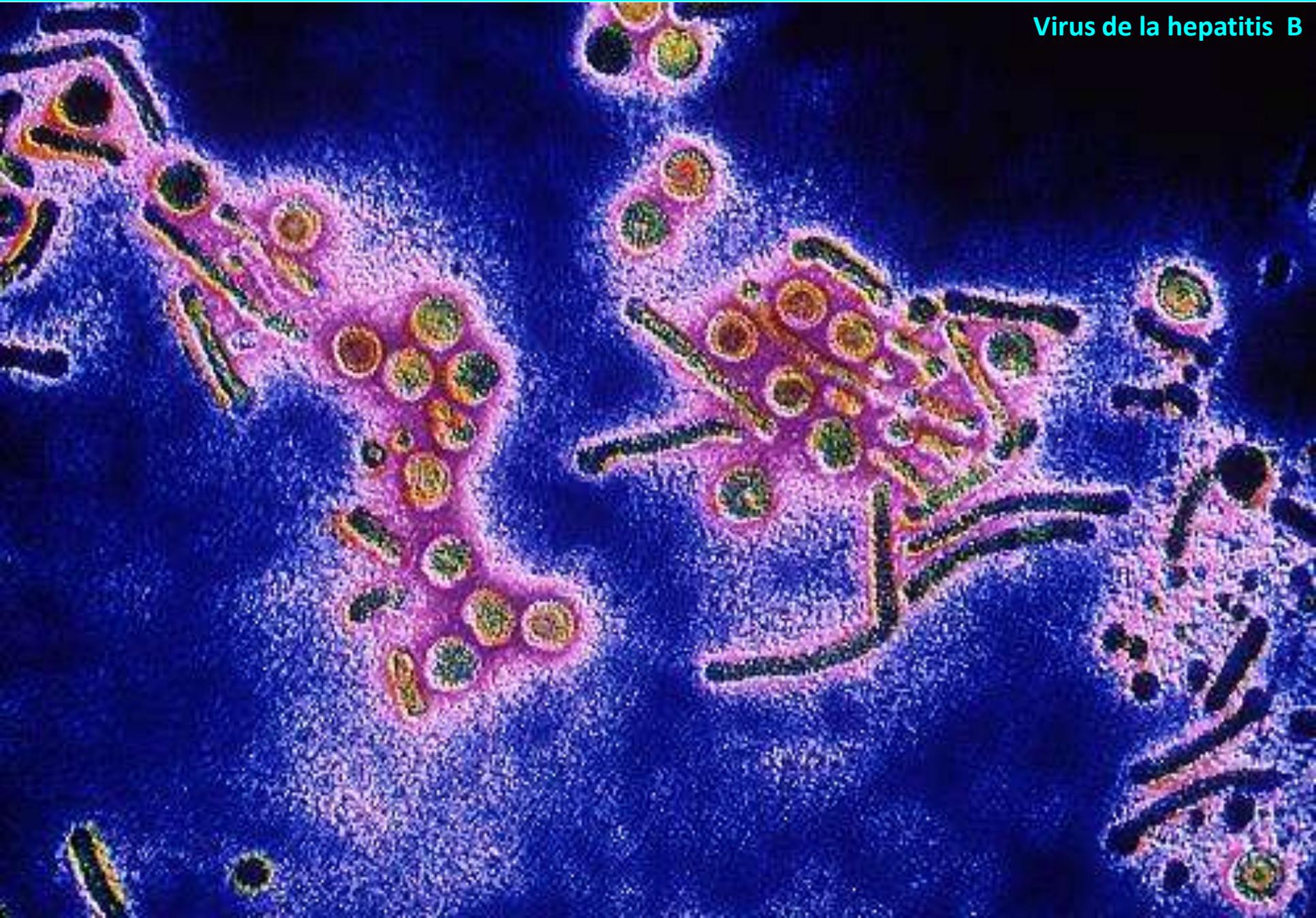


↓  
**Bicapa lipídica** procente de la membrana plasmática de la célula huésped.

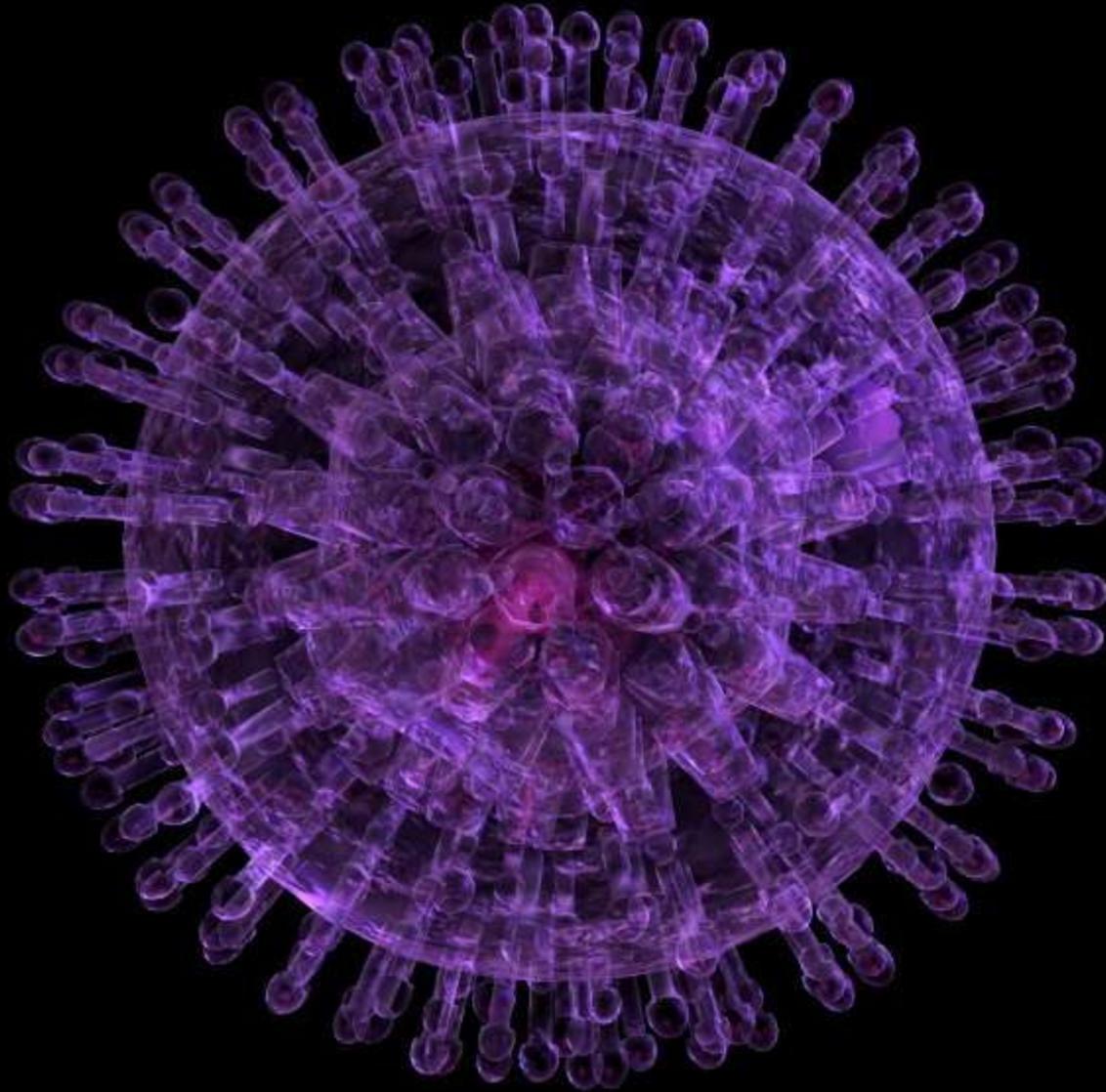
↓  
Sobresalen como **espículas** con carácter **antigénico**.

# VIRUS CON ENVOLTURA MEMBRANOSA

Virus de la hepatitis B



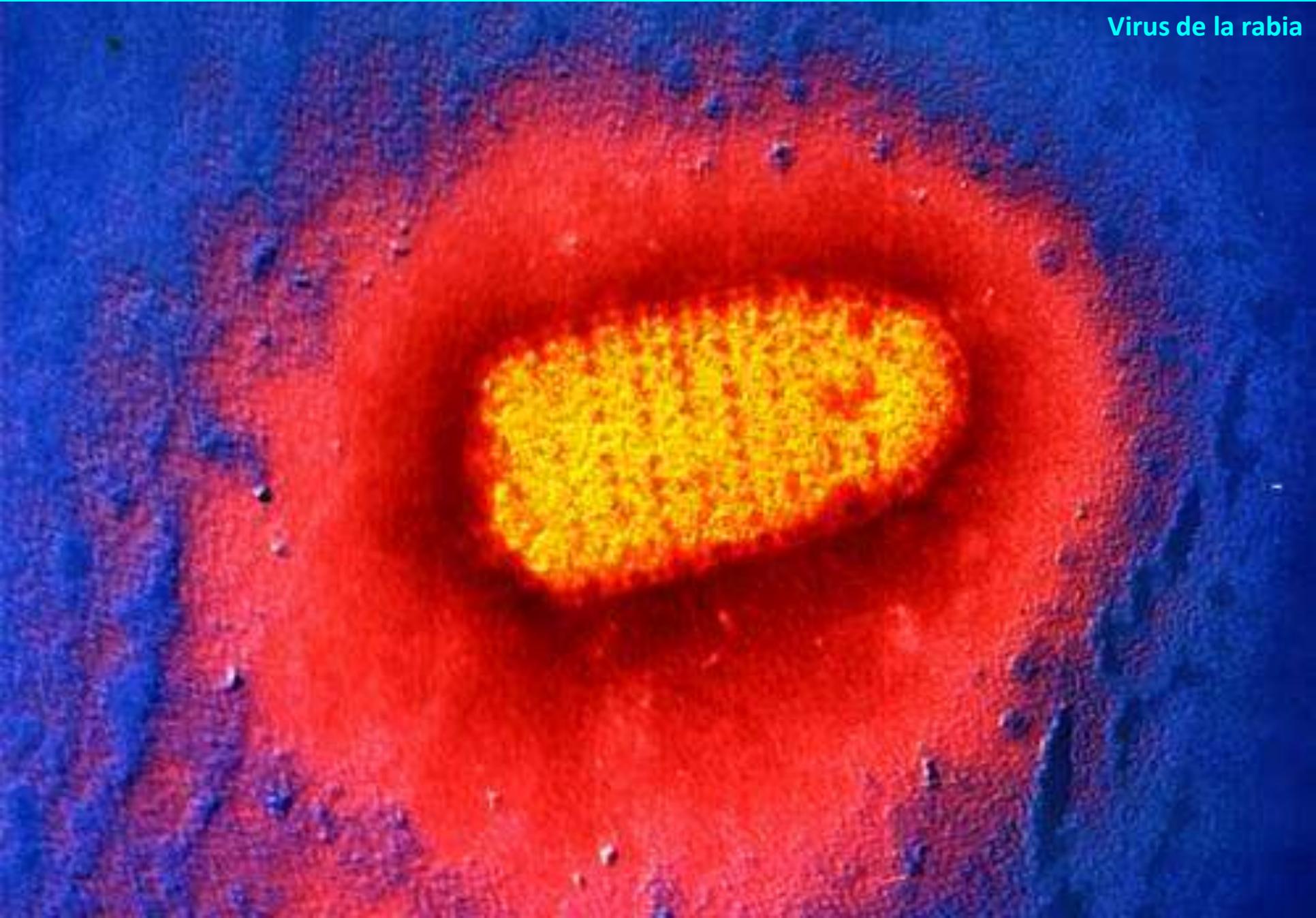
# VIRUS CON ENVOLTURA MEMBRANOSA



Virus del herpes

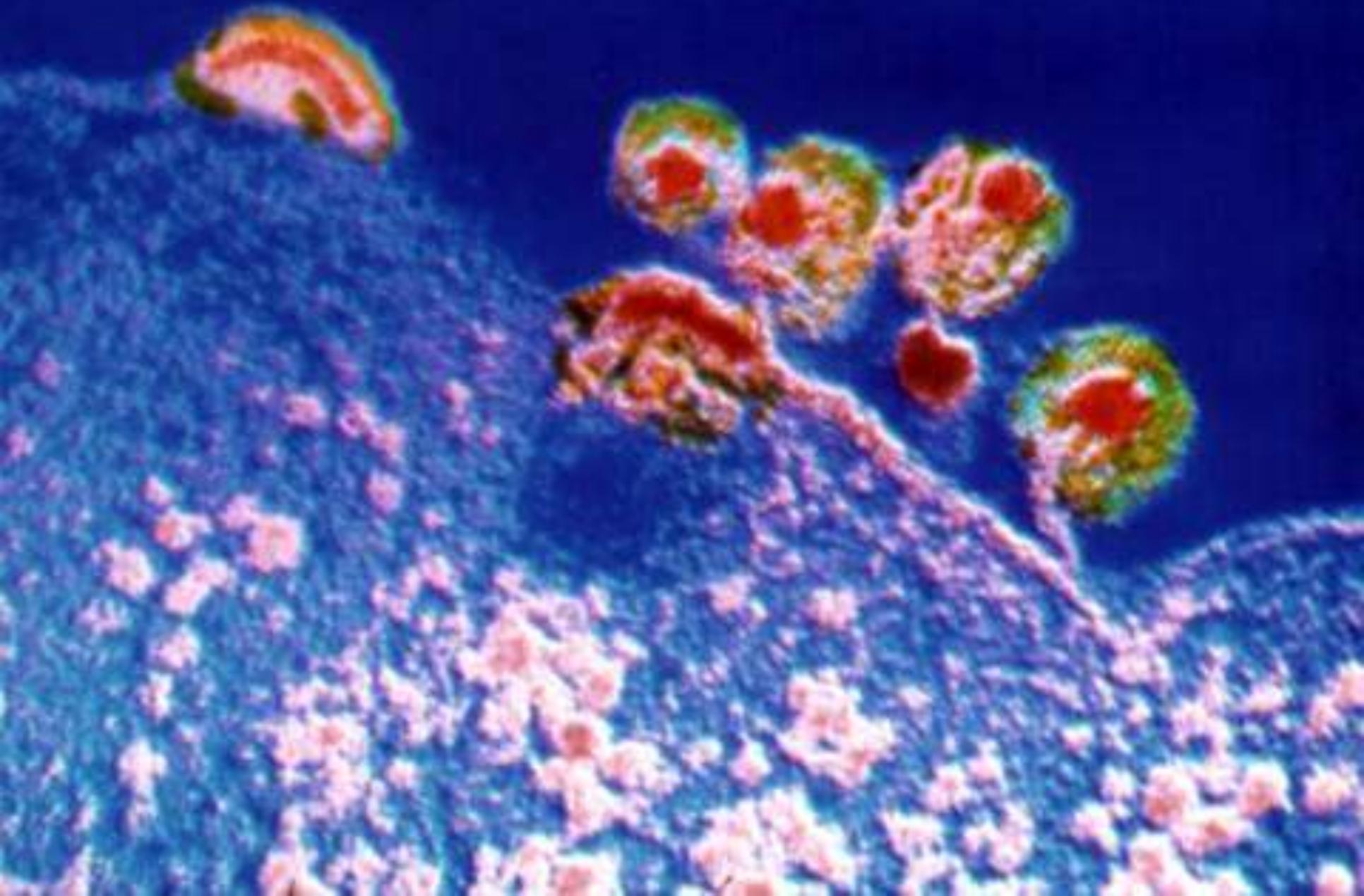
# VIRUS CON ENVOLTURA MEMBRANOSA

Virus de la rabia



# VIRUS CON ENVOLTURA MEMBRANOSA

Virus del SIDA



# CICLO BIOLÓGICO VIRAL

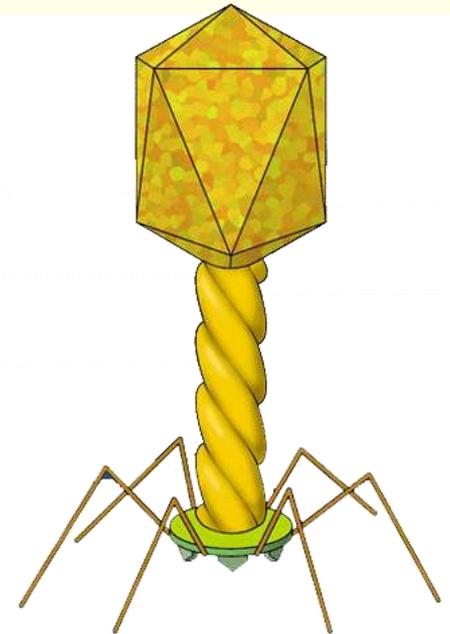
Aunque el genoma de un virus contiene escaso número de genes, es suficiente para inhibir la expresión génica de la célula hospedadora y obligarla a transcribir y traducir su breve mensaje. El modo de penetración, los mecanismos y los compartimentos celulares utilizados para la replicación, son diferentes en los distintos tipos de virus. De todos ellos, se pondrán como ejemplo el de los retrovirus y los bacteriófagos.

Veamos a continuación cómo se replican dos virus:

- Un retrovirus: El VIH causante del SIDA.
- Un bacteriofago: El fago T4

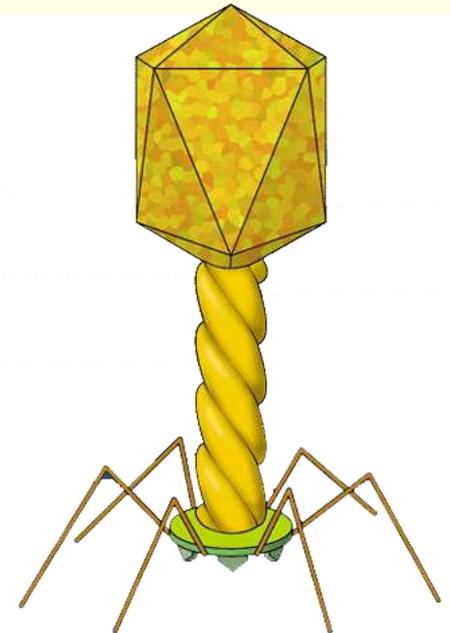
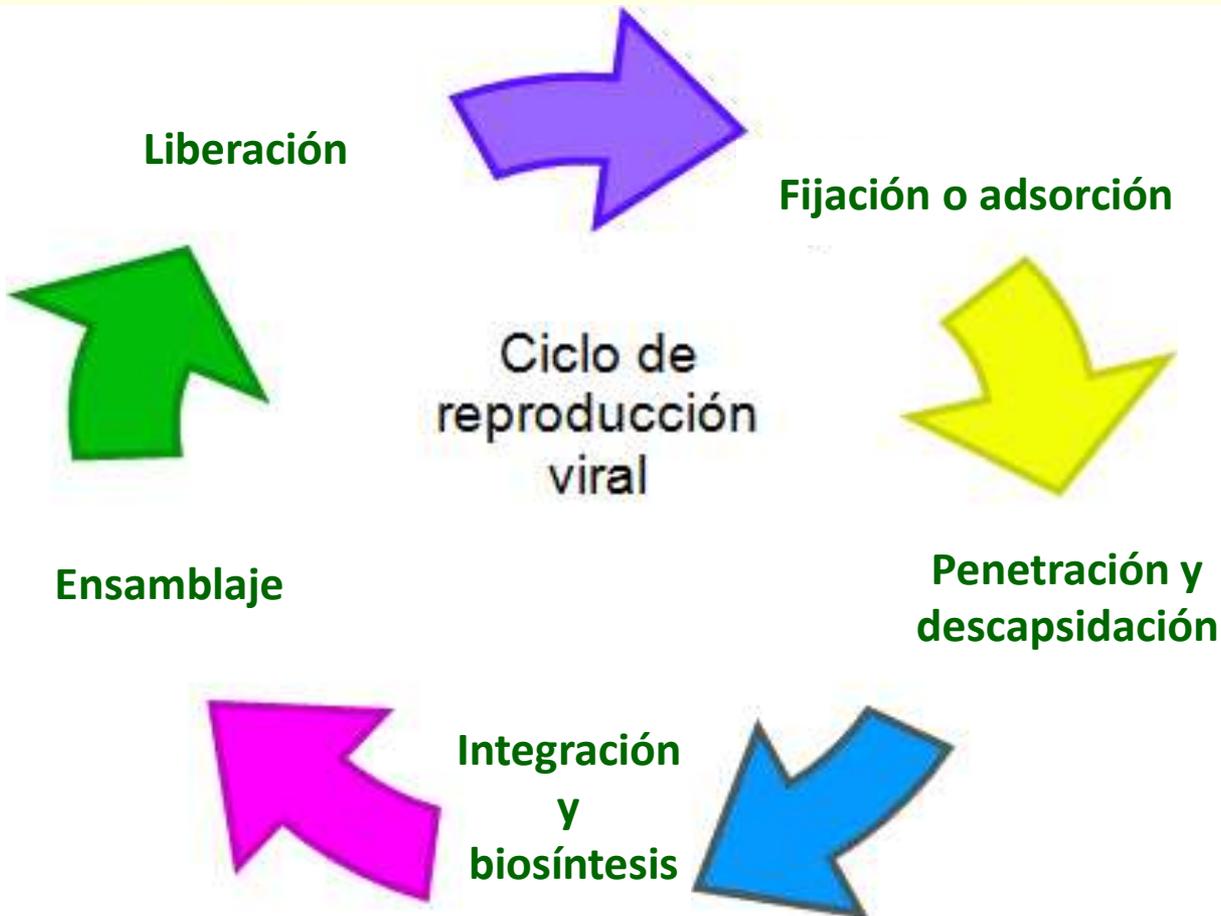
## Fases del ciclo biológico viral:

1. Fijación o adsorción.
2. Penetración y descapsidación.
3. Integración del ADN y biosíntesis.
4. Ensamblaje.
5. Liberación.

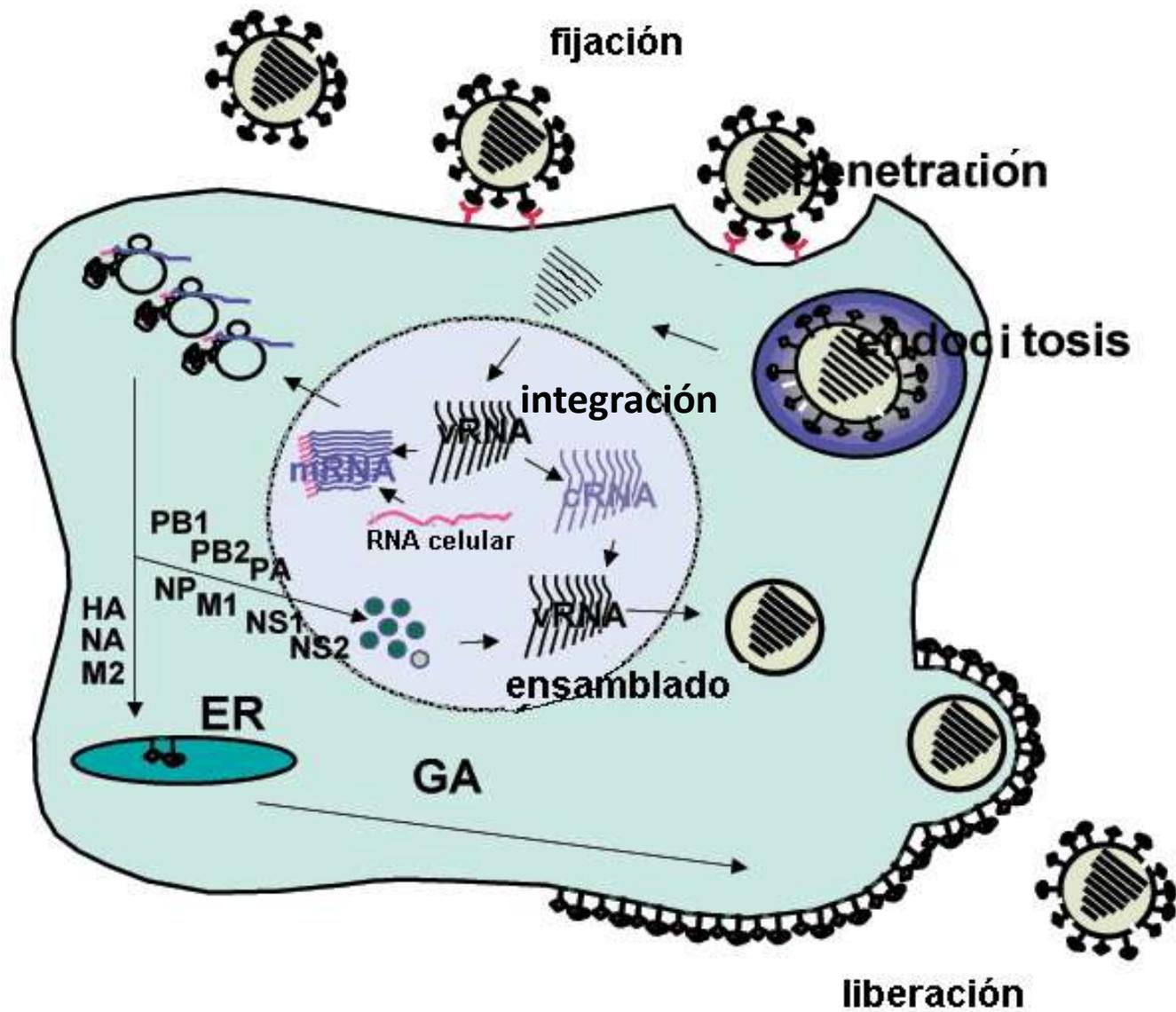


# CICLO BIOLÓGICO VIRAL

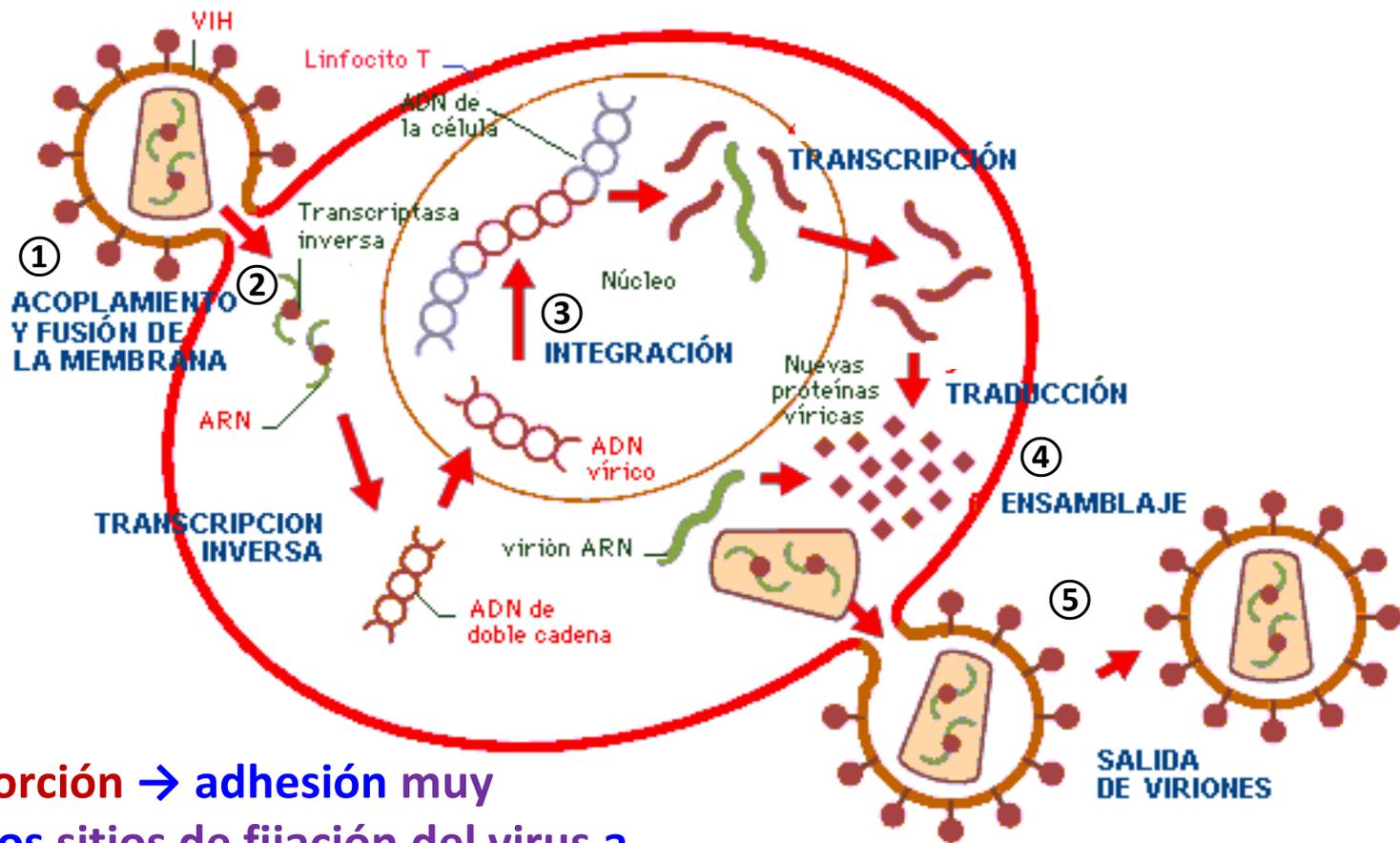
Aunque el genoma de un virus contiene escaso número de genes, es suficiente para inhibir la expresión génica de la célula hospedadora y obligarla a transcribir y traducir su breve mensaje. El modo de penetración, los mecanismos y los compartimentos celulares utilizados para la replicación, son diferentes en los distintos tipos de virus. De todos ellos, se pondrán como ejemplo el de los retrovirus y los bacteriófagos.



# CICLO BIOLÓGICO DE UN VIRUS CON ENVOLTURA



# CICLO BIOLÓGICO DE UN VIRUS CON ENVOLTURA (virus del SIDA)



1. **Fijación o adsorción** → adhesión muy específica de los sitios de fijación del virus a sitios receptores complementarios de la célula diana.
2. **Penetración** (por fusión de membranas, por endocitosis o por penetración directa del ácido nucleico) y **descapsidación**.
3. **Integración y Biosíntesis** → replicación, transcripción y traducción.
4. **Ensamblaje** y 5. **Liberación** mediante lisis (→ viriones desnudos), o exocitosis o gemación (→ viriones envueltos).

# 1 Virus de la Hepatitis C

**2 Unión y Fusión:** el virus se une a una célula del hígado. Se necesitan al menos 4 proteínas diferentes para que el virus entre.

**3 Penetración y Entrada:** el virus es capturado por la célula del hígado, que lo ingiere,

**4 Fusión y Liberación de ARN viral:** el virus se fusiona. La capa de proteína del virus se disuelve. El código de ARN viral es liberado dentro de la célula del hígado.

**5 Producción de hebra de proteína:** el ARN viral se hace cargo de la maquinaria de la célula del hígado para fabricar proteínas virales.

**6 Procesamiento de proteína:** enzimas del virus de la hepatitis C y de la célula del hígado cortan la hebra de proteína en varias proteínas virales.

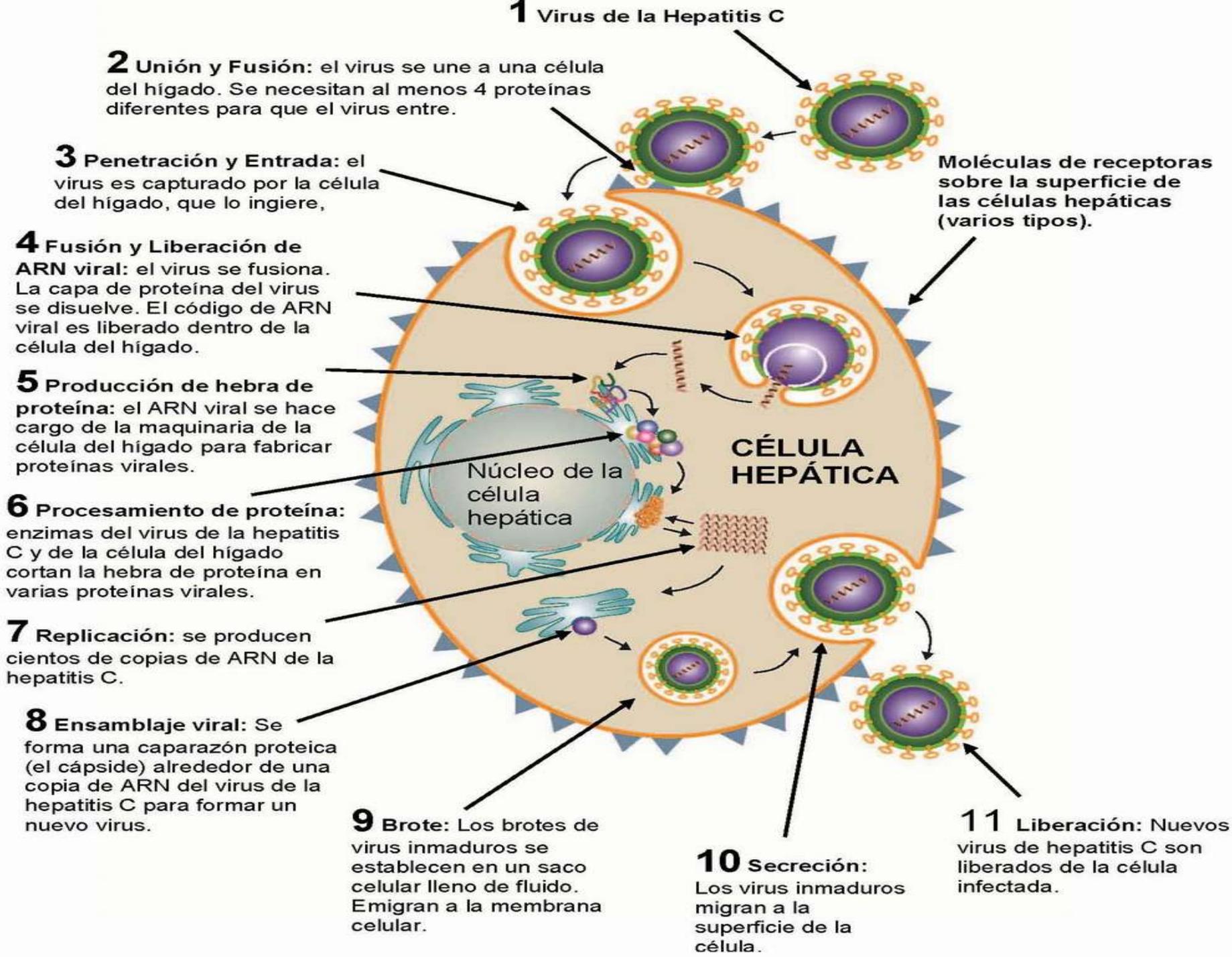
**7 Replicación:** se producen cientos de copias de ARN de la hepatitis C.

**8 Ensamblaje viral:** Se forma una caparazón proteica (el cápside) alrededor de una copia de ARN del virus de la hepatitis C para formar un nuevo virus.

**9 Brote:** Los brotes de virus inmaduros se establecen en un saco celular lleno de fluido. Emigran a la membrana celular.

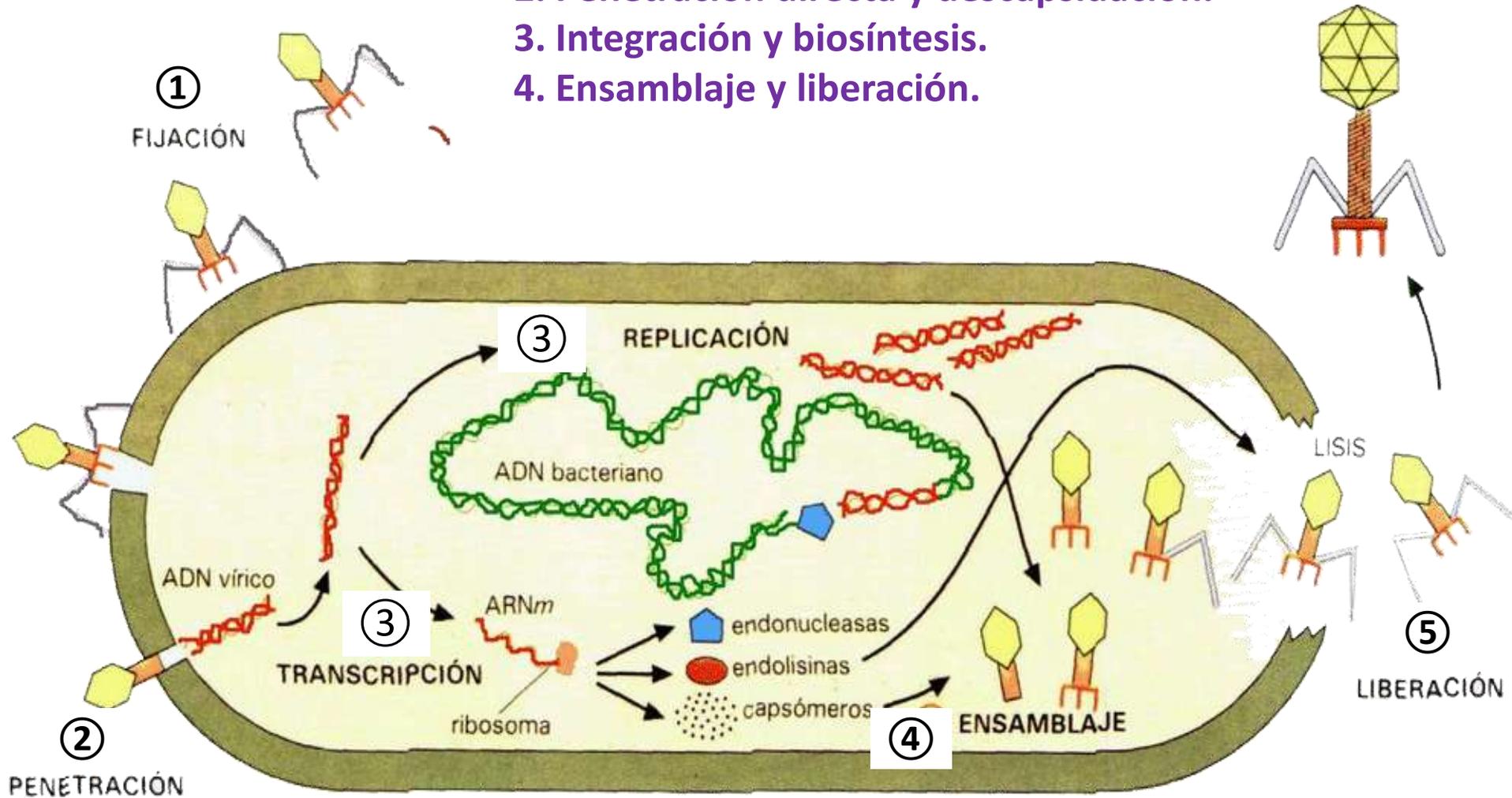
**10 Secreción:** Los virus inmaduros migran a la superficie de la célula.

**11 Liberación:** Nuevos virus de hepatitis C son liberados de la célula infectada.



# CICLO BIOLÓGICO DE UN VIRUS COMPLEJO (bacteriófago o fago)

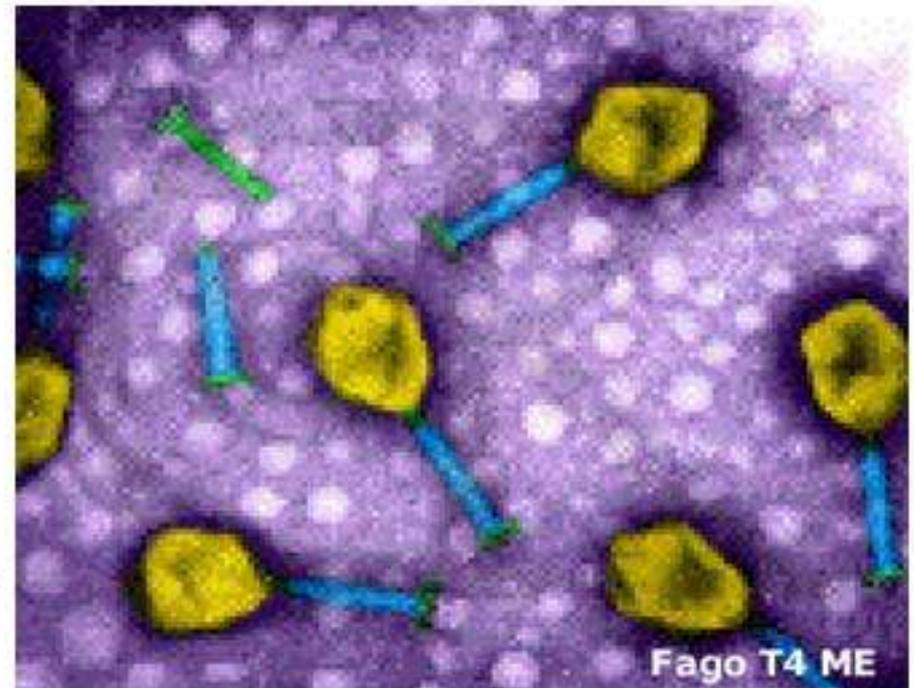
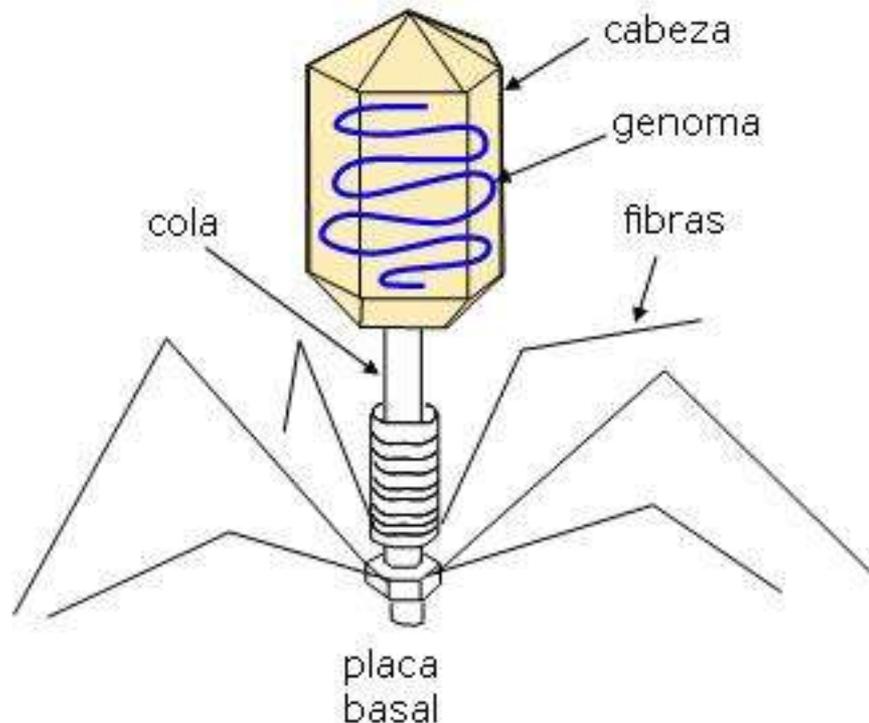
1. Fijación o adsorción.
2. Penetración directa y descapsidación.
3. Integración y biosíntesis.
4. Ensamblaje y liberación.



# MODALIDADES DEL CICLO VÍRICO: LISIS Y LISOGENIA

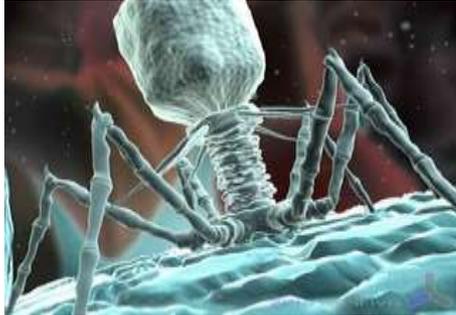
El bacteriófago T4 es un virus complejo con una **cabeza** icosaédrica y una **cola** en la que hay una **placa basal** y **fibras de fijación**. El **genoma** se compone de una molécula de ADN bicatenaria que se encuentra profusamente empaquetada dentro de la cabeza.

El fago se fija en la pared bacteriana, en las regiones denominadas **puntos de adherencia**, a través de los cuales inyecta su ADN mediante la contracción de la vaina de la cola. Una vez en el protoplasma bacteriano, el ADN puede seguir dos caminos: multiplicarse y originar nuevos virus (**vía lítica**) con lo que se produce la destrucción de la bacteria, o integrarse en el cromosoma bacteriano y adoptar la forma de **profago** (**vía lisogénica**).



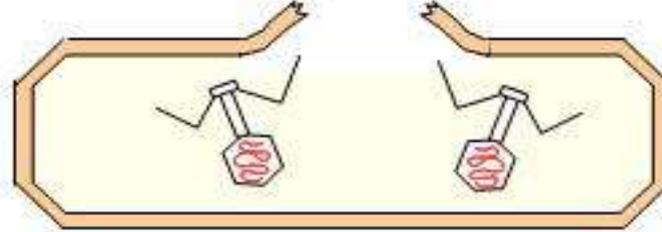
# MODALIDADES DEL CICLO VÍRICO: LISIS Y LISOGENIA

Ciclo lítico y lisogénico de un fago.



Virus virulento

Lisis

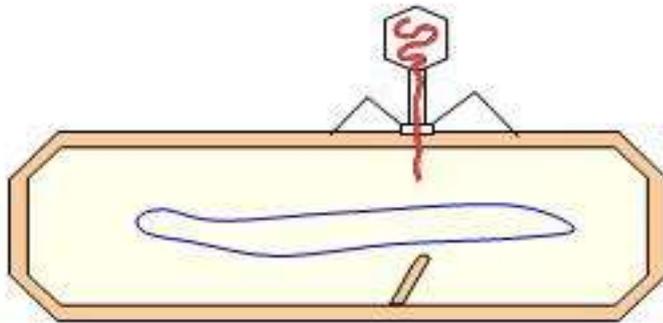


1) Respuesta lítica.

Virus atenuado o lisogénico

Provirus o profago

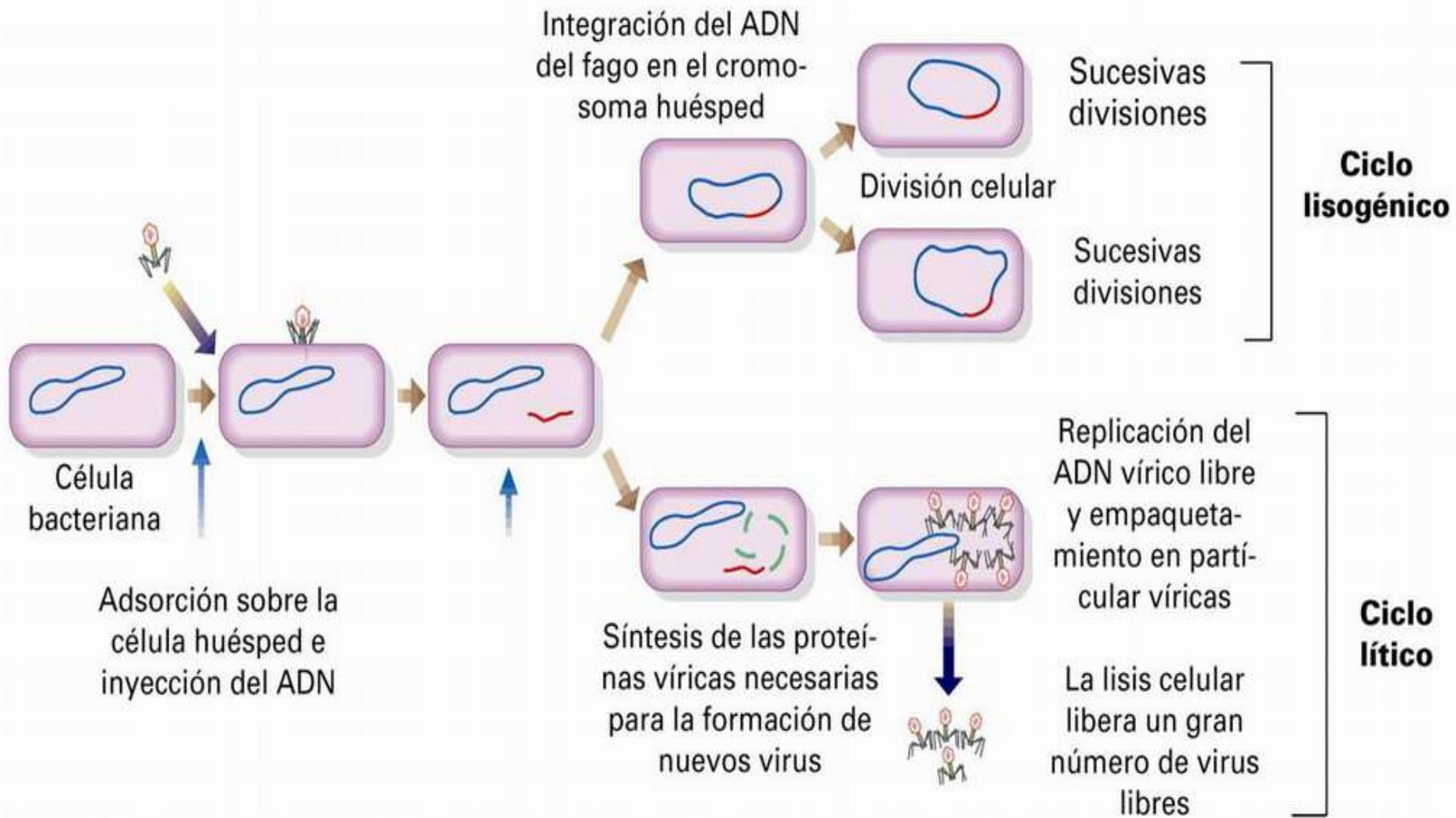
2) Respuesta lisogénica.



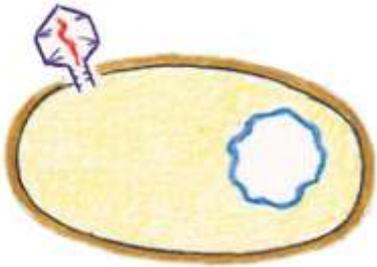
Célula lisogénica

Posee **inmunidad a la superinfección**  
(es inmune a las infecciones de un virus de la misma especie)

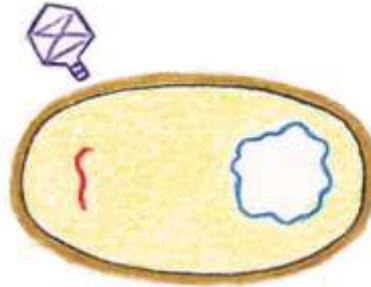
# CICLOS LÍTICO (LISIS) Y LISOGÉNICO DE UN FAGO



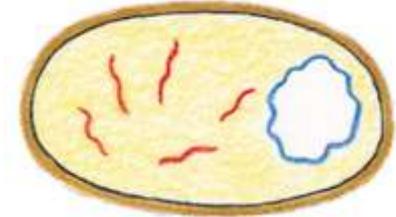
# FASES DEL CICLO LÍTICO (LISIS), VIRULENTO O NORMAL



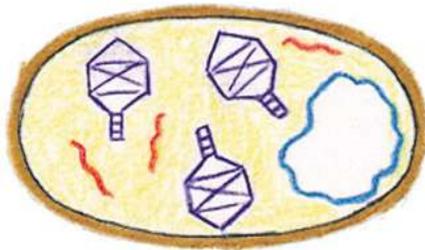
**Fijación o adsorción** del virión a una célula con **receptores específicos**.



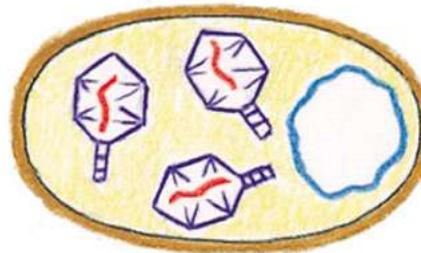
**Penetración** del virión o inyección de su ácido nucleico en la célula (**lisozimas**).



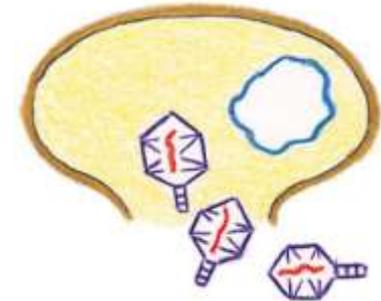
**Replicación** del ácido nucleico vírico, tras alterar la maquinaria de síntesis de la célula.



**Síntesis** de las proteínas estructurales de la cubierta del virus.



**Ensamblaje** de las unidades estructurales y empaquetamiento del ácido nucleico.



**Lisis y liberación** de los viriones maduros fuera de la célula (por la **endolisina**).

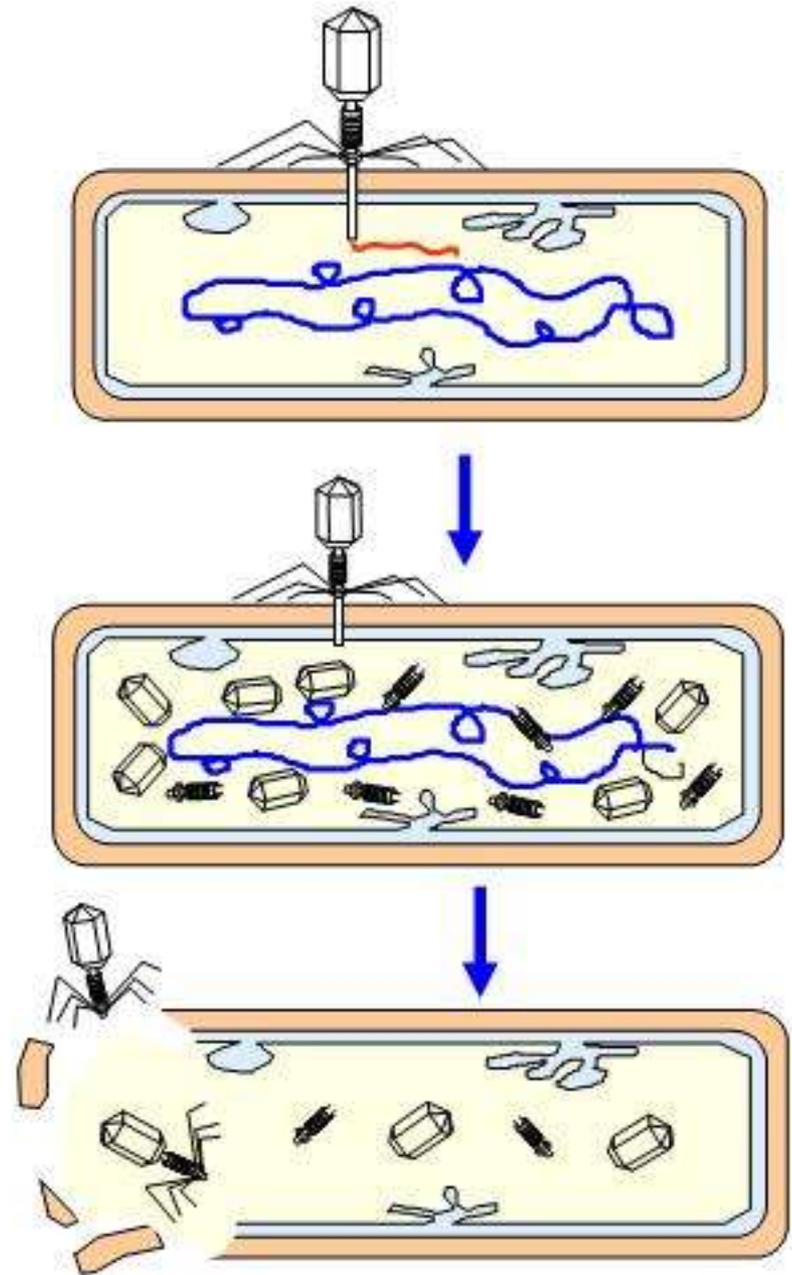
La **replicación del ácido nucleico vírico** y la **síntesis de sus proteínas** constituyen la **fase de eclipse**.

## Mecanismo: Ciclo lítico.

**1) Fijación y entrada:** Inicialmente, el bacteriófago fija su cola a receptores específicos de la pared de la bacteria, donde una enzima, localizada en la cola del virus, debilita los enlaces de las moléculas de la pared. A continuación, el fago contrae la vaina helicoidal, lo que provoca la inyección del contenido de la cabeza a través del eje tubular de la cola del fago: el ácido nucleico penetra en la célula.

**2) Multiplicación:** Una vez dentro el ADN del virus, utilizando nucleótidos y la enzima ARNpolimerasa de la bacteria, dirige la síntesis de gran cantidad de ARNm viral. Este ARNm viral sirve de base para la síntesis de proteínas del virus (capsómeros, endonucleasas, endolisinas). El ADN vírico, utilizando los complejos enzimáticos de la bacteria se replica muchas veces. Tanto los ácidos nucleicos replicados como el resto de los componentes víricos que se han sintetizado se ensamblan, dando lugar a nuevos virus.

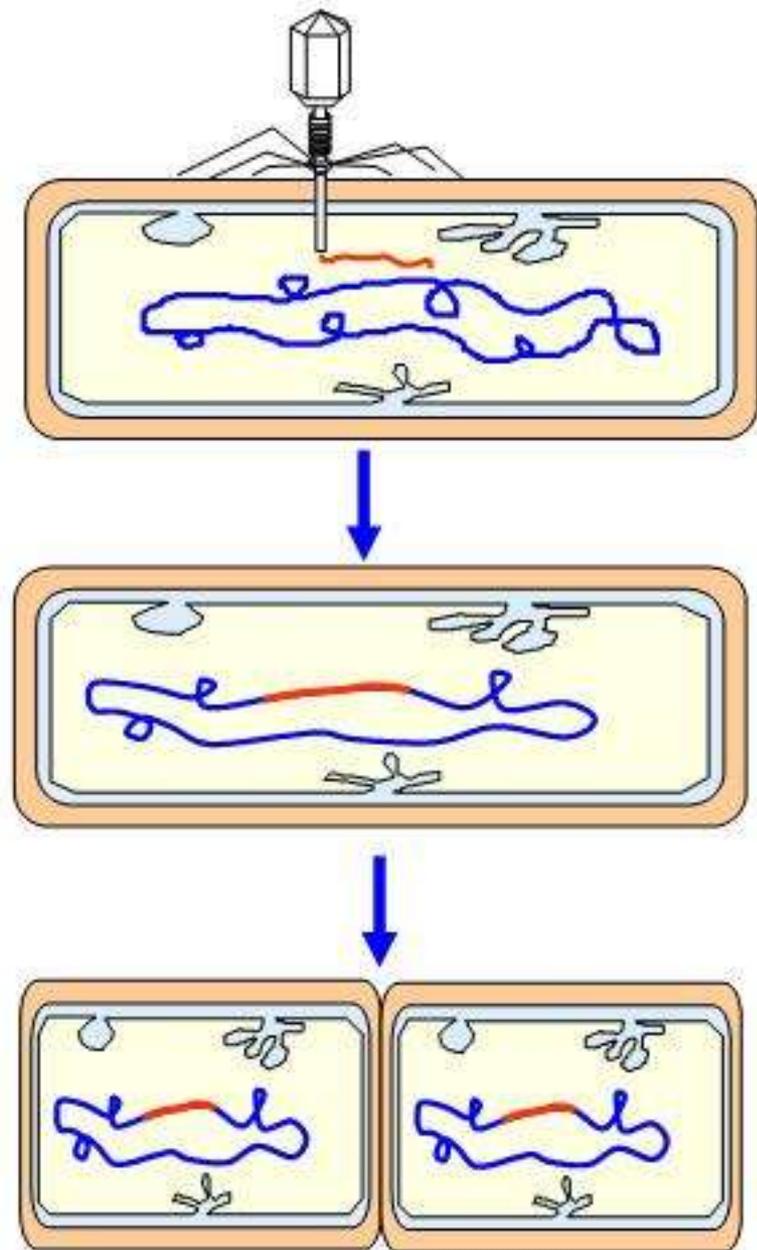
**3) Lisis y liberación.** En una bacteria pueden formarse unos 100 bacteriófagos, que salen al exterior debido a la acción de la endolisina, enzima que lisa la pared bacteriana. Debido a ello, se produce la ruptura de la pared bacteriana y la muerte de la célula; los virus quedan libres para infectar nuevas células.



## Mecanismo del ciclo lisogénico:

No siempre se produce la lisis inmediata de la célula. Hay **fagos atemperados, o atenuados** que se integran en el ADN bacteriano por entrecruzamiento de dos regiones idénticas del fago y de la bacteria, del mismo modo a como ocurre en los plásmidos. Estos fagos integrados se denominan **profagos**, y se replican pasivamente con el ADN de la bacteria. Las bacterias capaces de establecer esa relación con los fagos atenuados se denominan **lisogénicas**.

El ADN del profago puede permanecer en forma latente durante varias generaciones de la bacteria, hasta que un estímulo induzca la separación del profago que iniciará un ciclo lítico típico. Mientras, la célula posea el ADN profago, será inmune frente a infecciones de este mismo virus. Otros virus que no son bacteriófagos pueden también tener ciclos lisogénicos.



# Viroides y priones

# VIROIDES Y PRIONES

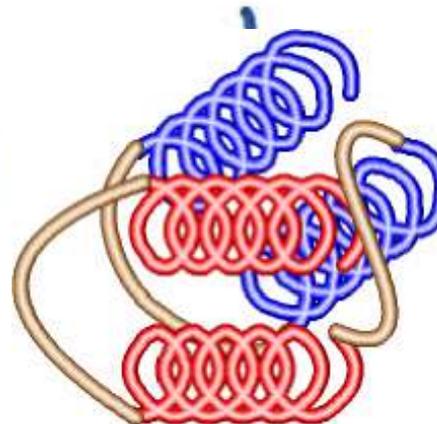
## VIROIDES

- Los agentes patógenos más pequeños.
- Formados por pequeñas moléculas circulares de ARN monocatenario.
- No disponen de cápsida.
- Su estructura permite que la ARN polimerasa de la célula lo replique.
- No contiene genes.

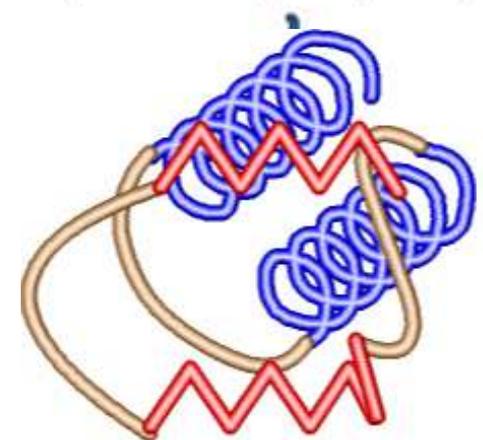
- Son partículas proteínicas infecciosas.
- Las enfermedades que producen suelen ser mortales (TSEs).
- Según la **hipótesis de la proteína sola** la proteína infecciosa provoca un cambio conformacional en la proteína normal, transformándola en infecciosa.

**Infectan a células vegetales**

*Estructura normal de la proteína del prión (PrP<sup>C</sup>)*



*Forma infecciosa de la proteína del prión (PrP<sup>Sc</sup>)*



# CUADRO COMPARATIVO ENTRE VIRUS, VIROIDES Y PRIONES

	Descubridor	Composición	Forma de vida
<b>PLÁSMIDOS</b>	Lederberg (1952)	ADN bicatenario circular extracromosómico. Carecen de envuelta de proteínas.	Endosimbionte de bacterias, levaduras y <i>Drosophila</i> .
<b>VIROIDES</b>	Diener (1967)	ARN monocatenario circular. Carecen de recubrimiento proteico.	Parásitos de plantas superiores.
<b>PRIONES</b>	Prusiner (1982)	Derivados de partículas infecciosas tipo proteínas.	En células nerviosas.

## Estructura

## Características

### VIRUS

Ácido nucleico,  
cápsida y  
envoltura  
membranosa  
(a veces)

Puede infectar  
células animales,  
vegetales y bacterias

Los virus son **parásitos intracelulares obligados**: carecen de metabolismo propio y para reproducirse utilizan la maquinaria metabólica de la célula a la que parasitan para producir múltiples copias de sus componentes (ácido nucleico y proteínas víricas) y formar nuevos virus.

### VIROIDES

ARN  
monocatenario

Infecta a **células vegetales** (producen enfermedades en patatas, cítricos y cocoteros)

El viroide o molécula de ARN no se traduce, se replica en el núcleo de la célula vegetal infectada, y afecta a genes que codifican hormonas (causando enanismo y deformaciones del tallo, hoja y frutos). Se transmiten por insectos o material agrícola infectado.

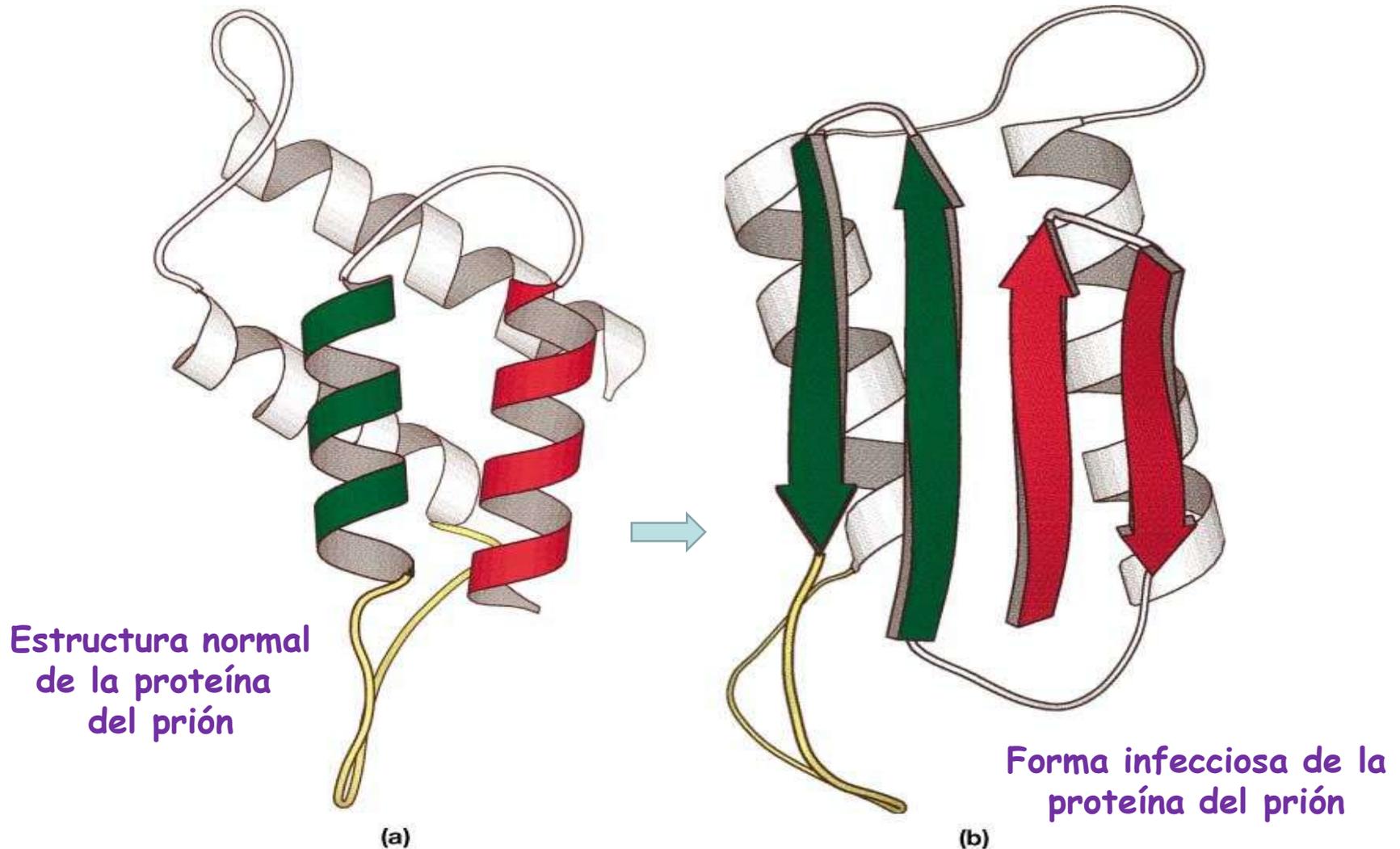
### PRIONES

Proteína  
infecciosa

Afecta a **células animales** (neuronas de mamíferos). Causan **enfermedades degenerativas del SNC**: **scrapie** (tembladera de las ovejas), **encefalopatía espongiiforme bovina** - EEB- (enfermedad de las vacas locas), el **kuru** y la **enfermedad de Creutzfeldt-Jakob** en humanos.

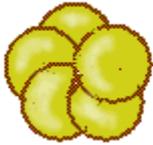
Son **proteínas infecciosas con un plegamiento anormal** (una variedad defectuosa de una proteína normal de la membrana de las neuronas) capaces de transmitir este defecto a las **proteínas normales**. Estas proteínas defectuosas se acumulan en las neuronas provocando su muerte. Se deben a una **mutación puntual** en el gen que codifica la proteína normal, o una **infección** por contagio (cuando una vaca consume piensos -harinas animales- elaborados a partir de ovejas enfermas, o una persona consume carne de vacuno infectada).

# PRIONES. HIPÓTESIS DE LA PROTEÍNA SOLA



La proteína infecciosa transforma hélices  $\alpha$  en láminas  $\beta$  y altera el plegamiento de la proteína normal, y la convierte en infecciosa.

# PRIONES. HIPÓTESIS DE LA PROTEÍNA SOLA (1)



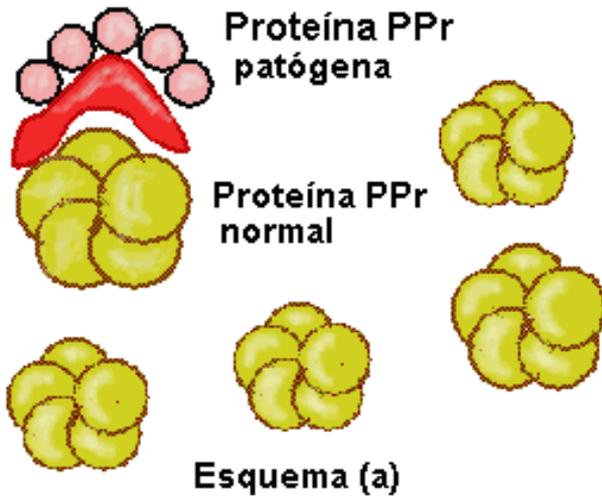
Proteína del  
prión normal



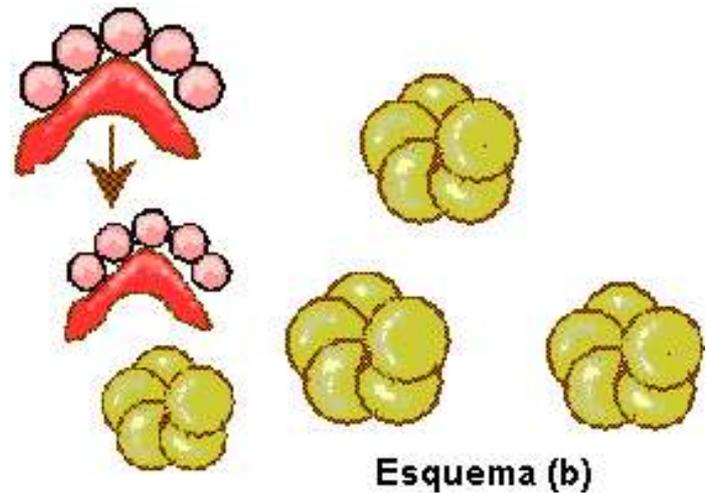
Proteína del  
prión patógena



Proteína patógena  
infectando a una normal



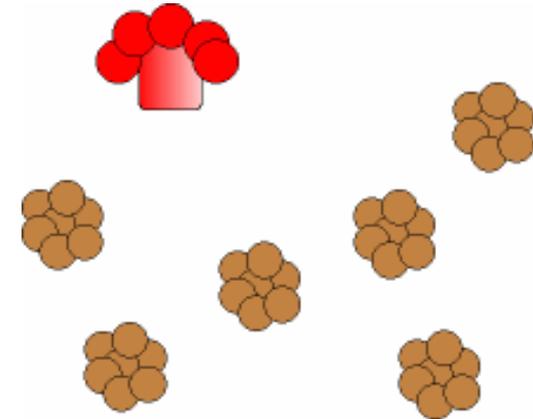
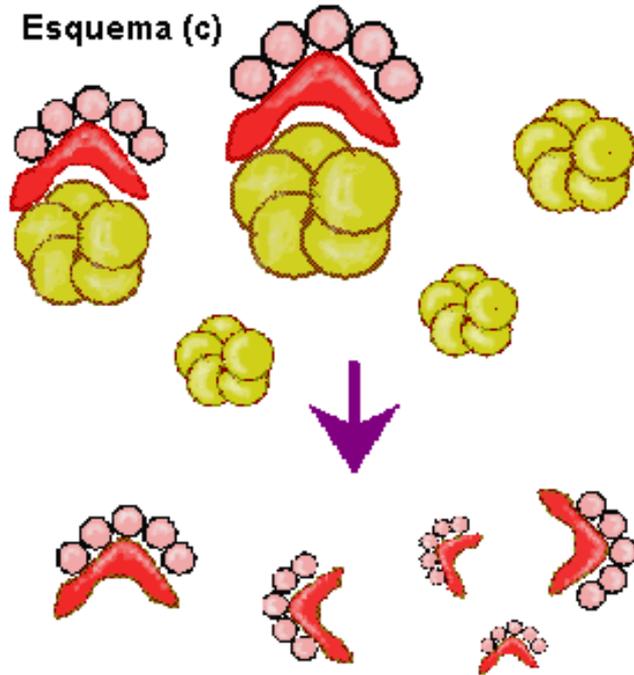
La proteína patógena infecta individuos  
que producen proteína normal



La proteína patógena origina un cambio  
conformacional de la proteína normal

# PRIONES. HIPÓTESIS DE LA PROTEÍNA SOLA (2)

Esquema (c)

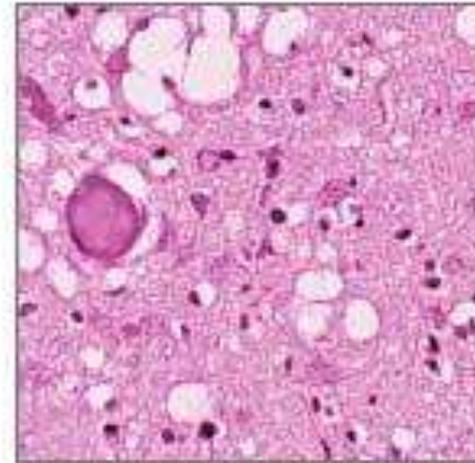
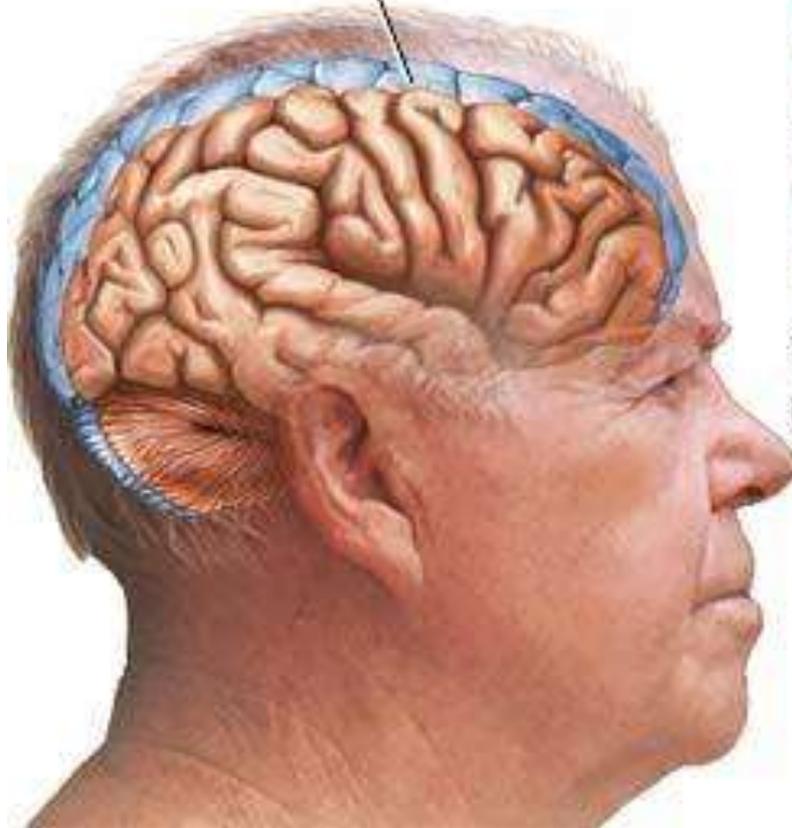


Resumen de la acción de los priones

Las nuevas proteínas patógenas inducen el cambio en otras normales, lo cual produce un efecto de "cascada".

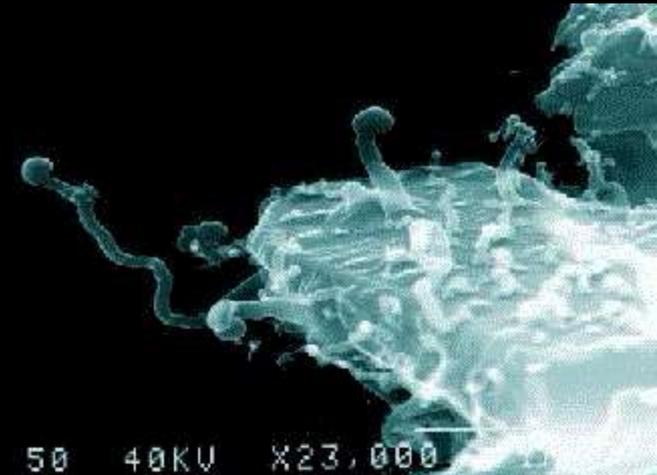
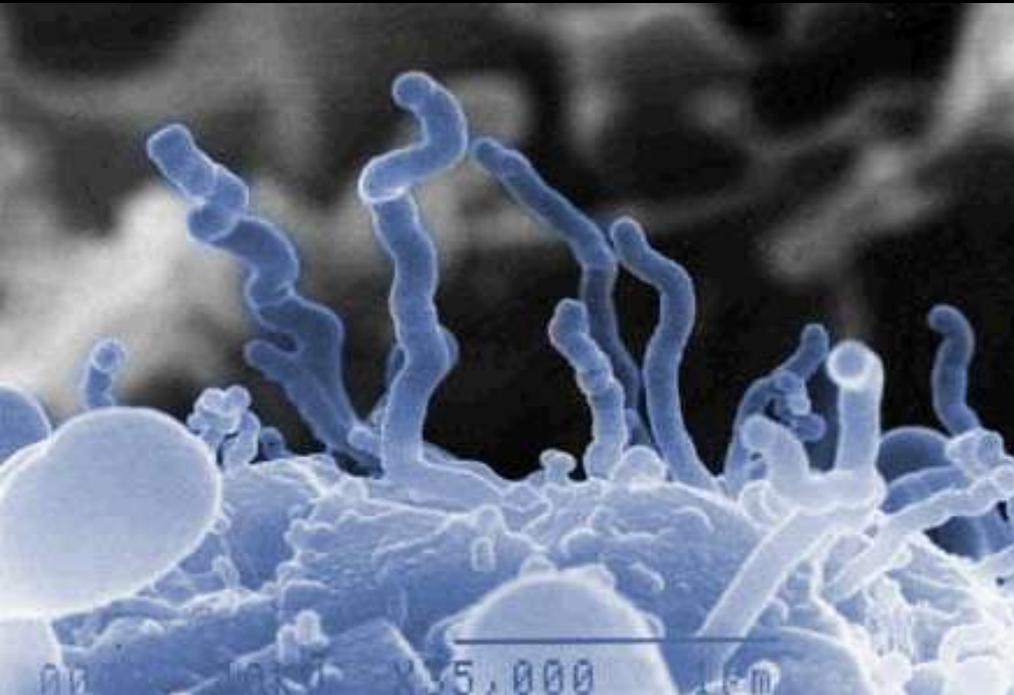
# ENFERMEDAD DE CREUTZFELDT-JACOB

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



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

# NANOBIOS O NANOBACTERIAS



Son más pequeños que los virus, y podrían ser las menores representaciones conocidas de vida.



FIN